

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature
et de la Vie**



**جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة**

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté par :

DERNI Kaouther

BENTIFRAOUINE Amel

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : Microbiologie Fondamentale

Thème :

**Traitement des Eaux Usées Au Niveau De La
Raffinerie d'Arzew**

Devant le Jury :

Président	Mr CHERIGUENE Abderrahim	Prof U. Mostaganem
Examineur	Mr ZABOURI Younes	MAA U. Mostaganem
Encadreur	Mme CHERIGUENE CHOUGRANI Fadela	Prof U. Mostaganem

Année universitaire : 2019/2020



Remerciements :

Avant tout nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage. Allah qui nous a incité à acquérir le savoir et qui nous a aidé à accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de notre professeure Mme CHERIGUENE CHOUGRANI Fadela, nous la remercions pour le bon déroulement de ces années de Master, et qui a énormément contribué à l'élaboration de ce travail. Nous ne saurions trouver les mots pour lui exprimer toutes nos gratitude.

Nos vifs remerciements vont vers le professeur CHERIGUENE Abderrahim, pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury, pour son amabilité et son aide attentif.

Nos remerciements sont également à Monsieur ZABOURI Younes, qui a laissé ses multiples occupations pour se donner la peine à examiner notre travail.

Nous adressons également un grand merci aux enseignants du département de biologie et à tous nos professeurs qui nous ont permis d'acquérir ce niveau d'instruction.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin, par un mot ou par un geste, nous vous remercions infiniment.




Merci à vous tous ... 



Dédicace :

Du profond de mon cœur, j'ai l'immense honneur de dédier ce modeste mémoire qui est la conséquence de longues années d'études, en premier lieu à :


Celle qui m'a transmis la vie, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie, mon bonheur, ma très chère mère. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont elle ne cesse de me combler, que Dieu la procure bonne santé et longue vie.



L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon très cher père, qui sans lui je ne serais pas arrivée jusqu'ici, j'espère rester toujours fidèle aux valeurs morales qu'il m'a appris. Je prie Allah pour lui accorder la bonne santé et la prospérité, que Dieu le garde toujours pour moi.

Ma très chère sœur Amani et mes chers frères Oussama, Sami et Wassim, qui m'ont toujours souhaité le meilleur. Puisse Dieu le tout puissant exaucer tous leurs vœux.

La personne qui m'a toujours aidé et encouragé, qui était toujours à mes côtés, et qui m'a accompagné durant ces deux années de Master, mon aimable enseignante « Mme CHERIGUENE CHOUGRANI Fadela ».



L'âme de ma maitresse de primaire, que Dieu puisse l'accueillir dans son vaste paradis.

Le dédicace ne serait rien sans une mention particulière pour mes amies de longues dates ; Amina, Najlaa, Assia et tout précisément Sara, Houda et Wissem qui m'ont aidé et soutenu moralement, ce soutien moral est d'autant plus important que la rédaction d'un mémoire, merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble.

Sans oublier ma chère collègue et mon binôme Amel, je l'apprécie tous. Avoir travaillé avec elle m'a beaucoup appris sur moi-même.


Je vous dédie ce travail, et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.



Dédicace

Avec l'aide d'Allah le tout puissant et miséricordieux, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.




A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde toujours pour moi ; à toi mon père.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, ma sœur Hanane et mon frère Yacine, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A mon fiancé Mohamed, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A mon binôme Kaouther que j'aime beaucoup et qui m'a soutenu tout au long de ce projet.



Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amies, collègues d'étude.

A Tous les enseignants qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de mon Etude.



Amel

Résumé

Le raffinage du pétrole dans les industries pétrolières est l'un des plus importantes activités considérées comme une source de pollution, en raison de la gravité de cette situation nous avons décidé de nous appuyer sur des études antérieures pour focaliser la lumière sur son importance.

L'étude présentée dans ce travail consiste de faire une comparaison des caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux traitées à la sortie de la station de traitement des effluents « unité 27 » de la raffinerie d'Arzew aux normes Algériennes des rejets industriels.

Les principaux objectifs que nous sommes fixés dans ce mémoire sont de réaliser une recherche bibliographique sur les eaux usées et les origines de la pollution, ainsi de présenter la station d'épuration dans le cadre d'exprimer la méthodologie de traitement, ensuite nous avons maîtrisé les méthodes analytiques basées sur les caractéristiques chimiques et biologiques de la pollution en vue de répondre à une problématique concernant la qualité de l'eau rejetée par la station, et enfin aboutir à des recommandations efficaces pour le procédé.

Suite à la situation exceptionnelle et vue le confinement de la pandémie du Covid-19, on ne pouvait pas nous déplacer à cette station dont nous avons effectué un stage de courte durée lors de notre formation, c'est pourquoi nous avons discuté les résultats d'autres travaux effectués par d'autres étudiants.

Les analyses des eaux usées traitées dans la raffinerie ont révélé que les rejets liquides traitées au niveau de l'unité 27 répondent aux normes algériennes des rejets industrielles.

Cette étude nous a montré que le traitement des eaux usées permet également de respecter les réglementations de la protection de l'environnement.

Mots clés : Raffinerie, unité 27, les normes algériennes des rejets, traitement.

Abstract

Oil refining in the petroleum industries is one of the most important activities considered to be a source of pollution, due to the gravity of this situation we have decided to rely on previous studies to shed light on its importance.

The study presented in this work consists in making a comparison of the physico-chemical and biological characteristics of the treated water at the outlet of the « unit 27 » effluent treatment plant of Arzew refinery with Algerian standards for industrial discharges.

The main objectives that we have set in this thesis are to carry out a bibliographical research on wastewater and the origins of pollution, as well as to present the treatment plant as part of expressing the treatment methodology, then we have mastered analytical methods based on the chemical and biological characteristics of the pollution in order to respond to a problem concerning the quality of the water discharged by the station, and finally to suggest an effective recommendations for the process.

Due to the exceptional situation and view the containment of the covid-19 pandemic, we could not displace to this station where we did a short internship during our training, which is why we discussed the results of other works done by other students.

Analyzes of wastewater treated in the refinery revealed that the liquid discharges treated at unit 27 is conform for the Algerian standards for industrial discharges.

This study has shown us that wastewater treatment also enables compliance with environmental protection regulations.

Keywords: Refinery, unit 27, Algerian discharge standards, treatment.

ملخص

يعتبر تكرير البترول في الصناعات البترولية من أهم الأنشطة التي تعتبر مصدراً للتلوث، نظراً لخطورة هذا الوضع قررنا الاعتماد على دراسات سابقة لإلقاء الضوء على أهميته.

تتمثل الدراسة المقدمة في هذا العمل في إجراء مقارنة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه المعالجة عند مخرج محطة معالجة مياه الصرف « الوحدة 27 » لمصفاة أرزيو مع المعايير الجزائرية لمياه الصرف الصناعي.

تتمثل الأهداف الرئيسية التي وضعناها في هذه المذكرة في إجراء بحث ببيوغرافي عن مياه الصرف الصحي ومصادر التلوث ، وكذلك التعريف بفروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في إطار تقديم منهجية المعالجة ، بالإضافة الى تحديد بروتوكول التحليل الذي يعتمد على الخصائص البيولوجية و الكيميائية للتلوث بغرض حل مشكلة جودة المياه التي يتم صرفها من طرف المحطة، و في الأخير قمنا بطرح توصيات مستقبلية للتعمق أكثر في دراسة هذه الظاهرة.

بعد الحالة الاستثنائية و نظرا للالتزام بالحجر الصحي بسبب وباء كوفيد-19، لم نتمكن من الذهاب الى هذه المحطة أينما قمنا فيها بتدريب لفترة قصيرة خلال دورتنا التدريبية في السابق، و لهذا ناقشنا نتائج أعمال أخرى تم تنفيذها من قبل طلاب آخرين.

كشفت نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة على مستوى المحطة في الوحدة 27 بأنها تتناسب مع المعايير الجزائرية لصرف المياه الصناعية.

أظهرت هذه الدراسة أن معالجة مياه الصرف الصحي للمحطة تدخل في إطار الامتثال لأنظمة حماية البيئة .

الكلمات المفتاحية : مصفاة ، الوحدة 27 ، المعايير الجزائرية لمياه الصرف ، المعالجة.

Liste des abréviations

API : American Institut Petroleum.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

ENIP : Entreprise Nationale des Industries Pétrochimie.

ERI : Eaux Résiduaires Industrielles.

ERU : Eaux Résiduaires Urbaines.

GTP : Grand Travaux Pétroliers.

HC : Hydrocarbures.

IGF : Induced Gaz Flotation.

MES : Matières En Suspension.

pH : Le Potentiel d'Hydrogène.

Ppm : Partie par million.

PT : Phosphore Total.

RA1Z : Raffinerie d'Arzew.

RTO : Région Transport Ouest.

SBR : Bassin à Réacteur Séquentiel.

STEP : Station de Traitement des Eaux Polluées.

Z27 : Zone 27.

Liste des figures

Figure (01) : Situation géographique de la raffinerie d'Arzew.....	05
Figure (02) : Capacité de production des différentes gammes des produits pétroliers de RA1Z.....	06
Figure (03) : Organigramme de la raffinerie d'Arzew.....	09
Figure (04) : Organigramme des différentes zones de production.....	11
Figure (05) : Classification des eaux usées.....	14
Figure (06) : Circulation des eaux pluviales et les eaux usées.....	16
Figure (07) : La nature de produit polluants et leurs origines.....	18
Figure (08) : Représentation d'une station d'épuration : vue d'ensemble.....	31
Figure (09) : Site d'implantation des zones 27 et 1800.....	37
Figure (10) : Variation du pH en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	48
Figure (11) : Variation du pH en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	48
Figure (12) : Variation du pH en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	49
Figure (13) : Variation de la DBO ₅ en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	50
Figure (14) : Variation de la DBO ₅ en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	51
Figure (15) : Variation de la DBO ₅ en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	51

Figure (16) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	52
Figure (17) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	53
Figure (18) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	54
Figure (19) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	55
Figure (20) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	56
Figure (21) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	57
Figure (22) : Variation des HC en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	58
Figure (23) : Variation des HC en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	59
Figure (24) : Variation des HC en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	60
Figure (25) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	61
Figure (26) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	62
Figure (27) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	63
Figure (28) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	64

Figure (29) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	65
Figure (30) : Présence de <i>Vorticella</i>	65
Figure (31) : Absence de <i>Rotaria</i>	65
Figure (32) : Absence des Filamenteuses.....	65

Liste des tableaux

Tableau (01) : Capacités annuelles de production des différentes unités.....	07
Tableau (02) : Bilan énergétique.....	07
Tableau (03) : Bilan hydrique.....	08
Tableau (04) : Classes de turbidité usuelles.....	26
Tableau (05) : Classification des eaux d'après le pH.....	26
Tableau (06) : Les normes algériennes des rejets industriels.....	41
Tableau (07) : Les facteurs des mesures de la DBO₅.....	43
Tableau (08) : Variation du pH en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	48
Tableau (09) : Variation du pH en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	48
Tableau (10) : Variation du pH en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	49
Tableau (11) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	50
Tableau (12) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).....	51
Tableau (13) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).....	51
Tableau (14) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).....	52

Tableau (15) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).	53
Tableau (16) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).	54
Tableau (17) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).	55
Tableau (18) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).	56
Tableau (19) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).	57
Tableau (20) : Variation des HC en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).	58
Tableau (21) : Variation des HC en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).	59
Tableau (22) : Variation des HC en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).	60
Tableau (23) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).	61
Tableau (24) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).	62
Tableau (25) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).	63
Tableau (26) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).	64
Tableau (27) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).	65

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre I : Présentation de la raffinerie d'Arzew.	
I.1. Historique.....	04
I.2. Localisation et rôle.....	04
I.3. Capacité de traitement.....	06
I.4. Capacité de production.....	06
I.5. Bilan énergétique.....	07
I.6. Bilan hydrique.....	07
I.7. Organigramme de la raffinerie d'Arzew.....	09
I.8. Présentation des principaux départements de RA1Z.....	09
I.8.1. Département de sécurité.....	09
I.8.2. Département de planning et programme.....	10
I.8.3. Les départements de production.....	10
I.9. Utilisation de l'eau dans la raffinerie.....	12
I.9.1. Les perspectives d'amélioration.....	12
Chapitre II : Etude Bibliographique.	
II.1. Partie « 01 » : Les eaux usées.....	14
II.1.1. Définition.....	14
II.1.2. Classification des eaux usées.....	14
II.1.3. Composition des eaux usées.....	15
II.1.4. Evaluation des dangers écologiques des eaux usées.....	15
II.2. Partie « 02 » : Pollution des eaux.....	17

II.2.1. Définition.....	17
II.2.2. L'origine de la pollution par les eaux usées.....	17
II.2.3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles.....	18
II.2.4. Les paramètres de mesure de la pollution.....	18
II.2.4.1. Paramètres organoléotiques.....	18
II.2.4.2. Paramètres physiques.....	19
II.2.4.3. Paramètres chimiques.....	19
II.2.4.4. Autres paramètres.....	21
II.2.5. Impact sur l'environnement et sur la santé humaine.....	21
II.2.5.1. Influence de la pollution sur l'environnement.....	21
II.2.5.2. Impact de la pollution sur l'homme.....	24
II.3. Partie « 03 » : Caractérisation des eaux usées.....	24
II.3.1. Caractérisation des eaux.....	24
II.3.1.1. Caractéristiques physiques.....	24
II.3.1.2. Caractéristiques chimiques.....	26
II.3.1.3. Caractéristiques microbiologiques.....	30
II.4. Partie « 04 » : Epuration des eaux usées.....	30
II.4.1. L'objectif d'épuration des eaux usées.....	30
II.4.2. Description de la station d'épuration.....	30
II.4.3. Les différentes étapes d'une station d'épuration.....	31
II.4.3.1. Les prétraitements (traitement préliminaire).....	31
II.4.3.2. Traitement primaire (traitement physicochimique).....	33
II.4.3.3. Les traitements secondaires.....	34

II.4.3.4. Traitement tertiaire.....	35
-------------------------------------	----

Chapitre III : Etude expérimentale.

III.1. Partie « 01 » : Traitement des eaux usées au niveau de la raffinerie d'Arzew.....	37
III.1.1. Station de traitement de la zone 27.....	37
III.1.1.1. Site d'implantation de la zone 27.....	37
III.1.1.2. Description.....	38
III.1.1.3. Principales étapes de traitement.....	38
III.2. Partie « 02 » : Partie expérimentale.....	41
III.2.1. La sécurité au laboratoire.....	41
III.2.2. Les paramètres analysés.....	42
III.2.3. Méthodes d'analyse.....	42
III.2.3.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH).....	42
III.2.3.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	42
III.2.3.3. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	43
III.2.3.4. Détermination de la Teneur en Hydrocarbures (HC).....	45
III.2.3.5. Détermination de la conductivité.....	46
III.2.3.6. Détermination du furfural.....	46
III.2.3.7. Analyses bactériologiques.....	47
III.3. Partie « 03 » : Résultats et discussions.....	47
III.3.1. Mesure du pH.....	47
III.3.2. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	49
III.3.3. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).....	52
III.3.4. La biodégradabilité ou le rapport DCO/DBO ₅	54

III.3.5. Mesure de la Teneur en Hydrocarbures (HC).....	57
III.3.6. Mesure de la conductivité.....	60
III.3.7. Mesure de la teneur en furfural.....	63
III.3.8. Analyses microbiologiques.....	65
III.4. Discussion et interprétation des résultats.....	66
Conclusion générale.....	70
Références bibliographiques.....	72



Introduction générale

Introduction générale

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource précieuse dans l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle n'est pas toujours renouvelable et sensible à la dégradation et au gaspillage. Donc, elle nécessite d'être non seulement mobilisée mais aussi préservée et bien gérée. **(Said, 2019)**

L'eau est un élément essentiel dans l'industrie du raffinage et de la pétrochimie. En outre cette industrie recouvre une gamme d'utilisations de l'eau extrêmement variables, tant en quantité qu'en qualité. L'eau possède des propriétés physico-chimiques particulières et peut ainsi être utilisée pour réaliser de nombreuses opérations industrielles importantes. Par ailleurs, Cette utilisation peut causer une pollution des eaux vue que les rejets industrielles des raffineries sont composés de substances chimiques, de métaux lourds et des hydrocarbures. Par conséquent, ces eaux usées une fois rejetées dans la nature causent une menace sur l'environnement et la santé humaine, donc elles ne peuvent être rejetés tel quels vers la mer afin d'éviter la pollution du milieu marin. **(Ouafi et Oulhasi, 2019)**

L'actualité nous rappelle quotidiennement que notre environnement est une entité précieuse et fragile qui peut être facilement endommagée par une activité humaine non contrôlée, Face à ce sérieux problème, et prenant en considération sa responsabilité vis-à-vis l'environnement, la raffinerie d'Arzew comme ses semblables à travers le monde, a était dotée de deux stations d'épuration des eaux usées jugées extrêmement polluantes et dont le but est d'obtenir une eau traitée, de qualité physico-chimique requise. **(Malek et Abellache, 2017)**

Notre mémoire s'intitule sur « Traitement des Eaux Usées au Niveau de la Raffinerie d'Arzew ». A pour principaux objectifs : Une connaissance de l'état de traitement et d'épuration des eaux usées au niveau de la raffinerie d'Arzew, et évaluer la qualité des traitements physiques, chimiques et microbiologiques que subissent les eaux usées au sein de la station d'épuration (zone 27) et d'en déduire si la qualité de l'eau traitée respecte les normes de rejets industriels.

Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté la stratégie de travail suivante qui s'organise autour de trois chapitres :

* Chapitre I : est consacré à la présentation de la raffinerie d'Arzew, sa localisation, son rôle, sa capacité de traitement et de production, ainsi que ses principaux départements.

* Chapitre II : comporte 4 parties, qui consistent à déterminer les eaux usées, leur pollution, leurs caractéristiques, ainsi que les différentes techniques utilisées pour leur épuration.

* Chapitre III : aborde la partie expérimentale qui englobe 3 parties, dont la première est de présenter la station d'épuration des eaux usées de la raffinerie d'Arzew et aussi les étapes de traitements qui sont effectuées sur les effluents bruts au niveau de cette station d'un point de vue bibliographique. La deuxième partie concerne les méthodes analytiques de prélèvements des rejets liquides provenant des unités de production et la troisième partie présente les résultats suite au traitement et discussions, mais vu la pandémie du covid-19 qui nous a empêché l'accès à la raffinerie RAIZ et au laboratoire, les résultats obtenus sont ceux de la qualité des eaux traitées, réalisés par des études précédentes.

* Et enfin, une conclusion qui ponctue ce travail de recherche qui est présenté dans le cadre de soutenance d'un mémoire de master en microbiologie fondamentale.



Chapitre I

« Ce chapitre a pour objectif de présenter la raffinerie d'Arzew, sa localisation, son rôle, sa capacité de traitement et de production, ainsi que ses principaux départements »

Le raffinage du pétrole est un procédé industriel qui permet de traiter et transformer visant à tirer du pétrole le maximum de produits à haute valeur commerciale en utilisant différents procédés chimiques et physiques pour la séparation du brut et le traitement de ces produits, ces produits sont réunis dans une raffinerie. (**« Raffinage du pétrole », 2020**)

Une raffinerie de pétrole est l'usine où l'on procède au fractionnement du pétrole, ce qui permet d'obtenir une très grande variété de produits gazeux (propane et butane), liquides (essences, gas-oil et fuel) et même solide (bitume).

La raffinerie d'Arzew est une raffinerie de pétrole ; dénommée « RA1Z », c'est l'une des unités la plus productive participant au développement du pays. Par sa diversité de production, elle se classe au premier rang des complexes édifiés sur le territoire national. (**« Raffinerie d'Arzew », 2020**)

I.1. Historique

C'est la société japonaise (Japon Gazoline Corporation) qui a pris en charge la construction de la raffinerie d'Arzew en collaboration avec l'entreprise Sonatrach dans le cadre du premier plan 1970-1973. La construction a commencé le : 19 juin 1970, pour être achevée deux ans plus tard, en juillet 1972. Le démarrage des unités d'utilité a été lancé juste après et ce n'est qu'en mars 1973 que l'ensemble des autres unités a été mis en service. En 1978, suite au besoin important, l'état décida de réaliser l'extension des installations de production des huiles de base, le démarrage de ces unités a été lancé en 1983. (**Doudou et Rouighi, 2016**)

I.2. Localisation et rôle

*** Localisation :**

La raffinerie d'Arzew est implantée dans la zone industrielle à 2 km d'Arzew, elle est située sur le plateau de la localité d'El Mohgoun au carrefour de la route nationale N° 11 (Oran-Arzew) et la route nationale N° 13 (Arzew- sidi bel-abbés) et a environ 40 km

d'Oran. Elle occupe une superficie de 180 hectares répartis comme suit : 150 hectares correspondants aux anciennes des installations construites entre 1970 et 1973, et les 30 hectares restantes correspondent aux installations nouvelles construites entre 1978 et 1983.

(Fiche technique)



Figure (01) : Situation géographique de la raffinerie d'Arzew. (Google map)

Elle est délimitée:

- Au nord par ENIP (Entreprise Nationale des Industries Pétrochimie).
- A l'ouest par GTP (Grand Travaux Pétroliers).
- A l'est par RTO (Région Transport Ouest).
- Au sud par l'oued Tasmaitite.

* **Rôle :** La raffinerie a pour principales tâches :

- Le traitement (raffinage) du pétrole brut venant de Hassi-Messaoud à travers la RTO, et le brut réduit importé.
- Satisfaire la demande nationale en carburants, combustibles, lubrifiants, bitumes, et de plus en plus en produits de base pour la pétrochimie (naphta, kérosène, fiouls).

- L'exportation de ces produits finis ou semi-finis « la demande nationale ». (**Oggad et Ballache, 2019**)

I.3. Capacité de traitement

La raffinerie d'Arzew traite en moyenne 3,75 millions de tonnes par an de pétrole brut et 279 000 de tonnes de brut réduit importé pour la production de bitumes. (**Ouafi et Oulhasi, 2019**)

I.4. Capacité de production

La production de la raffinerie est très diversifiée et se compose de :

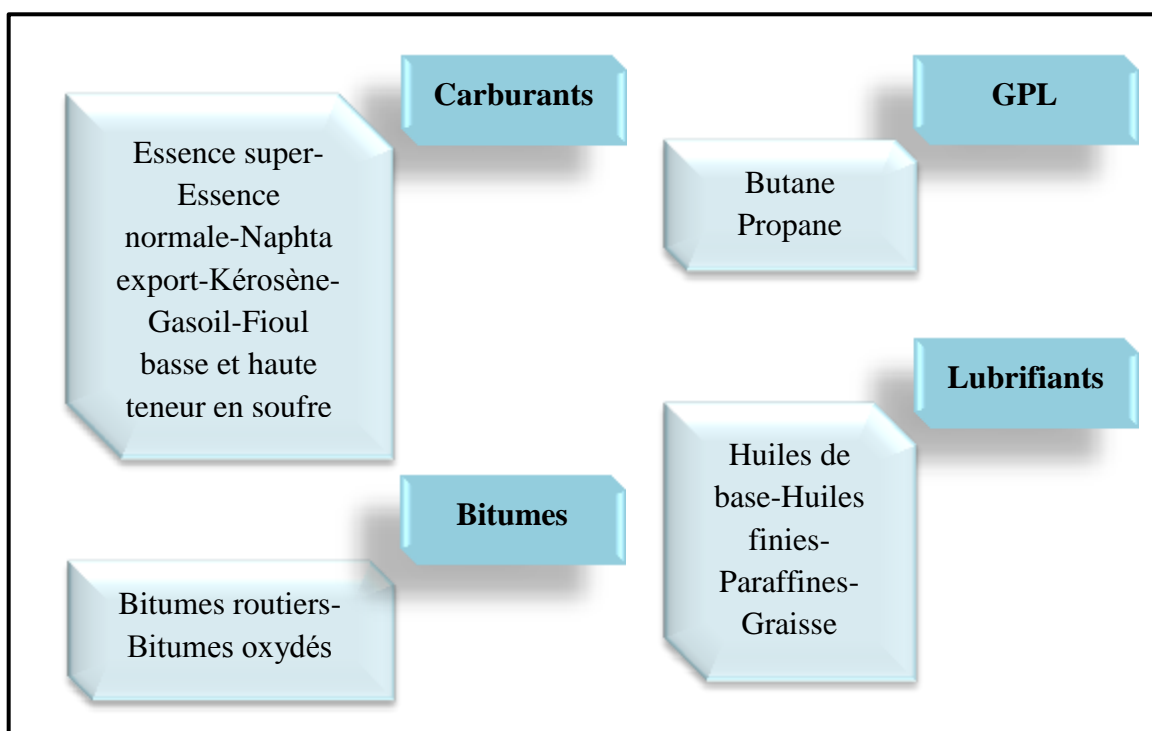


Figure (02) : Capacité de production des différentes gammes des produits pétroliers de RAIZ. (**Fiche technique**)

Les capacités de production annuelle en produits semi-finis et finis sont données dans le tableau suivant : (**Bilan de capacité annuelle de production, 2018**)

Tableau (01) : Capacités annuelles de production des différentes unités.

Nature du produit :	Quantité (tonnes) :	Unité :
-Propane	30 000	Zone 04/Unité 13
-Butane	92 000	Zone 04/Unité 13
-Naphta	450 000	Zone 04/Unité 11
-Kérosène	400 000	Zone 04/Unité 11
-Gasoil	530 000	Zone 04/Unité 11
-Essence normale	390 000	Zone 28
-Essence super	103 000	Zone 28
-Huiles de base	130 000	Zone 07/Zone 05
-Huiles finies	150 000	Zone 06 et unité 3000
-Graisses	1950	Zone 06 et unité 3000
-Bitumes routiers	120 000	Zone 10/Unité 14
-Bitumes oxydés	20 000	Zone 10/Unité 15

I.5. Bilan énergétique

Le complexe dispose des unités de production d'énergie électrique, mais qui n'assure pas la totalité de la consommation des différentes zones, le reste est assuré par Sonelgaz. La raffinerie a aussi une source énergétique qui est le gaz naturel de HASSI R'MEL. La consommation annuelle est présentée dans le tableau suivant : (O. Fatima & S. Atika, 2014)

Tableau (02) : Bilan énergétique.

Sources énergétiques	Consommation annuelle	Source d'alimentation
GAZ	309 000 000 Nm ³	Gaz Naturel / Sonatrach SH Gaz Raffinerie
Electricité	74 000 000 KW	SONELGAZ / Turbo générateur (raffinerie)

I.6. Bilan hydrique

La raffinerie d'Arzew a deux sources d'alimentation en eau, qui sont :

* Barrage FERGOUG assurée par L'ADE.

* Eau dessalée par KAHRAMA.

Le tableau suivant présente un bilan hydrique et la consommation d'eau au sein du complexe dans des différents circuits : **(Bilan hydrique, 2018)**

Tableau (03) : Bilan hydrique.

	Consommation	m ³ /J	Rejets (m ³ /J)
	Circuit ouvert (m ³ /J)	Circuit semi-fermé (m ³ /J)	Circuit fermé (m ³ /J)
Eaux brutes	5200	10872	2980 / 1060
Nettoyage et lavage	---	230	---
Domestique/Sanitaire	960	---	---
Réseau incendie	---	480	---
Total	6160	11582	4040

I.7. Organigramme de la raffinerie d'Arzew

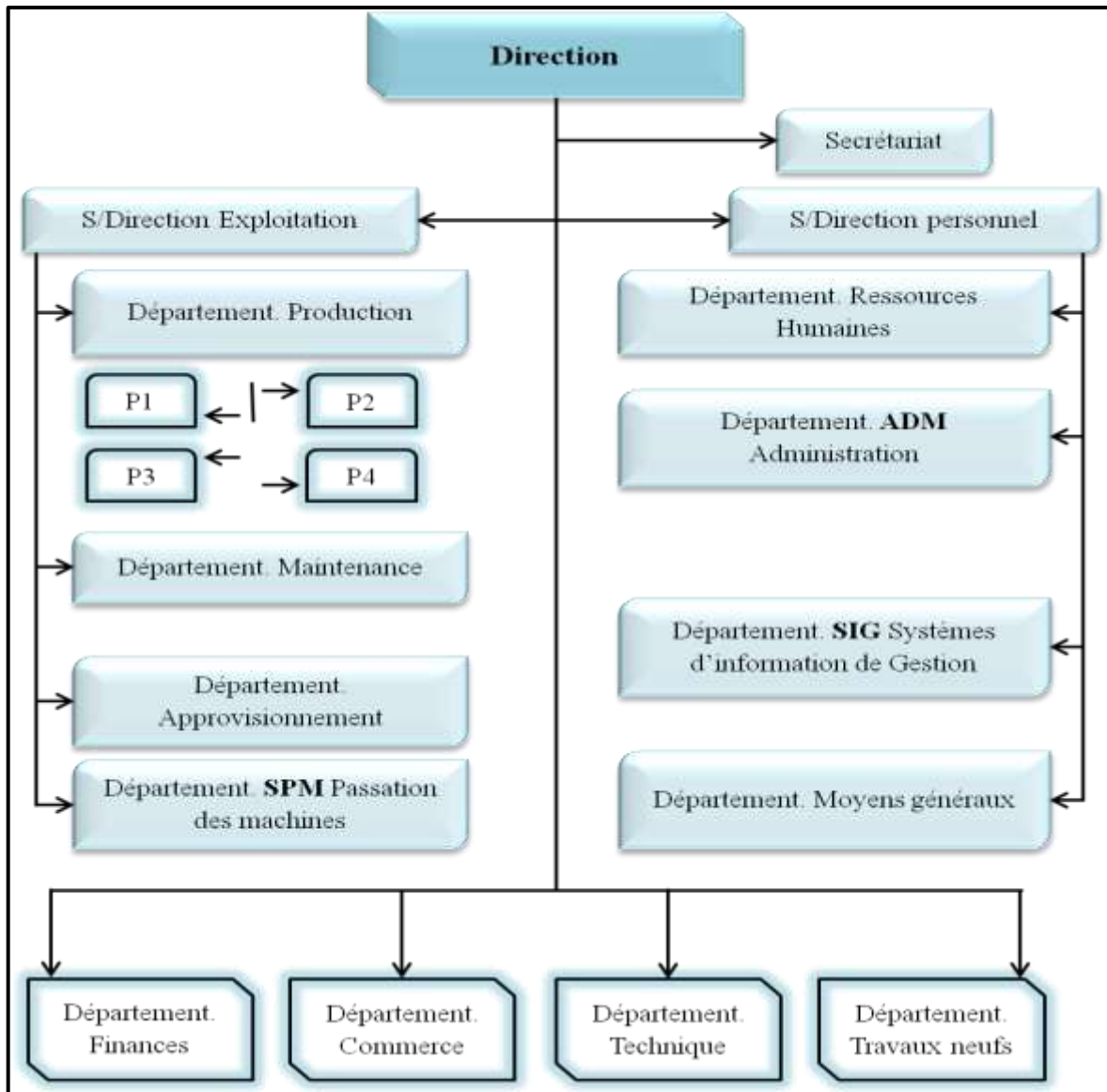


Figure (03) : Organigramme de la raffinerie d'Arzew. (Document interne, 1998)

I.8. Présentation des principaux départements de RA1Z

I.8.1. Département de sécurité

I.8.1.1. Laboratoire de contrôle

Au niveau du laboratoire, les produits semi-finis et finis sont soumis selon un programme bien défini à un contrôle de qualité rigoureux, durant toutes les étapes de raffinage au niveau des différentes unités.

Un certificat de qualité attestant la conformité de produit fini aux spécifications arrêtées est établi avant tout transfert ou expédition de ce produit.

Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux, les rejets et procède aux analyses des différents échantillons spéciaux. **(Ouafi et Oulhasi, 2019)**

I.8.1.2. Département de sécurité industrielle

Des dangers et des risques sont liés à une raffinerie de pétrole, tel qu'explosions, intoxications, incendies et électrocution. Le département de sécurité a un rôle primordial dans ce contexte pour la préservation du patrimoine humain et matériel. Il comporte deux services ; service prévention et service intervention. **(Ouafi et Oulhasi, 2019)**

I.8.2. Département de planning et programme

I.8.2.1. Service ISP : Sert à la réception et l'expédition des produits pétroliers.

I.8.2.2. Service planning et programme : Une activité qui garantit une marche continue des installations de production est une gestion des mouvements des produits. Le service planning et programme sert à :

- L'établissement des bilans matière de toutes les unités de productions.
- L'établissement des prévisions de fonctionnement des installations en vue d'approvisionner le marché en produits finis.
- Faire les bilans des différentes expéditions et conditionnement dans le but d'éviter toute rupture de stock. **(Ouafi et Oulhasi, 2019)**

I.8.3. Les départements de production

La raffinerie d'Arzew comprend quatre départements de production ; le P₁, P₂, P₃ et P₄, chaque département est constitué de plusieurs zones ayant des activités spécifiques. **(Chadli et Chouarfia, 2019)**

Chaque département est composé des différentes unités de production, l'organigramme suivant présente les différentes zones de production. **(Ouafi et Oulhasi, 2019)**

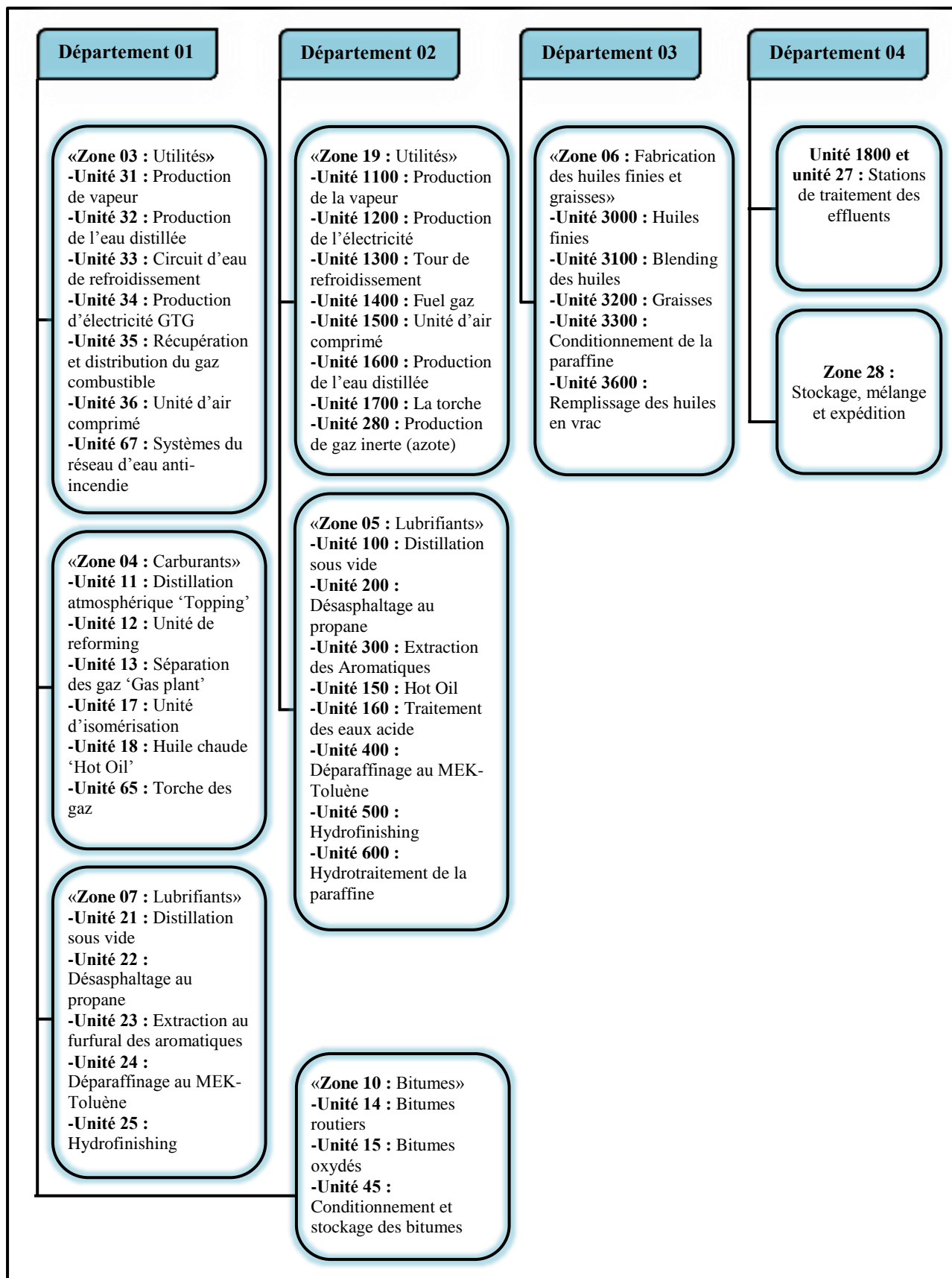


Figure (04) : Organigramme des différentes zones de production. (Ouafi et Oulhasi, 2019)

I.9. Utilisation de l'eau dans la raffinerie

Vue les réseaux d'eau et leur traitement avant rejet dans une raffinerie, on peut distinguer l'utilisation de l'eau, comme :

- Eau brute prélevée qui permet d'alimenter l'ensemble des besoins en eau de la raffinerie.
- Eau déminéralisée pour la production de vapeur par les chaudières.
- Eau de réfrigération qui assure le refroidissement et la condensation des hydrocarbures dans la différente unité de raffinage.
- Eau distillée dans le dessaleur pour l'élimination des teneurs aux sels de pétrole brut.
- Les eaux récupérées des condensations de vapeur en contact avec les hydrocarbures dans les procédés de raffinage.
- L'eau potable dont le réseau est indépendant. (**Site Web¹**)

I.9.1. Les perspectives d'amélioration

Les quantités d'eau utilisées en raffinerie sont variables et correspondent, dans l'ordre décroissant en volume, aux appoints d'eau de réfrigération, de chaudière, de procédés et de dessalage. (**Techniques de l'ingénieur, 2009**) Pour diminuer la consommation d'eau, il s'agit d'améliorer l'efficacité des équipements et de chaque circuit, et enfin d'optimiser l'implantation globale des réseaux d'eau de la raffinerie, son traitement et son recyclage. On peut distinguer que les besoins en eau dans une raffinerie sont très importants pour le fonctionnement des unités de transformations de pétrole en carburant, mais de l'autre part ces eaux peuvent subir nombreuses altérations dans les différents procédés de raffinage, ce qui engendre des effluents chargés par les hydrocarbures, les huiles et nombreux produits chimiques qui sont la cause d'une pollution des eaux une fois sont rejetés vers le milieu récepteur.



Chapitre II

« Ce chapitre a pour principal objectif de donner une idée sur les eaux usées, la pollution causée par ces eaux, leurs caractéristiques, ainsi que les différentes techniques utilisées pour leur épuration »

II.1. Partie « 01 » : Les eaux usées.

II.1.1. Définition

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. (Rejsek, 2002) Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines.

II.1.2. Classification des eaux usées

Selon l'origine des eaux usées, on peut les classer en trois catégories comme le montre la figure suivante :

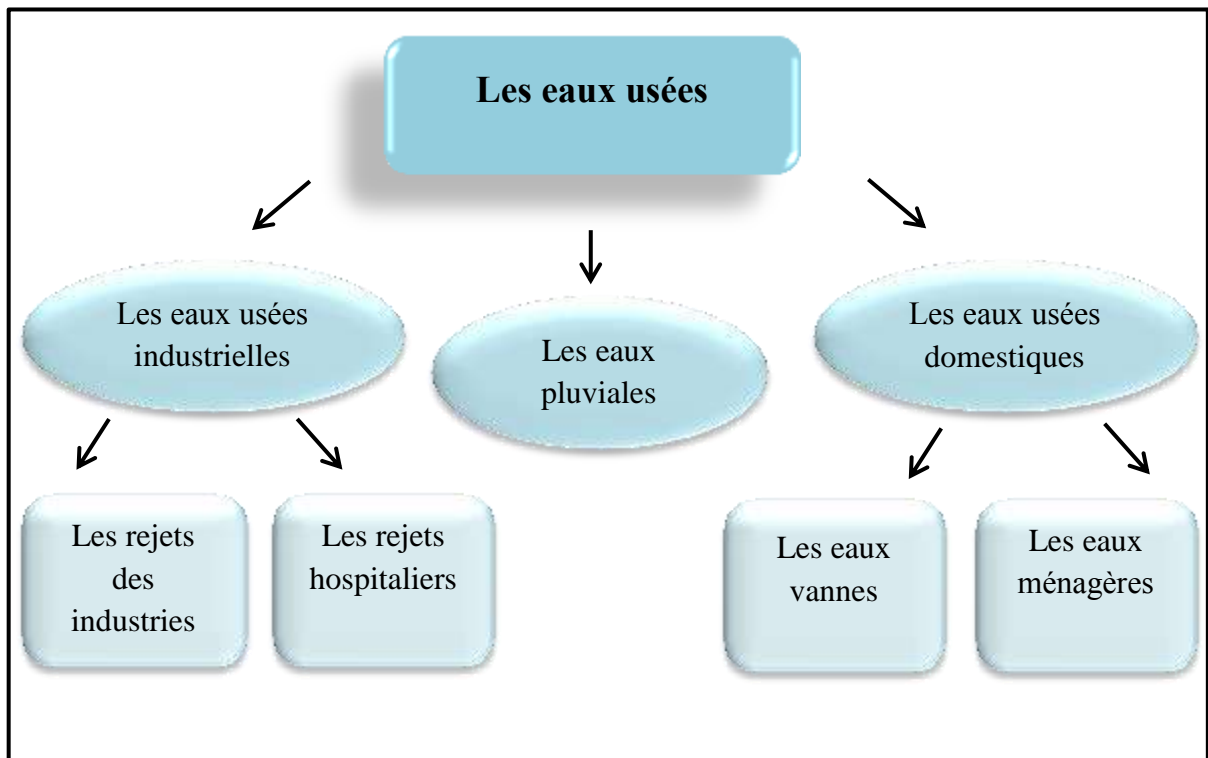


Figure (05) : Classification des eaux usées. (Demersa, 2007)

II.1.3. Composition des eaux usées

Les eaux usées sont principalement de l'eau (99%) contenant une petite quantité (1%) de déchets solides. **(Ouali, 2001)** Ces derniers sont essentiellement composés de matière organique d'origine animale ou végétale. **(Berland *et al.*, 2001)** Lorsqu'ils sont organiques, les déchets solides vont se décomposer. **(Henze, 1992)** Les eaux usées contiennent aussi beaucoup de bactéries. **(Nostrom, 2005)** Même si certaines de ces bactéries peuvent être pathogènes, la plupart sont en fait inoffensives. Ces bactéries non pathogènes sont très utiles parce qu'elles décomposent les matières organiques contenues dans les eaux usées. **(Horan, 1990)** Il s'ensuit que les bactéries non pathogènes sont à la base de tous les procédés de traitement biologique des eaux usées. **(Berland *et al.*, 2001)**

II.1.4. Evaluation des dangers écologiques des eaux usées

Le schéma suivant représente la circulation des eaux pluviales et des eaux usées :

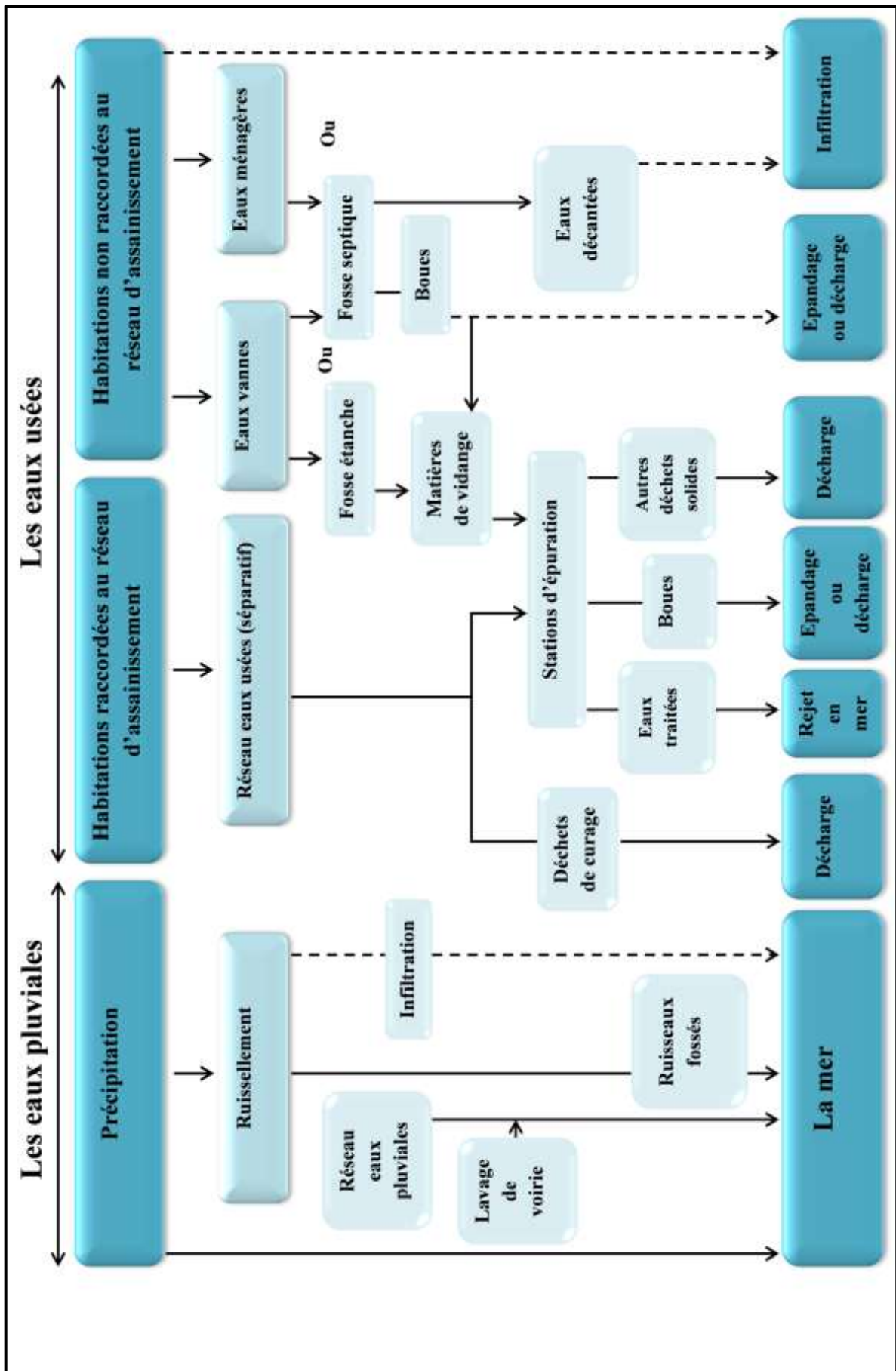


Figure (06) : Circulation des eaux pluviales et les eaux usées. (Sabarc, 1993)

L'exposition des organismes aquatiques aux eaux usées polluées génère un danger lié à la présence de substances toxiques, ces derniers peuvent provoquer des effets néfastes sur l'environnement et les espèces vivantes. En effet, la notion de danger est liée à la possibilité pour une substance, du fait de ses caractéristiques ou de ses propriétés intrinsèques, de provoquer des dommages aux personnes, ou bien, à l'environnement, dans des conditions déterminées d'exposition. (**Razafindradrandra et Seveque, 1998**) Partout dans le monde, le principe de précaution prédomine dans l'évaluation du caractère dangereux des rejets et des effluents, ce principe consiste à réduire la teneur des polluants ou substances indiquée dans les permis de rejet. (**Kinnersley, 1990**)

II.2. Partie « 02 » : Pollution des eaux.

II.2.1. Définition

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. (**Vademecum, 1990**) En outre c'est une dégradation de l'eau en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques par des rejets ou dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables (les produits toxiques, les déchets industriels tels que hydrocarbures, les microorganismes ...etc.) On trouve ces pollutions dans le milieu naturel (cours d'eau, mer). (**Benamar et al., 2010**)

II.2.2. L'origine de la pollution par les eaux usées

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes, ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc. Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. (**Afir et Mezoua, 1984**)

II.2.3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles

Ces effluents entraînent une pollution du milieu aquatique qu'on peut classer en plusieurs types que l'écosystème parvient à maîtriser avec plus ou moins d'efficacité. Cette classification n'est pas stricte, d'autre part, dans la pratique on observe plusieurs de ces types de pollution en même temps et leurs actions sont combinées. On distingue généralement trois grandes familles :

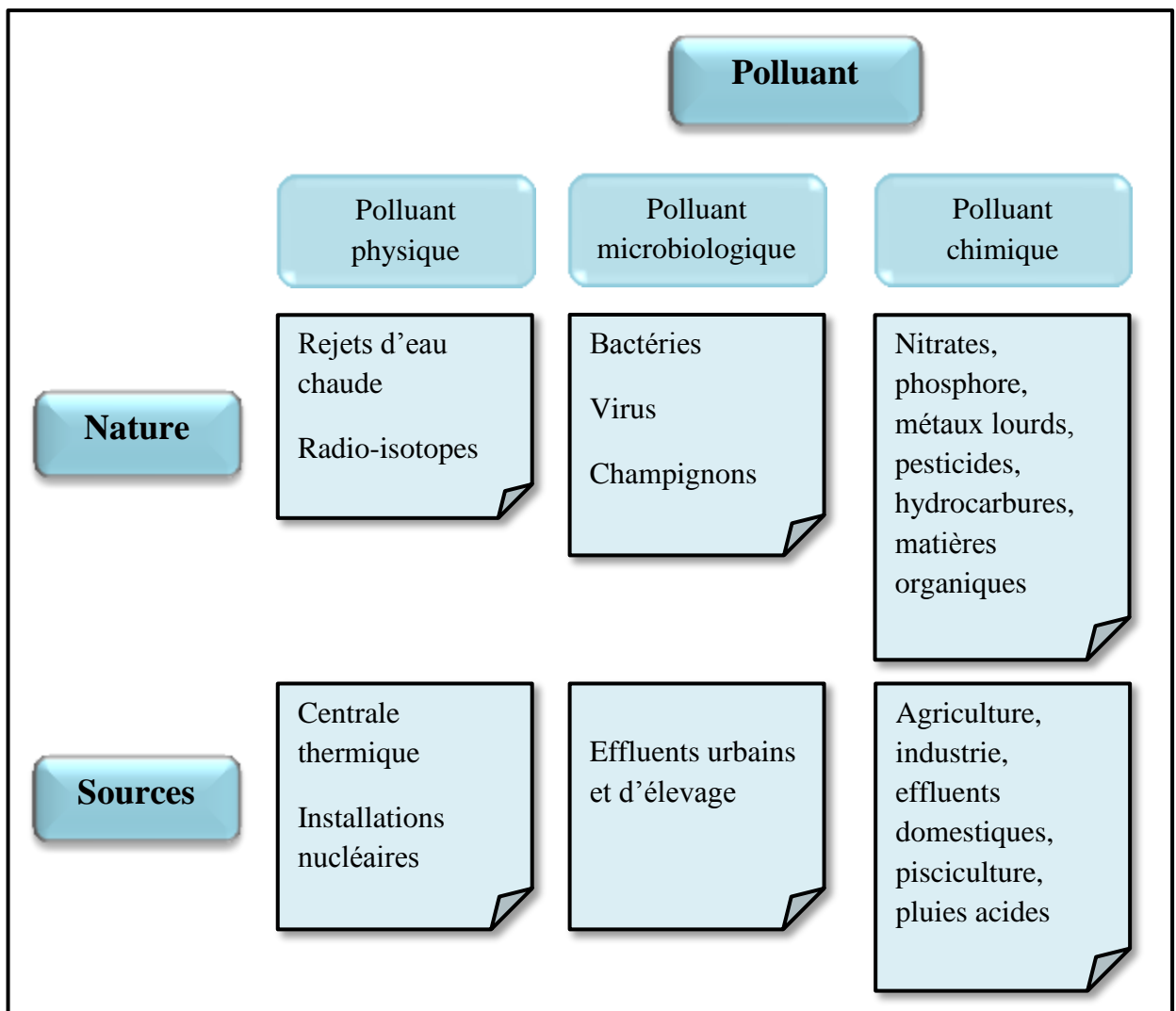


Figure (07) : La nature de produit polluants et leurs origines.
(Ouafi et Oulhasi, 2019)

II.2.4. Les paramètres de mesure de la pollution

II.2.4.1. Paramètres organoléptiques

II.2.4.1.1. La couleur : La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes. (Botta et Bellon, 2001)

II.2.4.1.2. L'odeur : Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition. (Botta et Bellon, 2001)

II.2.4.2. Paramètres physiques

II.2.4.2.1. La température : Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau. (Mechati, 2006)

II.2.4.2.2. Le potentiel d'hydrogène : Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9). (Mechati, 2006)

II.2.4.2.3. La turbidité : Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence des MES. (Mechati, 2006)

II.2.4.2.4. Les matières en suspension : Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante. La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres. (Mechati, 2006)

II.2.4.3. Paramètres chimiques

II.2.4.3.1. La demande chimique en oxygène (DCO) : C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques

(détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h. (**Yahiatene, 2011**)

II.2.4.3.2. La demande biologique en oxygène (DBO₅) : 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 qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées. L'épuration biologique aérobie complète d'une ERI exige en fait un temps de 21 jours (DBO₂₁ dit ultime) nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables, ou de 28 jours sinon 35 jours, qui représentent le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures. (**Yahiatene, 2011**)

II.2.4.3.3. Carbone total organique (COT) : Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon. (**Donnier, s. d.**)

II.2.4.3.4. Azote total (NT) : Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (NO₂⁻, NO₃⁻). (**Emilian, 2004**)

II.2.4.3.5. Phosphore total (PT) : Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes:

- D'ortho phosphate, soluble PO₄H₂⁻.
- De poly phosphate qui a une tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate.
- De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie. (**Mizi, 2006**)

II.2.4.4. Autres paramètres

II.2.4.4.1. Les hydrocarbures : La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents. **(Larkem et Bacel, 2005)**

II.2.4.4.2. L'alcalinité : La connaissance de l'alcalinité présente un intérêt particulier lorsque des traitements physico-chimiques sont envisagés, car ce paramètre traduit la présence en solution d'éléments chimiques susceptibles d'exercer une influence directe sur les conditions techniques de l'épuration. Par exemple, l'alcalinité conditionne généralement les quantités de réactifs à utiliser pour les opérations de coagulation-floculation. **(Rodier et al., 1996)**

II.2.4.4.3. Les micropolluants : Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités. **(Larkem et Bacel, 2005)** Les principaux micropolluants sont : Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg), Composés phénoliques, organos-halogéniques, organophosphorés, huiles minérales, Hydrocarbures aromatiques polycycliques, Certains dérivés nitrés. **(Mizi, 2006)**

II.2.5. Impact sur l'environnement et sur la santé humaine

II.2.5.1. Influence de la pollution sur l'environnement

Les rejets d'eau industriels sans traitement dans l'environnement ont des impacts très négatifs. Il peut s'apprécier au regard des élévations de température des modifications de pH, des modifications de turbidité et des consommations d'oxygène, qu'ils peuvent induire dans le milieu, ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant ou groupe de polluants. **(Meziane, 2005)**

II.2.5.1.1. La température

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces. En général la température de l'eau diminue avec la profondeur, car plus la profondeur est importante moins les rayons du soleil pourront pénétrer. La plupart des organismes aquatiques ont une tolérance limitée au changement de température, donc lorsqu'un changement soudain de température arrive, cela a des effets significatifs sur les performances et la survie des organismes aquatiques. (Meziane, 2005)

II.2.5.1.2. Le pH

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis. En général, les effets du pH se font surtout sentir par l'influence qu'exerce ce paramètre sur les équilibres entre les autres composés du milieu (azote ammoniacal, sulfure de sodium, acide cyanhydrique, etc.) lorsqu'ils ont une toxicité variable selon qu'ils se trouvent ou non sous forme ionisée. (Mizi, 2006)

II.2.5.1.3. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la 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.

II.2.5.1.4. La consommation d'oxygène

Les rejets présentant une charge élevée en azote réduit peuvent engendrer des phases d'asphyxie du milieu lorsque la dilution est insuffisante. Enfin, par l'intermédiaire du phénomène d'eutrophisation, les rejets d'azote et de phosphore sont indirectement de nature à entraîner de fortes variations journalières du taux d'oxygène du milieu aquatique : en effet, ce taux peut significativement chuter la nuit, où une consommation élevée d'oxygène due à une biomasse surabondante se substitue à sa production photosynthétique diurne. En plus le rejet d'eau plus ou moins chaude diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau et elle pousse aussi les organismes vivants dans l'eau à respirer plus rapidement. Beaucoup

d'organismes meurent par manque d'oxygène, ou deviennent plus sensibles aux maladies. (Rodier *et al.*, 1996)

II.2.5.1.5. L'azote

L'azote ammoniacal se trouve dans les eaux sous forme ionisée (NH_4^+), peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique, ou sous forme hydratée (NH_3) qui, en revanche, peut entraîner de graves conséquences sur les milieux récepteurs du fait de sa toxicité. L'ammoniaque provoque, même à de faibles concentrations, des lésions branchiales qui limitent les échanges entre le sang et le milieu extérieur. Souvent, on admet comme teneur maximale en azote ammoniacal non dissocié la valeur de 0,025 mg/l, voire 0,005 mg/l afin d'écartier tout risque d'effet toxique à long terme. (Rodier *et al.*, 1996)

II.2.5.1.6. Le phosphore

A ce titre, outre la réduction du taux d'oxygène du milieu aquatique la nuit, on rappellera que les principales nuisances liées à l'eutrophisation sont : - Une modification de l'équilibre carbonique et une élévation du pH le jour par accroissement de la photosynthèse, ce qui peut provoquer des phénomènes de toxicité aiguë de l'ammoniac.

- Une toxicité pour le poisson dans les cas extrêmes, soit par colmatage direct des branchies, soit en raison des sécrétions des algues. (Mizi, 2006)

II.2.5.1.7. Les hydrocarbures

L'impact écologique de la pollution par les hydrocarbures se traduit par trois grands types de phénomènes : - Régions des peuplements par mortalité et dégénérescence. - Mise en place d'une succession secondaire à la suite de l'apparition d'espaces non occupés et la modification de certains paramètres écologiques. - Perturbations de paramètres biologiques (taux de fécondité, croissance). (Glemarec *et al.*, 1981)

II.2.5.1.8. Le furfural

Les effets du furfural sur l'environnement peuvent se manifester par une pollution marine due à l'utilisation du furfural dans l'unité de production de lubrifiants dans une raffinerie de pétrole, il peut y avoir plus au moins des déperditions de produit, pendant une

opération de nettoyage. Alors le furfural perdu se trouve dans les eaux de rejet vers la mer. (Ghosh *et al.*, 2007)

II.2.5.1.10. Les matières en suspension

Les matières en suspension dans les eaux sont de dimensions très variables qui peuvent être un indice de pollution. (Aminot et Chausse-Pied, 1983) D'une part, les particules réduisent la transparence de l'eau de ce fait la production primaire photosynthétique. (Mertes *et al.*, 1993)

Des teneurs élevées en matières en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuent l'oxygène dissous et limitent alors le développement de la vie aquatique en créant des déséquilibres entre diverses espèces. Elles peuvent être aussi responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. (Rodier, 1997 ; Berne et Cordonnier, 1991)

II.2.5.2. Impact de la pollution sur l'homme

Le rejet des effluents de la raffinerie dans l'air (évaporation d'hydrocarbure dont le benzène, torchage, etc.) et dans l'eau peut causer : des troubles du système nerveux, leucémie, problèmes respiratoires : asthme, asphyxie. Elle représente les risques de déséquilibre et de dégradation de l'écosystème aquatique parmi ces risques, l'effet toxique d'élément agissant seuls ou en synergie (métaux lourds, substances radioactives) et les hydrocarbures s'accumulent dans les organismes marins et ils ont de graves effets. (Wemond *sante*)

II.3. Partie « 03 » : Caractérisation des eaux usées.

Pour traiter un problème de pollution des eaux destinées au rejet vers l'environnement ou pour un éventuel recyclage, il est nécessaire de définir et d'évaluer les éléments susceptibles d'altérer la qualité de ces eaux. Aussi les paramètres de la pollution permettent de juger de la gravité d'un problème. (Emilian, 2004)

II.3.1. Caractérisation des eaux

II.3.1.1. Caractéristiques physiques

II.3.1.1.1. La température

La température de l'eau est un facteur écologique important du milieu, c'est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau. (**Rodier et al., 1996**)

II.3.1.1.2. La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion. (**Malek et Abellache, 2017**)

II.3.1.1.3. La turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. (**Rejsek, 2002**)

Tableau (04) : Classes de turbidité usuelle. (Malek et Abellache, 2017)

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement
NTU > 30	Eau trouble

II.3.1.1.4. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (Rodier, 2005)

II.3.1.1.5. Les matières en suspension

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent ou urbain ou même industriel. Ces matières sédimentent rapidement à l'aval du point de rejet et sont la source d'envasements temporaires ou permanents susceptibles de modifier les profils hydrauliques. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2. Caractéristiques chimiques**II.3.1.2.1. Le potentiel Hydrogène (pH)**

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie. (Mathieu et Pielain, 2003)

Tableau (05) : Classification des eaux d'après le pH.

pH < 5	Acidité forte → présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée → majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

II.3.1.2.2. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. (Rejsek, 2002)

II.3.1.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO)

La DBO (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de microorganismes, dans des conditions données. Pratiquement, elle devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (Rodier, 2005)

II.3.1.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présente dans l'eau quelque soit leur origine organique ou minérale.

II.3.1.2.5. Carbone organique totale (COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. (Tarmoul et Sodi, 2007)

II.3.1.2.6. La biodégradabilité

La biodégradabilité 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. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = DCO / DBO_5$:

* Si $k < 1,5$: Cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.

* Si $1,5 < K < 2,5$: Cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

* Si $2,5 < K < 3$: Les matières oxydables sont peu biodégradables.

* Si $K > 3$: Les matières oxydables sont non biodégradables.

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

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, sinon on applique un traitement physico-chimique. **(Bencharef, 2017)**

II.3.1.2.7. L'Azote

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ , dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène. **(Tarmoul et Sodi, 2007)**

II.3.1.2.8. Les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température. **(Rodier, 2009)**

II.3.1.2.9. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates. **(Rodier, 2009)**

II.3.1.2.10. Les hydrocarbures

L'eau entraîne différents hydrocarbures, lors de son utilisation. Les hydrocarbures, par leur densité relativement faible par rapport à l'eau, forment des films de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci, occasionnant des asphyxies de la faune et de la flore. Leur élimination fera appel à des procédés aussi bien physiques que biochimiques. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2.11. Les phénols

Les produits phénoliques proviennent en général d'activités industrielles. Ils donnent à l'eau, un goût marqué de chlorophénol, lorsqu'ils sont en présence de chlore. Ces produits sont souvent biodégradables ; ceci dépend de leur composition. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2.12. Les métaux lourds**II.3.1.2.12.1. Le plomb**

L'intoxication plombique se traduit par des anomalies biologiques. La vie aquatique peut être perturbée à partir de 0,1 mg/l, des effets toxiques peuvent se manifester à partir de 1 mg/l. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2.12.2. Le mercure

Le mercure peut se retrouver dans les sols à des teneurs variant de 0,01 à 20 mg/Km. Par ailleurs la contamination géologique de nombreux sols par le mercure explique sa présence dans les rejets de certaines activités industrielles. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2.12.3. Le zinc

Pour la vie aquatique, le zinc présente une certaine toxicité en fonction de la minéralisation de l'eau et de l'espèce considérée. La toxicité pour le poisson s'exerce à partir de quelques milligrammes par litre. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.2.12.4. Le cuivre

Le cuivre est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydes ou sulfurés. En métallurgie il entre de nombreux alliages. Le cuivre est susceptible de perturber l'épuration des eaux résiduaires par des boues activées, cela à des teneurs faibles 1 mg/l et la digestion des boues avec des teneurs plus élevées 100 mg/l. (Malek et Abellache, 2017)

II.3.1.3. Caractéristiques microbiologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène. (Rodier, 2005)

II.4. Partie « 04 » : Epuration des eaux usées.

Les eaux usées nécessitent d'être traitées et épurées avant leurs évacuations dans le milieu récepteur pour la protection de l'environnement. Le principe de l'épuration des eaux usées est basé dans la plupart des cas sur la dégradation biologique aérobie des pollutions présentes dans les eaux usées après avoir subi plusieurs traitements physiques et chimiques. La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques souvent très élaborées ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement, ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel.

II.4.1. L'objectif d'épuration des eaux usées

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

II.4.2. Description de la station d'épuration

Une station d'épuration peut s'apparenter à une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet en milieu naturel, généralement en rivière. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur passent par des

différentes étapes (Le prétraitement, Le traitement secondaire et Le traitement tertiaire). Chacun de ces étapes conçu pour extraire au fur et mesure les différents polluants contenus dans les eaux. Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte des effluents (eaux usées domestiques et urbaines et, par extension, les eaux usées industrielles ou agricoles) et juste en amont de la sortie des eaux qui seront épurées. Voici ci-dessous une vue d'ensemble d'une station d'épuration ainsi qu'un schéma représentatif des différents traitements d'épuration. (Z. Hemza & K.Yahia, 2018)

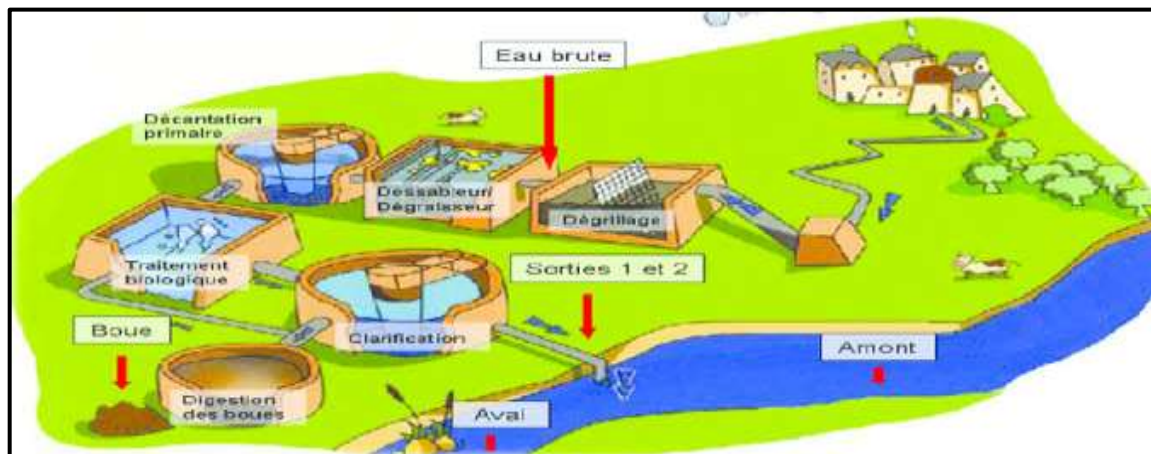


Figure (08): Représentation d'une station d'épuration : vue d'ensemble. (Google images)

II.4.3. Les différentes étapes d'une station d'épuration

II.4.3.1. Les prétraitements (traitement préliminaire)

Les prétraitements constituent un ensemble d'opérations physiques et mécaniques qui sert à éliminer les éléments solides les plus grossiers susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements. (Chelle *et al.*, 2005) Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval. Ils se composent de :

II.4.3.1.1. Le dégrillage

A l'entrée de la station d'épuration, les effluents bruts doivent subir un dégrillage, ainsi, les matières volumineuse, sont retenues au travers de grille, cette opération est toujours effectuée, si possible, afin de protéger les pompes, et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieurs du traitement.

II.4.3.1.2. Le dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau. **(Degremont *et al.*, 1972)**

II.4.3.1.3. Le déshuilage-dégraissage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, les graisses, et les huiles sont issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des usines, des abattoirs ... **(Emilian, 2004)**

II.4.3.1.3.1. Le déshuilage

L'opération déshuilage concerne essentiellement deux types d'effluents industriels :

- Des effluents régulièrement huileux (usines de raffinage de pétrole, industries mécaniques huileries alimentaire,...etc).
- Des effluents peu huileux, mais avec des débits de pointe accidentellement trop élevés (centrales thermiques, l'ami noires à chaud, eau d'orage de raffinerie,...etc). **(Emilian, 2004)**

II.4.3.1.3.2. Le dégraissage

Un dégraissage peut être obtenu soit dans une chambre où les eaux sont tranquillisées dans un bac à cloisons siphonides, soit dans un décanteur primaire circulaire muni d'une insufflation d'air favorisant la remontée des particules de graisses et de leur agglomération en surface, cependant, le décanteur primaire se révèle mal adapté à la reprise de ces métaux flottants dès que leur volume devient important et induit des difficultés d'exploitation.

II.4.3.2. Traitement primaire (traitement physicochimique)

Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. L'utilisation de réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique. Ce traitement permet donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire (de l'ordre de 65 à 80% de la **DCO** avec un traitement physico-chimique). (**Rejsek, 2002**)

II.4.3.2.1. Coagulation-floculation

L'opération de coagulation-floculation a pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de floccs par absorption et agrégation. Les floccs ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite. (**Cardot, 1999 ; Ernest, 1985**)

II.4.3.2.1.1. La coagulation

La coagulation se fait dans un ouvrage équipée d'un agitateur central à vitesse rapide permettant un mélange énergique des effluents en préalable à cette phase de coagulation, une pré-neutralisation des effluents (correction de pH) a été effectué dans le bassin d'homogénéisation par injection d'acide sulfurique. (**Larkem et Bacel, 2005**)

II.4.3.2.1.2. La floculation

La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits floccs formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion. (**Beadry, 1984 ; Klimpel et Isherwood, 1991**)

II.4.3.2.2. La flottation

La flottation est un procédé de séparation des matières en suspension dans l'eau, utilisant la densité apparente plus faible de ces matières et conduisant à leur rassemblement et à leur collecte à la surface libre. (**Ernest, 1985 ; Klimpel et Isherwood, 1991 ; Bachoc et Chebbo, 1992**)

II.4.3.3. Les traitements secondaires

II.4.3.3.1. Traitement biologique

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires. (FAO, 2003) Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées. (Desjardins, 1997) La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

II.4.3.3.1.1. Les boues activées

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur.

II.4.3.3.1.2. Le lagunage

L'épuration par lagunage consiste à faire passer les effluents des eaux usées brutes ou prétraitées dans un bassin naturel, ce qui permet de stimuler en amplifiant l'action autoépuration des étangs ou des lacs. La pollution est alors dégradée par l'activité bactérienne, l'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales. Il permet une épuration à charges organique élevées, une bonne élimination de l'azote et du phosphore, ainsi qu'une faible production de boues en excès, mais nécessite des superficies importantes et un contrôle d'exploitation rigoureux.

II.4.3.3.1.3. Les disques biologiques

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. L'effluent est préalablement décanté afin d'éviter tout colmatage des matériaux supports. Les boues qui se décrochent sont ensuite séparées de l'eau traitée par décantation dans un clarificateur) (Site Web ²)

II.4.3.3.1.4. Les lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la **DBO₅**.

II.4.3.3.2. La filtration

La filtration a pour but de retenir les particules en suspension dans l'eau, soit que ces particules existent dans l'eau brute, soit qu'elles aient été formées par une coagulation préalable. La rétention des matières solides contenues dans l'eau provoque une obstruction progressive des interstices existant entre les éléments constitutifs de la matière filtrante. Ce phénomène est désigné sous le nom de "colmatage du filtre". (**Malek et Abellache, 2017**)

II.4.3.4. Traitement tertiaire

Les traitements tertiaires permettent d'éliminer les matières azotées et phosphorées présentes dans l'eau quand la station est en zone plus stricte. Ces traitements permettent également d'augmenter les rendements d'élimination de la pollution carbonée et de désinfecter l'eau traitée lorsque qu'elle est rejetée à proximité des zones de baignade. En outre il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires de différents types : filtration sur lit de sable, désinfection par le chlore et d'autres produits oxydants (ozone...), élimination de l'azote, élimination du phosphore ... (**Aussel et al., 2002**)



Chapitre III

« Au cours de ce chapitre, on va connaître la station d'épuration des eaux usées de la raffinerie d'Arzew ; unité « 27 » et aussi les étapes de traitements qui sont effectuées sur les effluents bruts au niveau de cette station, et analyser les prélèvements (l'échantillonnage) des rejets liquides provenant des unités de production par des étudiants. Pour obtenir des effluents traités répondant aux normes de rejet »

III.1. Partie « 01 » : Traitement des eaux usées au niveau de la raffinerie d'Arzew.

Les effluents liquides d'un complexe industriel ne peuvent généralement pas être rejetés dans le milieu naturel sans avoir subi des traitements pour réduire leurs teneurs en matière organique et composés chimiques à fin de minimiser le risque de la pollution. C'est pour cela le complexe de la raffinerie d'Arzew possède deux stations de traitements des effluents liquides (unité 1800 et unité 27). Nous sommes intéressés par l'unité 27. Les valeurs limites de rejet sont déterminées en fonction de valeurs limites fixées au niveau national et des capacités d'acceptation du milieu récepteur.

III.1.1. Station de traitement de la zone 27

III.1.1.1. Site d'implantation de la zone 27

La station d'épuration pour traiter les eaux usées est implantée sur le site de l'ancienne station d'épuration. (Ouafi et Oulhasi, 2019)



Figure (09) : Site d'implantation des zones 27 et 1800. (Google earth, 2015)

III.1.1.2. Description

La nouvelle station de traitement des eaux usées (zone 27) a pour objet le traitement des rejets liquides qui proviennent des unités de production. Cette zone dispose d'un réseau d'assainissement de type séparatif qui collecte les eaux usées de procès et les eaux pluviales, ainsi que les drainages vers la station d'épuration.

Toutes les eaux sont acheminées gravitairement vers une fosse, ces derniers, s'écouleront vers le déversoir d'orage. Elle est conçue pour traiter des eaux usées avec un débit de 200 m³/h.

III.1.1.3. Principales étapes de traitement

La station d'épuration des eaux usées (unité 27) comprend les étapes suivantes :

III.1.1.3.1. Prétraitement

III.1.1.3.1.1. Déversoir d'orage

Cet ouvrage permet d'alimenter gravitairement en eau usée le nouveau déshuileur API avec un débit max de 200 m³/h et le surplus (cas pluvial) se déversera dans le bassin d'orage.

III.1.1.3.1.2. Bassin d'orage

C'est un ouvrage en béton armé composé de trois différentes zones :

- * Une zone de pré-sédimentation des matières en suspension véhiculées par les eaux pluviales, des pompes immergées assurent l'extraction des boues vers l'épaississeur.
- * Une zone de pré déshuilage où est installé un disque (disc oïl) sur la surface pour la récupération des hydrocarbures libres.
- * Une station de pompage qui évacue les eaux vers le bac tampon.

III.1.1.3.1.3. Bassin tampon

Le bassin tampon est un bac métallique où les eaux pluviales chargées en pollution sont stockées puis traitées par la station d'épuration. Cet ouvrage est équipé d'une barrière de rétention des flottants et d'une goulotte de récupération des huiles.

III.1.1.3.2. Traitement primaire

III.1.1.3.2.1. Dégrillage

Elimination des déchets volumineux par un dégrilleur motorisé. (**Manuel opératoire, 2015**)

III.1.1.3.2.2. Déshuilage API

Le déshuileur est composé de deux canaux en parallèle chacun équipé d'une chaîne avec racleurs assurant le raclage des boues vers la fosse à boues et les flottants vers la goulotte de récupération de surnageant.

Les eaux usées subissent d'abord un prétraitement qui consiste à éliminer les déchets solides volumineux par un dégrilleur automatique. Ce dégrilleur est muni d'un système de nettoyage ; un écrémeur manuel est installé après le dégrilleur afin de séparer une partie de slop et l'envoyer vers la fosse ; puis ces eaux usées en traversant le bassin API. Les hydrocarbures sont dirigés par le racleur de surface vers l'écrémeur motorisé puis sont collectés dans deux fosses, et au moyen des pompes immergées sont envoyés vers le bac de slop. Au retour, les racleurs déplacent la boue vers la trémie de collecteur de boues puis évacuées par les pompes vers l'épaisseur. Afin de diminuer l'évaporation des composés volatils la surface est couverte de panneaux flottants.

III.1.1.3.2.3. Système de flottation IGF (induced gaz flotation)

Les eaux usées issues de l'API seront envoyées vers l'unité de flottation par des pompes immergées.

L'unité de flottation permettra un meilleur abattement des matières en suspension et huiles dissoutes dans les eaux par technique de flottation à gaz induit (IGF). Ce traitement est réalisé en utilisant un coagulant. « Le chlorure ferrique » à l'entrée de l'unité et un brassage mécanique homogène et lent pour favoriser la floculation.

III.1.1.3.2.4. Bac de rétention

C'est un ouvrage métallique avec un volume utile égal à 2400 m³, il permet le stockage des eaux traitées issues de l'API et assure une alimentation des réacteurs biologiques séquentiel avec un débit max de 400 m³/h.

III.1.1.3.3. Traitement secondaire**III.1.1.3.3.1. Réacteurs biologiques séquentiels**

C'est un système à boue activée qui sert à éliminer la matière organique, l'azote et le phosphore par oxydation dans un bassin à réacteur séquentiel (SBR) où l'aération et la clarification sont réalisées dans le même bassin.

III.1.1.3.4. Traitement tertiaire

* **Filtration** : Sert à éliminer les particules solides à partir de l'eau traitée.

III.1.1.3.5. Traitement de boue

* **Epaississement** : La diminution de la teneur en eau de boue.

* **Centrifugation** : La déshydratation de la boue par l'injection de produit chimique (un polymère).

III.1.1.3.5.3. Incinération

C'est un réacteur à lit fluidisé contient de sable a pour but d'incinérer la boue sortie de centrifugeuse pour avoir une boue inerte.

III.1.1.3.5.4. Traitement des fumés

Par l'injection des produits chimique (urée, charbon active, bicarbonate) afin de protéger l'atmosphère.

III.2. Partie « 02 » : Partie expérimentale.

« Vue la pandémie du covid-19, on a procédé à un travail réalisé par d'autres étudiants en discutant leur résultats. »

Pour mieux visualiser la qualité des eaux traitées au niveau de la raffinerie d'Arzew, et afin de suivre tous les paramètres caractérisant ces eaux ainsi que ceux liés à la pollution, différentes analyses sont effectuées au laboratoire de la raffinerie RA1Z par des étudiants, et par la suite faisons une comparaison avec les normes algériennes des rejets industriels.

Tableau (06) : Les normes algériennes des rejets industriels. (Jorad, 2006)

Paramètre :	Unité :	Valeur maximale :
Ph	---	5,5 à 8,5
DBO ₅	mg/l	25
DCO	mg/l	100
Teneur en hydrocarbures	mg/l	15
Teneur en furfural	ppm	16

III.2.1. La sécurité au laboratoire

La nature des dangers spécifiques à la manipulation du laboratoire nécessitent une organisation minutieuse et précise, une formation préalable contrôlée du personnel sera organisée notamment pour le personnel nouvellement engagé dans le domaine, des techniques caractérisant certains travaux ainsi que dans les mesures à prendre pour prévenir et combattre les incidents et les accidents. Des notions de secourisme sont recommandées :

- Il est indispensable de porter des vêtements de travail ajustés et adaptés.
- Il est recommandé de porter des blouses ou des tabliers.
- Le port des lunettes étanches, des gants et des masques, pour la manipulation de produits dangereux.

III.2.2. Les paramètres analysés

Les analyses ont été réalisées au laboratoire de la raffinerie d'Arzew et ont porté sur les paramètres suivants : - Le potentiel d'hydrogène (pH). - La demande biologique en oxygène (DBO₅). - La demande chimique en oxygène (DCO). - La teneur en hydrocarbures (HC). - La conductivité. - Le furfural.

III.2.3. Méthodes d'analyse

Nous allons présenter les différentes méthodes d'analyses réalisées, selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre.

III.2.3.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

* **Principe** : Si l'on plonge une électrode indicatrice en verre dans le milieu à analyser, il s'établit entre celle-ci et l'électrode une différence de potentiel, qui est en fonction du pH. Il s'agit donc de mesurer cette différence de potentiel.

* **Réactifs** : - Solutions tampons. - L'échantillon à analyser.

* **Appareillage** : - Electrode spécifique. - Electrode combinée. - pH-mètre.

* **Mode opératoire** : Etablir les connexions électriques nécessaires de pH-mètre, on lave l'électrode avec l'eau distillée, et on verse l'échantillon d'eau dans le bêcher puis y plonger les électrodes et lire la valeur du pH indiquée sur l'écran de l'appareil.

III.2.3.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

* **Principe** : Le système de mesure est basé sur une différence de pression au moyen d'un indicateur digital.

* **Réactifs** : - Eau distillée. - Solution d'inhibiteur de nitrification C₄H₈N₂S à 5 g/l. - Soude en pastille.

* **Appareillage** : - Incubateur. - Fiole. - Flacons.

* **Mode opératoire** : Prendre 164 ml d'échantillon avec l'éprouvette, la verser dans le flacon, ajouter (03) gouttes de la solution de nitrification et le barreau aimanté, mettre la capsule sur le flacon contenant (02) pastilles de soude et fermer le flacon avec le bouchon OXITOP, presser sur le bouton **S** et **M** pendant (02) secondes pour avoir le zéro. En parallèle, faire un essai à blanc avec 432 ml d'eau distillée, mettre les échantillons dans l'incubateur avec agitation pendant 05 jours.

* **Lecture** : Retirer les flacons de l'incubateur et presser sur **M** et lire la mesure et la multiplier par le facteur suivant le tableau :

Tableau (07) : Les facteurs des mesures de la DBO₅.

Volume échantillon (ml) :	Mesure (mg/l) :	Facteur :
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10

III.2.3.3. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

* **Principe** : Ce mode opératoire est basé sur ébullition, il permet de complexer les ions chlorure et la détermination de l'excès de dichromate avec une solution titrée de sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure, il permet de complexer les ions chlorure et la détermination de l'excès de dichromate avec une solution titrée de sulfate de fer et d'ammonium, le calcul de la DCO sera donc à partir d'une quantité réduite de K₂Cr₂O₇. Sur une ébullition à reflux dans les conditions définies de la présente norme d'une prise d'essai de l'échantillon ; en milieu acide en présence sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure.

* **Réactifs** : - Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,83$ g/ml). - Acide sulfurique -sulfate d'argent. - Sulfate de fer (II) et d'ammonium, solution titrée $C_{[(NH_4)_2 Fe (SO_4)_2 \cdot 6H_2O]} \approx 0,12$ mol/l. - Sulfate de mercure (II) (HgSO₄) en cristaux. - Dichromate de potassium, solution étalon $C_{(K_2Cr_2O_7)} = 0,040$ mol /l contenant le sulfate de mercure (II). - Ferroïne, solution d'indicateur. - Granulés régulateurs d'ébullition.

* **Appareillage** : Matériel courant du laboratoire, et appareil à reflux constitué d'une fiole, d'un tube ou d'un ballon à fond plat de 250 ml environ, à col rodé, surmonté d'une réfrigérante adaptable et dimensionné de façon à éviter toute perte significative de matériaux volatils et burette de précision, de 10 ml de capacité. Toute la verrerie utilisée doit être soigneusement lavée et conservée à l'abri de la poussière.

* **Mode opératoire** :

- Introduire, dans l'appareil à reflux 10 ml de l'échantillon pour analyse. Si la valeur de la DCO de l'échantillon est supposée excéder 700 mg/l, procéder à une dilution de manière à obtenir une valeur de la DCO comprise entre 350 et 700 mg/l.

- Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium et quelques granulés régulateurs d'ébullition à la prise d'essai et homogénéiser soigneusement.

- Ajouter, lentement et avec précaution, 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement la fiole d'un mouvement circulaire.

- Porter à ébullition à reflux pendant 2h, laisser refroidir et laver la paroi interne à l'eau distillée.

- Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, en présence de 1 ou 2 gouttes de la solution d'indicateur à la Ferroïne.

* **Expression des résultats** : La demande chimique en oxygène (DCO) exprimée en mg/l, est donnée par la formule :

$$DCO = 8000.C. (V_1 - V_2) / V_0 \quad \text{Où :}$$

C : la concentration, exprimée en mol/l, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₀ : le volume, en ml, de la prise d'essai avant dilution éventuelle.

V₁ : le volume, en ml, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour l'essai à blanc.

V_2 : le volume, en ml, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour la détermination.

III.2.3.4. Détermination de la Teneur en Hydrocarbures (HC)

* **Méthode** : Par analyseur d'hydrocarbures OCMA-310.

* **Principe** : Procédure de calibration.

* **Réactifs** : - Le solvant S-316. - Acide chlorhydrique. - Eau distillée. - L'huile lourde B.

* **Appareillage** : - Analyseur d'hydrocarbures OCMA-310. - Bécher. - Fiole.

* **Mode opératoire** :

- Prendre 15 ml de solvant avec de l'huile lourde B, de la fiole avec la seringue et le verser dans la cuve d'extraction.

- Ajouter comme indiqué dans le manuel une goutte d'acide chlorhydrique. Ensuite ajouter 15 ml d'eau distillée.

- Lancer l'extraction pendant 40 secs.

- Vérifier que la valeur d'échelle (SPAN VALUE) est correcte.

* Ouvrir la vanne d'extraction.

* Attendre la stabilisation de la mesure (sans appuyer sur le bouton mesure).

* Fermer la vanne d'extraction.

* Ouvrir la vanne de DRAIN.

* Fermer la vanne de DRAIN.

* Répéter de (1) à (5) une seconde fois.

* Ouvrir la vanne d'extraction et appuyer sur le bouton mesure.

* Appuyer sur le bouton span cal lorsque la valeur est stabilisée.

III.2.3.5. Détermination de la conductivité

* **Principe** : Le passage du courant électrique est en fonction directe de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne la quantité des sels dissous.

* **Appareillage** : - Conductiviomètre (Electrode de mesure).

* **Mode opératoire** : Mettre l'appareil en marche, étalonner avec une solution de KCl de concentration connue, et donc de conductivité connue. Plonger ensuite l'électrode dans l'échantillon à analyser, laisser stabiliser et lire ensuite sa conductivité en ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Rincer l'électrode après chaque mesure, les lectures se font à une température de 20°C ou 25°C.

III.2.3.6. Détermination du furfural

* **Principe** : La détermination de furfural est réalisée par analyse spectrophotométrie, sur un complexe formé par un furfural + aniline qui donne un complexe de couleur rouge, l'intensité de couleur est mesurée par spectrophotomètre.

* **Appareillage** : - spectrophotomètre.

* **Mode opératoire** :

- Prendre un volume de 70 ml d'échantillon (filtrer le s'il est trouble) dans une éprouvette de 100 ml après avoir bien agité , ajouter 1 ml du réactif ,agiter pour mélanger, et laisser reposer pendant 15 min à l'abri de la lumière. Faire un blanc avec de l'eau distillée en parallèle.

- Faire passer le blanc au spectrophotomètre pour calibrer le zéro d'absorbance à une longueur d'onde de 510 nm dans une cuve de 20 mm.

- Remplir une seconde cuve avec de l'échantillon et faire passer au spectrophotomètre à la même longueur d'onde (510 nm).

- Lire la concentration en ppm de furfural.

III.2.3.7. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de la recherche et le dénombrement des germes existant dans les échantillons d'eau à analyser à l'aide du microscope.

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes. (Rodier, 2005)

En raison de la diversité des espèces bactériennes, virales et parasitaire, des germes test vont être analysés qui représenteront par la suite l'aspect microbiologique de ces eaux.

III.3. Partie « 03 » : Résultats et discussions.

Vu la pandémie du covid-19 qui nous a empêché l'accès à la raffinerie RA1Z et au laboratoire, les résultats obtenus sont ceux de la qualité des eaux traitées, réalisés par des études précédentes.

Les résultats obtenus sont mentionnés dans des tableaux et des figures comme suit :

III.3.1. Mesure du pH

* La valeur limite maximale du pH selon JORAD (2006), est de 5,5 à 8,5.

❖ D'après MALEK et ABELLACHE (2017), les résultats de la mesure du pH obtenus sont :

Tableau (08) : Variation du pH en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs du pH :
18/04/2017	7,1
19/04/2017	7,2
20/04/2017	6,9
23/04/2017	6,8

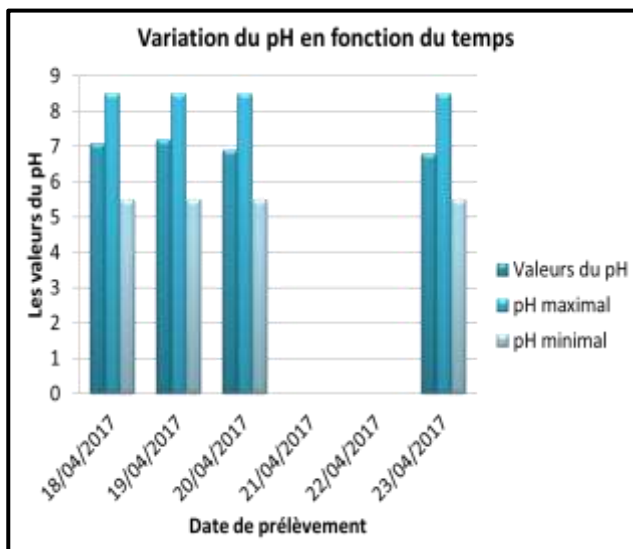


Figure (10) : Variation du pH en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 6,8 et 7,2.

❖ D'après OUAFI et OULHASI (2019), les résultats de la mesure du pH obtenus sont :

Tableau (09) : Variation du pH en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	Valeurs du pH :
05/02/2019	7,5
06/02/2019	7,8
07/02/2019	7,4
10/02/2019	7,3
11/02/2019	7,4
12/02/2019	7

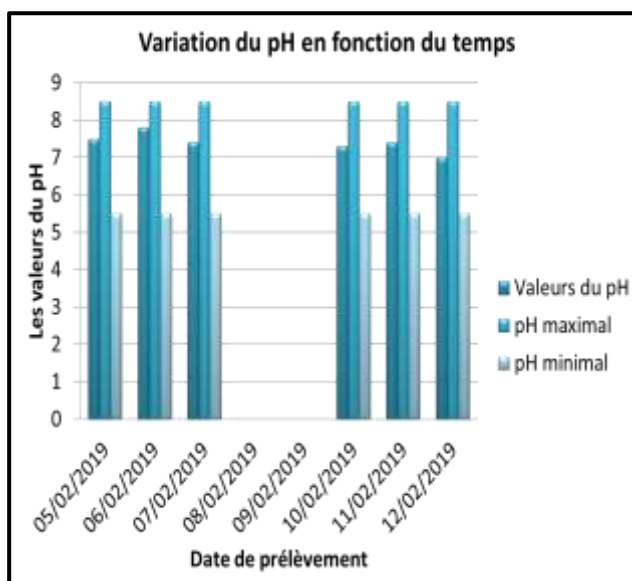


Figure (12) : Variation du pH en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 7 et 7,8.

❖ D'après **ZBALAH Z et A (2019)**, les résultats de la mesure du pH obtenus sont :

Tableau (10) : Variation du pH en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs du pH :
20/05/2019	7,8
22/05/2019	8
27/05/2019	7,3
10/06/2019	7,9
11/06/2019	7,1
12/06/2019	6,9
13/06/2019	6,8

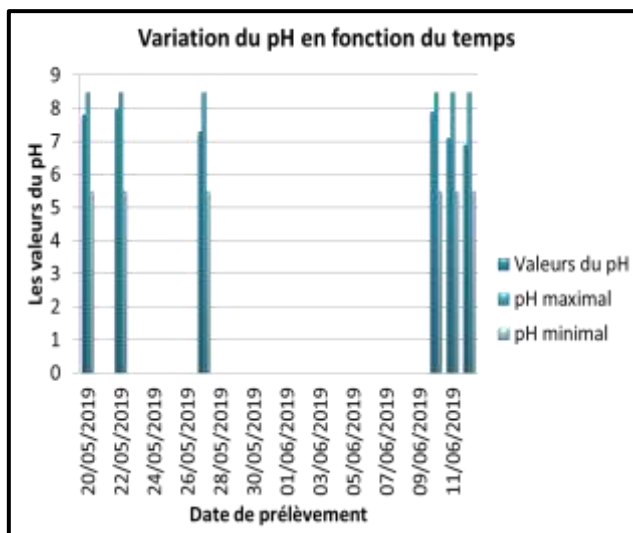


Figure (12) : Variation du pH en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 6,8 et 8.

III.3.2. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

* La valeur limite maximale de la DBO₅ selon JORAD (2006), est de 25 mg/l.

❖ D'après **MALEK et ABELLACHE (2017)**, les résultats de la mesure de la DBO₅ obtenus sont :

Tableau (11) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs de la DBO ₅ : (mg/l)
18/04/2017	15
23/04/2017	13
30/04/2017	8
07/05/2017	10

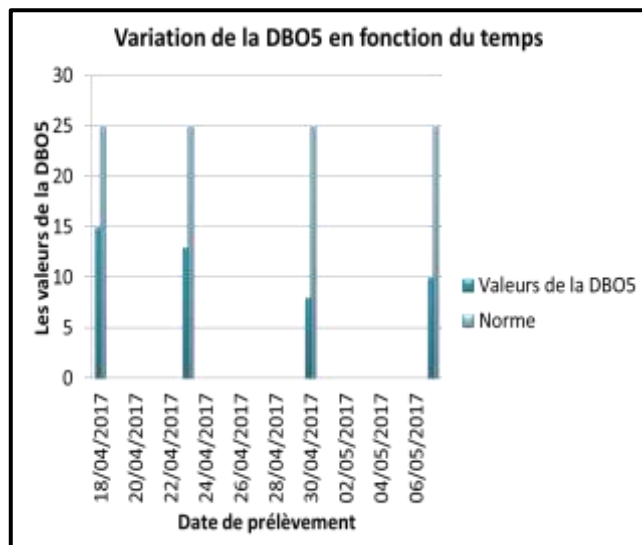


Figure (13) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Les valeurs de la DBO₅ sont inférieures à la valeur maximale de la norme de rejet « 25 mg/l ».

❖ D'après OUAFI et OULHASI (2019), les résultats de la mesure de la DBO₅ obtenus sont :

Tableau (12) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	Valeurs de la DBO ₅ : (mg/l)
05/02/2019	2
10/02/2019	9,3
17/02/2019	21,1
24/02/2019	1
03/03/2019	2
09/03/2019	8

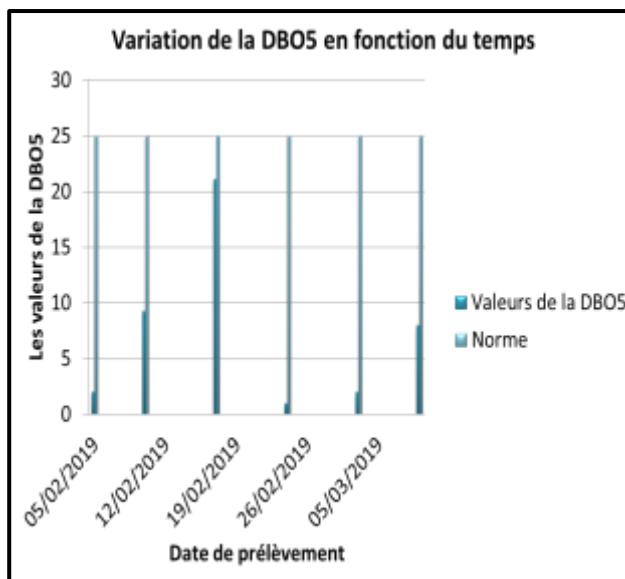


Figure (14) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Les valeurs de la DBO₅ sont inférieures à la valeur maximale de la norme de rejet « 25 mg/l ».

❖ D'après ZBALAH Z et A (2019), les résultats de la mesure de la DBO₅ obtenus sont :

Tableau (13) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs de la DBO ₅ : (mg/l)
08/05/2019	32,75
13/05/2019	25,75
19/05/2019	26,70
24/05/2019	28,35

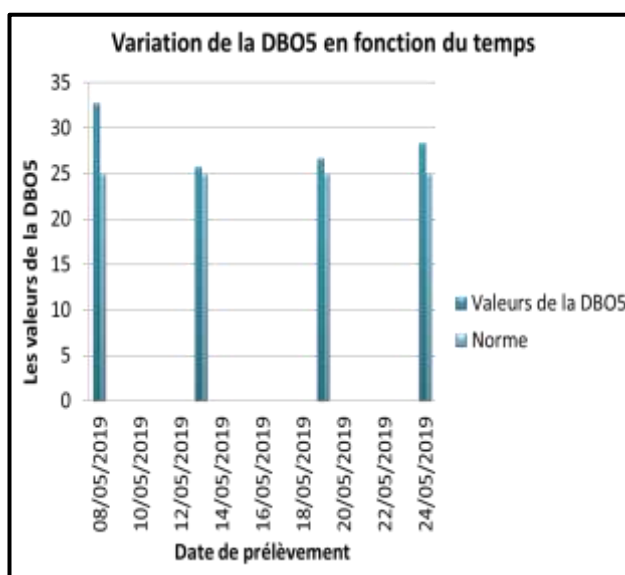


Figure (15) : Variation de la DBO₅ en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Les valeurs de la DBO_5 varient entre 25,75 mg/l et 32.75 mg/l, elles sont légèrement supérieures à la norme de rejet « 25 mg/l », mais elles n'ont pas une influence importante, donc on peut dire qu'elles sont conformes à la norme.

III.3.3. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)

* La valeur limite maximale de la DCO selon JORAD (2006), est de 100 mg/l.

❖ D'après MALEK et ABELLACHE (2017), les résultats de la mesure de la DCO obtenus sont :

Tableau (14) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs de la DCO : (mg/l)
18/04/2017	53
23/04/2017	48
30/04/2017	57
07/05/2017	45

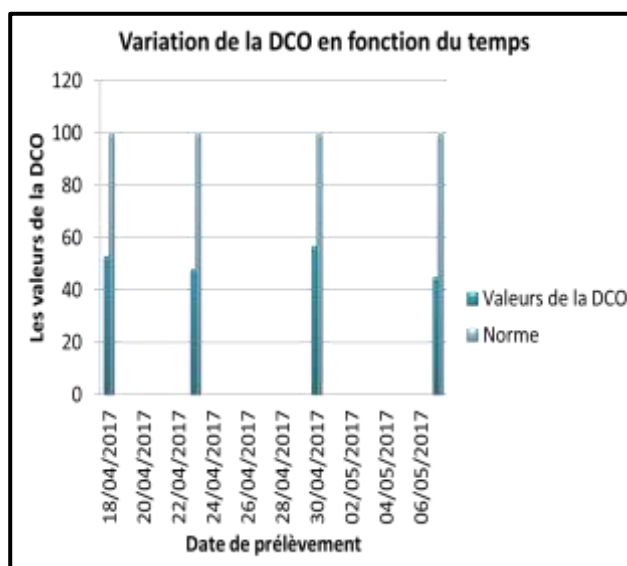


Figure (16) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Les valeurs de la DCO sont inférieures à la valeur maximale de la norme de rejet « 100 mg/l ».

❖ D'après OUAFI et OULHASI (2019), les résultats de la mesure de la DCO obtenus sont :

Tableau (15) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	Valeurs de la DCO : (mg/l)
05/02/2019	9.4
10/02/2019	28
17/02/2019	95
24/02/2019	7,3
03/03/2019	18
09/03/2019	27

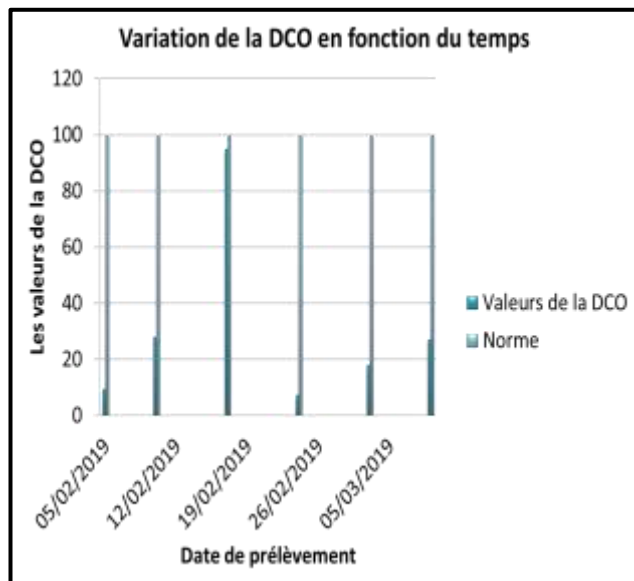


Figure (17) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Les valeurs de la DCO sont inférieures à la valeur maximale de la norme de rejet « 100 mg/l ».

❖ D'après ZBALAH Z et A (2019), les résultats de la mesure de la DCO obtenus sont :

Tableau (16) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs de la DCO : (mg/l)
08/05/2019	112 ,28
12/05/2019	114,96
13/05/2019	109,11
15/05/2019	106,85
19/05/2019	103,5

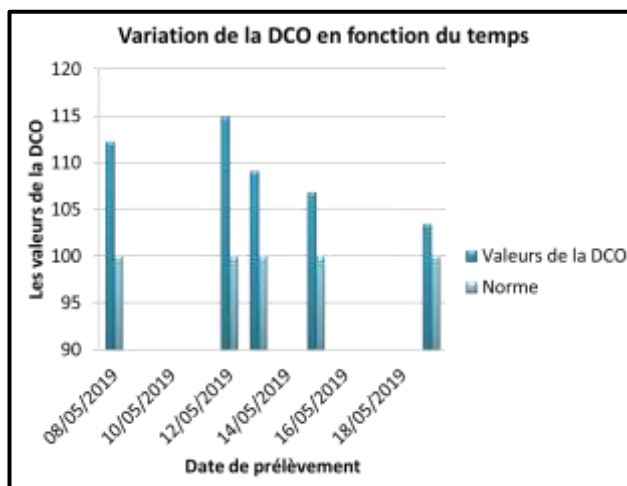


Figure (18) : Variation de la DCO en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Les valeurs de la DCO varient entre 103.5 mg/l et 114.96 mg/l, elles sont légèrement supérieures à la norme de rejet « 100 mg/l », mais elles n'ont pas une influence importante, donc on peut dire qu'elles sont conformes à la norme.

III.3.4. La biodégradabilité ou le rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ donne une première idée de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné. On convient généralement des limites suivantes :

- $DCO/DBO_5 < 2$: L'effluent est facilement biodégradable.
- $2 < DCO/DBO_5 < 3$: L'effluent est biodégradable avec des souches sélectionnées.
- $DCO/DBO_5 > 3$: L'effluent n'est pas biodégradable.

❖ La biodégradabilité d'après MALEK et ABELLACHE (2017) :

Tableau (17) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	DCO :	DBO ₅ :	DCO/DBO ₅ :
18/04/2017	53	15	3,53
23/04/2017	48	13	3,69
30/04/2017	57	8	7,21
07/05/2017	45	10	4,5

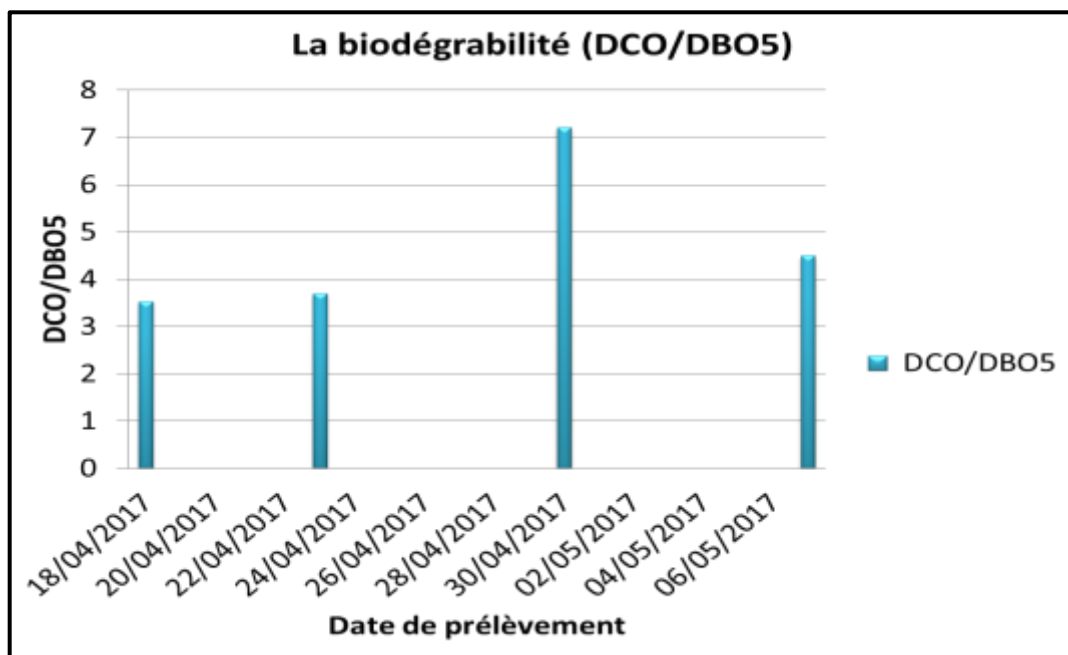


Figure (19) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Les valeurs de la biodégradabilité sont supérieures à 3.

❖ La biodégradabilité d'après OUAFI et OULHASI (2019) :

Tableau (18) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	DCO :	DBO ₅ :	DCO/DBO ₅ :
05/02/2019	9,4	2	4,7
10/02/2019	28	9,3	3,01
17/02/2019	95	21,1	4,50
24/02/2019	7,3	1	7,3
03/03/2019	18	2	9
09/03/2019	27	8	3,37

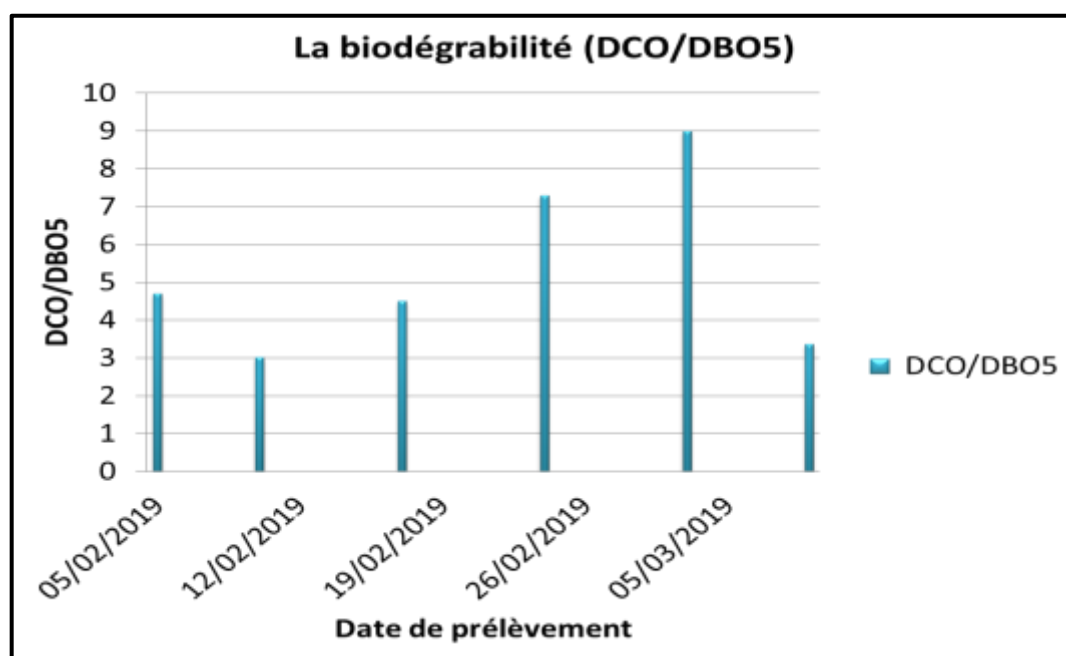


Figure (20) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Les valeurs de la biodégradabilité sont supérieures à 3.

❖ La biodégradabilité d'après ZBALAH Z et A (2019) :

Tableau (19) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon **ZBALAH Z et A** (2019).

Date :	DCO :	DBO ₅ :	DCO/DBO ₅ :
08/05/2019	112,28	32,75	3,42
13/05/2019	109,11	25,75	4,23
15/05/2019	106,85	26,70	4

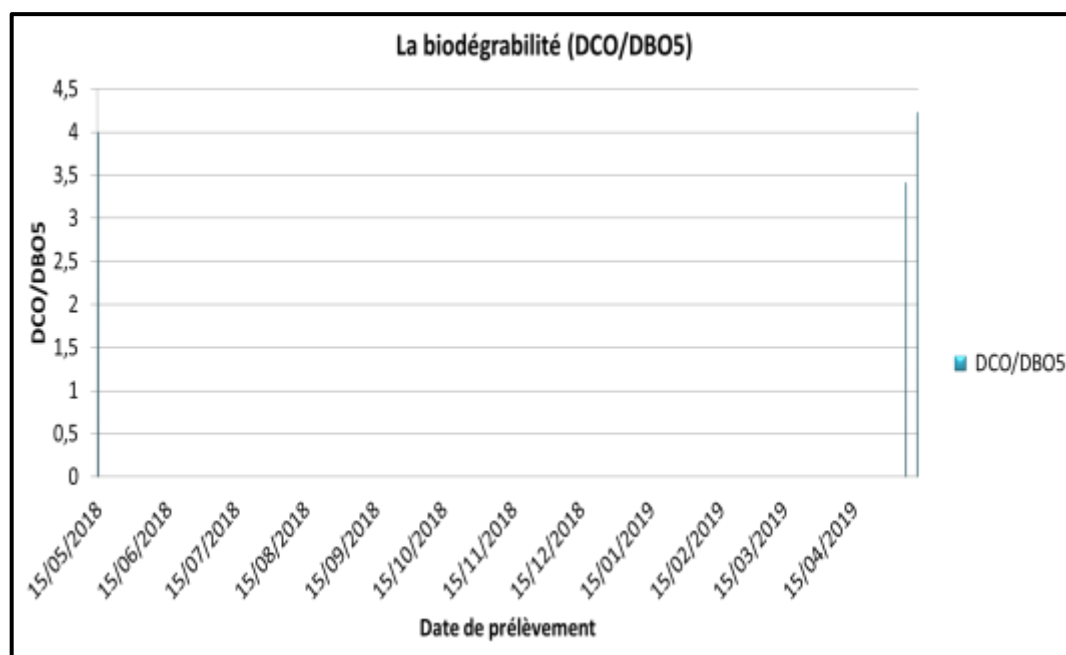


Figure (21) : Variation de la biodégradabilité en fonction du temps, selon **ZBALAH Z et A** (2019).

Les valeurs de la biodégradabilité sont supérieures à 3.

III.3.5. Mesure de la Teneur en Hydrocarbures (HC)

* La valeur limite maximale de la Teneur en Hydrocarbures (HC) selon JORAD (2006), est de 15 mg/l.

❖ D'après MALEK et ABELLACHE (2017), les résultats de la mesure des HC obtenus sont :

Tableau (20) : Variation des HC en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs des HC : (mg/l)
18/04/2017	6,4
19/04/2017	00
20/04/2017	2,3
23/04/2017	1,5

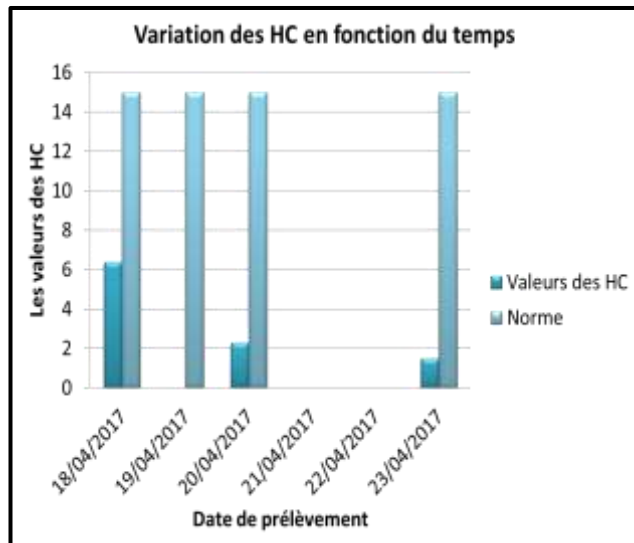


Figure (22) : Variation des HC en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

La valeur moyenne de la teneur en hydrocarbures est de l'ordre de 2,55 mg/l, et cette valeur est conforme à la norme de rejet « 15 mg/l ».

❖ D'après OUAFI et OULHASI (2019), les résultats de la mesure des HC obtenus sont :

Tableau (21) : Variation des HC en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	Valeurs des HC : (mg/l)
05/02/2019	0,3
06/02/2019	00
07/02/2019	00
10/02/2019	1,3
11/02/2019	00
12/02/2019	1,2
13/02/2019	0,3
14/02/2019	00
17/02/2019	6.1
18/02/2019	2,3
19/02/2019	1,8
20/02/2019	00

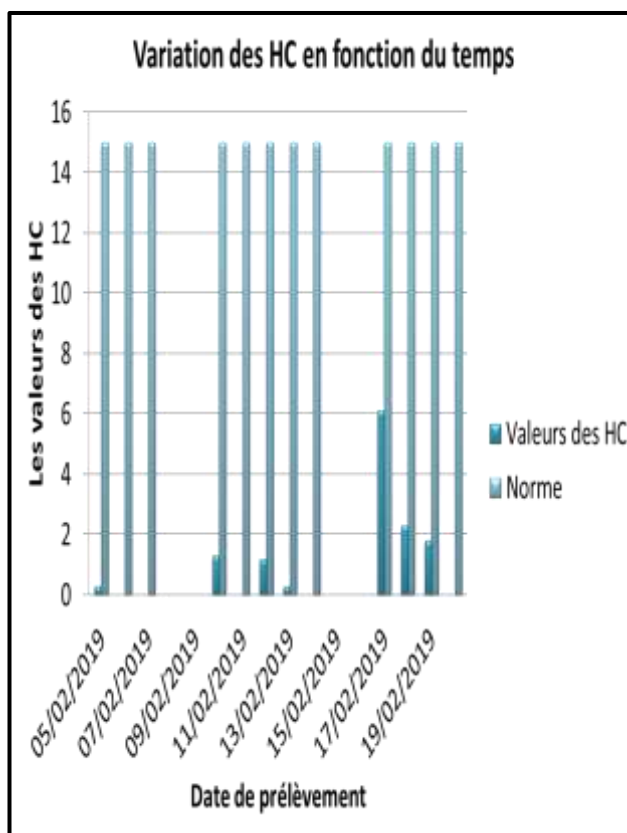


Figure (23) : Variation des HC en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

On remarque qu'au **17/02/2019** une élévation de la teneur des hydrocarbures « 6.1 mg/l » par rapport aux autres jours. La valeur moyenne de la teneur en hydrocarbures est 1,10 mg/l qui est inférieur à la norme maximale de rejet « 15 mg/l ».

❖ D'après **ZBALAH Z et A (2019)**, les résultats de la mesure des HC obtenus sont :

Tableau (22) : Variation des HC en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs des HC : (mg/l)
08/05/2019	00
12/05/2019	00
13/05/2019	00
15/05/2019	00
19/05/2019	00

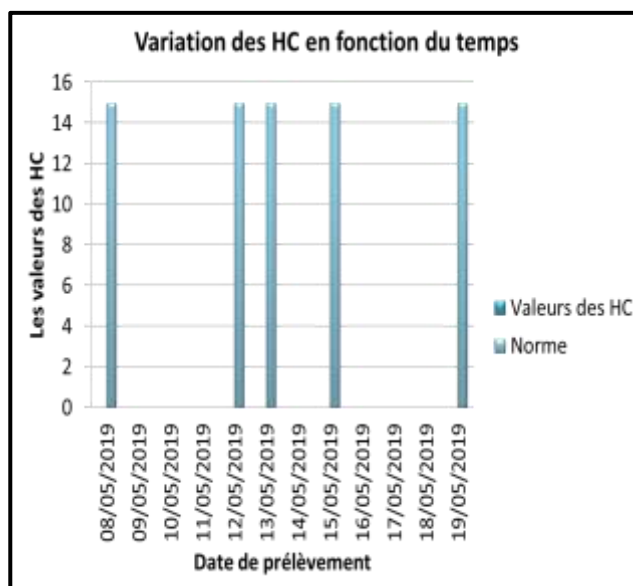


Figure (24) : Variation des HC en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

On remarque que les résultats d'analyse des différents jours de la teneur des hydrocarbures (HC) répondent à la norme de rejet « 15 mg/l ».

III.3.6. Mesure de la conductivité

❖ D'après MALEK et ABELLACHE (2017), les résultats de la mesure de la conductivité obtenus sont :

Tableau (23) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs de la conductivité : ($\mu\text{S/cm}$)
18/04/2017	2180
19/04/2017	2100
20/04/2017	2150
23/04/2017	789

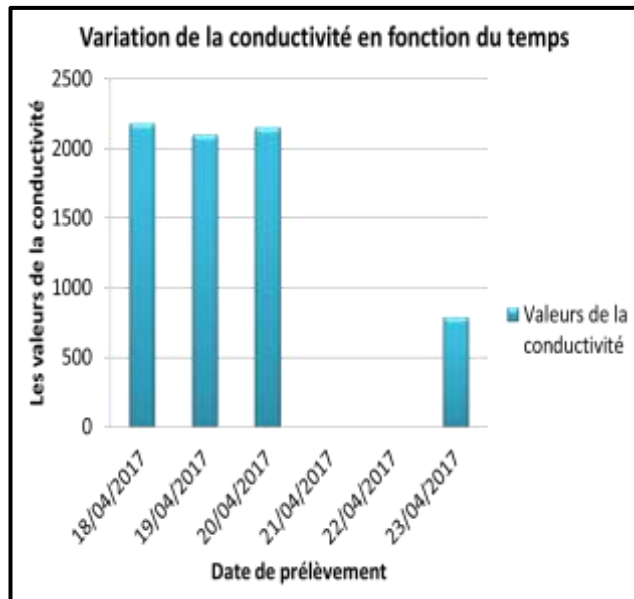


Figure (25) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

On remarque que la conductivité est toujours élevée en fonction du temps.

❖ D'après OUAFI et OULHASI (2019), les résultats de la mesure de la conductivité obtenus sont :

Tableau (24) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

Date :	Valeurs de la conductivité : ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
05/02/2019	243
06/02/2019	374
07/02/2019	215
10/02/2019	580
12/02/2019	501
14/02/2019	411

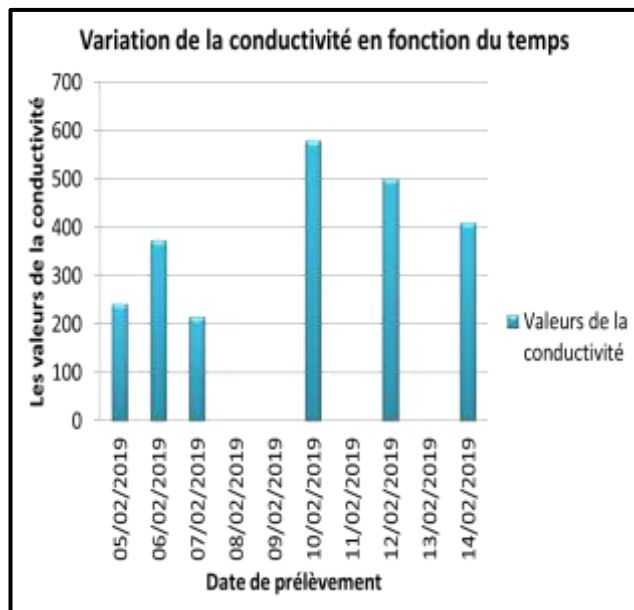


Figure (26) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon OUAFI et OULHASI (2019).

On remarque que la conductivité est toujours élevée en fonction du temps.

❖ D'après ZBALAH Z et A (2019), les résultats de la mesure de la conductivité obtenus sont :

Tableau (25) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs de la conductivité : ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
20/05/2019	192
22/05/2019	316
27/05/2019	467
10/06/2019	143
11/06/2019	439
12/06/2019	429

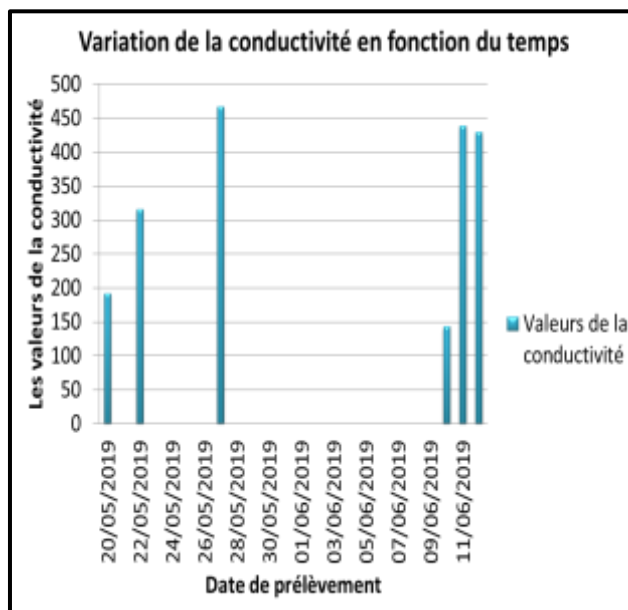


Figure (27) : Variation de la conductivité en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

On remarque que la conductivité est toujours élevée en fonction du temps.

III.3.7. Mesure de la teneur en furfural

* La valeur limite maximale de la teneur en furfural selon JORAD (2006), est de 16 ppm.

❖ D'après MALEK et ABELLACHE (2017), les résultats de la mesure de la teneur en furfural obtenus sont :

Tableau (26) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Date :	Valeurs de la teneur en furfural : (ppm)
18/04/2017	2
19/04/2017	4
20/04/2017	00
23/04/2017	1

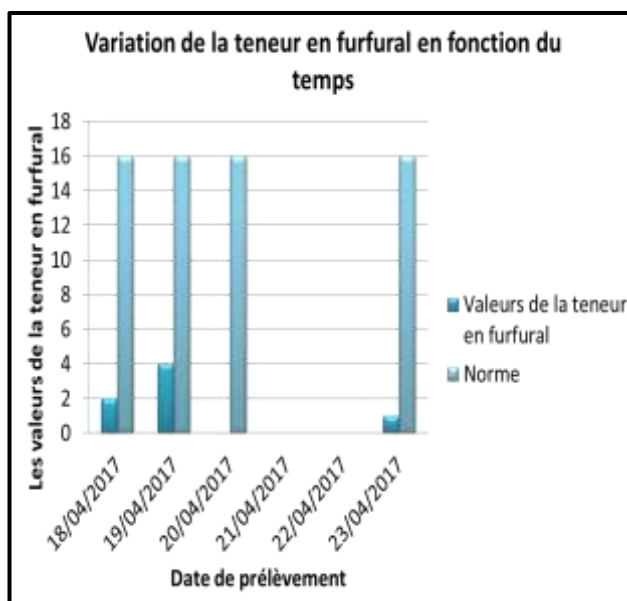


Figure (28) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon MALEK et ABELLACHE (2017).

Les valeurs de la teneur en furfural sont inférieures à la valeur maximale de la norme de rejet « 16 mg/l ».

❖ D'après ZBALAH Z et A (2019), les résultats de la mesure de la teneur en furfural obtenus sont :

Tableau (27) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Date :	Valeurs de la teneur en furfural : (ppm)
08/05/2019	00
12/05/2019	00
13/05/2019	00
15/05/2019	00
19/05/2019	00

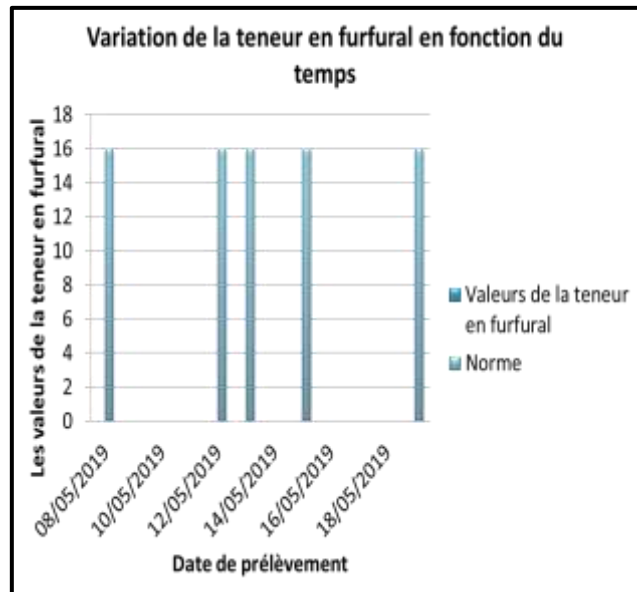


Figure (29) : Variation de la teneur en furfural en fonction du temps, selon ZBALAH Z et A (2019).

Les valeurs de la teneur en furfural sont inférieures à la valeur de la norme de rejet « 16 ppm ».

III.3.8. Analyses microbiologiques

Les résultats obtenus par Mouhtadi et Bendjariou, (2017)



Figure (30) : Présence de *Vorticella*.



Figure (31) : Absence de *Rotaria*.

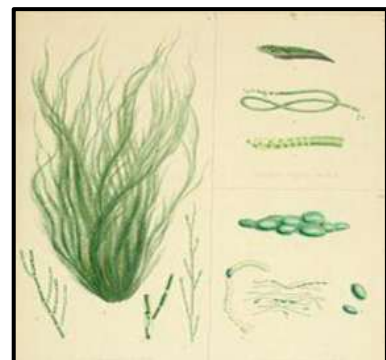


Figure (32) : Absence des Filamenteuses.

III.4. Discussion et interprétation des résultats

Le pH : Le pH de l'eau indique l'acidité ou l'alcalinité du milieu, c'est un élément important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations. Le déversement des eaux usées industrielles peut influencer le pH du milieu malgré son pouvoir tampon. Le développement bactérien est possible dans un intervalle de pH assez large « 5 à 9 ». Certains procédés biologiques réclament des gammes spécifiques de pH : les bactéries nitrifiantes nécessitent des pH compris entre « 7,4 et 9 » pour *Nitrosomonas*, 8,5 et 9,1 pour *Nitrobacter* ; en revanche, les bactéries *déphosphatantes Acinetobacter* s'épanouissent davantage avec des pH faiblement acides et peu basiques, compris entre « 6,1 et 7,5 ». (**Bencharef, 2017**) D'après les résultats obtenus par les études précédentes de différentes dates, nous avons pu noter une stabilisation de pH du liquide ce qui lui permet d'assurer un bon fonctionnement de la biodégradation, il est aussi conforme avec la norme « 5,5 à 8,5 », ce qui explique que les eaux de rejets ne sont pas agressives et encore il n'y a pas des déversements des produits chimiques dans les conduites de rejets au niveau des installations.

En faisant une comparaison entre les trois résultats du pH, d'après **Malek et Abellache (2017)**, **Ouafi et Oulhasi (2019)** et **Zbalah Z et A (2019)**, on constate que les résultats sont proches et la différence est légère.

La DBO₅ : La DBO₅ permet de mesurer la qualité d'une eau, ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante entraîne une consommation de l'oxygène) au cours des procédés d'épuration biologique. Nous remarquons que les valeurs de la DBO₅ obtenus par les étudiants sont inférieurs à la valeur maximale de la norme de rejet « 25 mg/l ».

En faisant une comparaison entre les trois résultats de la DBO₅, d'après **Malek et Abellache (2017)** et **Ouafi et Oulhasi (2019)**, on remarque que les résultats sont proches, mais concernant **Zbalah Z et A (2019)** les résultats sont un peu différents.

La DCO : La DCO permet d'évaluer la charge polluante des effluents, nous remarquons que les valeurs de la DCO obtenus par les étudiants sont inférieurs à la valeur maximale de la norme de rejet « 100 mg/l ». Donc, elles sont conformes aux normes, nous remarquons aussi que l'élimination des hydrocarbures a engendré une diminution de la DCO.

En faisant une comparaison entre les trois résultats de la DCO, d'après **Malek et Abellache (2017)** et **Ouafi et Oulhasi (2019)**, on remarque que les résultats sont proches, mais concernant **Zbalah Z et A (2019)** les résultats sont un peu différents.

La biodégradabilité : ou le rapport DCO/DBO₅ donne une première idée de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné. A la lumière des résultats obtenus par les étudiants, nous remarquons que les valeurs de la biodégradabilité sont supérieures à 3, cela signifie une faible biodégradation traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne ou peut être expliqué par une faible diversité microbienne qui est présent dans la boue.

En faisant une comparaison entre les trois résultats de la biodégradabilité, d'après **Malek et Abellache (2017)**, **Ouafi et Oulhasi (2019)** et **Zbalah Z et A (2019)**, on constate que les résultats sont proches et la différence est légère.

Les hydrocarbures : Les hydrocarbures constituent néanmoins l'élément le plus caractéristique rencontré principalement parmi les polluants de la raffinerie d'Arzew, ça peut être dû aux différentes activités liées à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), les eaux de drainage des unités de stockage qui contiennent des hydrocarbures aromatiques et des phénols. Nous remarquons que les résultats des hydrocarbures répondent à la norme de rejet « 15 mg/l ».

En faisant une comparaison entre les trois résultats des hydrocarbures, d'après **Malek et Abellache (2017)** et **Ouafi et Oulhasi (2019)**, on remarque que les résultats sont proches, mais concernant **Zbalah Z et A (2019)** les résultats sont égales à 00.

La conductivité : La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Nous remarquons que la conductivité est toujours élevée, cela indique qu'il n'y a pas un traitement qui élimine les sels c'est parce que la conductivité n'a pas une influence importante sur les rejets, comme on le sait ; l'eau de mer est très chargée en sel.

En faisant une comparaison entre les trois résultats de la conductivité, d'après **Malek et Abellache (2017)**, les résultats sont un peu différents par rapport à celles obtenus par **Ouafi et Oulhasi (2019)** et **Zbalah Z et A (2019)**.

Le furfural : Nous remarquons que les valeurs de la teneur en furfural sont inférieures à la valeur de la norme de rejet « 16 ppm », donc elles sont conformes à la norme, cela indique que le furfural est totalement biodégradé au niveau du bassin biologique, cela confirme que le furfural est une matière biodégradable.

En faisant une comparaison entre les trois résultats de la teneur en furfural, les résultats obtenus par **MALEK et ABELLACHE (2017)** varient entre « 00 et 4 ppm », par contre les résultats obtenus par **ZBALAH Z et A (2019)** sont égales à 00.

Test microscopique : D'après **Mouhtadi et Bendjariou, (2017)** le test microscopique a permis de confirmer le bon fonctionnement du traitement biologique à savoir :

- Une présence d'une quantité importante de *Vorticella* (nécessaires pour une bonne biodégradation des matières organiques).
- Une absence des *Rotaria* (sa présence confirme la disparition des bactéries/ la mort des bactéries).
- Absence des Filamenteuses (bonne oxygénation au niveau des bassins biologiques).

* Au vu des résultats trouvés, nous avons constaté que le pH est dans la fourchette de neutralité exigée par la norme, ainsi que les hydrocarbures ce qui indique une grande performance épuratoire. D'autre part, les valeurs de la DCO et la DBO₅ sont conformes aux normes des rejets avec une faible biodégradation traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne.

Enfin, à la lumière de ces résultats obtenus, il apparaît clairement que l'unité 27 possède un bon fonctionnement.



Conclusion générale

Conclusion générale

Comme nous l'avons déjà mentionné au cours de cette étude, que l'eau est une ressource naturelle nécessaire à la vie, il est donc essentiel de la préserver car sa consommation ne cesse d'augmenter sous l'effet du développement économique. Par conséquent l'eau est menacée par une importante pollution humaine et industrielle, l'origine, la composition, et la quantité de celle-ci est fonction des modes de vie.

Du moment que la raffinerie doit rejeter des déchets toxiques dû à la transformation des hydrocarbures et qu'ils ne peuvent être rejetés tel quels à la mer et afin d'éviter des conséquences irréversibles sur la flore et la faune marine, des efforts considérables ont été employés afin de répondre aux exigences des normes de rejet comme édictées par les nations unies et les différentes organisations.

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pris conscience de l'importance de station d'épuration de la raffinerie d'Arzew (zone 27) qui a pour objectif l'épuration des eaux usées. Car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et des antes publiques.

Cette étude nous a permis d'évaluer la qualité des eaux usées issues de la raffinerie d'Arzew, ainsi que celle des eaux sorties de la station d'épuration et de faire une comparaison des résultats obtenus pour les différentes mesures.

A partir des analyses effectuées au laboratoire de la RA1Z, les résultats obtenus d'après les études précédentes montrent que :

- La qualité des eaux traitées répond aux normes Algériennes des rejets industriels, c'est-à-dire qu'elles peuvent être rejetées vers la mer sans causer des déséquilibres environnementaux. Et cette eau est de très bonne qualité (grand écart entre les valeurs de critères de qualité et celles données par les normes).

- Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux épurées répondent aux normes ce qui suggère l'utilisation de ces eaux dans les circuits de production de la vapeur comme une source d'appoint.

Conclusion générale

Le traitement des eaux usées, permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et un équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique.

A la lumière des résultats qui étaient obtenus par les étudiants, certains aspects devraient être développés et approfondis :

- Nous prévoyons l'installation des systèmes d'exploitation des produits finaux issus des traitements des eaux usées dans le domaine agricole.
- Un calcul du temps d'amortissement qui permettra d'évaluer la rentabilité du projet.
- Pour diminuer la conductivité, on propose une unité de dessalement soit par une membrane d'osmose inverse .soit par une distillation.
- La réutilisation des eaux traitées pour d'autres activités.



Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Ouvrage

A

Afir D et Mezaoua., 1984-Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali, Mémoire d'ingénieur : Ecole nationale de polytechnique.

Aminot A et Chausse-Pied M., 1983-Manuel des analyses chimiques en milieu marin, éd. Jouve, CNEXO, Paris, France, 395 P.

Aussel L., Barre F-X., Aroyo M., Stasiak AZ., Sherratt DJ., 2002-FtsK is a DNA motor protein that activates chromosome dimer resolution by switching the catalytic state of the XerC and XerD recombinases. Cell 108: 195-205.

B

Bachoc A et Chebbo G., 1992-Caractérisation des solides en suspension dans les rejets pluviaux urbains. Journée des Sciences et Techniques de l'Environnement, Paris, France.

Beadry J.P., 1984-Traitement des eaux, éd, le griffon d'argile, Québec, Canada.

Benamar N., Bouderbala M., Boutiba Z., 2010-Evaluation de la concentration en cadmium d'un poisson pélagique commun, Sardinella aurita dans la baie d'Oran, J.Sci.Hal. Aquat., 1 :16-20.

Bencharef I., 2017-Etude du Réacteur Biologique Séquentiel Au niveau de la station d'épuration Zone 27 de la Raffinerie d'Arzew, thèse de Master, université de Mohamed Boudiaf d'Oran, 80p.

Berland J.M., Boutin C., Molle P., Cooper P., 2001-Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, Office des publications des communautés européennes, Luxembourg.

Références bibliographiques

Berne F et Cordonnier J., 1991-Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduaires et raffinage. Conditionnement des eaux de réfrigération. éd, TECHNIP, 306p.

Bilan de capacité annuelle de production, 2018.

Document intérieure, bilan hydrique 2018, Département technique.

Botta A et Bellon L., 2001-Pollution de l'eau et santé humaine, Laboratoire de biogène toxicologie et mutagenèse environnementale, Université Euro- Méditerranée.

C

Cardot C., 1999-Génie de l'environnement, les traitements de l'eau. Ed, Ellipses, Paris, France.

Chadli L., Chouarfia H., 2019-Etude de la qualité du bitume routier 40/50 issu de la raffinerie d'Arzew (RA1Z), thèse de Master, université d'Abd El Hamid Ben Badis de Mostaganem, 62p.

Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L., 2005-L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15p.

D

Degremont AA., 1972-Memento technique de l'eau, éd, Espagne, 1080p.

Demersa., 2007-Les eaux usées : une pollution encore et toujours à la une, éd, Lacroix, Comité de la recherche et de la sensibilisation, Coalition québécoise pour une gestion responsable de l'eau.

Desjardins R., 1997-Le traitement des eaux, 2ème édition, Ecole polytechnique Lausanne, 63p.

Document interne de la raffinerie d'Arzew, département des ressources humaines (1998).

Références bibliographiques

Donnier B., S.D-La pollution chimique en méditerrané, Laboratoire, C. E. R. B. O. M, Nice, France.

Doudou W et Rouighi R., 2016-Aperçu générale du Raffinerie d'Arzew. Rapport de stage, université d'Amar Telidji de Laghouat, 35p.

E

Emilian K., 2004-Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, éd, DUNOD, Paris, France.

F

FAO, 2003, L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.

Fiche technique de RA1Z.

G

Ghosh K., Narayan C., Pradhana., Adhikari B., 2007-Separation of furfural from aqueous solution by pervaporation using HTPB-based hydrophobic polyurethaneurea membranes, éd, India.

Glemarc M et Hily C., 1981-Perturbation apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. Acta Oecologica Applicata, 2, 139-150.

Google earth., 2015.

H

Henze M., 1992-Characterization of wastewater for modelling of activated sludge processes, Water Science & technology. 25(6):1-15.

Horan J., 1990-Biological wastewater treatment systems, theory and operation,éd, New York, 310p.

J

JORAD, 2006-Journal officiel de la république algérienne (JORADP),"Réglementant les rejets d'effluents liquides industriels", Décret exécutif N° 06-141 du 19 avril 2006.

K

Kinnerslay D., 1990-Discharge consent and compliance policy : a blueprint for the future, éd, NRA (National Rivers Authority) Water Quality Series, No. 1, Bristol; UK.

KLIMPEL R et Isherwood S., 1991-Some industrial implications of changing frother chemical structure . International Journal of Mineral Processing, 33, 369-381.

L

Larkem et Bacel., 2005-Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de SKIKDA, mémoire d'ingénieur, université de Constantine.

M

Malek F et Abellache K., 2017-Suivi et évaluation des performances des deux unités de traitement des effluents liquides de la raffinerie d'Arzew, thèse de Master , université de M'hamed Bougara de Boumerdes, 94p.

Manuelle opératoire de la station d'épuration (zone 27) de la raffinerie d'Arzew RA1/Z., 2015.

Mathieu C et Pieltain F., 2003-Analyse chimique des sols : Méthodes choisies, éd, Tec et Doc-Lavoisier, 388p.

Références bibliographiques

Mechati F., 2006-Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA, thèse de Magister.

Mertes L.A.K.,Smith M.O., Adams J.B., 1993-Estimating suspended sediment concentrations in surface waters of the Amazon River wetlands from landast images., Remote Sensing of Environmmrnt , vol 43, no 3, p. 281-301.

Mme Meziane., 2005-Traitement des eaux usés, mémoire de Magister, université d'Oran.

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 d'Annaba.

Mouhtadi A et Bendjaryou Sedjrari K., 2017-Etude de la performance du Réacteur Biologique Séquentiel de la nouvelle step de la Raffinerie d'Arzew (Zone27), thèse de Master, université de Mohamed Boudiaf d'Oran, 102p.

N

Nostorm., 2005-Treatment of domestic wastewater using microbiological processes and hydroponics in Sweden -Department of Biotechnology, Division of Applied Environmental Microbiology, Royal Institute of Technology, AlbaNova, university Center, Stockholm, Sweden, Printed at Intellecta DocuSys AB, Nacka, Sweden.

O

O. Fatima S. Atika., 2014-Valorisation des effluents traités à l'unité 27 comme eau d'appoint de la tour de refroidissement de RA1Z, Institut Algérienne Du Pétrole.

Oggad H. Ballache S., 2019-Traitement des boues huileuses au niveau de la raffinerie d'Arzew RA1Z, thèse de Master, université d'Abd El Hamid Ben Badis de Mostaganem, 57p.

Ouafi Y., Oulhasi K., 2019-La réutilisation des eaux de la STEP (U27 raffinerie d'Arzew) dans la production de vapeur, thèse de Master, université de Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent, 122p.

Ouali, 2001-Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Algérie.

R

Rejsek, 2002-Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Sciences et techniques de l'environnement, éd C.R.D.P, Aquitaine, France, 360p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 1996-L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition, DUNOD, Paris, France, 1383p.

Rodier J., 2005-L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} éd, Paris, France, 1434p.

Razafindradrandra Y et Seveque J.L., 1998-Sites pollués et potentiellement pollués. Identification et contrôle juridique et technique. Collection Environnement, éd, Victoire, Paris, France, 256p.

Rodier J., 1997-L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer). 8^{ème} édition, Paris, France, 1384p.

Raffinerie d'Arzew. (4 juillet 2020). Dans Wikipédia.
https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Raffinerie_d%27Arzew.

Raffinage du pétrole. (22 mai 2020). Dans Wikipédia.
https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Raffinage_du_pétrole.

S

Sabarc., 1993-Etude de la prolifération des algues vertes dans le Bassin d'Arcachon. Evaluation des flux d'azote et de phosphore apportés au Bassin d'Arcachon par ruissèlement des eaux de pluie, rapport SABARC, 66p.

Références bibliographiques

Said M., 2019-Traitement des eaux usées dans la ville de Mostaganem, état actuel et perspectives, thèse de Master, université de A. Benbadis de Mostaganem, 64p.

T

Tarmoul F et Sodi M., 2007-Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel, éd, CEBEDOC, pp : 27-32.

Techniques de l'ingénieur, G1150-9, 2009.

V

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

W

Wemonde sante/la pollution-fait autant –de-ravages-sur-la-santé.

Y

Yahiatene S., 2011-Réflexion sur la caractérisation physico-chimique, des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran, université des sciences et de la technologie d'Oran.

Z

Zbalah Z et A., 2019-Recyclage des eaux de la station d'épuration zone 27 vers zone 3 de RA1Z, thèse de Master, université d'Abd El Hamid Ben Badis de Mostaganem, 61p.

Z. Hemza., K. Yahia., 2018-Amélioration de la clarification des eaux usées de la station d'épuration d'El-Kerma Oran, thèse de Master, université d'Oran.

Sites Web :

1. (Site Web¹) : www.ifpenergiesnouvelles.com

2. (Site Web²) : http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waterguide_fr.pdf

3. (Google-map):

<https://www.google.com/maps/place/La+Raffinerie+d'Arzew,+Arzew/@35.830284,-0.3254317,17z/data=!4m2!3m1!1s0xd7e749c8ab273db:0x12c829c2d7ff2cf4?hl=en&source=lnms>

4. (Google images) :

https://www.google.com/search?q=representation+d%27une+station.d%27epuration&client=ms-android-samsung-gj-rev1&source=android-browser&prmd=ivn&sxsrf=ALeKk02mG4F-4kyQIHbqHf0z8LDoxvkkNw:1598311109976&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi7kM3v_LTrAhX7WxUIHZkCD8AQ_AUoAXoECA0QAQ#imgrc=xMIEWOGWtmnWbM