

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'Hamed Bougara
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques



Mémoire fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme Master

Spécialité : génie de l'environnement appliquée aux hydrocarbures

Présentée par : MALEK Faiza
ABELLACHE Khelidja

THEME :

**Suivi et évaluation des performances des deux unités de traitement des effluents
liquides de la raffinerie d'Arzew**

Promoteur :

Mme HAMMOUDI

Encadreur : Mr SIDI YAKHLEF

Année Universitaire 2016/201

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon cher père qui m'a toujours encouragé et motivé dans mes études ;

A ma chère mère pour toute l'affection et l'amour qu'elle m'a toujours offert ;

A mes chers frères et sœurs qui m'ont toujours souhaité le meilleur

A la mémoire de mes grands parents

A mes neveu d'amour Manil ,Darine, Imilia ,Amine et Nadine

A mes cousines, Oncles et tantes en particulier « Ourida »

A mes amis en particulier : Ferial, Kenza ,Kahina, Mehdi ,Rabah, Mohamed et Tina

A mon binôme et sa famille

Au membre de pétroleum club , Aids algerie, espoir de l'enfant

A tous ceux que j'aime

Faiza

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon cher père et ma chère mère qui m'ont toujours encouragé ;

A mon fiancé « RABAH » qui m'a vraiment aidé et toute sa famille ;

A mes chers frères aimed, lounes et khidar ;

A grand-père et ma grand-mère zahoia ;

A ma grand-mère « ourida » ;

A mes très chers oncles et mes tantes ;

A mes amis en particulier : kahina et kanza ;

A mon oncle youcef et sa femme zohra ;

A mon binome et toute sa famille ;

A toute ma famille et tous ceux que j'aime.

Remerciement

Avant tout nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage.

On tient à exprimer notre reconnaissance envers Madame HAMMOUDI, pour nous avoir aidée, conseillée et guidée dans notre travail

On remercie la famille 'Amzali' qui nous a accueillis à leur domicile tout au long de notre stage à ARZEW

On remercie aussi les membres du complexe RAIZ

Notre sincère gratitude à tous nos professeurs qui nous ont permis d'acquérir ce niveau d'instruction

Résumé

L'objectif de ce travail est l'évaluation des performances des deux stations d'épurations au niveau de la raffinerie d'ARZEW et leur capacité dans la dépollution des effluents. Les résultats obtenus après traitement montrent une diminution des HC, de la DBO5, de la DCO et de Furfural, et que ces valeurs sont dans les normes d'où la performance de ces deux unités.

Mots clefs : raffinerie, effluent, traitement, STEP, procédés

summary

The objective of this work is to evaluate the performance of the two wastewater treatment plants at the ARZEW refinery and their capacity in effluent clean-up

The results obtained after treatment show a decrease in HC ,BOD5 ,COD and furfural and that these values are in the standars hence the performance of these two units

Keywords: Refinery, effluents, treatment , wastewater & process.

ملخص

الهدف من الدراسة التي قمنا بها هي تقييم أداء الوحدات الخاصتين بمعالجة مياه الصرف المتواجدة بمحطة تكرير البترول بـ "أرزيو" و معرفة قدرتها على تصفية النفايات السائلة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد المعالجة انخفاض في قيم كل من : HC ، DCO ، 5DBO ، و furfural ، تعتبر هذه الأخيرة موافقة للمعايير من حيث أداء هاتين الوحدتين

الكلمات المفتاحية: محطة تكرير البترول، النفايات السائلة، المعالجة، وحدة تصفية المياه، طرق المعالجة.

Table des matières

Listes d'abréviations.....	
Liste des tableaux	
Liste des figures.....	
Introduction	

Chapitre I :la présentation de la raffinerie d'AZEW

I. Historique	2
II. Capacité de production	2
III. Organigramme de la raffinerie d'Arzew	3
IV. Présentation des installations de production.....	4
IV.1. Département de la production P1	4
IV.2. Département Production P2 [2]	5
IV.3. Département Production P3.....	5
IV.4. Département de production P4	6

Chapitre II :le raffinage

I. Introduction	8
II. Les différents produits issus du raffinage.....	8
II.1. Les carburants.....	8
II.2. Les combustibles	8
II.3. Les produits de spécialité	8
II.4. Les matières premières industrielles	9
III. Les procédés de raffinage.....	9
III.1. Principe du raffinage [3].....	9
III.2. Les procédés de séparation	9
III.2.1. La distillation atmosphérique	10
III.2.2. La distillation sous vide.....	10
III.4. Les procédés de conversion.....	10
III.5. Les procédés de finition.....	11

Chapitre III : les sources de pollution et impacts environnemental

I. Introduction	14
II. Sources de pollution lors du raffinage de pétrole	14
II.1. Les unités de service ou utilités.....	14
II.2. Les unités de carburants	14
II.3. Les unités de lubrifiants.....	15

II.4.	Les unités de bitumes	15
III.	Les différents types de pollution par les rejets liquides.....	15
III.1.	La pollution organique	16
III.2.	La pollution microbiologique	16
III.3.	La pollution par les hydrocarbures	16
III.4.	La pollution thermique	16
III.5.	La pollution minérale	16
III.6.	La pollution chimique.....	16
III.7.	La pollution mécanique	17
IV.	Impact sur l'environnement et sur la santé humaine	17
IV.1.	Influence de la pollution sur l'environnement [6]	17
IV.1.1.	Température.....	17
IV.1.2.	PH.....	18
IV.1.3.	Turbidité	18
IV.1.4.	Consommation d'oxygène	18
IV.1.5.	Azote	19
IV.1.6.	Phosphore	20
IV.1.7.	Hydrocarbures	20
IV.1.8.	Furfural.....	22

Chapitre IV :Caractérisation des eaux

I.	Introduction	26
II.	Caractérisation des eaux	26
II.1.	Les paramètres physiques des rejets liquides	26
II.1.1.	La couleur.....	26
II.1.2.	Le pH.....	27
II.1.3.	Conductivité	27
II.1.4.	Température.....	27
II.1.5.	Turbidité	28
II.1.6.	La charge pondérale des effluents	28
II.2.	Les paramètres chimiques	29
II.2.1.	La demande biochimique en oxygène	29
II.2.2.	La demande chimique en oxygène	30
II.2.3.	Les hydrocarbures	31
II.2.4.	Les phénols.....	31

II.2.5.	Les métaux lourds.....	31
III.	Épuration des eaux résiduaires industrielles.....	32
III.1.	Les prétraitements	32
III.1.1.	Dégrillage	32
III.1.2.	Dessablage.....	32
III.1.3.	Déshuilage - dégraissage	32
III.2.	Traitement physicochimique (traitement primaire).....	33
III.2.1.	Coagulation -Floculation.....	33
III.3.	Traitement secondaire	34
III.3.1.	Traitement biologique	34
III.3.2.	Filtration.....	35

Partie pratique

I.	Introduction	37
II.	Les stations d'épurations	38
II.1.	Station de traitement U1800.....	38
II.1.1.	Description	38
II.1.2.	Principales étapes de traitement	39
II.1.2.1.	Prétraitement (Traitement physique).....	39
II.1.2.2.	Traitement primaire.....	40
II.1.2.3.	Traitement secondaire : Traitement biologique.....	42
II.1.2.4.	Traitement tertiaire	43
II.2.	Station d'épuration Z27.....	44
II.2.1.	Description	44
II.2.2.	Principales étapes de traitement	44
II.2.2.1.	Prétraitement	45
II.2.2.2.	Traitement primaire.....	45
II.2.2.3.	Traitement secondaire	47
II.2.2.4.	Traitement tertiaire	47
II.2.2.5.	Traitement de boue.....	47
III.	Partie laboratoire	50
III.1.	Méthode de travail et mode d'échantillonnage	50
III.2.	Méthodes d'analyse.....	50
III.2.1.	Mesure du pH.....	51
III.2.2.	Mesure de la conductivité.....	51

III.2.3.	Mesure de la teneur en HC	52
III.2.4.	Détermination de la DCO	53
III.2.5.	Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	55
III.2.5.	Détermination de la teneur furfural	56
IV.	Résultats d'analyses et discussions.....	59
IV.1.	Unité 1800	59
IV.1.1.	Méthodologie de prélèvement	59
IV.2.	Zone 27	66
IV.2.1.	Méthodologie de prélèvement	66
V.	Tableau comparative entre U1800 et Z27	72
	Conclusion.....	73
	Bibliographie	
	Annexes	

Listes d'abréviations

- NTU** :Nephelometric turbidity unit ;
- MES** : Matière en suspension ;
- MVS** : Matière volatile en suspension ;
- MMS** : Matière minéral en suspension ;
- DBO** : Demande biochimique en oxygène ;
- DCO** : Demande chimique en oxygène ;
- API** : American institut petrolum ;
- IGF** : Injection gasfolttation
- SVM** : Sortie vers mer ;
- HC** : Hydrocarbure ;
- SBR** : Réacteur biologique séquentiel ;
- ASTM**: American Society for Testing and Materials;
- AFNOR** : Association Française de normalisations ;
- DBO5** : Demande biochimique en oxygène ;
- FAD** : Flottation à air dissous ;
- FAI** : Flottation à air induit ;
- MO** : Matières organiques ;
- C [mg/l]** : Concentration ou la solubilité de saturation ;
- CE** : Conductivité électrique ;
- P [atm]** : Pression appliquée ;
- U1800** : unité 1800 ;
- Z27** : zone 27.

Liste des tableaux

Tableau 1: Capacité de production des différents produits pétroliers en 2016.....	2
Tableau 2: classification des eaux d'après le pH	27
Tableau 3: classes de turbidité usuelles	28
Tableau 4: échelle de valeurs de DBO ₅	30
Tableau 5: valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes) [11].....	37
Tableau 6 : équipements d'analyses	51
Tableau 7 : Les mesures et les facteurs des différents volumes pour le calcul de la DBO	56
Tableau 8 : Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de U1800.....	59
Tableau 9 : Les valeurs de la conductivité à l'entrée et à la sortie de U1800	60
Tableau 10 : Les valeurs de la teneur en HC à l'entrée et à la sortie de U1800.....	61
Tableau 11 : Les valeurs de DCO à l'entrée et à la sortie de U1800.....	62
Tableau 12 : Les valeurs de DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de U1800	63
Tableau 13 : Les valeurs de la teneur en furfural à l'entrée et à la sortie de U1800	64
Tableau 14 : Les valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de U27	66
Tableau 15: Les valeurs de la conductivité à l'entrée et à la sortie de U27	67
Tableau 16: Les valeurs de la teneur en HC à l'entrée et à la sortie de U27	68
Tableau 17: Les valeurs de la DCO à l'entrée et à la sortie de U27.....	69
Tableau 18: Les valeurs de la DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de U27	70
Tableau 19: Les valeurs de la teneur en furfural à l'entrée et à la sortie de U27	71

Liste des figures

Figure 1 : coagulation-floculation	33	
Figure 2 : Site d'implantation des zones 27 et 1800 [12]	38	
Figure 3:bassin API	40	
Figure 4 : coagulation	Figure 5 : floculation	41
Figure 6 : flottation	42	
Figure 7:bassin API	46	
Figure 8 : Système de flottation IGF	46	
Figure 9:traitement des boues.....	48	
Figure 10:incinérateur.....	49	
Figure 11 : Courbe d'etalonnage de furfural.....	57	
Figure 12 : La spectrométrie	58	
Figure 13 : les points de prélèvement dans la station d'épuration U1800.....	59	
Figure 14 : Evolution de pH à l'entrée et à la sortie de U1800.....	60	
Figure 15 : Evolution de la conductivité l'entrée et à la sortie de U1800.....	61	
Figure 16 :Evolution de la teneur en HC(PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800.....	62	
Figure 17 : Evolution de la DCO(PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800.....	63	
Figure 18 : Evolution de la DBO à l'entrée et à la sortie de U1800	64	
Figure 19 : Evolution de la teneur en furfural (PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800	65	
Figure 20 : les points de prélèvement dans la station d'épuration U27.....	66	
Figure 21 : Evolution de PH à l'entrée et à la sortie de U27.....	67	
Figure 22 : Evolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de U27	68	
Figure 23 : Evolution la teneur en HC(PPM) à l'entrée et à la sortie de U27.....	69	
Figure 24 : Evolution de la DCO(PPM) à l'entrée et à la sortie de U27.....	70	
Figure 25 : Evolution de la DBO(PPM) à l'entrée et à la sortie de U27.....	71	
Figure 26 : Evolution la teneur en furfural(PPM) à l'entrée et à la sortie de U27	72	

Liste des annexes

Introduction

Le raffinage du pétrole désigne l'ensemble des traitements et transformations visant à tirer du pétrole le maximum des produits à haute valeur commerciale.

L'industrie pétrolière génère beaucoup d'eau produite avec l'extraction du pétrole. Cette eau contient une grande diversité de polluants notamment les polluants chimiques et qui ne peuvent être rejetés tel quels vers la mer afin d'éviter la pollution du milieu marin. Les raffineries s'appuient sur les technologies du traitement de l'eau pour garantir de la production et respecter les normes environnementales de plus en plus strictes.

Prenant en considération sa responsabilité vis-à-vis l'environnement, la raffinerie d'Arzew est dotée de deux stations d'épuration et cela dont le but de répondre aux normes de rejet.

Notre mémoire s'intitule sur l'étude de la performance des deux unités, la STEP Z 27 et la STEP U1800. Pour connaître l'appréciation de la qualité des rejets à l'entrée et à la sortie des deux STEP, on a fait un suivi d'analyses de contaminants

Afin de répondre à cette préoccupation nous avons adopté la stratégie de travail suivante :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la présentation de la raffinerie d'Arzew.
- ✓ Le deuxième chapitre concerne le raffinage.
- ✓ Le troisième chapitre englobe les sources de pollution et impacts environnemental.
- ✓ Le quatrième chapitre concerne caractérisations des eaux.
- ✓ Le chapitre pratique englobe :
 - Le principe des différents procédés de traitement au niveau des stations d'épurations.
 - Une étude expérimentale basée sur les analyses des différents points de traitement au niveau des stations d'épuration et l'interprétation des résultats obtenus.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I

La présentation de la raffinerie d'Arzew

I. Historique

La raffinerie d'Arzew, dénommée RA1Z, est l'une des unités la plus productive participant au développement du pays, étant donné que le traitement et la transformation locale des richesses de notre sous-sol apparaissent plus rentable que leur exploitation à l'état brut.

La raffinerie a été programmée dans le cadre du premier plan quinquennal 1970-1973 et sa construction a été confiée à la société japonaise JapanGasoline Corporation (JGC), elle s'étend sur une superficie de 170 hectares. Le démarrage des unités a été lancé à partir du mois de juillet 1972 et l'ensemble des unités de la raffinerie était en service en mars 1973.

Elle a été conçue pour traiter le pétrole brut de Hassi-Messaoud (BHM) et le brut réduit importé (BRI) afin de satisfaire les besoins de consommations en carburants et bitumes du marché national et d'exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène et Fuels).

En 1978, suite aux besoins importants en lubrifiants, la réalisation d'un ensemble de production de 120 000 T/an d'huile de base fut lancée. Le démarrage de cet ensemble fut en 1980 [1]

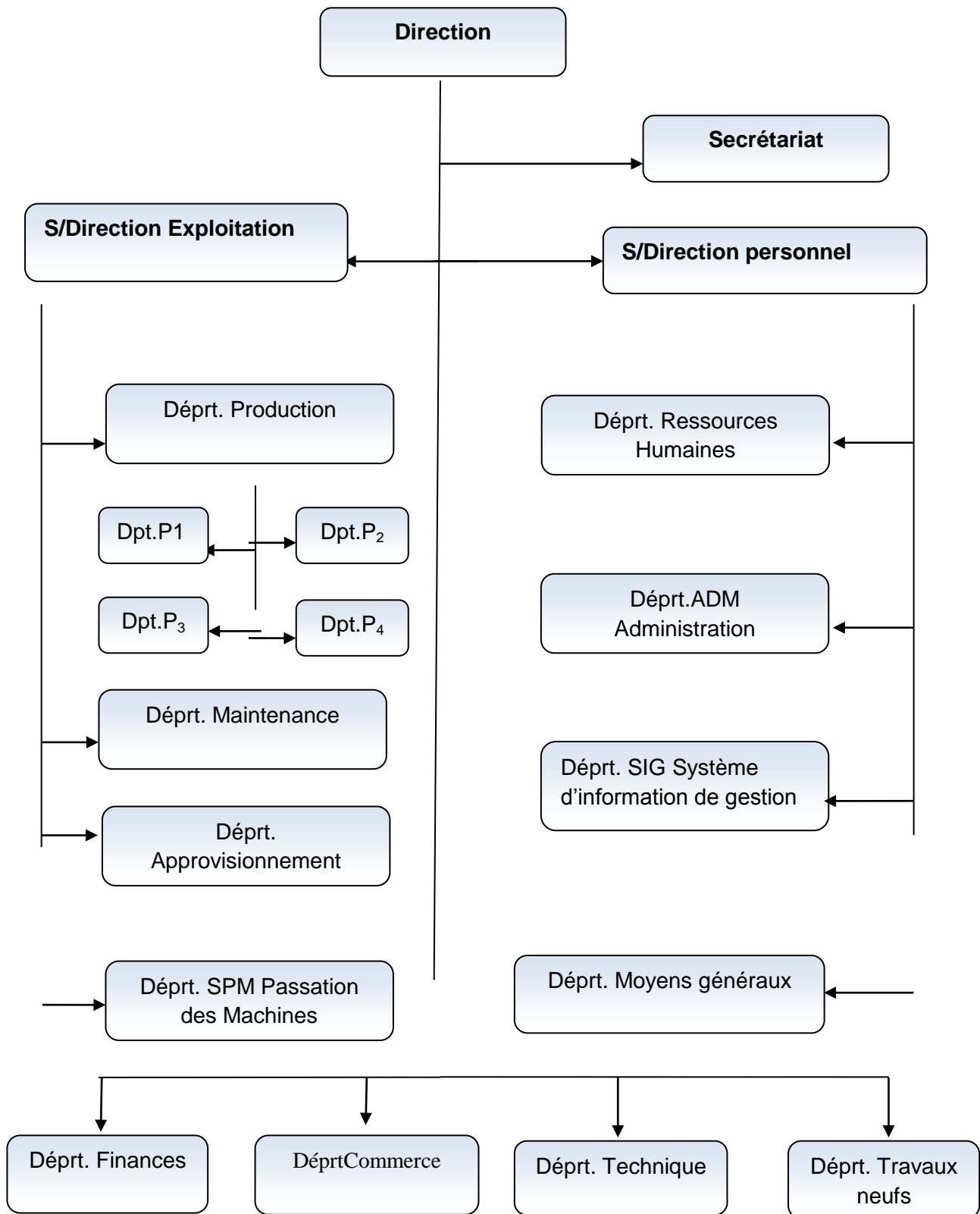
II. Capacité de production

La raffinerie RA1/Z traite 3,7 millions de tonnes par an de pétrole brut de Hassi-Messaoud et 120 000 tonnes de brut réduit importé pour réaliser les produits suivant :

Tableau 1: Capacité de production des différents produits pétroliers en 2016

Produits	Quantité (T/an)
Propane	21 775 T
Butane	93 772 T
Essence super	298 693 T
Essence normal	62 888 T
Naphta	598 404 T
Kérosène	138 916 T
Gasoil	1 478 368 T
Fuel BTS	925 725 T
Fuel HTS	59 292 T
Huile de base	14 915 T
Graisse	1 017 T
Paraffines	0
Bitumes routiers	96 420 T
Bitumes oxydés	7 916 T

III. Organigramme de la raffinerie d'Arzew



IV. Présentation des installations de production

La raffinerie d'Arzew (**RA1Z**) comprend quatre départements de production :

IV.1. Département de la production P1

Les installations sont constituées de :

- **Zone 3 : Utilités :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 31 : Production de vapeur
- Unité 32 : Production de l'eau distillée
- Unité 33 : Circuit d'eau de refroidissement
- Unité 34 : Production d'électricité GTG (turbine à gaz)
- Unité 35 : Récupération et distribution du gaz combustible.
- Unité 36 : Unité d'air comprimé, production gaz inerte
- Unité 67 : systèmes du Réseau d'eau anti-incendie. [2]

- **Zone 4 : Carburants :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 11: Unité de distillation atmosphérique « Topping »
- Unité 12 : Unité de reforming.
- Unité 13 : Séparation des gaz « Gas Plant »
- Unité 17 : Unité d'isomérisation
- Unité 18 : Huile chaude « hot oil »
- Unité 65 : Torche des gaz. [2]

- **Zone 7 : Lubrifiants :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 21 : Distillation sous vide.
- Unité 22 : Désasphaltage au propane.
- Unité 23 : Extraction au furfural des aromatiques.
- Unité 24 : Déparaffinage au MEK-Toluène.
- Unité 25 : Hydrofinishing. [2]

- **Zone 10 : Bitumes :**

Cette zone est composée de deux unités :

- Unité 14 : Bitumes routiers.
- Unité 15: Bitumes Oxydés.
- Unité 45 : Conditionnement et de stockage des bitumes.

IV.2. Département Production P2 [2]

En **1978**, suite aux besoins importants en lubrifiants, la réalisation d'un ensemble de production de **120000 T/an** d'huile de base fut lancée. Le démarrage de cet ensemble fut en **1984**.

Il comprend trois Zones :

- **Zone 19 : Utilités :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 1100 : Production de la vapeur.
- Unité 1200 : Production de l'électricité.
- Unité 1300 : Tour de refroidissement.
- Unité 1400 : Fuel gaz.
- Unité 1500 : Unité d'air comprimé.
- Unité 1600 : Production de l'eau distillée.
- Unité 1700 : La torche.
- Unité 280 : Production de gaz inerte (azote)

- **Zone 5 : Lubrifiants :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 100 : Distillation sous vide.
- Unité 200 : Désasphaltage au propane.
- Unité 300 : Extraction des Aromatiques.
- Unité 150 : HOT OIL.
- Unité 160 : Traitement des eaux acide.
- Unité 400 : Déparaffinage au MEK-Toluène.
- Unité 500: Hydrofinishing.
- Unité 600 : Hydrotraitement de la paraffine.

IV.3. Département Production P3

- **Zone 6 : Fabrication des huiles finies et graisses :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 3000 : Huiles finies.
- Unité 3100 : Blending des huiles.
- Unité 3200 : Graisses.
- Unité 3300 : Conditionnement de la paraffine.
- Unité 3600 : Remplissage des huiles en vrac.

- Unité 3900 : Conditionnement et emballage des huiles finies.

IV.4. Département de production P4

- **Zones 28** : Stockage, mélange et expédition.

Il s'agit du stockage des produits finies comme les carburant, les GPL ainsi que les additifs chimiques, le brut de Hassi-Messaoud, et le mélange des essences. Une dernière tâche, est l'expédition des produits finis au moyen des camions (propane, butane, essence, gasoil), par canalisation et par navires au niveau de l'**ISP**.

Chapitre II

Le raffinage

I. Introduction

Le raffinage du pétrole est un procédé industriel qui permet de transformer le pétrole brut en différents produits finis tels que l'essence, le fioul lourd ou le naphta. Le pétrole brut est un mélange hétérogène d'hydrocarbures divers (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène), inutilisable en l'état. Ces composants doivent être séparés afin d'obtenir des produits finaux exploitables directement. On en distingue en général deux grands types :

- Les produits énergétiques, tels que l'essence, le diesel (gazole) ou le fioul ;
- Les produits non-énergétiques, tels que les lubrifiants, le bitume et les naphthas utilisés en pétrochimie. [3]

II. Les différents produits issus du raffinage

On peut classer les produits finis pétroliers en quatre catégories :

II.1. Les carburants

- Les supercarburants, pour le transport routier
- Le gazole, pour le transport routier, ferroviaire et maritime
- Les carburéacteurs, pour le transport aérien [4]

II.2. Les combustibles

- Le fioul domestique, pour le chauffage domestique
- Le fioul lourd, pour la génération d'électricité, les usages énergétiques industriels ou le transport maritime [4]

II.3. Les produits de spécialité

- Les gaz de pétrole liquéfiés (le butane et le propane), aussi bien utilisés comme matière première dans l'industrie chimique que pour un usage domestique (transports, chauffage, cuisine...)
- Les lubrifiants
- Le bitume, utilisé comme liant dans les enrobés routiers
- Le coke, utilisé pour l'élaboration de produits spécifiques, tels que les électrodes.

II.4. Les matières premières industrielles

- Le naphta et certains gaz (éthylène par exemple) pour la pétrochimie

III. Les procédés de raffinage

A son arrivée dans la raffinerie, le pétrole brut est stocké dans de grands réservoirs. Les pétroles bruts sont stockés et séparés selon leur teneur en soufre. Celle-ci détermine les procédés de raffinage à utiliser. Chaque unité de raffinage abrite un procédé industriel physico-chimique différent

III.1. Principe du raffinage [3]

Le raffinage de pétrole fait appel à une grande variété de procédés, parmi ceci, on distingue les grandes familles suivantes :

- Procédés de séparation qui partagent une charge en fraction plus simples
- Procédés de transformation qui génèrent les molécules nouvelles, aux propriétés adaptées à l'usage du produit.
- Procédés de finition qui éliminent des composés indésirables.
- Procédés de protection de l'environnement qui traitent les gaz de raffinerie, les fumées et les eaux résiduaires.

III.2. Les procédés de séparation

Les principaux procédés de séparation sont :

- La distillation,
- L'absorption,
- L'extraction
- La cristallisation,
- L'adsorption.

Le procédé de séparation par excellence est la distillation du brut, et en deuxième lieu, si l'on envisage une conversion plus profonde, l'extraction par solvant (désasphaltage). La distillation du pétrole brut est réalisée en deux étapes complémentaires. Une première distillation dite atmosphérique permet de séparer les gaz, les essences et le naphta (coupes légères), le kérosène et le gazole (coupes moyennes) et les coupes lourdes. Les résidus des

coupes lourdes subissent ensuite une distillation dite sous vide afin de séparer certains produits moyens

III.2.1. La distillation atmosphérique

L'opération consiste à séparer les différents composants d'un mélange liquide en fonction de leur température d'évaporation. Le pétrole brut est injecté dans une grande tour de distillation, haute de 60 mètres et large de 8 mètres environ, où il est chauffé à environ 400°C. Les différents hydrocarbures contenus dans le pétrole brut sont vaporisés : d'abord les légers, puis les moyens, et enfin une partie des lourds. La température décroît au fur et à mesure que l'on monte dans la tour, permettant à chaque type d'hydrocarbure de se liquéfier afin d'être récupéré. Les plus légers sont récupérés tout en haut, et les plus lourds restent au fond de la tour.

III.2.2. La distillation sous vide

L'opération consiste à séparer sur le même principe que la distillation atmosphérique les produits lourds des résidus de produits moyens en les soumettant à une deuxième phase de distillation dite « sous vide ». La colonne plus petite est fermée puis dépressurisée, ce qui fait diminuer la pression. Les produits, alors plus volatils, ont une température d'ébullition plus faible permettant ainsi aux produits lourds d'être plus facilement récupérable. En haut de la colonne on récupère du gazole et à sa base du fioul lourd. Les résidus de cette distillation sous vide sont récupérés en vue de produire des lubrifiants.

III.3. Les procédés de transformation

Ce sont les procédés majeurs de raffinage et de la pétrochimie.

Dans cette grande famille, on distingue :

- Reformage catalytique
- Isomérisation
- Alkylation

III.4. Les procédés de conversion

- Cokéfaction
- Craquage catalytique
- Vaporeformage

III.5. Les procédés de finition

- **Hydrotraitement :**

Les procédés d'hydrotraitement s'appliquent aux produits finis pour améliorer leurs caractéristiques : teneur en soufre, indice de cétane point de fumée et teneur en aromatiques et oléfines. Les charges concernées sont les produits de la distillation primaire et de certains produits de conversion provenant des unités de craquage catalytique, de cokéfaction, de viscoréduction, de conversion des résidus.

Pour ce qui est du kérosène, les procédés visent à réduire la teneur en aromatique (amélioration du point de fumée).

Pour le gazole : réduction du soufre, réduction des aromatiques visent à augmenter le nombre de cétane et à améliorer couleur et stabilité thermique. Les sous-produits de ces procédés d'hydrotraitement sont les gaz, H₂S, un peu de naphta la consommation d'hydrogène est relativement importante et fonction des performances requises.

- **Les procédés d'adoucissement :**

Les mercaptans sont naturellement présents dans le brut, ou résultent de la décomposition d'autres composés soufrés lors des opérations de craquage thermique ou catalytique. L'opération d'adoucissement consiste à transformer les mercaptans en disulfures par oxydation en présence d'un catalyseur, en milieu sodé par de l'air.

Le but de l'opération est d'obtenir :

- L'adoucissement.
- Une réduction de la teneur en soufre des fractions légères.

Les fractions concernées par ce procédé sont les produits légers de la distillation primaire GPL-kérosène, ou les produits légers des craquages thermiques et catalytiques.

Les sous-produits sont :

- Les rejets de soude usée,
- Les disulfures.

III.6. Les procédés de protection de l'environnement

- **Traitement des gaz acides :**

Les gaz acides constitués principalement d'hydrogène sulfuré (H₂S) proviennent pour l'essentiel des purges des unités d'hydrotraitement. De plus faibles quantités sont également produites dans les unités de craquage thermique et catalytique.

- **Lavage aux amines :**

L'hydrogène sulfuré se concentre dans les gaz de raffinerie. Ceux-ci avant d'être utilisés comme fuel gras, subissent un lavage aux amines (MEA, DEA...) pour en extraire l'H₂S. L'amine riche chargée en H₂S est régénérée et recyclée aux absorbeurs.

L'hydrogène sulfuré gazeux est envoyé à l'unité de production de soufre (procédé Claus).

❖ L'unité Claus

Le procédé consiste à transformer l'H₂S en soufre par combustion ménagée du gaz acide et réaction de Claus sur un catalyseur. Le soufre vapeur est condensé et produit sous forme liquide ou solide. Les rendements sont de 90 à 97 %. Les fumées contenant des traces de SO₂, d'H₂S, COS et CS₂ sont généralement envoyées à un traitement de finition avant d'être incinérées.

Chapitre III

Les sources de pollution et impacts environnemental

I. Introduction

Les besoins en eau d'une raffinerie sont importants et indispensables au fonctionnement des unités de transformation du pétrole en carburants

Cependant elle subit de nombreuses altérations au cours des nombreux procédés de raffinage on dit que cette eau est polluée elle peut contenir des hydrocarbures des huiles et de nombreux produits chimiques etc....

Leurs rejets pourraient se traduire par :

- Altération de la qualité de l'eau rejetée dans le milieu naturel (mer, oued, nappe souterraine. etc....).
- Une diminution de l'oxygène dissous en milieu aquatique.
- Une modification dans la qualité d'éléments entrant dans la chaîne alimentaire.

II. Sources de pollution lors du raffinage de pétrole

II.1. Les unités de service ou utilités

Elles sont constituées :

La tour de refroidissement, dans laquelle des produits chimiques nécessaires au traitement de l'eau de circuit sont injectés pour lutter contre la prolifération des algues, et des bactéries, ainsi que des produits de préservation des matériaux (anticorrosion et antitartre). Ces purges intermittentes ou continues sont effectuées afin d'éliminer toutes substances inutiles (suspension, algues et bactéries mortes ...)

Les chaudières, dans lesquelles, injectant des produits chimiques (phosphate trisodique et hydrazine) pour améliorer la qualité des eaux qu'elles contiennent. Les **boues** résultant du traitement sont évacuées vers les systèmes d'égout.

Les distillateurs d'eau ou évaporateurs, une injection excessive d'acide sulfurique peut engendrer une pollution des condensats par l'eau de saumure qui est mise à l'égout. [5]

II.2. Les unités de carburants

Elles sont considérées comme très peu polluantes. Seul le dessaleur, et dans des conditions particulières c'est-à-dire lorsque l'on a de fortes teneurs aux sels dans la charge de la colonne de distillation atmosphérique, peut être à l'origine de rejets de sels peu solubles participant au bouchage des échangeurs de chaleur. Les purges des ballons séparateurs des phases hydrocarbure/eaux. Cette dernière entraîne avec elle des quantités considérables

d'hydrocarbures, rejetés vers l'égoût. Aussi en utilisant l'Unicor, pour protéger l'installation contre la corrosion, et l'eau rejetée vers l'égoût contient des traces de ce produit chimique. [2]

II.3. Les unités de lubrifiants

Le procédé de traitement de la charge **BRA (Brut Réduit Atmosphérique)** fait intervenir cinq étapes mettant en jeu différents produits chimiques (furfural, toluène, méthyl-éthyl-cétone) dont la récupération n'est pas totale. Les pertes résultant d'une récupération incomplète des solvants qui sont contenus dans ces eaux de rejets.

II.4. Les unités de bitumes

Ces unités sont destinées à la fabrication des bitumes, et par conséquent elle participe à la pollution des effluents qui sont rejetés à la mer. Dans la distillation sous vide, une série d'injecteur où on utilise de la vapeur d'eau pour entraîner les gaz aspirés de la colonne et les condensés, ensuite les rejetés. Ces condensats sont des hydrocarbures et de l'hydrogène sulfuré. Le soufre est d'origine du pétrole brut réduit importé utilisé pour la fabrication de bitumes. Dans les ballons séparateurs de phase, où l'hydrocarbure est séparé de l'eau qui à des températures élevées et la purge de ces ballons donne une eau chargée en hydrocarbure. Le lavage des équipements, les incidents et les arrêts, donnent lieu à des rejets d'effluents chargés de polluants bitumeux.

D'autres sources participent à la pollution du milieu naturel, ce sont :

- Les eaux des sanitaires, et domestiques acheminées dans des réseaux souterrains séparatifs,
- Les eaux de pluie chargées en sédiments,
- Les eaux de lavage chargées en hydrocarbures des unités de production,
- Les eaux des pavés d'aires de stockage,

III. Les différents types de pollution par les rejets liquides

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.

III.1. La pollution organique

La pollution organique est la plus répandue. Elle peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto-épuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite, la respiration de divers organismes aquatiques prend le pas sur la production d'oxygène.

III.2. La pollution microbiologique

La pollution microbiologique se développe conjointement à la pollution organique par une prolifération de germes d'origines humaines ou animales dont certains sont pathogènes.

III.3. La pollution par les hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures qui sont des substances peu solubles dans l'eau est difficilement biodégradable, leurs densités inférieures à celle de l'eau les fait surnager et leurs vitesses de propagation dans le sol sont 5 à 7 fois supérieures dans l'eau. Ils constituent un redoutable danger pour les nappes aquifères. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère.

III.4. La pollution thermique

La pollution thermique par l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il s'ensuit qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution

III.5. La pollution minérale

La pollution minérale due essentiellement aux rejets industriels modifie la composition minérale de l'eau. Si certains éléments sont naturellement présents et sont indispensables au développement de la vie, un déséquilibre de ces mêmes éléments provoque le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux.

D'autres comme les métaux lourds hautement toxiques ont la fâcheuse propriété de s'accumuler dans certains tissus vivants et constituent une pollution différée pour les espèces situées en fin de la chaîne alimentaire.

III.6. La pollution chimique

La pollution chimique génère des pollutions souvent dramatiques pour les **écosystèmes** par leur concentration dans le milieu naturel à certaines époques de l'année. C'est le cas des herbicides et des sels d'épandage par exemple.

On distingue parmi les polluants chimiques ; les métaux lourds, les pesticides et les détergents. Ils comprennent en particulier le plomb, le mercure, le cadmium qui sont les plus dangereux en plus d'autres métaux lourds.

III.7. La pollution mécanique

La pollution mécanique provient de la mise en suspension dans l'eau des fines particules d'origines diverses. Essentiellement, elle provient du lessivage des sols lors de pluies abondantes et des travaux réalisés par l'homme qui rendent le sol imperméable, provoquant une concentration des écoulements et des volumes entraînant avec eux des boues. Celles-ci colmatent les fonds des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi les échanges possibles entre l'eau et la terre. On le voit, les eaux usées peuvent être chargées de bien des pollutions et forment un milieu très complexe. L'analyse de l'eau **résiduaire** permet de connaître là où les substances indésirables qu'on doit éliminer à priori lors d'un traitement d'épuration. La charge en agents polluants dans une eau peut être évaluée à partir de certains paramètres. Ils sont généralement exprimés en mg /l. Tous les types de pollution que nous venons de définir existent au niveau du golfe d'Arzew.

Cependant, aucune étude scientifique n'a été faite sur les impacts de cette pollution sur l'environnement, sauf celle qui a été faite par le labo français ATOS (analyses qualitatives et quantitatives) à la zone industrielle d'Arzew récemment

IV. Impact sur l'environnement et sur la santé humaine

IV.1. Influence de la pollution sur l'environnement [6]

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

IV.1.1. 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.

IV.1.2. 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. Par ailleurs, il est souvent difficile d'établir des critères précis en ce qui concerne la vie et la reproduction des poissons (on retient parfois comme zone optimale celle délimitée par les pH extrêmes de 6,5 et 8,5). 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.

IV.1.3. Turbidité

La lumière du soleil ne peut pénétrer dans l'eau que jusqu'à une profondeur d'environ 30 mètres sous la surface. Les producteurs ont besoin de la lumière du soleil pour produire de l'oxygène et les autres substances nécessaires à la survie des consommateurs. La production ne peut donc se faire que dans la zone où les rayons du soleil peuvent pénétrer. La matière en suspension peut interférer avec la pénétration de la lumière, ce qui peut diminuer la taille de cette zone où la production a lieu.

L'oxygène de l'écosystème aquatique provient de l'atmosphère et de la production du phytoplancton. L'importance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Les effets mécaniques des matières en suspension sont également importants. Les matières en suspension sont de nature à engendrer des maladies chez le poisson et même l'asphyxie par colmatage des branchies. Par ailleurs, les matières décantables sédimentent dans les zones de frayes et réduisent les possibilités de développement des végétaux et des invertébrés de fond (agissant ainsi sur l'équilibre global de la chaîne alimentaire du système aquatique).

IV.1.4. Consommation d'oxygène

La consommation de l'oxygène du milieu peut être estimée au vu des valeurs de la demande biochimique en oxygène, de la demande chimique en oxygène et de la teneur en azote réduit des eaux résiduaires rejetées. En particulier, on rappellera que la consommation d'oxygène consécutive à la minéralisation de l'azote ammoniacal par les bactéries nitrifiantes

du milieu (non prise en compte ni dans l'expression de la demande biochimique en oxygène sur cinq jours, ni dans celle de la demande chimique en oxygène) est très importante puisque l'oxydation de 1 mg d'azote ammoniacal en nitrates s'accompagne d'une consommation de l'ordre de 4,5 mg d'oxygène. Dans ces conditions, des 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.

IV.1.5. Azote

Les nitrates en eux-mêmes semblent peu toxiques vis-à-vis de la faune aquatique. L'azote des nitrates avec, dans une moindre mesure, celui des nitrites et de l'ammoniaque, est l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux, dans lesquels il est métabolisé pour fournir essentiellement des protéines, des acides nucléiques et les polymères des parois cellulaires. Les nitrates constituent un facteur d'eutrophisation mais, pratiquement, on estime qu'ils n'induisent pas de développement d'algues gênantes en dessous d'une teneur de 2 à 5 mg/l dans le milieu récepteur. Dans le milieu naturel, sa toxicité se manifeste à faible dose. 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 0,025mg/l, voire 0,005 mg/l afin d'écartier tout risque d'effet toxique à long terme. Le rapport $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ décroît lorsque le pH et la température augmentent. Dans la plupart des eaux superficielles, dont le pH est compris entre 6,5 et 8,5, la plus grande partie de l'azote ammoniacal se trouve sous forme ionisée, donc peu toxique.

IV.1.6. Phosphore

Les orthophosphates présentent rarement une toxicité vis-à-vis du poisson et sont d'ailleurs utilisés en pisciculture pour augmenter la biomasse planctonique. Cependant, en trop grandes quantités, ils favorisent l'eutrophisation.

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 gêne pour la production d'eau potable du fait de la prolifération de phytoplancton, qui perturbe la décantation et la filtration ;
- Sécrétion de substances toxiques par certaines algues, qui confèrent un goût désagréable à l'eau ;
- Un risque de relargage de substances indésirables ou toxiques (hydrogène sulfuré, métaux lourds, ...) par le dépôt de matière organique dans le lit des cours d'eau et le fond des lacs ;
- Une toxicité pour le poisson dans les cas extrêmes, soit par colmatage direct des branchies, soit en raison des sécrétions des algues. Pour les eaux douces, le phosphore est généralement considéré comme le facteur limitant sur lequel il est possible d'agir efficacement pour combattre l'eutrophisation, tandis que l'azote serait limitant pour l'eutrophisation des eaux marines.

IV.1.7. Hydrocarbures

L'impact écologique de la pollution par les hydrocarbures se traduit par trois grands types de phénomènes :

- Régressions 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). Ces trois phénomènes ne se mettent pas en place simultanément mais apparaissent successivement dans le temps. Cette échelle temporelle peut se doubler d'échelle spatiale, encore faut-il distinguer le type d'organisme auquel on a affaire. Le risque dû aux hydrocarbures est plus ressenti par l'écosystème aquatique que tout autre. En effet, une fois étalés à la surface ou en émulsion dans l'eau, les hydrocarbures occasionnent diverses nuisances :

- Une modification des échanges gazeux entre l'air et l'eau, d'où une diminution de la quantité d'oxygène dissous.
- Une réduction de la photosynthèse due à une augmentation de la réflexion des rayons solaires à la surface de l'eau, provoquant à moyen et long terme la destruction de l'habitat sous-marin, par la mort de la flore marine.

A leur tour les hydrocarbures volatils sont fortement impliqués dans les phénomènes perturbants des équilibres terrestres. Avec le NOX et le CO ,les hydrocarbures volatils évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée en particulier par une production d'ozone troposphérique qui entre dans la formation du smog .Ils interviennent également dans le processus de l'effet serre ,la formation des pluies acides et la destruction de la couche d'ozone , qui sont des problèmes difficiles à résoudre et pourraient même être irrécupérables .Sur le littoral, des écosystèmes entiers sont vulnérables à la pollution pétrolière à commencer par le réactif corallien, les marais salants et les mangroves .Les hydrocarbures qui s'infiltrent dans les sédiments peuvent réduire considérablement la capacité de production des habitats de poissons pendant des années, voire des décennies. Il faut noter que sur le plan économique, la pollution pétrolière peut également endommager les élevages piscicoles du littoral (notamment les élevages de saumons et les pars à huîtres, ainsi que souiller les marinas et les plages des balnéaires).

La contamination des sols par les hydrocarbures peut également causer de nombreux problèmes en raison de leurs mobilités et de leurs persistances dans l'environnement, parmi lesquels :

- La réactivité chimique et la volatilité des hydrocarbures peuvent entraîner un danger d'incendie, ou d'explosion. Ce danger est d'autant plus important que si les vapeurs pénètrent dans un espace clos.
- Les hydrocarbures légers sont mobiles, et peuvent être transportés sur de grandes distances, dans les nappes d'eau souterraine ou dans l'air.
- Les hydrocarbures lourds persistent longtemps dans le sol, et provoquent une toxicité certaine pour la santé humaine, et pour l'environnement.
- Les hydrocarbures peuvent dégrader la qualité du sol, en perturbant la rétention et la transmission de l'eau ou le cycle des substances nutritives des plantes, ils peuvent aussi affecter le degré d'aération du sol.

- Les hydrocarbures présents sur, ou dans le sol peuvent causer des problèmes d'ordre esthétique, notamment une odeur, un goût, ou une apparence désagréable.

Enfin, on retiendra que les effets de toxicité des hydrocarbures, outre leur origine intrinsèque, sont souvent en grande partie liés aux additifs qui ont été incorporés au stade de leur fabrication industrielle (phénols, amines aromatiques,)

IV.1.8. Furfural

IV.1.8.1. Généralité sur le furfural

Le furfural est utilisé comme un solvant pour l'extraction du raffinage des huiles lubrifiantes, car il est très efficace pour éliminer les composés contenant de l'oxygène ou du soufre. C'est un aldéhyde aromatique, il est stable dans la chambre température et se décompose en CO et de CO₂ à haute température. Sa solubilité dans l'eau est d'environ 83 g/l. L'ingestion accidentelle du furfural peut causer la mort et son absorption par la peau pourrait endommager le système nerveux et les poumons des êtres humains. Ce composé organique volatile est l'un des composants majeurs présent dans les eaux usées de l'industrie pétrochimique et les raffineries de pétrole.

IV.1.8.2. Origine du furfural

Le furfural a été pour la première fois isolé en 1832 par le chimiste allemand Johann Wolfgang Döbereiner, qui en obtient une très petite quantité comme produit secondaire de la synthèse de l'acide formique. C'est Stenhouse qui reconnut sa formule en 1840, mais c'est en 1848 que Fowes proposa son appellation furfural en se basant sur son nom en latin « furfural oléum » huile de son. L'aldéhyde fut nommé définitivement « furfural » qu'en 1945, on trouve aussi les noms d'aldéhyde furfurylique ou de furfuraldéhyde. On obtient cet aldéhyde par traitement à l'acide sulfurique concentré par hydrolyse de pentosanes dérivé de divers produits secondaires agricoles comme le maïs, le son d'avoine et de blé, et la sciure. [7]

IV.1.8.3. Domaines d'utilisation

Solvant sélectif dans le raffinage des huiles lubrifiantes, intermédiaire pour la production d'alcool furfurylique, solvant pour anthracènes et résines, marquage du fioul combustible, et la matière première chimique. Les points en faveur de son utilisation sont : Sa faible toxicité, son coût modéré, sa disponibilité, l'expérience déjà longue de sa mise en œuvre, l'adaptation du procédé à toute la gamme de charge, et principalement, aux charges légères en vue d'huiles pindle par exemple ou d'huile transfo, sa meilleure qualité et sa grande sélectivité.

IV.1.8.4. Conséquence de la décomposition du furfural

La décomposition thermique, ou par oxydation, permet une perte de furfural accompagnée d'un encrassement de l'équipement par dépôt de coke et d'une corrosion de l'appareillage du fait de la formation d'acide. Le cokage intervient principalement à haute température, ce qui cause l'encrassement des appareils et occasionne une limitation des débits et une dépense supplémentaire d'énergie. Le coke se dépose aussi dans les tubes des échangeurs et provoque leur bouchage, il peut être entraîné vers des endroits tels que les colonnes et les pompes situées en aval, ce qui provoque des arrêts fréquents des unités dont les répercussions seront négatives sur les rendements et les performances de ces équipements.

IV.1.8.5. Propriétés physico-chimiques

Le furfural, fraîchement distillé, est aux conditions normales de pression et de température un liquide incolore avec une odeur pénétrante d'amande, qui devient plus sombre après exposition à l'air ou après une longue durée de stockage. Le furfural est miscible avec la plupart des solvants organiques mais seulement en très faible quantité avec les hydrocarbures saturés aliphatiques.

IV.1.8.6. Impact sur l'environnement

Les effets sur l'environnement peuvent se manifester par une pollution marine due au 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.

La vapeur de furfural dans l'air est considérée comme polluant atmosphérique. La valeur limite de la concentration des vapeurs de furfural dans l'air a été fixée par les hygiénistes américains en 1974 à 5ppm soit mg /m³. [8]

VI.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 :

- Trouble du système nerveux
- Leucémie ;
- Problèmes respiratoires : asthme (Sox) ;
- 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) ;
 - Les hydrocarbures s'accumulent dans les organismes marins et ils ont de graves effets.

Chapitre IV

Caractérisations des eaux

I. Introduction

L'épuration des ERI a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs. Dans une STEP, l'épuration des eaux passe par différentes étapes [2]; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements d'affinage mais avant cela on parler des principales caractéristique de ces eaux

La pollution de l'eau est fonction des substances dissoutes qu'elle contient, et dont la plupart ne sont décelables qu'à l'analyse.

L'estimation de la qualité d'une eau s'effectue par la mesure d'un ensemble de paramètres de nature diverses.

II. Caractérisation des eaux

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.

II.1. Les paramètres physiques des rejets liquides

II.1.1. La couleur

Dans les travaux hydrologiques on détermine quelque fois la couleur des eaux. Ces observations sont souvent effectuées dans le cadre de mesures isolées ou pour étude spéciale.

- Les causes de la couleur de l'eau sont nombreuses.
- L'eau pure, en absorbant les radiations de grandes longueurs d'ondes est bleue, mais l'eau naturelle en grande masse est soit bleue, soit verte, soit brune.
- Elle est bleue, quand par effet Tyndall, elle diffuse la lumière grâce aux particules colloïdales qu'elle tient en suspension.
- Elle est verte, quand elle est relativement riche en phytoplancton, chlorophycées par exemple.
- Elle est brune, quand elle contient en solution des substances humiques ou certains sels de fer.

- L'appréhension de la véritable couleur de l'eau est rendue difficile par les réflexions à sa surface (ciel, berges).

II.1.2. Le pH

Le pH (Potentiel d'Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 où 7 étant le pH de neutralité. 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.

Tableau 2: 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.1.3. 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.

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration... la conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

II.1.4. Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température

(conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée en site. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

II.1.5. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

Tableau 3: classes de turbidité usuelles

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

II.1.6. La charge pondérale des effluents

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. D'autre part, la connaissance de ce paramètre renseigne sur les possibilités épuratoires de certains ouvrages de traitement, décanteurs par exemple, et intervient dans l'évaluation de la production des boues en excès. Selon les besoins, on sera amené à considérer.

- Les matières en suspension : **MES** ;
- Les matières volatiles en suspension : **MVS** ;
- Les matières minérales en suspension : **MMS** ;

II.1.6.1. Les matières en suspension (MES)

Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. En fait, les limites séparant les trois états sont indistinctes et seule la normalisation de la méthode d'analyse permet de faire une distinction précise mais conventionnelle. Les matières en suspension

comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les matières en suspension ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par la filtration. Deux techniques sont actuellement utilisées pour la détermination de MES ; elles font appel à la séparation par filtration directe ou centrifugation. On réserve cette dernière méthode en cas où la durée de la filtration dépasse une heure environ.

Les causes de la variabilité de la mesure sont nombreuses (volume de la prise d'essai, teneur en MES de l'échantillon, séchage à 105°C jusqu'au poids constant). La précision reste cependant très acceptable.

II.1.6.2. Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension. Ces matières disparaissent au cours d'une combustion et sont mesurées à partir des matières en suspension (résidu à 105°C) en les calcinant dans un four à 525°C ± 25°C pendant deux heures.

II.1.6.3. Les matières minérales – les matières sèches totales

Les matières minérales représentent le résidu des matières en suspension après calcination à 525 ± 25°C. Les matières sèches totales ou extraites sec obtenues par évaporation directe.

II.1.6.4. Les matières décantables

Les matières décantables représentent la fraction des matières en suspension qui sédimentent pendant un temps donné (généralement 2h).

II.2. Les paramètres chimiques

II.2.1. La demande biochimique en oxygène

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. Les conditions communément utilisées sont 5 jours (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20 °C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommé voir tableau 4.

Tableau 4: échelle de valeurs de DBO₅

Situation	DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)
Eau naturelle pure et vive	$C < 1$
Rivière légèrement pollué	$1 < C < 3$
Egout	$100 < C < 400$
Rejet station d'épuration efficace	$20 < C < 40$

II.2.2. La demande chimique en oxygène

La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement la matière oxydable (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation forcée) et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). Le résultat s'exprime en mg d'O₂/l. Généralement, la DCO vaut de 1,5 à 2 fois la DBO₅ pour les eaux usées domestiques.

La relation empirique suivante lie la DBO₅, la DCO et la matière organique de l'échantillon (MO) :

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO}) / 3$$

Le rapport DCO/DBO₅ permet de juger la biodégradabilité d'un effluent et par conséquent l'intérêt du choix d'un procédé d'épuration biologique, soit :

$$\text{K} = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

- Si $K \leq 2,5$: l'effluent peut être facilement épuré par les traitements biologiques.
- Si $2,5 \leq K \leq 5$: l'épuration nécessite soit un traitement chimique, soit un apport de microorganismes spécifiques à l'élément chimique dominant dans l'eau résiduaire.
- Si $K \geq 5$: l'épuration biologique est impossible car les micro-organismes ne pouvant vivre dans une telle eau et seul les traitements chimiques adéquats peuvent donner des résultats.

II.2.3. 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.

II.2.4. 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.

II.2.5. Les métaux lourds

II.2.5.1. Le plomb

Le plomb est un constituant naturel mineur, il peut être présent sous forme de carbonates, de phosphates, mais surtout de sulfure.

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.

II.2.5.2. Le zinc

Le zinc se retrouve dans les roches généralement sous forme de sulfure.

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.

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.

II.2.5.3. 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.

II.2.5.4. Le mercure

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

III. Epuration des eaux résiduaires industrielles

III.1. Les prétraitements

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique: dégrillage, dessablage et dégraissage-déshuilage. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval [9-11].

III.1.1. Dégrillage

Il permet de filtrer les objets ou les débris les plus grossiers véhiculés par les eaux usées. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontal. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la STEP. Un espacement de 10mm (dégrillage fin) maximum est utilisé pour protéger les filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté.

III.1.2. Dessablage

Les chute est inférieure à 0,3 m/s, susceptibles d'endommager les installations en aval, vont se déposer au fond d'un dessableur par décantation. Il faut 60 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui est ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation. Matières minérales grossières en suspension tels que les sables et les graviers, dont la vitesse de

III.1.3. Déshuilage - dégraissage

Le déshuilage est une extraction liquide-liquide tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide. On peut considérer que le déshuilage - dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de nature très diverses (huiles, hydrocarbures, graisses...).

Elles peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée.

- Le déshuilage complet nécessite en fait un traitement en deux stades : Pré-déshuilage, par opération physique gravitaire sans adjonction de réactifs, réduisant la teneur en HC à environ 15 à 100mg/l, il s'effectue par flottation naturelle des vésicules huileuses émulsionnées. Si l'émulsion n'est pas trop fine (particules supérieures à 50 μ m). Il est réalisé dans différents types d'appareils : déshuileurs longitudinaux conventionnels, à plaques parallèles et circulaires raclés.

- Déshuilage final : flottation par air dissous où les bulles d'air augmentent la vitesse de remontée des particules grasses et des huiles lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, ou coagulation par sels métalliques ou par électrolytes permettant d'obtenir l'épuration complète. [11], [12].

III.2. Traitement physicochimique (traitement primaire)

Si la décantation se faisait directement après le prélèvement dans le milieu aquatique, le temps de décantation d'un gravier dans un mètre d'eau serait d'une seconde par la seule influence de son poids, on passerait à 2 minutes pour le sable fin, à 2 heures pour l'argile, à 8 jours pour une bactérie et de 2 à 200 ans pour un colloïde. Ces durées étant bien évidemment beaucoup trop grandes. Les colloïdes peuvent même traverser un filtre très fin, ils sont les principales causes de la turbidité et la couleur d'une eau [13].

III.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, le schéma qui illustre ce phénomène est présenté sur la **figure 1**.

Les floccs ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite. [14].

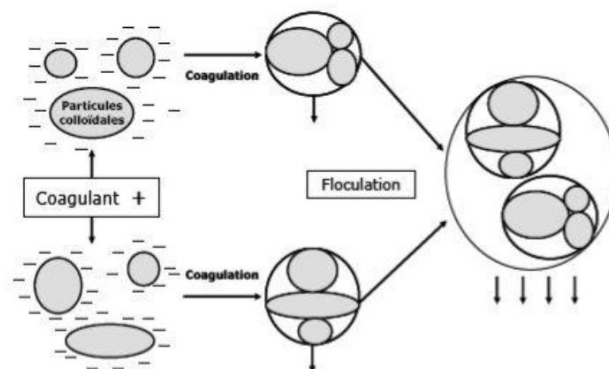


Figure 1 : coagulation-floculation

III.2.1.1. La coagulation

La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable c'est-à-dire à l'annulation du potentiel zêta. Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée (un pH supérieur à 4 pour les chlorure de fer et un pH compris entre 6 et 7 pour le sulfate d'aluminium); elle demande aussi une dispersion immédiate du coagulant dans l'eau afin que les charges électriques des colloïdes soient déchargés uniformément, cela permet aux particules de s'agglomérer et de décanter plus rapidement.

III.2.1.2. Flocculation [9]

La flocculation, qui a pour but d'accroître le volume et la cohésion du floc formé par la coagulation.

III.2.1.3. Flottation [9]

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.

III.3. Traitement secondaire

III.3.1. Traitement biologique

C'est l'utilisation de micro-organismes pour dégrader et consommer la pollution organique des effluents. Les matières organiques passent de la forme dissoute ou colloïdale à la forme solide qui permet de les extraire des eaux usées par décantation. Ce sont les bactéries, organismes doués des plus grandes capacités de reproduction et d'assimilation, qui servent d'intermédiaire pour cette transformation. La pollution assimilable par ces bactéries sera appelée nourriture ou substrat. Les principales techniques de traitement aérobie sont :

- Les boues activées.
- Le lagunage.
- Les disques biologiques.
- Les lits bactériens.

III.3.2. 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".

Partie pratique

I. Introduction

Au cours de ce chapitre, on va connaître étapes de traitements qui sont effectuées sur les effluents bruts au niveau de la station d'épuration, unité « 27 et 1800 ».et analyser les prélèvements (l'échantillonnage) des rejets liquides provenant des unités de production P1, P2 et P3.Pour obtenir des effluents traités répondant aux normes de rejet.

Tableau 5: valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes)
[11]

Paramètres	Unité	Valeur maximale
Température	°C	30
PH	---	5,5 à 8,5
DBO ₅	mg/l	25
DCO	mg/l	100
Teneur en HC	mg/l	15
Teneur en furfural	mg/l	16

II. Les stations d'épurations



Figure 2 : Site d'implantation des zones 27 et 1800 [12]

II.1. Station de traitement U1800

II.1.1. Description

A pour but de traiter les effluents P1 et P2 de capacité **83 m³/h**. L'unité dispose plusieurs modes de traitement :

- ❖ Prétraitement : traitement physique
- ❖ Traitement primaire : traitement physico-chimique
- ❖ Traitement secondaire : traitement biologique
- ❖ Traitement tertiaire

Il provient des égouts suivants :

Egout 25 : Eaux claires

Egout 26 : Eaux huileuses ou chargées.

Egout 27 : Eaux de procédés.

Egout 28 : Eaux à forte salinité

II.1.2. Principales étapes de traitement

II.1.2.1. Prétraitement (Traitement physique)

Ce traitement comprend : le dégrillage, le dessablage, le dégraissage et le dégazage

➤ Le dégrillage

Le dégrillage permet de retirer de l'eau les déchets de grand diamètre qui pourraient gêner le fonctionnement des appareils de traitement. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles manuelles.

➤ Le dessablage

Le dessablage permet, par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations. Ce matériau, s'il n'était pas enlevé, se déposerait plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes.

➤ Le dégraissage

Permet d'éviter d'extraire les graisses figées pour éviter leur entraînement dans le ouvrages des traitements .il est effectuée en combinaison avec le dessablage par tranquillisation d'une fraction de la surface liquide d'un dessableur aéré avec reprise des graisses et écumés par déversement.

➤ Refroidissement et dégazage

- Refroidissement des effluents est effectué dans l'aéro-réfrigérant puis dans l'échangeur a eau.
- Il a pour but d'éliminer les gaz dissous y compris les traces éventuelles d'hydrocarbures légers, de façon localiser le risque d'inflammation.

II.1.2.2. Traitement primaire

➤ Pré déshuilage : bassin API

- Les effluents bruts peuvent contenir des quantités variables d'hydrocarbures présents à l'état libre, en solubilité de partage ou en émulsion plus ou moins importante.
- Le pré déshuilage permet par opération gravitaire sans adjonction de réactifs de réduire la teneur en hydrocarbures à l'état libre ou en solubilité de partage.
- Le déshuilage final est obtenu par coagulation et floculation.

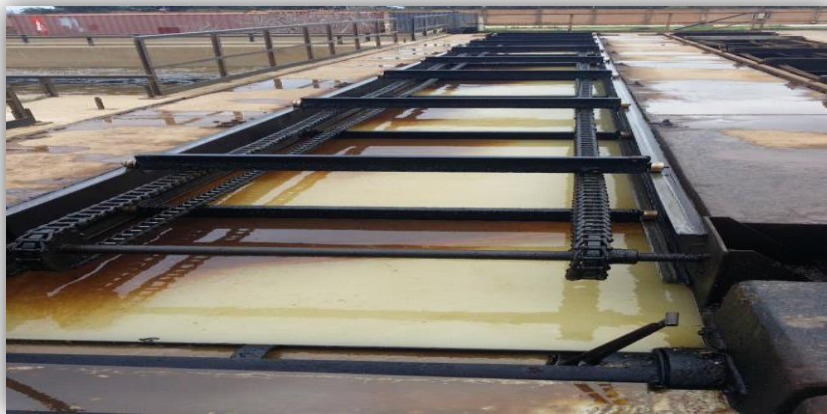


Figure 3:bassin API

➤ Coagulation – floculation

Les eaux contiennent des particules en suspension colloïdales ou pseudo-colloïdales, très fines, qu'il est nécessaire d'agglutiner en un floc volumineux afin d'assurer leur flottation. Les colloïdes possèdent des charges électriques à l'interface qui empêchent les particules voisines de se rapprocher.

L'action s'effectue en deux stades :

- La coagulation, qui permet de décharger les colloïdes afin de donner naissance à un précipité, On utilise un polymère organique du type poly électrolyte cationique.

La dose à utiliser dépend de la nature de l'eau à traiter : laboratoire, plus une eau est de matières colloïdales et surtout de matières

Elle est établie à la mise en service de l'installation par essais de végétales, plus il faudra de réactifs pour la clarifier.

- La floculation qui a pour but d'accroître le volume et la cohésion du floc formé par la coagulation. Elle est favorisée par un brassage mécanique homogène et lent qui augmente les chances de rencontre des particules colloïdales déchargées susceptibles de se rencontrer, sans casser le floc



Figure 4 : coagulation



Figure 5 : floculation

➤ 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.

La flottation est provoquée par la fixation de microbulles d'air aux particules à éliminer, leur donnant ainsi une masse volumique moyenne inférieure à celle de l'eau.

La production des microbulles s'effectue par pressurisation d'une partie de l'eau déjà traitée en flottation.

La pressurisation consiste à produire des micro bulles par détente à la pression atmosphérique de l'eau enrichie en air sous pression de 5 à 6 bar



Figure 6 : flottation

II.1.2.3. Traitement secondaire : Traitement biologique

➤ Traitement biologique

C'est l'utilisation d'êtres vivants pour consommer la pollution organique des effluents.

Les matières organiques passent de la forme dissoute ou colloïdale à la forme solide qui permet de les extraire des eaux usées par décantation. Ce sont les bactéries, organismes doués de la plus forte capacité de reproduction et d'assimilation, qui servent d'intermédiaire pour cette transformation. La pollution assimilable par ces bactéries sera appelée nourriture ou substrat. Le procédé consiste à provoquer le développement d'un floc bactérien (boues activées) dans un bassin d'aération alimenté en effluent prétraité. Dans ce bassin, le mélange eau brut plus floc (liqueur mixte) est brassé pour maintenir les boues en suspension et apporter l'oxygène nécessaire à la prolifération bactérienne. Pour un bon développement de floc bactérien, le substrat doit être équilibré, c'est à dire contenir les éléments de la nature vivante en particulier azote et phosphore assimilable. Une injection d'azote (sous forme d'urée) et de phosphore (sous forme d'acide phosphorique) est effectuée à l'entrée du bassin d'aération à l'arrivée de l'effluent à traiter.

L'installation comprend :

Un bassin d'aération et un clarificateur réunis en un ouvrage compact,

○ **Aération**

Le brassage et l'oxygénation se font au moyen d'un agitateur de surface ACTIROTOR maintenant le contenu du bassin au contact avec l'air atmosphérique. L'oxygène fourni permet l'élimination de la pollution et la vie de la masse bactérienne contenue dans le bassin.

○ **Clarification**

La liqueur de boues activées est ensuite transférée dans un clarificateur où s'effectuent la sédimentation des matières en suspension et la collecte de l'eau épurée. Cet ouvrage est du type raclé avec succion des boues. Il est équipé d'un pont mobile effectuant un mouvement va- et - vient et muni d'un racleur de fond complété par un tube suceur (air – lift), qui permet de rassembler les boues dans une goulotte d'où elles sont évacuées pour être recerclées ou extraites.

II.1.2.4. Traitement tertiaire

➤ **Filtration sur sable**

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.

➤ **Traitement des boues**

○ **Epaississement des boues**

Les corps polluants et leurs produits de transformation, retirés de la phase liquide au cours de traitement de l'eau en flottation, épuration biologique ou décarbonatation, se trouvent rassemblés dans des suspensions plus ou moins concentrées dénommées boues. Toutes ces boues constituent un déchet extrêmement liquide. Elles nécessitent un traitement final avant de pouvoir être rejetées dans le milieu naturel. Le traitement final consiste en une déshydratation plus ou moins poussée, permettant d'obtenir un déchet résiduel au minimum pelletable. L'épaississement, par décantation naturelle, des suspensions boueuses provenant directement des appareils des traitements de l'eau, permet l'amélioration de la production du dispositif de déshydratation. Les suspensions boueuses sont introduites dans une capacité (épaississeur) où le temps de séjour est élevé, de façon à provoquer le tassement sur elles-mêmes des boues, dans l'évacuation se fait par le fond, tandis que le liquide interstitiel est évacué par le haut.

o Lit de séchages déshydratation des boues

Le lit de séchage est constitué d'une couche d'environ 10 cm de sable de 0.5 à 1.5 mm, disposée sur une couche support d'environ 15 cm de gravier de 15 à 25 mm. Des drains sont noyés dans la couche support. Ils sont constitués de tuyauteries non jointives en ciment ou en grès. Le lit est alimenté en un seul point et la couche de boues épandue est de l'ordre de 30 cm. Les boues déshydratées sont évacuées manuellement vers une mise en décharge contrôlée.

Mais après la création de la zone 27, la boue est envoyée vers Z27 pour la centrifugé et l'incinéré.

II.2. Station d'épuration Z27

II.2.1. Description

Cette station est une nouvelle unité de traitement des eaux usées provenant des drainages des unités de production P1, P3 et P4. Cette zone dispose d'un réseau d'assainissement de type séparatif qui collecte les eaux usées de process et les eaux pluviales ainsi que les drainages vers la station d'épuration. Elle est conçue pour traiter des eaux usées avec un débit de 200 m³/h et avec des caractéristiques (voir Annexe1):

II.2.2. Principales étapes de traitement

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

- ✓ Déversoir d'orage,
- ✓ Bassin d'orage,
- ✓ Bac tampon,
- ✓ Déshuileurs API
- ✓ Unité de flottation,
- ✓ Bac de rétention,
- ✓ Réacteurs biologiques séquentiels (SBR),
- ✓ Filtres à sable et anthracite,
- ✓ Epaisseur,
- ✓ Déshydratation des boues,
- ✓ Incinérateur de boues.

II.2.2.1. Prétraitement

➤ **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.

➤ **Bassin d'orage :** C'est un ouvrage en béton armé composé de trois différentes zones :

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

➤ **Bac 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

II.2.2.2. Traitement primaire

➤ **Dégrillage :**

Élimination des déchets volumineux par un dégrilleur motorisé.

➤ **Déshuilage API :**

C'est un traitement physique qui sert à séparer les hydrocarbures libres et les matières en suspension des eaux huileuses par la décantation



Figure 7:bassin API

➤ **Système de flottation IGF (induced gaz flotation) :**

Sert à éliminer les hydrocarbures et les matières en suspension dissoutes dans l'eau prétraitée jusqu'à satisfaction des normes à l'entrée de traitement biologique. Ce traitement est réalisé en utilisant un coagulant

- **Coagulation :** procédé physico-chimique visant la déstabilisation et l'agglomération des particules colloïdales présentes dans l'eau.



Figure 8 : Système de flottation IGF

➤ **Bac de rétention :**

C'est un bac de stockage sert à retenir les eaux prétraitées sortie IGF et alimentation des bacs biologiques.

II.2.2.3. Traitement secondaire

➤ 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.

Un cycle unique pour chaque réacteur est composé de cinq périodes: [4]

○ Remplissage :

- En anoxie : Durant le remplissage en anoxie, la DBO soluble est absorbée et stockée par de la biomasse jusqu'à le début d'injection d'air qui va métaboliser la nourriture.
- Avec aération : durant l'aération et la recirculation, la biomasse commence à métaboliser la nourriture (pollution) qui a été déjà absorbée et cela jusqu'à ce que le niveau haut du bac soit atteint.
 - **Réaction** : après le remplissage du bassin, à son niveau haut, commence la biodégradabilité de la pollution (DBO) et sa consommation totale par les micro-organismes.
 - **Stabilisation** : arrêt de l'aération, stabilisation et décantation de la biomasse.
 - **Récupération de l'eau traitée** : après la décantation, la récupération de l'eau traitée est envoyée vers le bassin.
 - **Arrêt / récupération de la boue** : lorsque l'arrêt de réacteur pour recevoir un autre batch, la boue récupérée est envoyée vers l'épaississeur.

II.2.2.4. Traitement tertiaire

- ✓ **Filtration** : sert à éliminer les particules solides à partir de l'eau traitée.

II.2.2.5. 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).

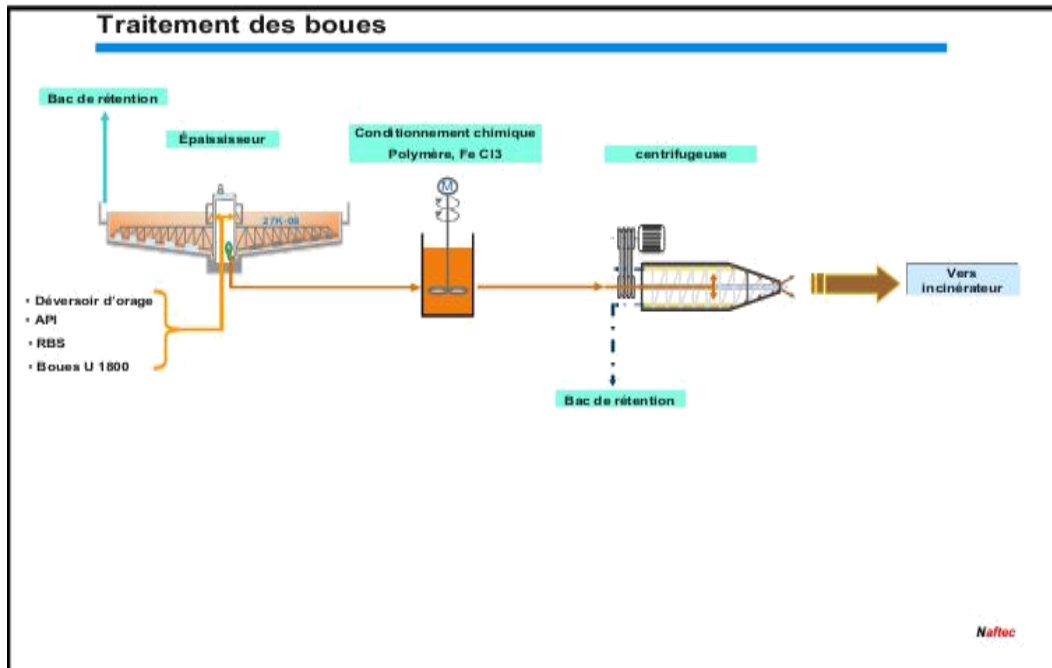


Figure 9:traitement des boues

- **Incineration** : 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.
- Traitement des fumés : par l'injection des produits chimique (urée, charbon active, bicarbonate) afin de protéger l'atmosphère

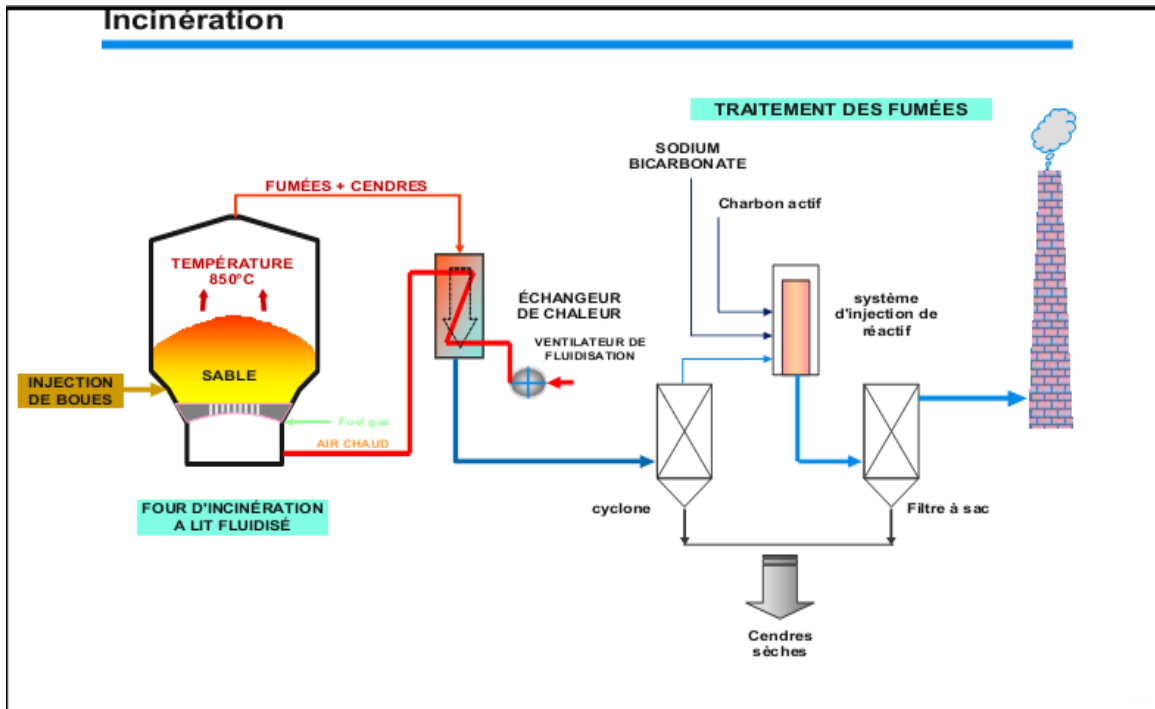


Figure 10:incinérateur

III. Partie laboratoire

Pour mieux visualiser la qualité des eaux traitées au niveau des deux unités, on a procédé à un suivi des paramètres caractérisant ces eaux au laboratoire de la raffinerie RA1Z. Les paramètres à analyser sont : le potentiel d'hydrogène (pH), la teneur en hydrocarbures, la conductivité, ainsi que les demandes chimique et biologique en oxygène (DCO et DBO₅) et la teneur en Furfural.

III.1. Méthode de travail et mode d'échantillonnage

Au cours de notre étude, le prélèvement se fait pour deux points différents de l'unité 1800 (entré déshuilage, sortie ver mer) et de la zone 27 (entrée API, sortie ver mer).

Les échantillons pris ont subi plusieurs analyses à fréquence durant un temps déterminé (du 18/04/2017 au 23/04/2017).

L'échantillonnage joue un rôle prépondérant dans l'analyse scientifique, l'échantillonneur doit tenir des recommandations suivantes :

- L'échantillon doit être représentatif de la masse d'eau considéré.
- Donner une grande importance pour le transport pour qu'il ne s'altère pas et aboutir à de mauvais résultats, entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.
- Remplir les bouteilles en ras.
- Laisser l'eau écouler pendant quelques minutes puis on prélève.

III.2. 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, notre suivi a touché 05 analyses dont :

- PH
- Conductivité
- Le teneur en hydrocarbure
- DCO
- DBO
- Furfural

Tableau 6 :équipement d'analyses

Tests	Méthodes d'analyses	Equipements avec marque
PH	ASTM D 1293	PH-mètre, METROHM 632
Conductivité	ASTM D 1125	Conductimètre, WTW-NF 191
Teneur en HC	AFNOR NF M07-203	Analyseur d'Hydrocarbures OCMA-310
DCO	AFNOR NF T90-204	Assemblage de matériels (verrerie)
DBO	AFNOR NF T90-103	DBO-METRE (OXITOP)
Teneur en furfural	TEXACO	UV-VISIBLE

III.2.1. Mesure du pH

➤ Principe :

La mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire de PH de celle-ci. Selon la loi de NERNST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

➤ Réactifs :

- Solutions tampons

➤ Appareillage :

- Electrode spécifique ;
- Electrode combinée ;
- PH-mètre.

➤ Mesure :

- Etalonnage de l'appareil à $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, par les solutions tampons
- Faire les mesures de vos échantillons à $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, en plongeant dans votre échantillon et laisser stabiliser pendant quelques secondes, et noter la valeur du PH de votre échantillon.

III.2.2. Mesure de la conductivité

➤ Principe :

- La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de mesure un galvanomètre ou une image cathodique.

➤ Appareillage :

- Conductivimètre ;

- Electrode.

➤ **Mesure :**

- Mettre l'appareil en marche.
- Étalonner avec une solution de KCL de concentration connue, et donc de conductivité connue.
- Plonger ensuite l'électrode dans votre échantillon,
- 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. Mesure de la teneur en 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.2.4. Détermination de la DCO

➤ **Méthode :** par le dichromate de potassium

➤ **Principe :**

L'ébullition à reflux, dans les conditions définies dans la présente norme, d'une prise d'essai de l'échantillon, en milieu acide, en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium, de sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure (II) permettant de complexer les ions chlorures.

La détermination de l'excès de dichromate avec une solution titrée de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

Le calcul de la DCO à partir de la quantité de dichromate de potassium réduite.

➤ **Réactifs :**

- Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,83 \text{ g/ml}$) ;
- Acide sulfurique -sulfate d'argent ;
- Sulfate de fer (II) et d'ammonium, solution titrée $c[(\text{NH}_4)_2 \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] \approx 0,12 \text{ mol/l}$;
- Sulfate de mercure (II) (HgSO_4) en cristaux ;
- Dichromate de potassium, solution étalon $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,040 \text{ mol/l}$ contenant le sulfate de mercure (II) ;
- Ferroïne, solution d'indicateur ;
- Granulés régulateurs d'ébullition.

➤ **Appareillage :**

- 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'un réfrigérant adaptable et dimensionné de façon à éviter toute perte significative de matériaux volatils ;
- 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.

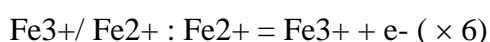
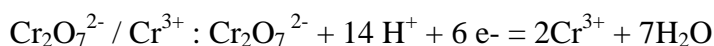
Remarque :

- Effectuer un essai à blanc parallèlement à la détermination, en suivant le même mode opératoire que pour l'essai, mais en remplaçant la prise d'essai par 10 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente.
- Vérifier régulièrement la technique opératoire, de même que la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie, par analyse de 10ml de la solution de référence en suivant le même mode opératoire que pour la prise d'essai.

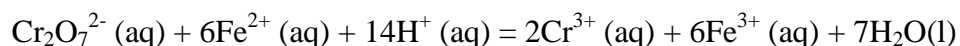
➤ **Expression des résultats :**

- On obtient les réactions suivantes :

Demi-équations électroniques :



Equation de la réaction support :



- La demande chimique en oxygène, DCO, exprimée en mg/l, est donnée par la formule :

$$\text{DCO} = 8000.C. (\text{V1}-\text{V2}) / \text{V0}$$

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 ;

V2 : le volume, en ml, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour la détermination.

III.2.5. 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 5g/l ;
- Soude en pastille.

➤ Appareillage

- L'incubateur ;
- Fiole ;
- Flacons.

➤ Mode opératoire :

- Prendre 164 ml d'échantillon avec la fiole de mesure, 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 **S** et **M** pendant 02 secondes pour avoir le zéro.
- En parallèle, faire un 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 7 : Les mesures et les facteurs des différents volumes pour le calcul de la DBO

Volume échantillon (ml)	Mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50

III.2.5. Détermination de la teneur furfural

Le furfural a pour effet d'endommagé le traitement biologique. Pour la détermination de ce dernier nous avons suivi le mode opératoire suivant : Pour le prélèvement de 70 ml de l'échantillon, on ajoute 1 ml de l'indicateur de furfural (20 ml Aniline $C_5H_5NH_4$ + 10 ml Acide chloridrique HCL + 70 ml éthanol C_2H_4). Le changement de couleur : orange vers le rouge signifie la présence du furfural. D'après quand on laisse le mélange en repos pendant 15 min à l'abri de la lumière. Enfin, on fait passer l'échantillon dans le spectrophotomètre (UV-visible) qui va afficher le résultat.

La lecture de l'absorbance s'effectue à la longueur d'onde $\lambda = 510$ nm.

La courbe d'étalonnage est la suivante :

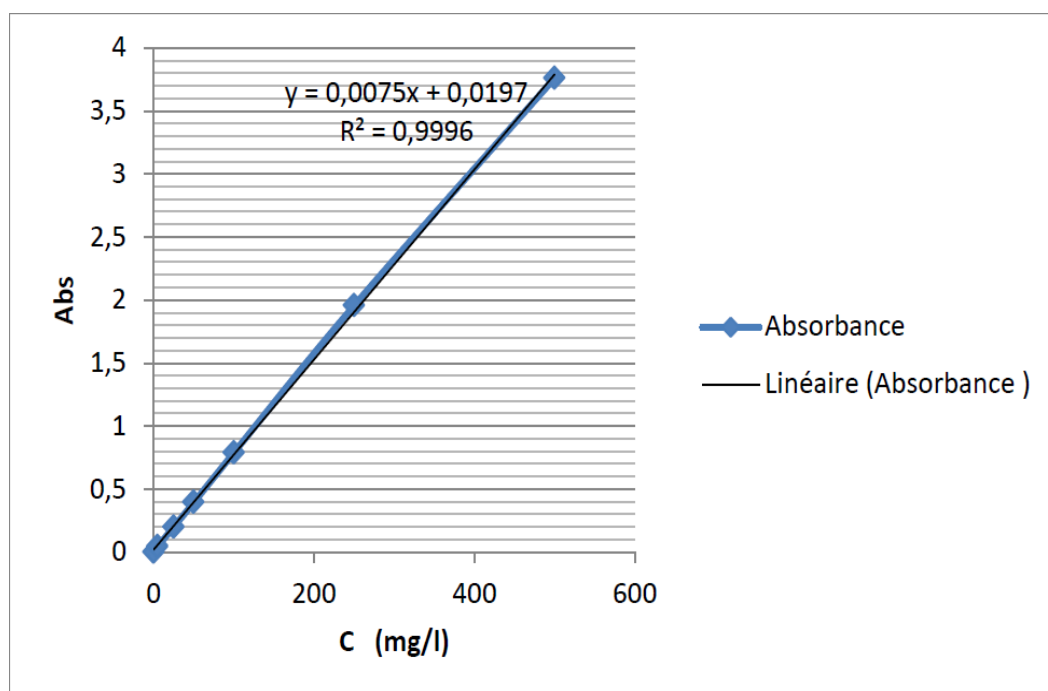


Figure 11 : Courbe d'étalonnage de furfural

➤ **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.

➤ **La spectrophotométrie :**

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée, en solution. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière dans les limites de proportionnalité énoncées par la loi de Beer-Lambert :

$$A = \epsilon l C$$

- A : est l'absorbance ou la densité optique (sans unité) de la solution pour une longueur d'onde λ ;
- C : (en mol.m⁻³) est la concentration de la substance absorbante
- L : (en cm) est la longueur du trajet optique
- ϵ (en m³.mol⁻¹.cm⁻¹) est le coefficient d'extinction molaire de la substance absorbante en solution. Il rend compte de la capacité de cette substance à absorber la lumière, à la longueur d'onde λ .

La densité optique des échantillons est déterminée par une spectrophotométrie préalablement étalonné sur la longueur d'onde d'absorption de la substance à étudier. La relation de Beer-Lambert décrit que, à une longueur d'onde λ donnée, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à sa concentration, et à la longueur du trajet optique (distance sur laquelle la lumière traverse la solution).



Figure 12 : La spectrométrie

IV. Résultats d'analyses et discussions

IV.1. Unité 1800

IV.1.1. Méthodologie de prélèvement

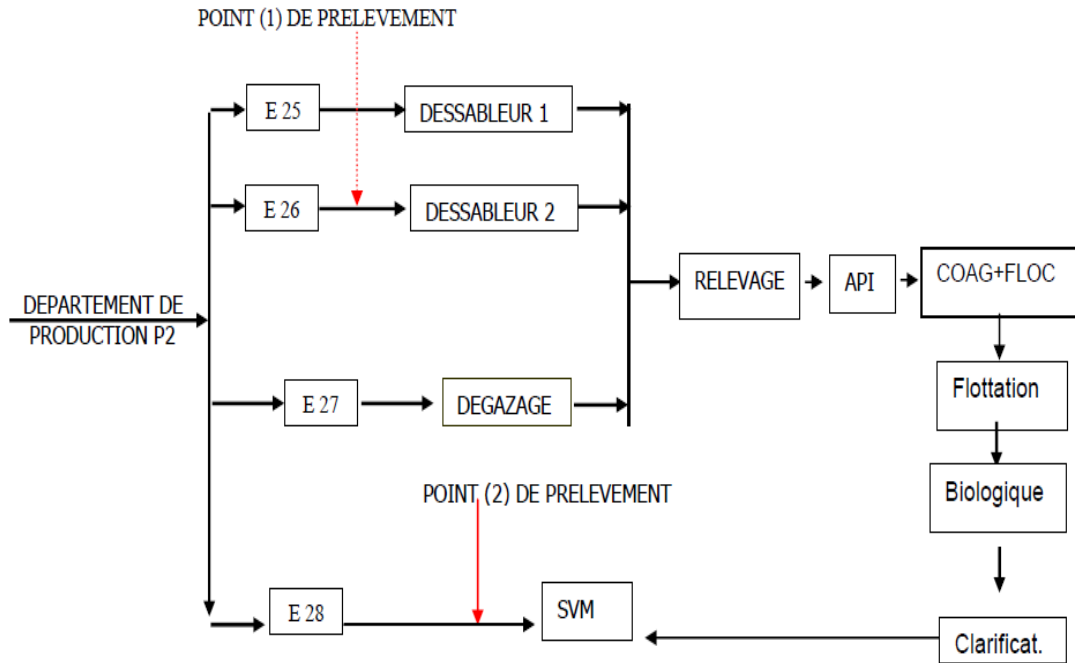


Figure 13 : les points de prélèvement dans la station d'épuration U1800

Nous avons présenté les résultats des analyses réalisées au niveau de laboratoire de la raffinerie sur les tableaux suivants :

V.1.1.1. Mesure de PH

Tableau 8 : Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée	SVM
18/04/2017	7,1	7,1
19/04/2017	7,9	7,5
20/04/2017	7,4	7
23/04/2017	7	6,8

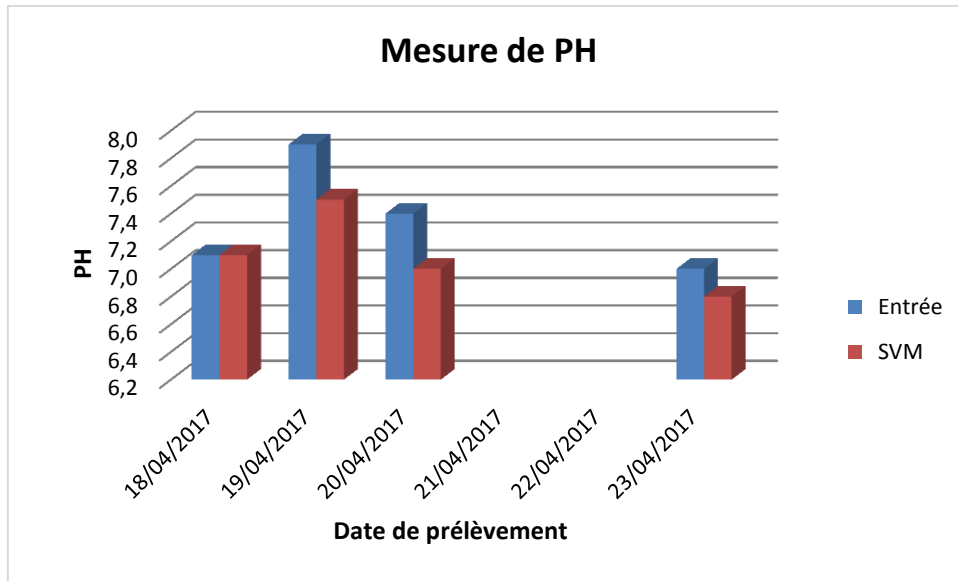


Figure 14 : Evolution de pH à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

- le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 6,7 et 7,9, il est donc conforme aux normes de rejets « 5,5 à 8,5 ».

V.1.1.2. Mesure de la Conductivité

Tableau 9 : Les valeurs de la conductivité à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée (μS^{-1})	SVM (μS^{-1})
18/04/2017	470	391
19/04/2017	378	350
20/04/2017	518	446
23/04/2017	531	396

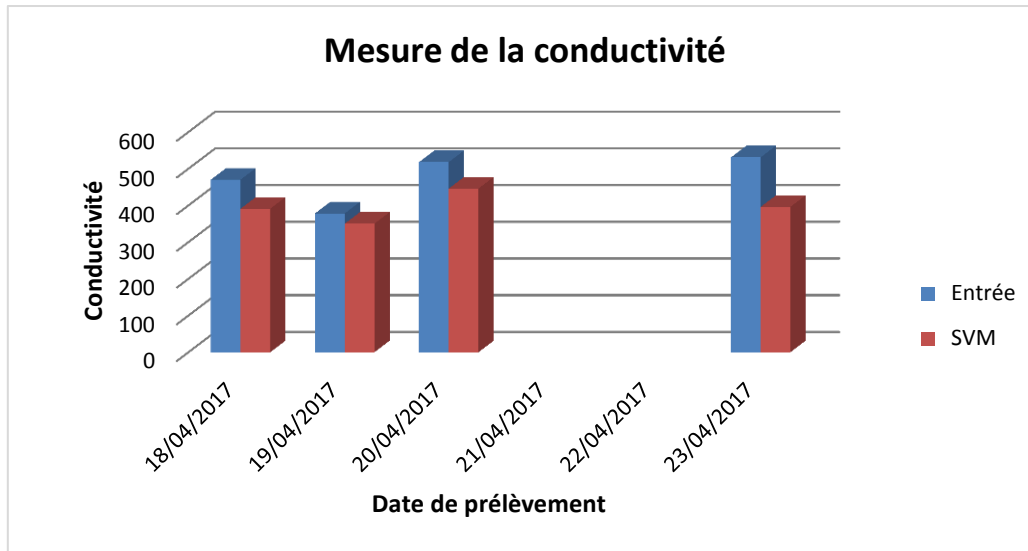


Figure 15 : Evolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

- La conductivité a légèrement diminué mais ça reste qu'il n'y a pas une grande différence entre la conductivité à l'entrée et à la sortie.
- On mentionne qu'il n'y a pas un traitement qui élimine les sels au niveau de la raffinerie
- Rq : La conductivité n'a pas une influence importante sur les rejets car l'eau de mer est très chargée en sel.

V.1.1.3. Mesure de la Teneur en HC

Tableau 10 : Les valeurs de la teneur en HC à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	6725	10
19/04/2017	3300	0
20/04/2017	3525	4,1
23/04/2017	5750	6,5

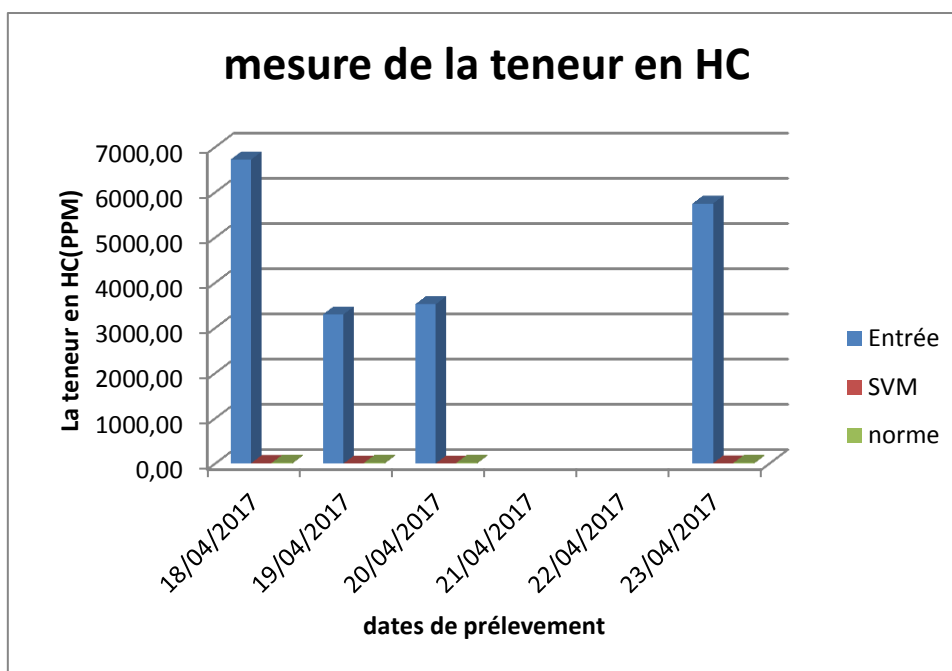


Figure 16 : Evolution de la teneur en HC(PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

- On remarque que la teneur en HC à l'entrée est très élevée cela est dû à la source de notre effluent. La valeur moyenne de la teneur en hydrocarbures à la sortie est de l'ordre de 5,15 mg/l, elle a diminué de 1000 fois d'environ, et cette valeur est conforme à la norme de rejet « 15mg/l ». Cela indique une bonne élimination d'HC et donc un bon fonctionnement de notre unité.

V.1.1.4. Mesure de la DCO

Tableau 11 : Les valeurs de DCO à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	134	60
23/04/2017	181	57
30/04/2017	160,5	55
07/05/2017	296,4	80

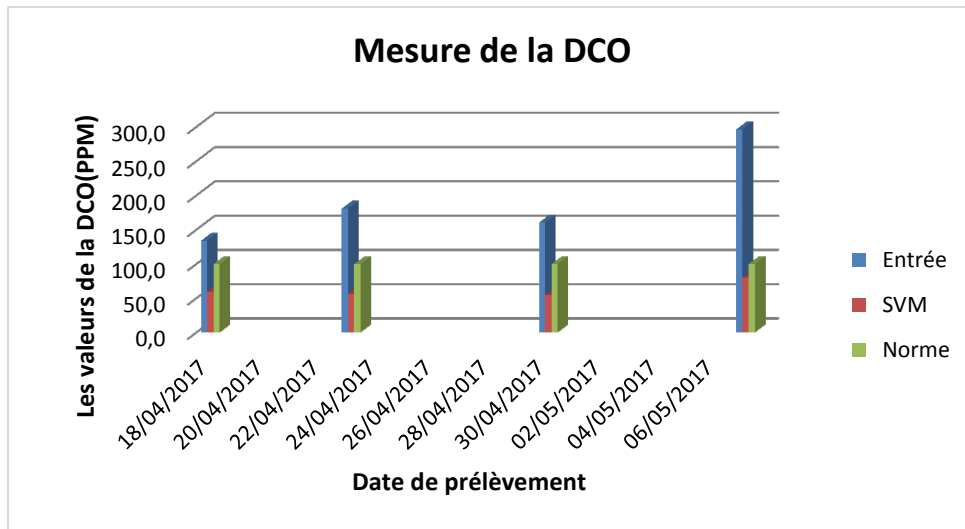


Figure 17 : Evolution de la DCO(PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

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

V.1.1.5. Mesure de la DBO₅

Tableau 12 : Les valeurs de DBO₅ à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	82	20
23/04/2017	77	25
30/04/2017	88	24
07/05/2017	118	18

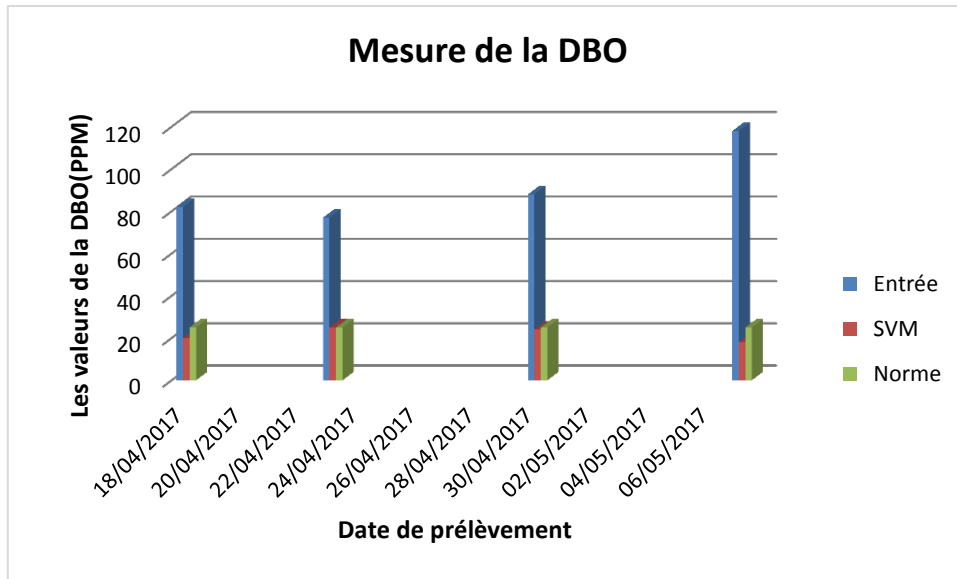


Figure 18 : Evolution de la DBO à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

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

V.1.1.6. Mesure de la teneur en furfural

Tableau 13 : Les valeurs de la teneur en furfural à l'entrée et à la sortie de U1800

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	5	0
19/04/2017	97	36
20/04/2017	25	3
23/04/2017	7	0

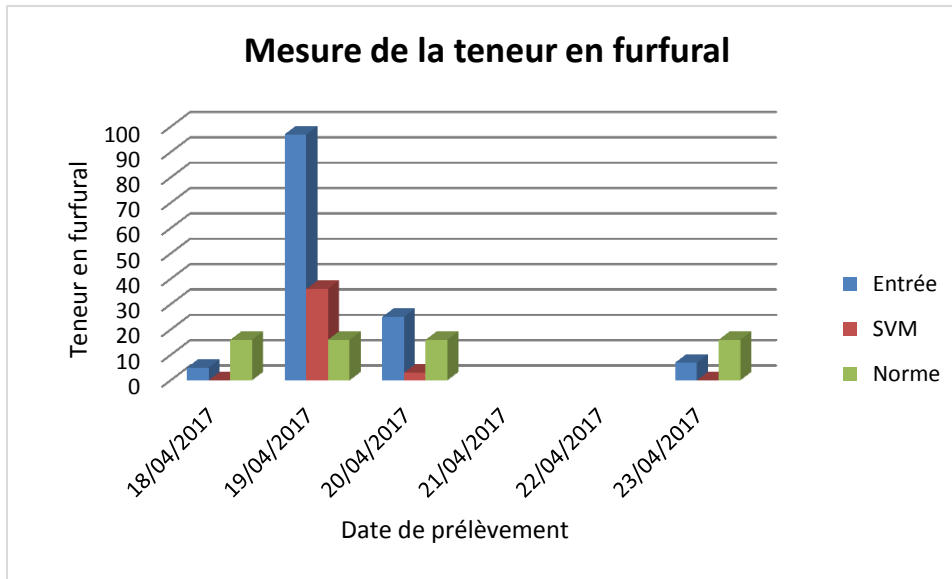


Figure 19 : Evolution de la teneur en furfural (PPM) à l'entrée et à la sortie de U1800

➤ **Interprétation :**

- Les valeurs du solvant (furfural) sont en majorité inférieure à la norme de rejet « 16mg/l » cela est dû au bon fonctionnement de l'unité et donc on assure une sécurité pour le traitement biologique.
- Le 17/04/2016, on remarque une valeur élevée en furfural (97 PPM) suite au dépotage de ce dernier au niveau de la zone5.

IV.2. Zone27

IV.2.1. Méthodologie de prélèvement

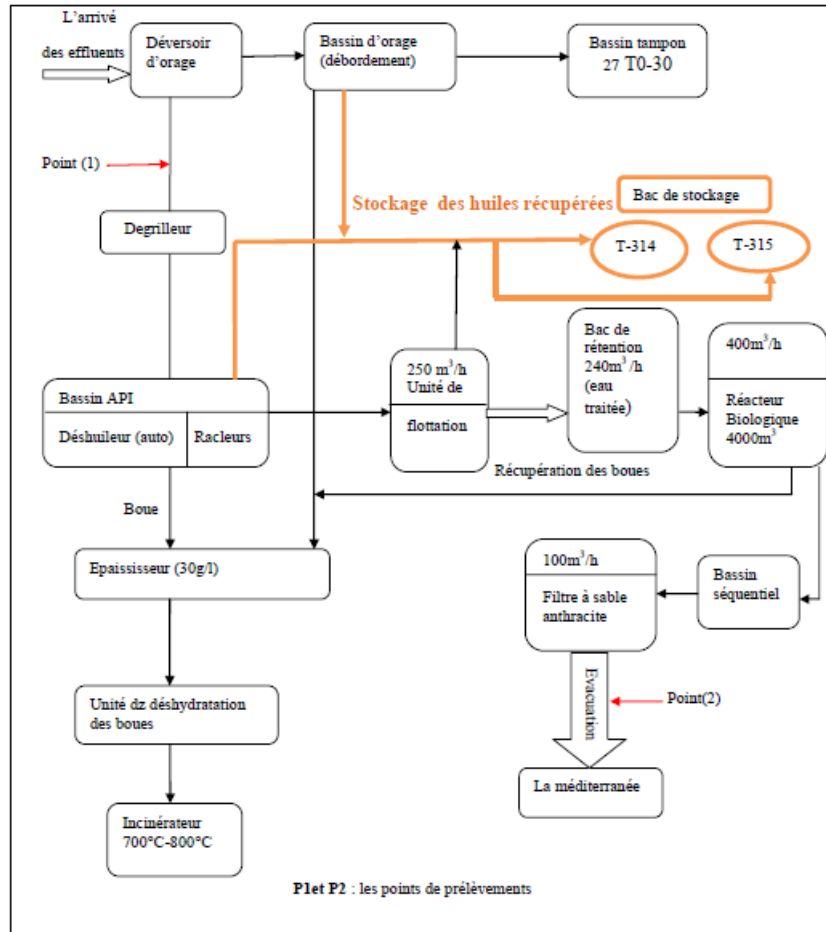


Figure 20 : les points de prélèvement dans la station d'épuration Z27

IV.2.1.1. Mesure du PH

Tableau 14 : Les valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée	SVM
18/04/2017	7,1	7,1
19/04/2017	7,2	7,2
20/04/2017	6,9	6,9
23/04/2017	6,8	6,8

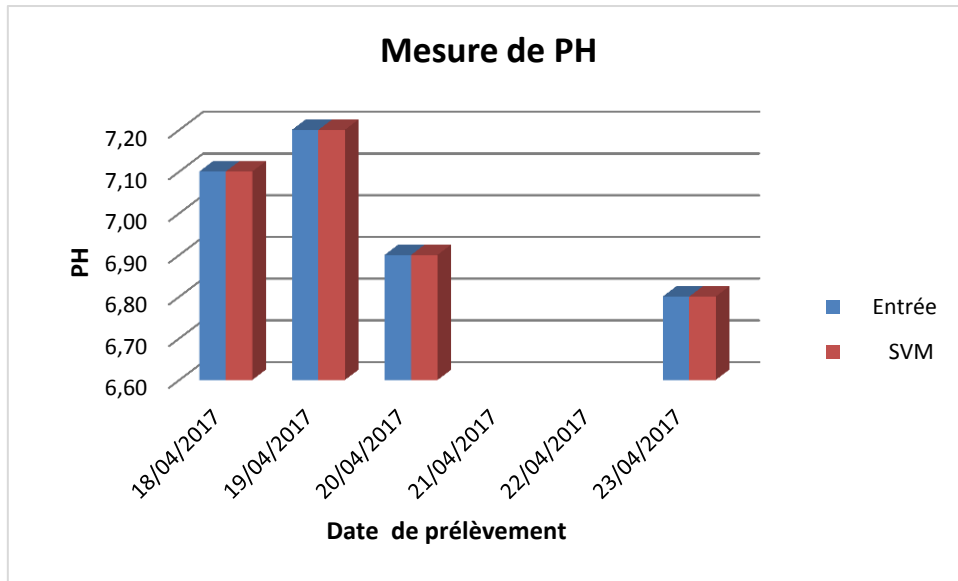


Figure 21 : Evolution de PH à l'entrée et à la sortie de Z27

➤ **Interprétation :**

- le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 6,7 et 7,9, il est donc conforme aux normes de rejets « 5,5 à 8,5 ».

IV.2.1.2. Mesure de la conductivité

Tableau 15: Les valeurs de la conductivité à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée (μS^{-1})	SMV (μS^{-1})
18/04/2017	2450	2180
19/04/2017	2035	2100
20/04/2017	2354	2150
23/04/2017	1385	789

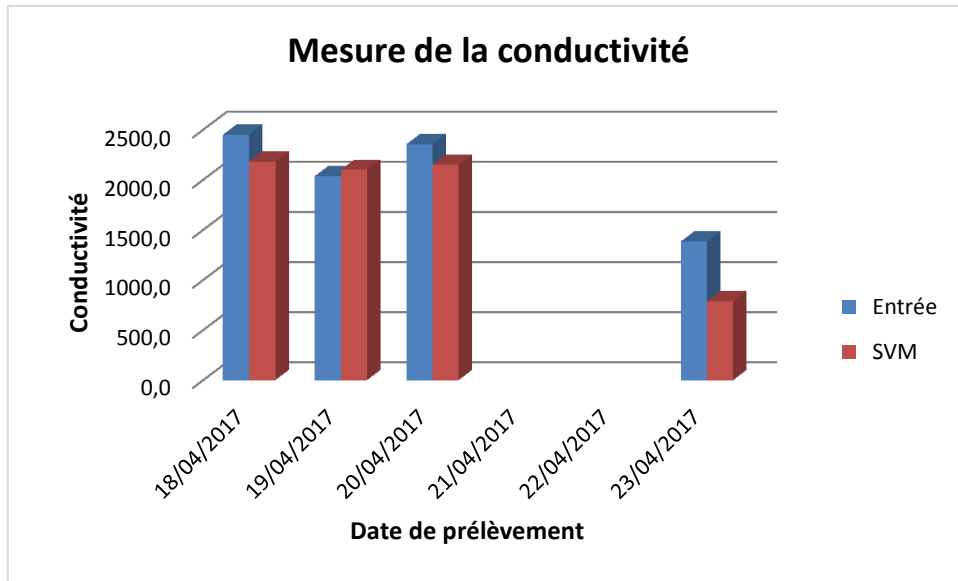


Figure 22 : Evolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de Z27

➤ **Interprétation :**

- On n'a pas une grande différence entre l'entrée et la sortie.
- Y'a un traitement qui élimine les sels.
- La conductivité n'a pas une influence importante sur les rejets car l'eau de mer est très chargée en sel.

IV.2.1.3. Teneur en HC

Tableau 16: Les valeurs de la teneur en HC à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	6725	6,4
19/04/2017	3300	0,0
20/04/2017	3525	2,3
23/04/2017	5750	1,5

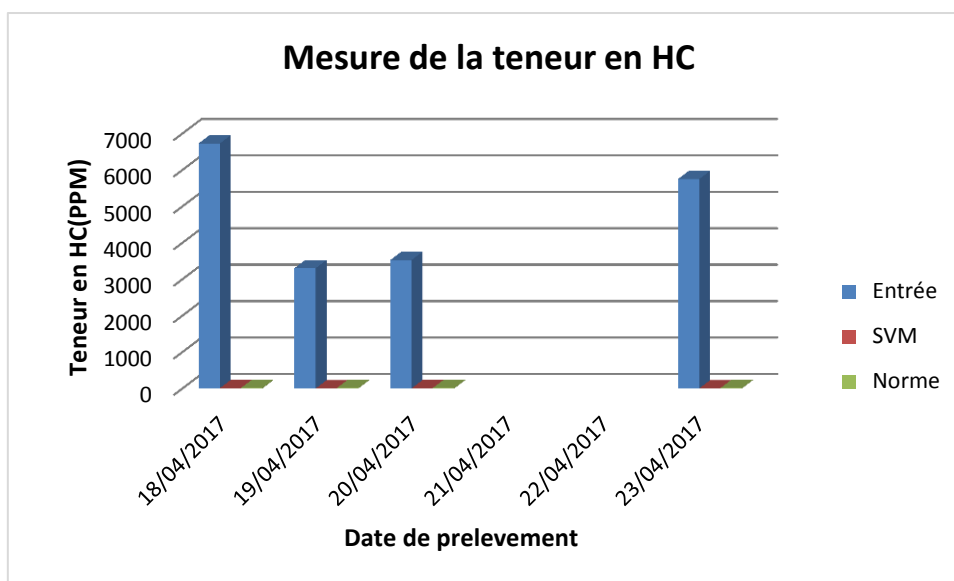


Figure 23 : Evolution la teneur en HC(PPM) à l'entrée et à la sortie de Z27

➤ **Interprétation :**

- On remarque que la teneur en HC à l'entrée est très élevée cela est dû à la source de notre effluent. La valeur moyenne de la teneur en hydrocarbures à la sortie est de l'ordre de 2,55 mg/l, elle a diminué de 1000 fois d'environ, et cette valeur est conforme à la norme de rejet « 15mg/l ». Cela indique une bonne élimination d'HC et donc un bon fonctionnement de notre unité.

IV.2.1.4. Mesure de la DCO

Tableau 17: Les valeurs de la DCO à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	642	53
23/04/2017	786	48
30/04/2017	904	57
07/05/2017	666	45

➤ **Interprétation :**

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

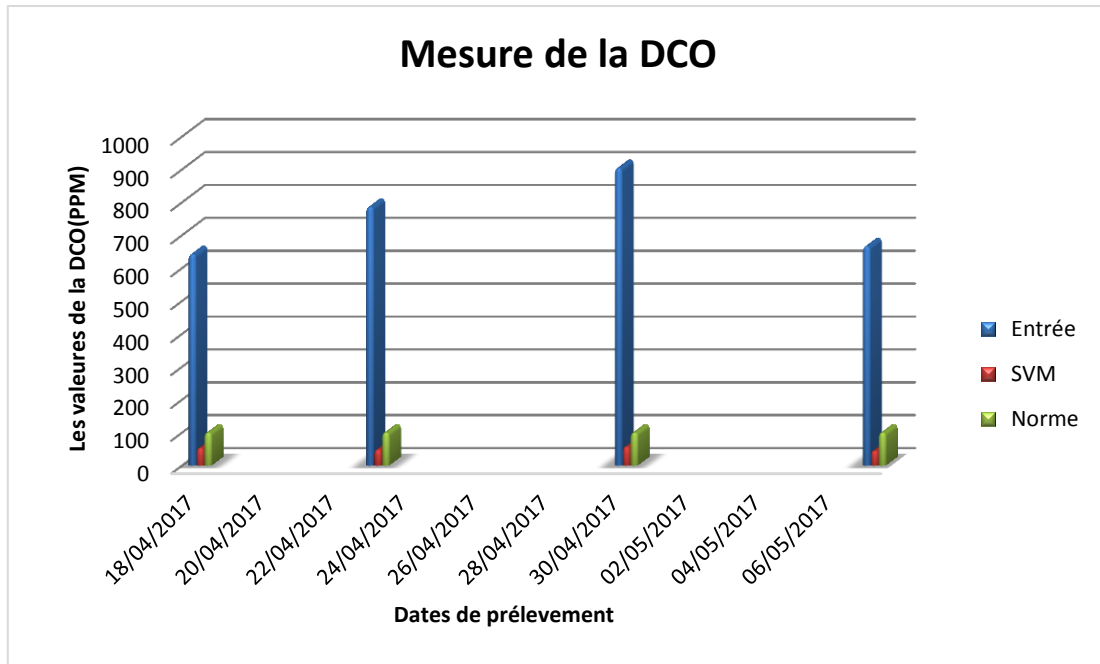


Figure 24 : Evolution de la DCO(PPM) à l'entrée et à la sortie de Z27

IV.2.1.5. Mesure de la DBO₅

Tableau 18: Les valeurs de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	82	15
23/04/2017	77	13
30/04/2017	88	8
07/05/2017	118	10

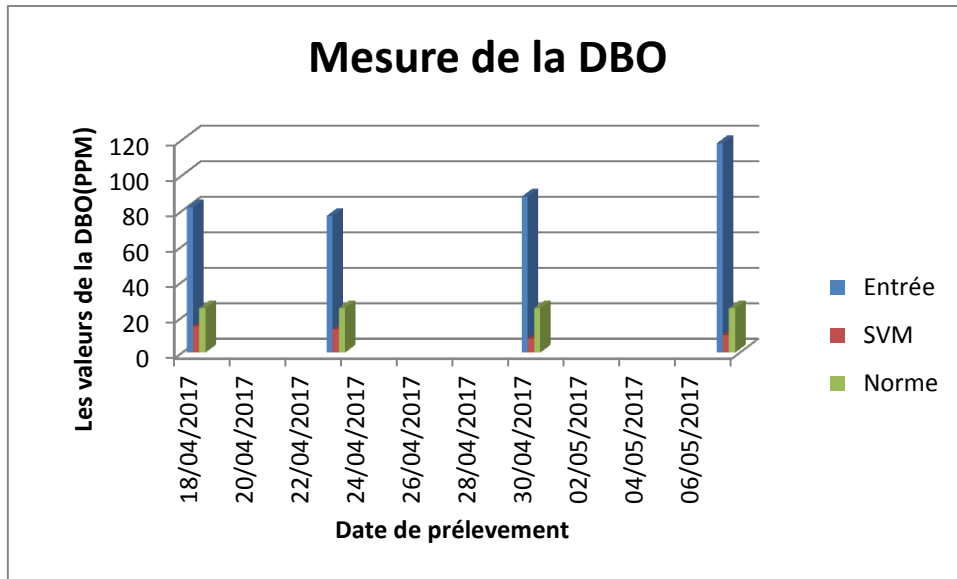


Figure 25 : Evolution de la DBO(PPM) à l'entrée et à la sortie de Z27.

➤ **Interprétation :**

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

IV.2.1.6. Mesure de la teneur en furfural

Tableau 19: Les valeurs de la teneur en furfural à l'entrée et à la sortie de Z27

Dates	Entrée (PPM)	SVM (PPM)
18/04/2017	30	2
19/04/2017	42	4
20/04/2017	4	0
23/04/2017	7	1

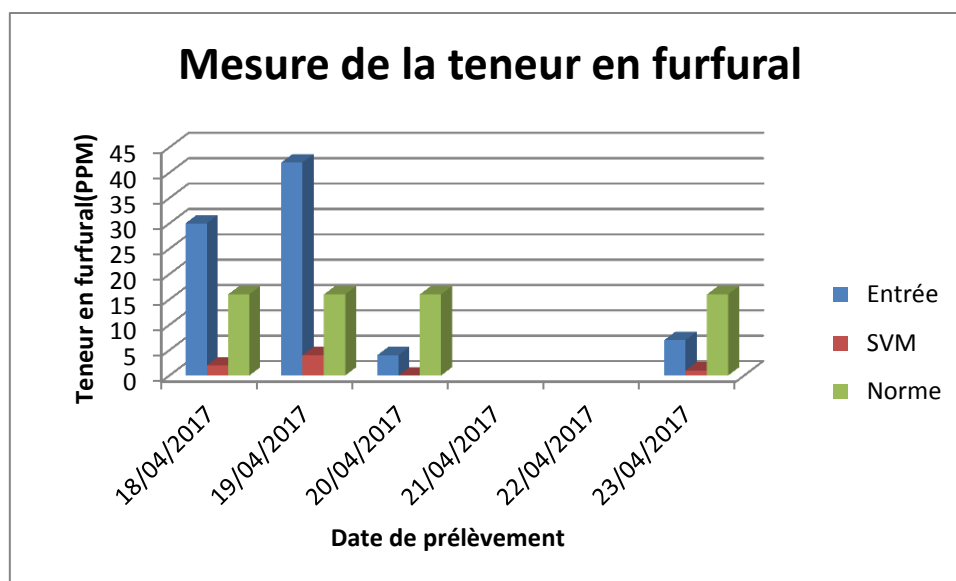


Figure 26 : Evolution la teneur en furfural(PPM) à l'entrée et à la sortie de Z27

➤ **Interprétation :**

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

V. Tableau comparative entre U1800 et Z27

Tableau 20 : tableau comparative entre U1800 et Z27

	U1800	Z27
Structure	Ouverte	Couverte
Débit	83 m ³ /h En continu	200m ³ /h Par période
Prétraitement	Se fait dans différent bassins Dessablage - Déshuilage	Le déshuilage et le dessablage se font dans le même bac
Traitement primaire	- L'injection de coagulant et flocculant - Système de flottation FAD	- L'injection de coagulant - Système de flottation IGF
Traitement secondaire (biologique)	System continu	Système discontinu
Boue activée	Se passe dans le réacteur Pas de recyclage	La boue est recyclée de clarificateur ver le bassin biologique
Traitement tertiaire	Lit de séchage	L'incinérateur

Conclusion

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 unis et les différentes organisations.

La raffinerie d'Arzew a lancé un programme ambitieux qui s'est avéré à la hauteur de sa renommée à savoir la mise en service de la zone 27(l'unique station d'épuration existante en Afrique : la dernière technologie siemens) et la réhabilitation de l'ancienne station d'épuration (Unité 1800) afin de préserver l'environnement tout en améliorant sa production.

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons constaté l'importance de la station d'épuration de la raffinerie d'Arzew (zone 27) qui a pour objectif l'épuration des eaux huileuses, des boues de nature toxique et cancérigène, et la complexité du fonctionnement de cette unité.

Nous avons également constaté la bonne maintenance de La 1800 qui est plus ancienne de 20 ans. Durant notre travail, nous avons fait un suivi des deux unités de traitement 27 et 1800 de la raffinerie d'Arzew, Les analyses effectuées sur les effluents liquides des deux unités : Ph, Hc, Conductivité, DCO et DBO sont très proches et conformes à la norme d'où la performance des deux unités.

- Les rendements d'élimination de la DCO et des hydrocarbures sont efficaces et sont inférieur à la norme
- Les pH sont neutralisés comme exigé dans la norme, suite à la bonne qualité des eaux réceptionnées par la station d'alimentation en eau KAHRAMA.
- L'élimination du furfural est satisfaisante d'où le bon fonctionnement du traitement biologique

Recommandations

- Puisque La qualité des eaux traitées répond aux normes Algériennes de rejets industriels, c'est-à-dire qu'elles peuvent être rejetées à la mer sans causer de déséquilibres environnementaux. Pour cela nous recommandons de réutiliser ces eaux comme appoint au niveau de la tour de refroidissement afin de minimiser l'utilisation d'eau d'appoint provenant de ressources externes à la raffinerie. Donc il faut Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux épurées répondent à la qualité exigée par la norme de réutilisation d'eau comme appoint dans les circuits de refroidissement.

- Renflouer les trous de terre avec la cendre issue de l'incinération de la boue.
- Changer le coagulant utilisé au niveau de la zone 27 « Le chlorure ferrique » par un autre produit, car il est l'origine d'une importante corrosion au niveau de système d'injection et fonctionne dans pH (1-2) et son pH optimal (supérieur à 5). A un pH élevé la performance de coagulant diminue et les hydroxydes d'aluminium augmentent dans l'eau.

Bibliographie

- [1] wikipédea
- [2] Document interne de la raffinerie d'Arzew, département des ressources humaines ,1998.
- [3] Livre de la société nationale de raffinage de pétrole
- [4] Le raffinage du pétrole - Tome 1 J.-P. Wauquier, Collectif Technip 1994
- [5] Manuel zone 3 (utilités)
- [6]mémoirede Magister ; traitement des eaux usés Mme Meziane Usto 2005
- [7] K-Othmer, concise Encyclopedia of chemical Technology, 3rd Ed, John Wiley, New York
- [8] U.K. Ghosha, CNarayan. Pradhana, B. Adhikari, Desalination 208 (2007) 146-158.
- [9] cours pollution , Power point Mme Jadi
- (10)- Mme Ghania. Extraie du document, étude environnement à la raffinerie d'Arzew
- [11] decret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 Correspondant au 17 avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels la Réglementation algérienne
- [12] googleearth 2015
- [13]- manuelle opératoire de la station d'épuration (zone 27) de la raffinerie d'Arzew RA1/Z .
- K-Othmer, concise Encyclopedia of chemical Technology, 3rd Ed, John Wiley, New York
 - Dégriment traitement des eaux juillet 1980 ; N/Réf 333.0.3702.3.00 (Unité de traitement des effluents et de traitement de l'eau recyclée).
 - F.EDELIN ; L'épuration physico-chimique des eaux theorie et technologique TEC et DOC ,1992.
 - Journal officiel de la république algérienne.
 - Anonyme, Bilan annuel du traitement du pétrole brut ; Département Commercial

Annexes

Qu'est-ce qu'une norme ?

Les normes sont des accords documentés contenant des spécifications techniques ou autres critères précis destinés à être utilisés systématiquement en tant que règles, lignes directrices ou définitions de caractéristiques pour assurer que des matériaux, produits, processus et services sont aptes à leur emploi.

Description de la norme ISO 14001

La norme ISO 14001 décrit un système de management environnemental (SME) permettant à une entreprise de développer et de mettre en œuvre une politique et des objectifs en matière de protection de l'environnement.

Le SME proposé par la norme ISO 14001

Selon ISO 14001, un SME comprend six éléments clés :

- Politique environnementale : déclaration d'intention et d'engagement d'un organisme quant à sa performance environnementale.
- Planification : activité par laquelle l'organisme analyse l'impact environnemental de ses opérations.
- Mise en œuvre et fonctionnement : élaboration et application de processus concourant à atteindre des buts et des objectifs liés à l'environnement.
- Contrôle et action corrective : activité de surveillance et de mesure des indicateurs environnementaux axée sur la réalisation des buts et objectifs de l'organisme.
- Revue de la direction : examen du SME réalisé par la haute direction de l'organisme pour vérifier si ce système est toujours stable, approprié et efficace.

Tableau 1 : Les caractéristiques géométriques du bassin d'orage sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristique géométrique			Unité
- Surface utile	S_u	175	m^2
- Hauteur de la chambre	H_g	4.67	M
- Largeur	l	7.00	M
- Longueur	L_T	25.00	M

Tableau 2 : Les caractéristiques géométriques du bassin tampon sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristique géométrique			Unité
- Volume utile	V_u	4 000	m^3
- Hauteur utile	H_U	12	m
- diamètre interne	D_i	21	m

Tableau 3 : Les caractéristiques géométriques du déshuileur API sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristique géométrique			Unité
Nombre de canal	N	2	U
Longueur du déshuileur	L_d	58	m
Largeur d'un canal	l	3,50	m

Tableau 4 : Le pH est un paramètre essentiel dans les réactions biologiques afin de le maintenir entre 6 et 8 une installation de correction de pH est projetée avec les caractéristiques regroupées dans le tableau qui suit

Pompe doseuse	Produit	Débit	Unité
27K – 11	NaOH (30%)	150	l/h
27K – 12	H ₂ SO ₄ (98%)	30	l/h
27K – 13	Urée (75%)	80	l/h
27K – 14	H ₃ PO ₄ (70%)	05	l/h

Tableau 6 : Les caractéristiques techniques des filtres sont regroupées dans le tableau suivant :

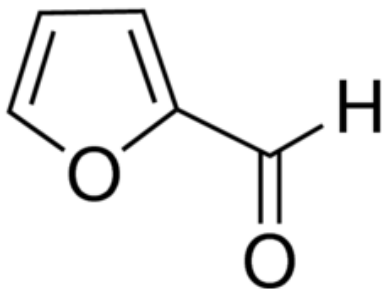
Débit d'alimentation	100 m ³ /h
Surface minimum d'un filtre	07.00 m ²
Débit air de lavage	80 Nm ³ /m ² .h
Débit eau de lavage	35 m ³ /m ² .h
Durée de lavage d'un filtre	10 min

Tableau 7 : Le tableau suivant regroupe les différentes caractéristiques des matériaux de filtration utilisés :

Matériau	Forme	Densité	C.U.	Granulométrie
SABLE	arrondie	2,6	1,65	0,45 – 0,55
ANTHRACITE	arrondie	1,5	1,65	0,80 – 1,00

Tableau 8 : Les caractéristiques géométriques de l'épaisseur sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristique géométrique		Unité
Surface utile	Su	78,54 m²
Diamètre interne	Di	11,00 M
Hauteur	H	5,00 M
Inclinaison de fond	-	5 – 60 °



Formule chimique de furfural