



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université M'hamed Bougarra Boumerdes
Faculté Des Hydrocarbures Et De la Chimie
Département de Génie Des Procédés Chimiques Et Pharmaceutiques

Mémoire *Pour l'obtention du diplôme de MASTER*

OPTION:

Génie de l'Environnement Appliquée aux Hydrocarbures

Thème:

Traitement Des Effluents Au Niveau De La Raffinerie D'ARZEW

Réaliser par :

CHIKHAOUI Khalid
BENHAMIDA Mostefa

Devant le jury :

Promoteur: Prof.NEBIEV Mohammed	UMBB
Président : Mr.BOUZID Mohammed	UMBB
Examinatrice: Mme.DJADI Amine	TSA

Année Universitaire: 2015 – 2016

Remerciements

Ce projet n'aurait pas abouti sans la bénédiction du Bon Dieu, Qui nous a donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail et Qui a entendu nos prières.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de manière directe ou indirecte à l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions également et profondément notre encadreur Ms NEBIEV Mohammed qui n'a jamais cessé de nous conseiller, orienter et nous encourager.

Merci pour sa disponibilité et sa coopération remarquable.

Nous tenons à remercier le personnel du complexe Raffinerie, Ainsi que tout le groupe d'unité 1800 et la zone 27, tant pour leurs encouragements que pour l'aide qu'ils nous ont apporté de leurs critiques et de leurs suggestions à propos de notre travail.

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Nos vifs remerciements au membre de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Ainsi à tous les enseignants pour leurs efforts tout au long de nos années d'études.

Dédicace

A mes chers parents.

Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.

A mes frères et mes sœurs : Qui sont me réconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A mon petit neveu : Abdelkader. Mes petites nièces: Malak, et Samira.

A toute ma famille.

A toutes les personnes que je porte dans le cœur, mes très chers amis Youcef, Omar, zaki.

Sommaire :

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

I. Présentation de la raffinerie d'Arzew

I.1 Historique.....	02
I.2 Situation géographique	03
I.3 L'importance de la raffinerie	04
I.4 Les principaux zones du complexe.....	04
I.5 Nature et capacité de production	12
I.6 Bilan énergétique	13
I.7 Bilan hydrique.....	13
I.8 Principaux produits chimiques utilisés	14

II. Pollution de l'eau

II.1 Introduction.....	15
II.2 Classification des polluants de l'eau	15
II.2.1 les polluants physiques	16
II.2.2. les polluants chimiques	16
II.2.3 Les polluants Biologiques	16
II.2.1.3 les polluants Radioactifs	16
II.3 Les sources potentielles de pollution dans la raffinerie d'Arzew.....	17
II.3.1 Les unités de service ou utilités	17
II.3.2 Les unités de carburants	18
II.3.3 Les unités de lubrifiants	18
II.3.4 les unités de bitumes	18
II.4 Les rejets industriels	19

II.4.1 Natures des rejets liquides dans la raffinerie d'Arzew	19
II.5 les différents types de pollution par les rejets liquides	21
II.5.1 La pollution organique	21
II.5.2 La pollution microbiologique	22
II.5.3 La pollution par les hydrocarbures	22
II.5.4 La pollution thermique	22
II.5.5 La pollution minérale	22
II.5.6 La pollution chimique	23
II.5.7 La pollution mécanique	23
II.6 Caractéristiques des effluents.....	24
II.6.1 Introduction	24
II.6.2 Origine industrielle	24
II.6.3 Origine domestique	25
II.6.4 Origine agricole	26
II.6.5. Les paramètres d'appréciation de la qualité des rejets industriels..	26
II.6.5.1. Paramètres Physiques.....	27
II.6.5.1.1. La température.....	27
II.6.5.1.2.La matière en suspension (MES).....	27
II.6.5.1.3 : Les matières volatiles en suspension (MVS)	28
II.6.5.1.4 : Les matières minérales – les matières sèches totales	28
II.6.5.1.5 : Les matières décantables et non décantables	28
II.6.5.1.6:Le PH	28
II.6.5.1.7:Conductivité	29
II.6.5.2.Paramètres Organoleptiques.....	30

II.6.5.2.1 : Turbidité	30
II.6.5.2.2.La couleur.....	31
II.6.5.3.Paramètres Chimique.....	31
II.6.5.3.1.L'Oxygène Dissous.....	31
II.6.5.3.2.La Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	31
II.6.5.3.3.La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	32
II.6.5.3.4.L'azote total (KJELDAHL).....	33
II.6.5.3.5: Les nitrates.....	34
II.6.5.3.6 :L'azote ammoniacal.....	36
II.6.5.3.7.Le Phosphore.....	37
II.6.5.3.8 : Le sulfate.....	38
II.6.5.3.9:Les hydrocarbures	38
II.6.5.3.10 : Les solvants organiques.....	38
II.6.5.3.11 : Le phénol.....	39
II.6.5.3.12 : Les métaux lourds.....	40
II.7.Norme nationale selon le JORAD.....	41

III. Description des unités de traitement des rejets de la raffinerie d'Arzew

III.1 Nature et composition des effluents avant épuration	42
III.2 Traitement des effluents au niveau de l'unité 1800.....	42
III.2.1.Principales étapes de traitement	42
III.2.1.1.Prétraitements.....	42
III.2.1.2.Le dégrillage	43
III.2.1.3.Le dessablage.....	43
III.2.1.4.Dégraissage.....	44
III.2.1.5.Refroidissement ET dégazage	44

III.2.1.6. Pré-déshuilage (Bassin API).....	45
III.2.1.7. Traitement primaire (physico- chimique).....	46
III.2.1.7.1. Décantation primaire.....	46
III.2.1.7.2. Coagulation –Floculation.....	46
III.2.1.8 Traitement secondaire (biologique).....	48
III.2.1.8.1. Clarification	49
III.2.1.9. Traitement tertiaire.....	50
III.2.1.9.1. Filtration sur sable.....	50
III.2.1.9.2. Epaissement des boues	50
III.2.1.9.3. Déshydratation	51
III.3. Traitement des effluents liquides au niveau de l'Unité	
27(discontinué).....	52
III.3.1 Introduction.....	52
III.3.2. Principales étapes de traitement	54
III.3.2.1. Déversoir d'orage	55
III.3.2.2. Prétraitement	55
III.3.2.3. Bassin d'orage	55
III.3.2.4. Bassin tampon	55
III.3.2.5. Déshuileur API	55
III.3.2.5.1 Principe de fonctionnement	56
III.3.2.6. Coagulant et processus de coagulation	57
III.3.2.6.1. Paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation.....	58
III.3.2.7. Unité de flottation	58
III.3.2.7.1. Principe de fonctionnement	59

III.3.2.8. Bac de rétention	59
III.3.2.9. Traitement secondaire	60
III.3.2.9.1. Réacteurs biologiques séquentiels	60
III.3.2.9.2. Séquence de traitement	60
III.3.2.9.3. Alimentation en période anoxie	60
III.3.2.9.4. Alimentation en période aérée	61
III.3.2.9.5. Période de réaction	62
III.3.2.9.6. Période de décantation	63
III.3.2.9.7. Période d'extraction de l'eau traitée	63
III.3.2.9.8. Période d'extraction de la boue en excès	63
III.3.2.10. Traitement tertiaire	65
III.3.2.10.1. Filtres à sable anthracite	65
III.3.2.10.1.1. Les différentes étapes de fonctionnement d'un filtre.....	65
III.3.2.10.2. Traitement des boues	66
III.3.2.10.2.1. Epaisseur	66
III.3.2.10.2.2. Déshydratation des boues	66
III.3.2.10.2.3. Incinérateur de boue	67

IV. Protocol expérimental

IV.1 Mode d'échantillonnage	70
IV.2 Méthodes d'analyses	73
IV.2.1. Méthode d'analyse et méthodes de travail	74
IV.2.1.1. Mesure du pH.....	74
IV.2.1.2. Analyse des matières en suspension (MES).....	75
IV.2.1.3. Dosage de la demande chimique en oxygène (DCO).....	77
IV.2.1.4. Dosage de la demande biologique en oxygène DBO5.....	79

IV.2.1.5.Analyse de l'oxygène dissous.....	81
IV.2.1.6.Analyse des hydrocarbures totaux.....	82
IV.2.1.7.Dosage des phosphates.....	83
IV.2.2.Analyse des résultats	85
IV.2.2.1.La température	85
IV.2.2.2.Détermination du PH	88
IV.2.2.3.Détermination du HC.....	89
IV.2.2.4.Détermination du MES.....	91
IV.2.2.5.Détermination du Demande chimique en oxygène(DCO)	92
IV.2.2.6.Détermination du Demande biochimique en oxygène(DBO5)..	94
IV.2.2.7.Détermination des solvants furfural et le MEK	95
IV.2.2.8.Détermination d'Azote KJELDAHL.....	97
Conclusion Générale	98
Références bibliographiques	99

TABLE DES FIGURES:

Figure N°I.1: Situation géographique de la raffinerie d'Arzew RA1/Z.....	3
Figure N°I.2 : Chaîne de fabrication des huiles de base.....	8
Figure N°I.3 : Organisation du Complexe RA1Z.....	11
Figure N°III.1: dégrillage.....	43
Figure N°III.2: dessablage.....	44
Figure N°III.3: dégazeur.....	45
Figure N°III.4: Bassin API.....	45
Figure N°III.5: Opération de Flocculation.....	47
Figure N°III.6: Système de flottation DAF.....	48
Figure N°III.7: Bassin d'épuration biologique.....	49
Figure N°III.8: Clarificateur.....	49
Figure N°III.9: Epaisseur de boues.....	50
Figure N°III.10: lits de séchages.....	51
Figure III.11 : Schéma globale de la STEP (unité 27).....	52
Figure N°III.12: Implantation de la station d'épuration zone 27.....	53
Figure N°III.13: Les différentes étapes de prétraitement.....	54
Figure N°III.14: Déshuileur API.....	56
Figure N°III.15: Schéma technique d'un séparateur API.....	56
Figure N°III.16: Equipment IGF.....	59
Figure N°III.17: SBR en remplissage anoxie.....	61

Figure N°III.18 : SBR en remplissage aérée.....	61
Figure N°III.19 : SBR dans la période de réaction.....	62
Figure N°III .20: Schéma de SBR en période de décantation.....	63
Figure N°III .21: Schéma de en période d'extraction de l'eau traitée.....	63
Figure N°III .22: SBR en période d'extraction de la boue en excès.....	64
Figure N°III .23 : Filtre à sable.....	65
Figure N°III .24 : traitement des boues.....	67
Figure N°III .25 : traitement par incinération.....	69
Figure N°IV.1: Schéma points de prélèvement dans la station d'épuration Unité 1800.....	71
Figure N°IV.2:Schéma des points de prélèvement dans la station d'épuration 27.....	72
Figure N°IV.3: PH mètre JENCO MO.....	75
Figure N°IV.4: Filtration sous vide.....	76
Figure N°IV.5: séchage à 105 °C.....	76
Figure N°IV.6: DCO mètre.....	78
Figure N°IV.7: Titrage.....	78
Figure N°IV.8: DBO mètre.....	81
Figure N°IV.9: Orbisphère 510.....	82
Figure N°IV.10: Appareille HORRIBA OCMA 310.....	83
Figure N°IV.11: Solvant HORRIBA.	83
Figure N°IV.12: Spectrophotomètre (UV-VISIBLE).....	85
Figure N°IV.13: Evaluation de la température des eaux usée dans les deux stations.....	87
Figure N°IV.14: Evolution du pH à la sortie des deux stations.....	89
Figure N°IV.15: la variation de la quantité des HC.....	90
Figure N°IV.16: variation de la teneur en MS.....	91

Figure N°IV.17: Variation de la DCO.....	93
Figure N°IV.18: Variation de valeur de la DBO5.....	94
Figure N°IV.19: variation de furfural.....	96
Figure N°IV.20: la quantité de la NTK des deux stations.....	98

LISTE DES TABLEAUX:

Tableau N°I.1. Capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew.....	12
Tableau N°I.2. Consommation énergétique annuelle de la raffinerie d'Arzew.....	13
Tableau N° I.3. Consommation en eau dans la raffinerie d'Arzew.....	14
Tableau N°I.4. Produits chimiques utilisés dans la raffinerie d'Arzew.....	14
Tableau N°II.1: Les différentes sources de pollution des rejets liquides.....	21
Tableau N°II.2: Classification des eaux d'après leur pH.....	29
Tableau N°II.3. Classes de turbidités usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit).....	30
Tableau N°II.4. échelle de valeurs de DBO5.....	33
Tableau N°II.5: <i>Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes)</i>	41
Tableaux N°III.1: le principe coagulant utilisé.....	57
Tableau N°III.2: différents produits de correction de PH.....	64
Tableau N°III.3: caractéristiques des matériaux de filtration.....	66
Tableau N°IV.1 : méthodes d'analyses.....	73
Tableau N°IV.2: La température au niveau des stations des épurations (l'unité 1800 / la zone 27).....	86
Tableau N°IV.3 : pH des eaux usées avant et après traitement	88
Tableau N°IV.4: Résultats des analyses de pH des eaux usées avant et après traitement.....	89
Tableau N°IV.5: Résultats des analyses de MES des eaux usées après traitement.....	91

Tableau N°IV.6: Les résultats de DCO des eaux usées des 2 stations.....	93
Tableau N°IV.7: Résultats des analyses de DCO des eaux usées après traitement.....	94
Tableau N°IV.8: Résultats des solvants en mg/l à l'entrée et la sortie des STEPs.....	95
Tableau N°IV.9: Résultats d'azote NKJELDAHL en mg/l à l'entrée et à la sortie de 2STEPS.....	97

Liste d'abréviation

MO : Matière Organique

PCB : Polychlorobiphényle

MES : Matières en suspension

PH : Potentiel Hydrogène

DCO : Demande Chimique En Oxygène

DBO5 : Demande Biologique En Oxygène pendant 5 jours

ERU : Eaux Résiduaires Urbaines

ERI : Eaux Résiduaires Industrielles

COT : Carbone Organique Total

IC : Carbone Inorganique

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

ERI: eaux résiduaires industrielles

STEP: station de traitement des eaux polluées

MES: matières en suspension

TAC: titre alcalimétrique complet

TH: titre hydrométrique (dureté)

THCa2+: titre hydrométrique calcique

TDS: total des sels dissous

COT: Carbone organique total

NT: Azote total

PT: Phosphore total

HC: hydrocarbures

CE: Conductivité

DBOMC: demande biochimique en oxygène des matières carbonées

RAS: rapport d'absorption du sodium

B1: bassin de collecte

API: American Petroleum Institut

Hg: mercure

Cr: Chrome

Ti: titane

Cu: cuivre

Co: cobalt

Ni: nickel

Pb: plomb

Zn: Zink

Introduction Générale

Introduction Générale :

Un approvisionnement adéquat en eau de bonne qualité est essentiel au développement continu de n'importe quelle société, Les données les plus récentes sur l'utilisation brute de l'eau indiquent que le prélèvement total d'eau croît de façon régulière.

Les incertitudes que soulève l'avenir des ressources en eau accentuent ce défi en raison d'épisodes climatiques extrêmes et des changements du climat, d'une concurrence accrue pour l'accès à des ressources limitées en eau à l'échelle mondiale et d'une demande croissante pour ce qui est d'un meilleur contrôle de la pollution des eaux usées à l'appui d'une meilleure utilisation des eaux réceptrices.

L'une des solutions réside dans le traitement de l'eau, ce qui facilite l'utilisation des effluents municipaux traités comme nouvelle source d'approvisionnement tout en réduisant l'évacuation d'effluents pollués dans les eaux réceptrices.

Le traitement des effluents peut présenter des avantages économiques découlant en partie des économies réalisables sur l'expansion des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées.

Les industries rejettent leurs effluents souvent directement dans l'environnement (Rivières, nappes, mer) et il est donc impératif pour elles de traiter ces effluents afin de prévenir toute pollution.

Le principal problème des effluents industriels est qu'ils sont propres à chaque industrie et par conséquent, il est nécessaire d'adapter les processus de traitement des eaux à chaque industrie.

Ces eaux contiennent souvent une grande diversité de polluants, notamment des polluants chimiques à l'état solide ou dissous [1].

Les principaux polluants de ces effluents sont distingués en plusieurs catégories :

- ✓ Les métaux lourds
- ✓ Les toxines organiques
- ✓ Les matières azotées
- ✓ Les huiles et les graisses

Introduction Générale

- ✓ Les matières phosphorées
- ✓ Les matières organiques
- ✓ Les matières en suspension

Il existe à l'heure actuelle une vaste gamme de technologies de traitement pouvant servir à la récupération et à la réutilisation des eaux usées, Un grand nombre de ces technologies, ont été mises au point et appliquées. Ils sont implantés avec les stations d'épurations afin d'avoir une qualité d'eau épurée bien déterminé vu l'usage souhaité.

Dans ce mémoire on va voir un exemple d'un traitement très connu au monde de l'industrie, L'objectif général de ce travail est d'étudier, la possibilité de recycler des eaux résiduaires industrielles chargées des matières organiques (les hydrocarbures) et des ions chlorures provenant du complexe de raffinage du pétrole brut d'Arzew.

Dans le premier chapitre on va donner une présentation de la raffinerie qui est le lieu de notre étude, puis dans le second chapitre on va donner une vue générale sur les sources potentielles de pollution de la raffinerie d'Arzew, dans le troisième chapitre on va parler d'une façon générale et bien détaillée de l'unité 1800 et la nouvelle station d'épuration (unité 27), on va voir tous les équipements et toutes les étapes que l'eau usée va suivre. Pour finir notre étude on doit surement suivre toutes les opérations effectuées au sein de l'unité avec les différentes conditions et interpréter tous les résultats obtenus.

Présentation de la raffinerie d'Arzew

I. Présentation de la raffinerie d'Arzew

I.1. Historique :

La raffinerie d'Arzew par sa diversité de production se classe au premier rang des complexes édifiés sur le territoire national.

Elle a été implantée dans le cadre quinquennal 1970-1973 par JGC (Japon Gasoline Company) et s'est étendue par une extension de ces unités de production de bitumes en 1975 et ses unités de lubrifiants en 1983, issu de la restriction de la société Sonatrach ; La raffinerie d'Arzew est gérée par la société NAFTEC depuis 1987.

Située au niveau de la zone industrielle, la raffinerie d'Arzew, s'étend sur 170 hectares. Le démarrage des unités a été lancé à partir du mois de juillet 1972 pour les utilités, l'ensemble des unités de la raffinerie était en service en mars 1973.

La raffinerie dispose d'une capacité de traitement de **03 millions de tonnes/an** de pétrole brut saharien de **HASSI-MESSAOUD** et de **280.000 tonnes/an** de brut réduit importé (**BRI**) pour satisfaire les besoins de consommations en carburants, lubrifiants, bitumes et aussi exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène, Fiouls).

En 1978, suite aux besoins importants de lubrifiants, la réalisation d'un ensemble intégré de production d'huiles de base en fûts est lancée [2].

I.2. Situation géographique

La raffinerie d'Arzew est implantée dans la zone industrielle à 2 km d'Arzew, elle est située sur le plateau de la localité d'El Mohgan au carrefour de la route nationale N° 11 (Oran – Arzew) et la route Nationale N°13 (Arzew – Sidi-Bel-Abbès) et à environ 40 km d'Oran [3].

Présentation de la raffinerie d'Arzew



Figure N°I.1: Situation géographique de la raffinerie d'Arzew RA1/Z.

I.3.L'importance de la raffinerie

La raffinerie dispose d'une capacité de traitement de **03 millions de tonnes/an** de pétrole brut saharien de **HASSI-MESSAOU**D et de **280.000 tonnes/an** de brut réduit importé (**BRI**) pour satisfaire les besoins de consommations en carburants, lubrifiants, bitumes et aussi exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène, Fiouls).

C'est le troisième et important complexe construit dans cette région, la raffinerie d'Arzew répond aux impératifs suivants :

- ✓ traiter le pétrole brut de Hassi Messaoud.
- ✓ satisfaire les consommations croissantes en carburants du marché national.
- ✓ fabriquer les produits stratégiques tels que les lubrifiants et les bitumes [4].

I.4. Les principales zones du complexe

La raffinerie d'Arzew occupe une superficie de 150 hectares de la zone industrielle sur le Plateau d'El Mouhgoun d'Oran à environ 5 km de la mer méditerranée. La construction du complexe fut confiée à la société japonaise JGC (Japon Gazoline Corporation).

Présentation de la raffinerie d'Arzew

Le complexe est constitué de plusieurs zones ayant les activités spécifiques suivantes [5] :

Zone 1 : Parking

Zone 2 : Station de veille

Zones 3 et 19 : *Les utilités*

Les utilités constituent une zone importante au sein de la raffinerie d'Arzew, elles assurent la production de la vapeur, l'électricité, air service et instrument et de l'eau distillée.

La zone 3/19 comprend les unités suivantes :

- ✓ **Unité 31/Unité 1100** : production de vapeur HP, MP, BP au moyen des chaudières alimentées en eau déminéralisée est assurée par trois chaudières de vapeur (SG1101, SGAA02, SG1103) qui produisent chacune 45 T/h de vapeur HP à partir de l'eau distillée
- ✓ **Unité 32/Unité 1600** : production d'eau distillée à l'aide des évaporateurs, Cette unité assure la réception et le traitement de l'eau venant de la station KAHRAMA, elle ne peut être admise comme eau alimentaire des chaudières. La raffinerie RA1Z utilise un nouveau procédé de conditionnement des eaux (amélioration du pH et de conductivité), qui consiste à alimenter un évaporateur ayant pour rôle la production de l'eau distillée (65T/h) partir de n'importe quelle qualité de l'eau, suivit d'une chaine de déminéralisation ce qui assurera une eau de très bonne qualité.
- ✓ **Unité 33/Unité 1300** : distribution d'eau de refroidissement, Cette unité a pour rôle de refroidir et traiter l'eau de réfrigération pour l'usage dans les unités de production. Ce refroidissement se fait dans quatre cellules avec un débit de 2500 m³ /h chacune.
- ✓ **Unité 34/Unité 1200** : production d'électricité

Dans cette unité Il existe deux sources l'électricité :

- Réseau « SONELGAZ ».
- Turbo générateur 5.5 KV.

Présentation de la raffinerie d'Arzew

- ✓ **Unité 35/Unité 1400** : réception et distribution de fuel gaz, Cette Unité est destinée à réceptionner le gaz naturel de Hassi R'mel et le gaz de la raffinerie provenant de la zone 4. Les deux gaz sont mélangés dans le ballon D501 à une pression de 3.5 bars, et utilisé comme combustibles dans les fours et chaudières.
- ✓ **Unité 36/Unité 1500** : production d'air service et instrument, L'air service nécessaire pour les installations et l'air instrument pour les appareils de contrôle Pneumatiques sont assurés par deux compresseurs de 2363 Nm³/h chacun. L'air service passe à travers un sécheur pour la production de l'air instrument
- ✓ **Unité 37** : réseau d'incendie
- ✓ **Unité 38** : production gaz inerte
- ✓ **Unité 1800** : traitement des effluents

Zone 4 : Les carburants

Le brut algérien provenant de Hassi Messaoud est utilisé comme charge principale dans la zone 4, elle est constituée de trois (03) unités suivantes :

- ✓ **Unité 11**: distillation atmosphérique (topping).

A partir de cette unité, on obtient les coupes suivantes :

- GPL
 - LSRH (Naphta léger)
 - HSRN (Naphta lourd)
 - Kérosène
 - Gasoil lourd (LGO)
 - Gasoil léger (HGO)
 - BRA (brut réduit atmosphérique) : utilisé comme charge alimentant les zones 5 et 7 pour la fabrication les huiles de base pour les lubrifiants.
- ✓ **Unité 12** : Platforming ou reformage catalytique avec trois (03) réacteurs.

Présentation de la raffinerie d'Arzew

Le naphta lourd (HSRN) provenant de l'unité de distillation atmosphérique contient des impuretés ; L'unité est destinée donc à transformer et à éliminer les composants indésirables ainsi pour augmenter l'indice d'octane.

Deux procédés sont utilisés ; Hydroforming et platforming

Hydroforming : C'est le procédé de purification de naphta lourd afin d'éliminer les impuretés

Platforming : Ce procédé consiste à augmenter l'indice d'octane jusqu'à 97 de l'Unifiant qui est une essence lourde purifiée.

✓ **Unité 13** : La production des gaz plant (butane et propane)

Zone 05 & 07: Les lubrifiants

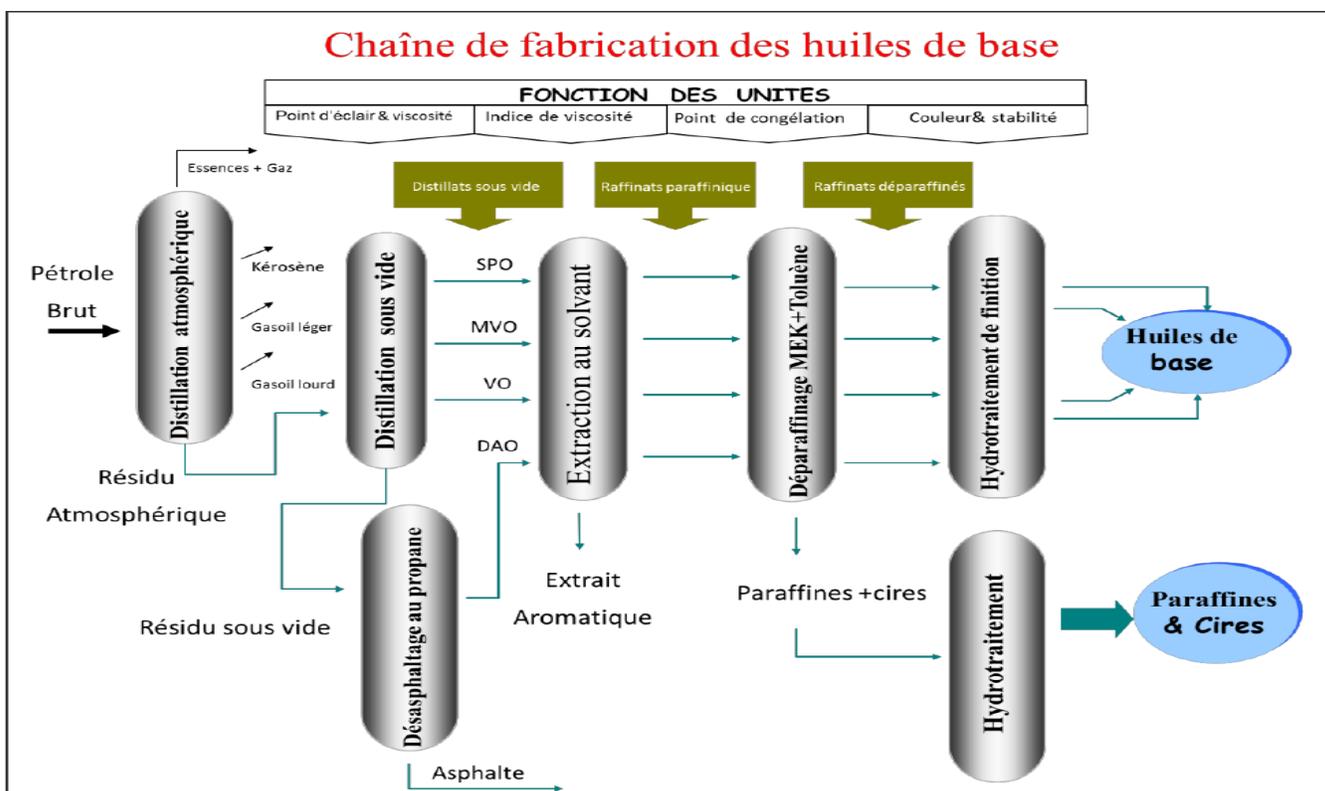
Ces deux zones ont pour but d'obtenir des huiles de base considérées comme matière première pour la fabrication des lubrifiants à partir du **BRA** qui est un composé pétrolier lourd et visqueux recueilli au fond du topping.

Dans ces deux zones, on distingue cinq (05) unités :

- ✓ **Unité 21/100 (distillation sous vide)** : Destinée à séparer les coupes nécessaires à la production des huiles de base,
- ✓ **Unité 22/200 (désalphaltage au propane)** : Pour éliminer l'asphalte en coupe huile , Cette opération permet l'élimination des asphaltes contenus dans le résidu S/V de l'unité U100 dans une colonne RDC en utilisant un solvant (le propane liquide) ou l'asphalte considéré comme un produit secondaire et utilisé soit comme charge pour la production des bitumes, soit il est envoyé vers fuel. L'huile désasphaltée (DAO) va subir les mêmes traitements que pour les autres distillats (SPO, MVO, VO)
- ✓ **Unité 23/300 (extraction au furfural)** : Destinée à extraire les aromatiques et améliorer L'indice de viscosité des huiles de base et assurer une extraction parfaite, on utilise un solvant à base de furfural. On introduit les coupes huileuses SPO, SAE10, SAE30, DAO dans le RDC pour obtenir les raffinats SPO, SAE10, SAE30 BS avec un indice de viscosité plus amélioré.

Présentation de la raffinerie d'Arzew

- ✓ **Unité 24/400 (déparaffinage au MEC/Toluène)** : Destinée à améliorer le point d'écoulement et d'éliminer les paraffines, Déparaffinage au MEK-Toluène Pour objectif d'améliorer le pour point (point d'écoulement), et comme les paraffines ont un point de congélation assez élevé, leur présence dans la coupe huileuse est indésirable. L'huile est déparaffinée en utilisant un solvant qui répond à notre but qui est de base MEK-Toluène
- ✓ **Unité 25 /500 (Hydrofinishing)** : Pour éliminer les impuretés et pour avoir une huile de base ayant une couleur appropriée et thermiquement stable, Par l'introduction de l'hydrogène (H₂) dans un réacteur à trois lits catalytique à base de Co/Mo et Al₂O₃ pour augmenter la stabilité thermique et la résistance à l'oxydation ainsi que l'amélioration de la couleur.
- ✓ **Unité 600** : Hydrofinishing de paraffines. Cette unité a pour objectif la production et l'améliorer la qualité des cires en éliminant les traces d'huiles contenant dans les paraffines.



Présentation de la raffinerie d'Arzew

Figure N°I.2 : Chaîne de fabrication des huiles de base.

Zone 06

- ✓ **Unité 3000** : Huiles finies, Cette unité à pour objectif de fabriquer les huiles finies par l'ajout des additifs chimiques et leurs conditionnements dans des fûts de 200 L, 5L, 2L, ainsi la fabrication de la graisse. Elle comprend les unités suivantes
- ✓ **Unité 51 / 3100** : A pour rôle la fabrication des huiles finies à partir des huiles de base et les additifs chimiques. Dans cette unité, il y a aussi un service de conditionnement, remplissage des huiles finies dans des fûts de 200 L.
- ✓ **Unité 52/ 3200** : Unité de traitement et conditionnement des paraffines.
- ✓ **Unité 3300**: Conditionnement des paraffines Cette unité a pour but de conditionner des paraffines, en plaques de 5Kg.
- ✓ **Unité 3600**: Remplissage des huiles vrac dans des camions citernes.
- ✓ **Unité 3900**: Conditionnements des huiles et graisses Cette unité a pour but de conditionner les huiles moteur dans des bidons en plastiques (2L et5L). Ces bidons à base du PEHD sont fabriqués au niveau de cette unité.

Le conditionnement des graisses se fait dans des pots en plastique de 1Kg.

Zones 8A, 8B : Destinées au stockage intermédiaire des huiles de base.

Zone 9 : Stockage du brut et résidus

Zone 10 : (*production des bitumes*)

Cette zone est destinée à la fabrication des bitumes à partir du pétrole brut réduit importé, elle comprend deux unités :

- ✓ **Unité 14 (Fabrication du bitume routier)** : Le procédé consiste à surchauffer le BRI pour faciliter sa pénétration dans la colonne de distillation sous-vide.

Les coupes latérales soutirées sont :

- LVGO (gasoil léger)
- MVGO (gasoil moyen)
- HVGO (gasoil lourd)

Présentation de la raffinerie d'Arzew

- Résidu sous vide

- ✓ **Unité 15 (Fabrication du bitume oxydé)** : Le mélange 85 % du résidu sous vide et 15% de HVGO alimente la colonne d'oxydation pour obtenir les bitumes oxydés.

Zone 11, 12,13 :

Elles sont destinées à stocker le brut provenant de « HASSI-MESSAOUD ».

Zone 14 : Administration générale

Zone 15 : Laboratoire

Zone 16 :

Stockage du NAPHTA.

Stockage d'eau brut pour incendie.

Zone 17 :

Stockage du kérosène.

Stockage de l'essence de la première distillation.

Zone 18 :

Stockage du fuel pour mélange.

Stockage du slop.

Zone 20 :

Réception et approvisionnement des produits chimiques et pièces de rechanges.

Zone 21 : Zone futur

Zone 22 et 23 : Stockages carburants

Zone 24 : Stockage du gasoil,

Zone 25 : Stockage du fuel,

Zone 26 : Stockage de Gaz Pétrole Liquéfié (GPL),

Zone 27 : Stations de traitement des eaux usées PPI/API et unité 1800,

Zone 28 : Zone d'expédition : essences, gas-oil, kérosène, propane et butane (GPL),

Zone 29 : Stockage du BRI.

Présentation de la raffinerie d'Arzew

I.5.Nature et capacité de production

Les capacités annuelles de production des différentes unités sont tirées du bilan annuel 2005 effectué par le service Planning et programmation (P.P, bilan 2005)

La raffinerie traite :

- 2.5 Millions de tonnes par an de pétrole brut léger et peu soufré de Hassi-Messaoud à fin de satisfaire les besoins locaux et exporte des produits en excès.
- 280 000 tonnes de brut réduit importé pour la production des bitumes.

La production de la raffinerie est très diversifiée [6].

Tableau N°1.1. Capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew

Nature du produit	Quantité (tonne)	Unité
Propane	30.000	Zone 4/Unité 13
Butane	92.000	Zone 4/Unité 13
Naphtha	450.000	Zone 4/Unité 11
Kerosene	400.000	Zone 4/Unité 11
Gasoil	530.000	Zone 4/Unité 11
Fuel(BTS)	540.000	Diverses unités
Fuel(HTS)	50.000	Diverses unités
Essence Normale	390.000	Zone 28
Essence Super	103.000	Zone 28
Huiles de base	130.000	Zone 7 /Zone5
Huiles finies	150.000	Zone 6 et Unité 3000
Graisses	1950	Zone 6 et Unité 3000
Bitumes routiers	120.000	Zone 10/Unité 14
Bitumes oxydes	20.000	Zone 10/Unité 15

Présentation de la raffinerie d'Arzew

I.6. Bilan énergétique

Le complexe dispose des unités de production d'énergie électrique, mais qui n'assure pas la totalité de la consommation des différentes zones, le reste est assuré par SONEGAS.

La raffinerie a aussi d'une source énergétique qui est le gaz naturel de HASSI R'MEL. La consommation annuelle est présentée dans le tableau suivant (P.P.) [7].

Tableau N°1.2. Consommation énergétique annuelle de la raffinerie d'Arzew

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

I.7. Bilan hydrique

La source d'alimentation en eau pour la raffinerie d'Arzew est :

- ✓ Barrage FERGOUG assurée par L'ADE.
- ✓ Eau dessalée par KAHRAMA.

Le tableau suivant présente un bilan hydrique et la consommation d'eau au sein du complexe dans ces différents circuits :

Présentation de la raffinerie d'Arzew

Tableau N° I.3. Consommation en eau dans la raffinerie d'Arzew

	Consommation	(m3/J)	Rejet (m3/J)
	Circuit semi-ouvert (m3/J)	Circuit fermé (m3/J)	Circuit fermé (m3/J)
Eaux brutes	5200	8520	1920 1060
Nettoyage et lavage	---	230	---
Domestique/sanitaire	960	---	---
Réseau incendie	---	480	---
Total	6160	9230	2980

I.8.Principaux produits chimiques utilisés

Le besoin des différents procédés de la raffinerie d'Arzew en produits chimiques est très important, d'où la consommation annuelle des différentes gammes de produits sera représentée dans le tableau suivant.

Tableau N°I.4. Produits chimiques utilisés dans la raffinerie d'Arzew

Dénomination du Produit	Quantité consommée/An (Kg)	Quantité stockée (Kg)	Nature du produit	Unités
Furfural	1.130.000	300.000	solvent	U 23 – 300
MEC	770.000	29.000	Solvant	U 24 – 400
Toluène	870.000	186.000	Solvant	U 25 – 500
Acide sulfurique	423.000	13.500	Neutralisant	Zone 3 – 19
La soude	26.000	18.000	Neutralisant	Zone 3-19- 4
Javel	59.000	3000	Disinfectant	Zone 3 – 19
Sulfite de Sodium	752	5	Inhibiteur de Corrosion	Zone 3 – 19
Phosphate de Sodium	824	6	Neutralisant	Zone 3 – 19

II. La pollution de l'eau**II.1.Introduction**

On appelle pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultent se retrouvent dans le milieu naturel (cours d'eau, mer).

Les 3 principales sources de pollution sont :

- ✓ *Les rejets urbains : résultant de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des activités domestiques, artisanales et tertiaires ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines,*
- ✓ *Les rejets agricoles : résultant de la percolation des eaux de pluie dans les sols et de son ruissellement, de l'épandage de produits chimiques sur les sols, des activités maraîchères et des élevages,*
- ✓ *Les rejets industriels : Au niveau national, la part relative des différents secteurs est évaluée à 50% pour l'agriculture, 35% les rejets urbains et 15% pour l'industrie. Ces proportions varient selon les types de pollutions, la part d'origine industrielle étant par exemple plus élevée pour certains polluants toxiques [8].*

II.2.CLASSIFICATION DES POLLUANTS DE L'EAU**II.2.1. Polluants Physiques**

La pollution thermique: par l'élévation de température ce type de pollution, lié à l'utilisation de l'eau comme liquide de refroidissement par les industriels, Elle réchauffe à leur tour les eaux dans lesquelles elle est déversée, et qu'elle induit la diminution de la teneur en oxygène dissous [9][10][11].

Ce qui peut perturber la vie aquatique, animale ou végétale, notamment en modifiant les rythmes physiologiques des espèces.

La pollution mécanique: (sédiments, flottants), elle provient essentiellement du lessivage des sols lors de pluies abondantes et des travaux réalisés par l'homme qui rendent le sol imperméable, provoquant des flux polluants importants entraînant avec eux des boues. Celles-ci colmatent les lits des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi les échanges possibles entre l'eau et la Terre.

La pollution hydraulique : modification des écoulements

II.2.2.Polluants chimiques:

Génèrent des nuisances souvent dramatiques pour les écosystèmes à cause de leur concentration dans le milieu naturel à certaines époques de l'année, tels que :

Majeurs: matière organique (MO), Azote (N), Phosphore (P) et les sels majeurs.

Micropolluants: certains métaux et métalloïdes (mercure, cadmium, arsenic, plomb, chrome, sélénium, cuivre, thallium,...), et des micropolluants organiques (des composés phénoliques, des organohalogénés, des organophosphorés, certaines huiles minérales et certains hydrocarbures (HAP), ou encore certains dérivés nitrés [9][10][11]..

Emergents: perturbateurs endocriniens, médicaments, des soins corporels

II.2.3.Polluants Biologiques:

Les algues, la pollution microbiologique qui se développe conjointement à la pollution organique par une prolifération de germes d'origines humaine ou animale dont certains sont éminemment pathogènes, et les microorganismes: bactéries fécales,

virus, parasites [9][10][11].

II.2.4.Polluants Radioactifs :

Les éléments radioactifs peuvent persister pendant des Années. Ils ont un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de leur toxicité propre et des propriétés cancérogènes et mutagènes de leurs rayonnements. Ils sont rejetés, à titre indicatif, par les usines de retraitement, les installations militaires et les hôpitaux [9][10][11].

II.3. Les sources potentielles de pollution dans la raffinerie d'Arzew

Au cours du processus de transformation de la matière première, des produits chimiques sont mis en jeu pour le traitement des eaux industrielles qui arrivées à terme de leur efficacité sont rejetées ; on dit qu'elles sont polluées. Cette pollution se traduirait sur le plan pratique par :

- ✓ Altération de la qualité de l'eau rejetée dans le milieu naturel (mer, oued, nappe souterraine. etc....).
- ✓ Une dégradation du cadre de vie (présence des boulettes d'hydrocarbures sur les berges).
- ✓ Une diminution de l'oxygène dissous en milieu aquatique.
- ✓ Une modification dans la qualité d'éléments entrant dans la chaîne alimentaire.

II.3.1. Les unités de service ou utilités

Elles sont constituées:

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

II.3.2. 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 hydrocarbures/eaux. Cette dernière entraîne avec elle des quantités considérables d'hydrocarbures, rejetés vers égout.

Aussi en utilisant l'Unicor, pour protéger l'installation contre la corrosion, et l'eau rejetée vers l'égout contient des traces de ce produit chimique.

II.3.3. 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.3.4. 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 chargé en hydrocarbure. Le lavage des équipements, les incidents et les arrêts, donnent lieu à des rejets d'effluents chargés de polluants bitumeux.

Remarque

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

- ✓ Les eaux 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.

II.4. Les rejets industriels :

La pollution engendrée par la raffinerie est caractérisée par trois types de rejets :

- ✓ Liquides
- ✓ Solides
- ✓ Gazeux

On va parler du premier type (les rejets liquides) dans la raffinerie d'ARZEW

II.4.1. Natures des rejets liquides dans la raffinerie D'ARZEW

La raffinerie d'Arzew rejette une quantité importante d'eau vers le milieu marin, et qui peut être : Eaux huileuses, eaux de procédés, eau à forte salinité et eau chimique, eaux de pluie et de lavage, eaux sanitaires.

✓ Eaux huileuses

Ce sont les eaux de pluies huileuses provenant des aires pavées des unités de procédé, des stations de pompage, du réseau de tuyauterie, etc.

Ce sont également les eaux provenant des vidanges des équipements, des cuves ou des réservoirs. Provenant des pavées et du procédé, ces principaux contaminants sont les hydrocarbures, le furfural et la méthyle-éthyle cétone.

Pollution de l'eau

✓ **Eaux de procédés**

Ce sont les eaux condensées qui ont une faible minéralisation mais une haute teneur en pollution organique.

✓ **Eau à forte salinité et eau chimique**

Ce sont les eaux provenant des purges de déconcentration du circuit de refroidissement. Des chaudières, des effluents de régénération de l'unité de déminéralisation, des rejets de l'unité et enfin de nettoyage des dessaleurs chaudières.

✓ **Les eaux de pluie et de lavage**

Ces eaux entraînent avec elles des huiles, des hydrocarbures, des produits chimiques, etc...

✓ **Les eaux sanitaires**

Ce sont les eaux provenant des besoins humains (toilettes, cuisine, etc....).

Les principaux contaminants sont: MES, les détergents et les produits chimiques. Ces eaux ne sont pas traitées avant leur rejet à la mer.

Elles subissent une simple décantation dans des fosses septiques installées à cet effet.

Ces effluents entraînent une pollution du milieu aquatique qu'on peut classer en plusieurs types.

Tableau N°II.1: Les différentes sources de pollution des rejets liquides

Equipemen	Repère	Localisation	Nature des rejets
Evaporateur	SB1601	U1600-Z19	Eaux à forte salinité
Chaudières	SG1/SG2/SG3	Z19	Eaux à forte salinité
Ballon de pré mélange	D3010	U3000	Eaux de procédé
Condenseur barométrique	C101	U100-Z5	Eaux huileuses
Stripper	C307	U300-Z5	Eaux de procédé de stripage
Colonne de solvant	C401	U400-Z5	Eaux de procédé de stripage

✓ II.5. 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.

II.5.1. 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 [12].

II.5.2. 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 éminemment pathogènes [12].

II.5.3. 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 l'eau le fait surnager et leurs vitesses de propagation dans le sol sont 5 à 7 fois supérieures à celle de 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 [12].

II.5.4. 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 [12].

II.5.5. 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 [12].

II.5.6. 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 [12].

II.5.7. 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 [12].

Remarque

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.

II.6. Caractérisation des effluents

II.6.1. Introduction

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels.

Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- ✓ Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique,
- ✓ industrielle et/ou agricole
- ✓ Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

II.6.2. Origine industrielle

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- ✓ Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....)

Pollution de l'eau

- ✓ Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- ✓ Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)
- ✓ Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....)
- ✓ Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires....).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [13].

II.6.3. Origine domestique

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- ✓ Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et du produit détergent utilisé pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.
- ✓ Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- ✓ Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.

- ✓ Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (W, C), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme[13].

II.6.4. Origine agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- ✓ Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation)
- ✓ Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...)

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement[13].

II.6.5. Les paramètres d'appréciation de la qualité des rejets industriels

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.

La composition des eaux résiduaires industrielles s'apprécie à travers des paramètres physicochimiques ou biologiques [14].

II.6.5.1. Paramètres Physiques

➤ II.6.5.1.1. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc [15].

◆ Effet sur la faune et la flore aquatique

La température est le facteur écologique le plus important parmi tous ceux qui agissent sur les êtres vivants. La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température.

Les augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces mais également de favoriser le développement d'autres espèces ce qui entraîne un déséquilibre écologique. Chaque espèce aquatique ne peut vivre que dans un certain intervalle de température hors duquel elle est à disparaître.

Il n'est donc pas étonnant qu'elles apparaissent comme l'un des facteurs essentiels susceptibles de déterminer la structure des écosystèmes [15].

➤ II.6.5.1.2. La matière en suspension (MES)

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyennes d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de $0,5\text{ m/s}$. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décan tables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\mu\text{m}$) [15].

◆ Effet sur l'eau

L'abondance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'une course d'eau. Dans le même temps, elle entraîne une chute en O₂ dissous en freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau [15].

◆ Effet sur la faune et la flore

Les MES affectent directement la vie aquatique. Bien que les travaux relatifs à l'influence de la turbidité sur les organismes vivants dans les eaux soient nombreux, on a noté que les effets de MES sont du même ordre que ceux relatifs à l'O₂ dissous [15].

➤ II.6.5.1.3 : 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.6.5.1.4 : 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, sont plus rarement mesurées.

➤ II.6.5.1.5 : Les matières décantables et non décantables

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

➤ II.6.5.1.6: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 [16].

◆ Effet sur la faune et la flore aquatique

La solution tampon déterminé par le système : eau, CO₂ dissous, carbonates insolubles et bicarbonates solubles, constitue un milieu relativement stable dans lequel la vie

aquatique peut se développer favorablement. Des pH compris entre 5,5 et 8,5 permettent un développement à peu près normal de la faune et la flore. Les eaux alcalines présentent généralement une flore plus riche et plus diversifiée que les eaux acides qui, faiblement minéralisées ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique. Le pH sous sa forme ionisée, il est peu toxique alors que sous sa forme non ionisée, NH_3 , sa toxicité est beaucoup plus élevée.

Tableau N°II.2: Classification des eaux d'après leur 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	8 Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

➤ II.6.5.1.7: 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 [17].

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.

◆ Effet sur la faune et la flore aquatique

Les sels dissous dans l'eau exercent une pression osmotique sur les organismes qui y vivent. La plupart des espèces aquatiques peuvent supporter facilement des variations relatives de la teneur en certains sels dissous à condition que la minéralisation totale ne subisse pas de très grande variation [17].

II.6.5.2. Paramètres Organoleptiques

➤ II.6.5.2.1 : Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables [18] :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

Tableau N°II.3. Classes de turbidités usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit).

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

➤ II.6.5.2.2. La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement.

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

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 [19].

II.6.5.3. Paramètres Chimique

➤ II.6.5.3.1. L'Oxygène Dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en $\text{mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ [20].

➤ II.6.5.3.2. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

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

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation.

La DCO est la concentration, exprimée en mg.L-1, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme [21].

◆ Effet sur la vie aquatique

La vie aquatique est affectée par un taux trop élevé de matières organiques en raison de la réduction d'oxygène dissous qu'elles entraînent. 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/l d'O₂ [21].

➤ II.6.5.3.3. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration.

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques [21].

◆ Effet Sur la vie aquatique

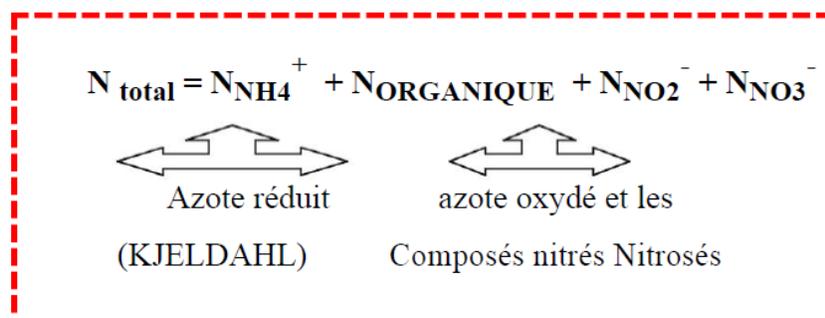
En ce qui concerne la vie aquatique et la productivité piscicole la présence de matières organiques semblerait plutôt souhaitable à moins que la DBO₅, par un effet indirect provoque une diminution de la teneur en O₂ dissous qui affecte alors la vie du poisson [21].

Tableau N°II.4. échelle de valeurs de DBO5.

Situation	DBO5 (mg d'O2/l)
Eau naturelle pure et vive	$C < 1$
Rivière légèrement polluée	$1 < C < 3$
Egout	$100 < C < 400$
Rejet station d'épuration efficace	$20 < C < 40$

➤ II.6.5.3.4. L'azote total (KJELDAHL)

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total [22].



◆ Effet sur l'environnement

L'azote est un nutriment essentiel à l'activité biologique dans l'eau. Cependant, au-dessus d'une certaine concentration, sa présence peut entraîner des problèmes sérieux de pollution. D'abord, l'oxydation biologique du NH₄⁺ (nitrification) entraîne une

consommation d'oxygène dans le cours d'eau, au détriment des espèces animales qui seront affectées et risquent de disparaître. De plus, la vie aquatique peut être gravement atteinte pour des concentrations en azote ammoniacal de l'ordre de 2 mg/L à un pH de 7,4 à 8,5. En fait, une concentration supérieure à 1,5 mg N-NH₄⁺/L peut altérer les propriétés organoleptiques ou esthétiques de l'eau de consommation, alors qu'une concentration de 0,5 mg N-NH₄⁺/L suffit pour entraîner des difficultés à traiter adéquatement l'eau potable. L'ammoniac non ionisé est particulièrement toxique pour les poissons, davantage que la forme ionisée. Normalement, les eaux usées contiennent peu de NH₃, car à pH normal l'équilibre chimique NH₄⁺ = NH₃ + H⁺ est déplacé vers la gauche. Le NH₃ commence à former l'essentiel du contenu en composés ammonium lorsque le pH de l'eau s'élève au-dessus de 8,5. Par ailleurs, l'azote peut constituer une gêne pour la potabilisation des eaux de surface. En effet, la présence de NH₄⁺ entraîne une surconsommation de chlore dans le traitement de l'eau potable, alors qu'une eau chargée en nitrate est susceptible de provoquer la méthémoglobinémie chez le nourrisson (maladie du bébé bleu).

Jumelé au phosphore, l'azote peut également mener à des problèmes d'eutrophisation, menant à des croissances indésirables d'algues. En plus de diminuer la concentration en oxygène dissous dans le cours d'eau, la présence accrue d'algues rend l'eau de couleur verte, nauséabonde et peu attrayante. Dans les lacs canadiens, ce phénomène est habituellement limité par le phosphore. La découverte de cette relation a d'ailleurs mené à la réduction des rejets de phosphore par les stations municipales de traitement des eaux usées. Normalement, un effluent fortement chargé en azote, mais peu en phosphore, n'entraîne pas l'eutrophisation du cours d'eau [22].

➤ II.6.5.3.5 : Les nitrates

Les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus

d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- ❖ Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel.
- ❖ Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel.
- ❖ Cette source représente les 2/9 des apports
- ❖ Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports [23].

◆ Effet sur l'environnement

L'effet principal des nitrates sur l'environnement consiste à favoriser la croissance végétale. Cet impact, qui peut apparaître bénéfique dans un premier temps, s'avère désastreux pour les écosystèmes aquatiques lorsque la prolifération végétale est poussée à l'excès. Le processus d'eutrophisation, qui correspond à un enrichissement naturel des milieux aquatiques en éléments nutritifs et à une augmentation de la productivité végétale, est alors considérablement accéléré. L'eutrophisation du milieu nécessite la présence d'éléments nutritifs (carbone, azote, phosphore) indispensables à la croissance des végétaux aquatiques.

Le carbone est toujours présent à des concentrations suffisantes pour permettre le développement végétal. En milieux aquatiques, la croissance des végétaux est limitée par l'élément dont la concentration dans le milieu est la plus faible par rapport aux besoins des végétaux. Cet élément limitant est généralement le phosphore ou parfois l'azote. C'est donc en rejetant de l'azote et/ou du phosphore dans l'eau que l'activité anthropique va induire une accélération de l'eutrophisation. Lorsque les concentrations en azote et phosphore du milieu aquatique sont élevées, la production d'algues microscopiques (phytoplancton) et de végétaux fixés (macrophytes) est exacerbée. La

quantité de matière organique présente dans le milieu aquatique s'accroît démesurément. A la mort de ces végétaux, la matière organique se décompose en consommant tout l'oxygène de la colonne d'eau, induisant ainsi l'anoxie du milieu aquatique. La plupart des animaux vivants dans ces milieux ne peuvent pas survivre dans une eau dépourvue d'oxygène. L'écosystème aquatique est ainsi conduit à disparaître. Si l'on utilise souvent le terme d'eutrophisation pour décrire cet état de dégradation des milieux aquatiques, le terme d'eutrophisation accélérée apparaît plus précis et le terme de dystrophie est parfois usité.

L'enrichissement des écosystèmes aquatiques en éléments azotés (mais également en phosphore) conduit à leurs disfonctionnement et à la perturbation des populations animales ou végétales qui y sont naturellement inféodés. Ainsi, diverses études ont mis en évidence des corrélations entre les teneurs en nitrates dans l'eau ou les quantités d'engrais azotés épandus et le déclin des populations d'amphibiens. Cette modification des populations peut également conduire au développement de microorganismes pathogènes ou sécrétant des toxines qui rendent impropre l'eau à divers usages (récréatifs, production d'eau potable) ou peuvent considérablement accroître les coûts des traitements des eaux. Un deuxième effet, moins aisément quantifiable pour l'instant, est la participation des nitrates, via leur dénitrification, à la formation de gaz à effet de serre. Son évaluation est en cours d'étude actuellement à travers différents programmes de recherches sur les changements globaux [24].

➤ II.6.5.3.6 :L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes [25]:



➤ II.6.5.3.7. Le Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho-phosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique [26].

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO₄ ou de P₂O₅
1mg/L PO₄ = 0,747 mg/L P₂O₅ = 0,326 mg/L P

◆ Effet sur l'environnement

Comme l'azote, le phosphore est un constituant essentiel de la matière organique et est un nutriment indispensable pour les organismes vivants. Cependant il doit être considéré comme un polluant lorsqu'il est présent à de fortes concentrations dans l'environnement. Des teneurs dans l'eau supérieures à 0,5 mg.L⁻¹ doivent constituer un indice de pollution. Les rejets de phosphore dans les écosystèmes aquatiques constituent l'un des plus sérieux problèmes environnementaux car ils contribuent à accélérer l'eutrophisation de ces milieux. La pollution par l'azote est également à l'origine de proliférations végétales excessives dans les milieux aquatiques. Dans les eaux douces, en particulier en tête de bassin versant, ce sont cependant les apports de phosphore qui sont généralement à l'origine d'un dysfonctionnement des écosystèmes. Dans ces milieux, le phosphore est souvent l'élément qui limite la prolifération végétale. Les algues ont besoin entre autres pour leur croissance de carbone (C), d'azote (N) et de phosphore (P). Elles ont besoin de ces trois éléments selon le ratio C:N:P de 106:16:1 (exprimé en nombres d'atomes). Dans les eaux naturelles, le ratio entre les quantités d'N et de P disponibles est généralement supérieur à 16. Par conséquent, même en cas de pollution du milieu par l'azote, si aucun apport de P n'est réalisé, les algues ne pourront pas se développer. La pollution des eaux par le phosphore est donc très

souvent à l'origine de développements algaux importants et conduit à la dystrophisation (eutrophisation accélérée) des lacs et rivières [26].

➤ **II.6.5.3.8 : Le sulfate**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates [27].

➤ **II.6.5.3.9:Les hydrocarbures**

Concentration des matières organiques contenue dans les rejets liquides. Ils proviennent aussi bien de rejets domestiques qu'industriels.

➤ **II.6.5.3.10 : Les solvants organiques**

1. **Furfural**

Le Furfural (C₅H₄O₂) est un aldéhyde hétérocyclique d'origine végétale. C'est un liquide huileux, incolore, à l'odeur d'amande, oxydable à l'air, ce qui lui donne une couleur de plus en plus brune en exposition prolongée.

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 [28].

Il dissout les hydrocarbures aromatiques sauf les hydrocarbures paraffinée ; c'est cette propriété qui est recherchée dans le procédé d'extraction pour la fabrication des huiles de base.

2. Méthyle-éthyle-cétone (MEC)

Le MEC (C₄H₈O) est un liquide incolore, volatil, dégageant une forte odeur sucrée (limite olfactive : 5,4 ppm). Il est totalement miscible avec la plupart des solvants organiques usuels, notamment l'éthanol et l'oxyde de diéthyle, et très soluble dans l'eau. D'autre part il peut dissoudre un grand nombre de résines [28].

3. Toluène

Le toluène (C₇H₈) est un liquide incolore, d'odeur aromatique. Il est pratiquement insoluble dans l'eau, miscible à de nombreux solvants organiques. C'est un excellent solvant pour un grand nombre de substances naturelles ou de synthèse (huile, graisse, résines...).

💧 Impact sur l'environnement

Les effets sur l'environnement peuvent se manifester par :

🦋 Contamination des eaux

Les solvants peuvent être dangereux pour l'environnement et surtout pour les organismes aquatiques. Lors de l'utilisation des solvants dans les unités de fabrication des huiles de base il peut y avoir des déperditions accidentelles de produit, les solvants ainsi perdus se retrouvent alors dans les eaux de rejet vers la mer. Ceci va créer une pollution marine dont les répercussions se feront sentir au niveau des produits de la pêche et la biodiversité de la faune et la flore.

🦋 Contamination de l'air

La vapeur des solvants dans l'air (COV) cause l'effet de serre, la détérioration de la couche d'ozone, le développement des maladies respiratoires, la précipitation des pluies acides.

➤ II.6.5.3.11 : Le phénol

Les produits phénoliques proviennent en général d'activités industrielles. Il donne à l'eau, un goût marqué de chlorophénol, lorsqu'il est en présence de

Pollution de l'eau

chlore. Ces produits sont souvent biodégradables ; ceci dépend de leur composition.

➤ II.6.5.3.12 : Les métaux lourds

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 sur le poisson à partir de 1 mg/l [29].
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 [29].
3. **Le cuivre** : le cuivre est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydés ou sulfurés. En métallurgie il entre dans 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 [29].
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 [29].

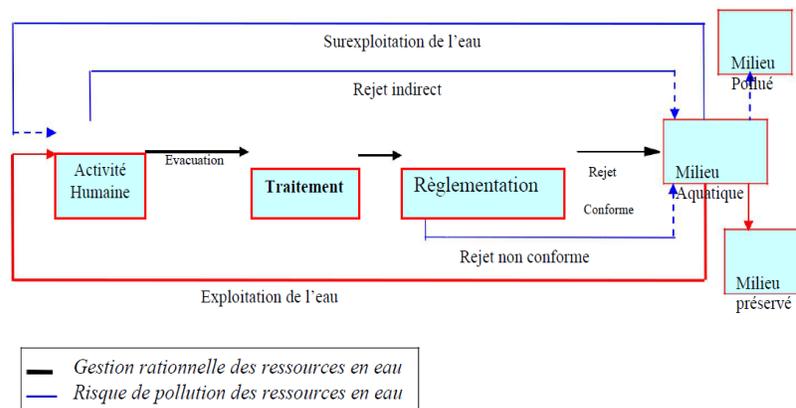


Figure N°II.1. des risques liés à la pollution et les milieux récepteurs

II.7. Norme nationale selon le JORAD :

Les normes de rejets des effluents industriels résultent de la loi n°83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux, de l'ordonnance n°96-13 du 15 juin 1996 modifiant et complétant la loi n°83-17, du décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides des industries et du décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006 de la république Algérienne démocratique définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Tableau N°II.5: Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes)

Paramètre	Unité	Valeur Maximale
Température	C°	30
pH	----	5.5 à 8.5
MES	Mg/l	30
DBO5	Mg/l	40
DCO	Mg/l	120
Azote Kjeldhal	Mg/l	40
Phosphates	Mg/l	02
Cyanures	Mg/l	0.1
Aluminium	Mg/l	5
Cadmium	Mg/l	0.2
Chrome 3+	Mg/l	3
Chrome 6+	Mg/l	0.1
Fer	Mg/l	5
Manganèse	Mg/l	1
Mercure	Mg/l	0.01
Nickel	Mg/l	5
Plomb	Mg/l	1
Cuivre	Mg/l	3
Zinc	Mg/l	5
Huiles et graisses	Mg/l	20
Hydrocarbures	Mg/l	20
Phénols	Mg/l	0.5
Solvants organiques	Mg/l	20

III. Description des unités de traitement des rejets de la raffinerie d'Arzew

III.1. Nature et composition des effluents avant épuration

La pollution engendrée par la raffinerie est caractérisée par trois types de rejets: solides, gazeux et principalement les rejets liquides.

La raffinerie d'Arzew rejette des quantités importantes d'eau vers le milieu marin qui sont [30] :

- ✓ Eaux huileuses ou chargées
- ✓ Eaux de procédés
- ✓ Eaux à forte salinité et eaux chimiques
- ✓ Eaux de pluie et de lavage
- ✓ Eaux sanitaires

Ces rejets ou effluents liquides canalisés dans des systèmes de réseaux semi-aériens ou souterrains sont récupérés dans des stations appropriées où ils seront traités.

Pour obtenir une qualité d'eau traitée répondant aux normes de rejet, les effluents subissent des traitements.

III.2. Traitement des effluents liquides au niveau de l'Unité 1800

L'objectif de la STEP [31] :

- ✓ Le traitement des effluents provenant de la raffinerie, c'est –à –dire les effluents de l'unité de procès, des zones de stockage et des bâtiments.
- ✓ Les effluents traités répondent aux normes de rejet vers mer
- ✓ Traitement des effluents pour recyclage vers circuit de refroidissement

III.2.1. Principales étapes de traitement:

✓ III.2.1.1. Prétraitements :

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitement comportant un certain nombre d'opération à caractère physique ou mécanique. Le but est dans ce cas d'extraire et d'éliminer de l'eau les éléments solides en suspension ou en flottation et qui pourraient constituer un gêne pour les traitements ultérieurs [18].

Parmi ces méthodes de séparation, les plus courantes sont :

➤ **III.2.1.2.Le dégrillage**

Il s'agit de séparer des eaux brutes. Les matières les plus volumineuses, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent [31].



Figure N°III.1: dégrillage

➤ **III.2.1.3.Le dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire des effluents bruts les graviers, sables et particules Minérales, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, à éviter de surcharger les stades de traitement suivants [20].

Il est effectué par décantation des particules organiques de granulométrie supérieure à 200 microns [31].



Figure N°III.2: dessablage

➤ **III.2.1.4. Dégraissage :**

Le dégraissage a pour but d'extraire des graisses figées de façon à éviter leurs entraînements dans les autres ouvrages de traitement. Il est effectué, en combinaison avec le dessablage par tranquillisation d'une fraction de la surface liquide d'un dessableur à ère avec reprise des graisses et écumes par déversement.

➤ **III.2.1.5. Refroidissement ET dégazage**

Le dégazage est une opération qui consiste à mettre en contact intime l'eau et l'air. Cette opération a pour but d'éliminer les gaz dissous y compris les traces éventuelles d'hydrocarbures légers, de façon à localiser le risque d'inflammabilité



Figure N°III.3: dégazeur

➤ III.2.1.6. Pré-déshuilage (Bassin API)

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 N°III.4: Bassin API.

✓ **III.2.1.7.Traitement primaire (physico- chimique)**

➤ **III.2.1.7.1.Décantation primaire :**

La décantation consiste à faire traverser un bassin par l'influent à faible vitesse, de façon à ce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin permet le rassemblement et la reprise de la suspension obtenue et les boues déposées sont récupérées par recyclage permanent et pompage[32].

➤ **III.2.1.7.2.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.

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 chlorures de fer et un pH compris entre 6 et 7

La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion. Une bonne floculation est favorisée par:

- ✓ Une coagulation préalable aussi parfaite que possible;
- ✓ Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau;
- ✓ Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau;
- ✓ L'emploi de certains produits appelés floculant ou adjuvants de coagulation.

L'action s'effectue en deux stades :

- La coagulation, qui permet de décharger les colloïdes afin de donner naissance à un précipite [32].

Description des unités de traitement des rejets de la raffinerie d'Arzew

- La floculation, qui a pour but d'accroître le volume et la cohésion du floc formé par la coagulation [33].



Figure N°III.5: Opération de Floculation

- **Principe Coagulant ET floculant:**

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant et floculant utilisé. Les plus efficaces sont : KUMAZUR (coagulant) ARBOFLOC PAM 510 (floculant).

- **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 [34].



Figure N°III.6: Système de flottation DAF

✓ **III.1.3.1.3 Traitement secondaire (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 [35] :

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



Figure N°III.7: Bassin d'épuration biologique.

➤ **III.2.1.8.1. Clarification**

Les eaux chargées en MES (matières en suspensions) nécessitent une décantation, dans un décanteur longitudinal ou la phase solide est retenue au fond du bassin puis soit évacuée vers épaissement ou recyclée dans le bassin biologique. Les eaux clarifiées sont évacuées vers l'unité de filtration [36].



Figure N°III.8: Clarificateur.

✓ III.2.1.9. Traitement tertiaire :

➤ III.2.1.9.1. 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. 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".

➤ III.2.1.9.2. Épaississement des boues

L'épaississement, par décantation naturelle, des suspensions boueuses provenant directement des appareils de traitement de l'eau, permet l'amélioration de la production du dispositif de déshydratation.



Figure N°III.9: Épaississeur de boues.

➤ III.1.3.1.4.3. Déshydratation

L'essorage des boues par filtration, consiste en un simple drainage sur lits de sable. Le fonctionnement de cette station n'a pas permis d'atteindre l'objectif souhaité. Et de ce fait la raffinerie a installé une nouvelle station d'épuration des effluents liquides qui subissent un traitement complet (physique, physico-chimique, biologique, incinération des boues)



Figure N°III.10: lits de séchages

III.3. Traitement des effluents liquides au niveau de l'Unité 27 (discontinuée)

III.3.1 Introduction

La nouvelle station comportera [37]:

- ✓ Pompes de relevage des eaux pluviales vers le bac d'orage, spécialement en cas de débit maximum, Déversoir d'orage, Déshuileurs API, Unité de flottation, Bac de rétention.
- ✓ Sections de traitement secondaires et tertiaires comporte : 2 réacteurs biologiques séquentiels (27T-03 A/B), Filtres à sable anthracite, Epaisseur, Déshydratation des boues.
- ✓ Section de traitement des boues (Incinérateur de boues), qui traite les boues de la zone 27 et les boues provenant de l'unité 1800.

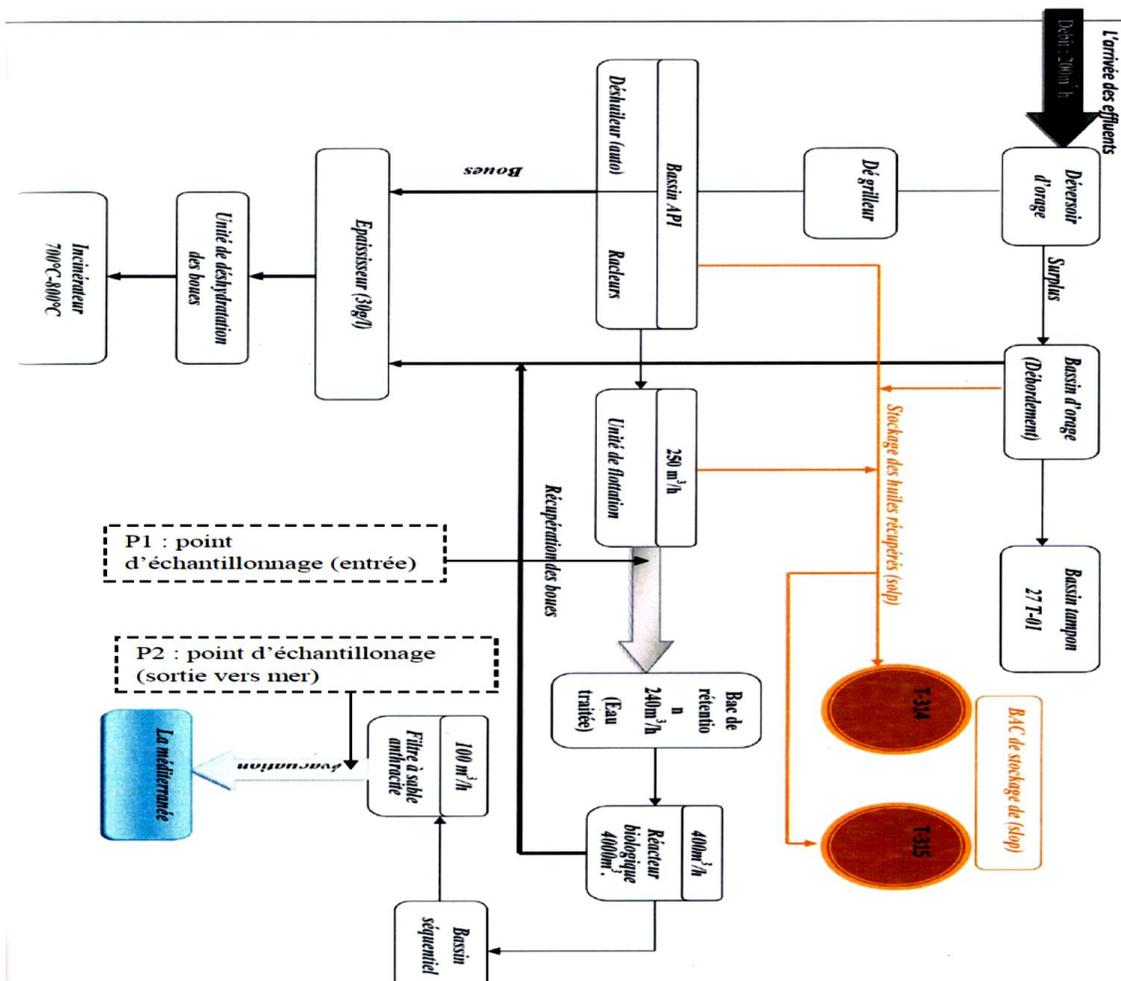


Figure III.11 : Schéma globale de la STEP (unité 27).

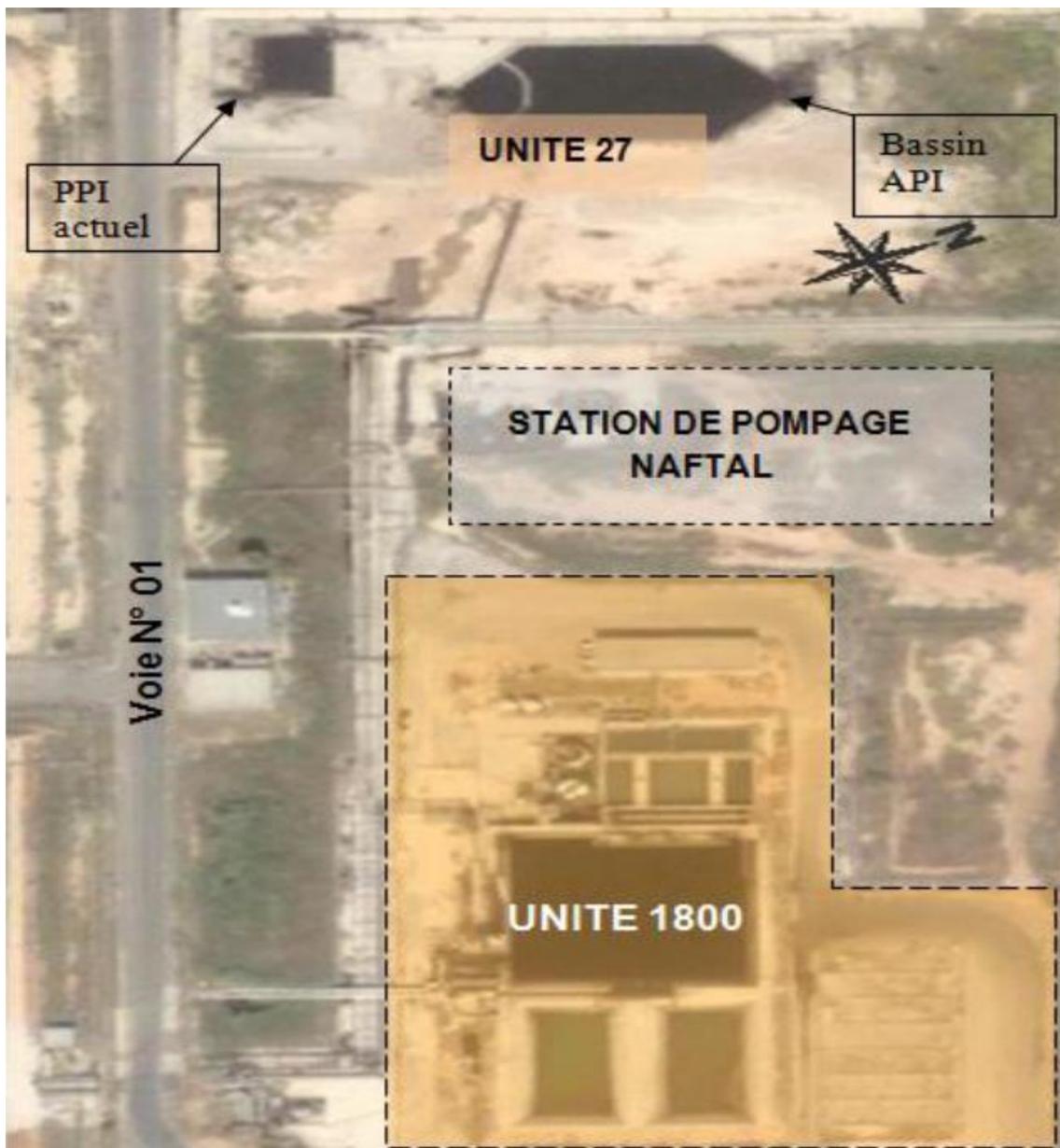


Figure N°III.12: Implantation de la station d'épuration zone 27.

Le mélange des eaux usées des processus et d'orage dépassant le débit de design de la station (200 m³/h) sera déversé dans le bassin d'orage (27-BA01), où sont installées des pompes de relevage (27G-11 A/B/C/D), qui envoie l'eau pluviale vers le bac (27-T01) (4000 m³).

Le volume total du bac permet de collecter le débit d'eau de pluie puis le transférer vers le traitement. L'excédent d'eau devient clair et le volume dépassant la capacité du bac. (27-T01) est envoyé vers la mer à partir du trop-plein qui déverse dans le regard qui collecte les eaux de rejet vers mer.

Objectifs du traitement

- ✓ Les objectifs de l'épuration des effluents générés au niveau de la raffinerie sont les suivants: Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination du milieu récepteur.
- ✓ Préserver la ressource en eau en réutilisant et valorisant les eaux traitées.

Les eaux traitées non réutilisées seront rejetées vers la baie d'Arzew (Mer Méditerranée).

III.3.2.Principales étapes de traitement

La station d'épuration des eaux usées (unité 27) comprend les étapes suivantes [37]:

- ✓ Déversoir d'orage
- ✓ Bassin d'orage
- ✓ Bassin tampon
- ✓ Déshuileurs API
- ✓ Unité de flottation
- ✓ BAC de rétention
- ✓ Réacteurs biologiques séquentiels (SBR)
- ✓ Filtres à sable anthracite
- ✓ Epaisseur
- ✓ Equipement de déshydratation des boues
- ✓ Incinérateur de boue

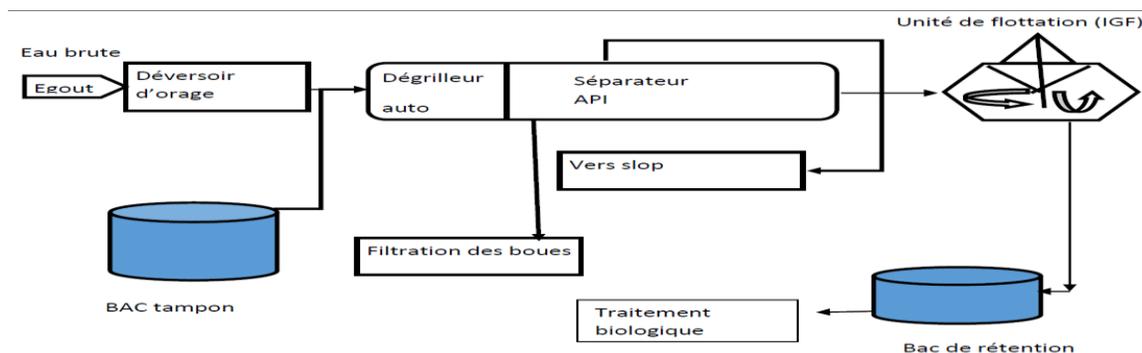


Figure N°III.13: Les différentes étapes de prétraitement

III.3.2.1. Déversoir d'orage

Cet ouvrage permet d'alimenter gravitairement en eaux usées le nouveau déshuileur API avec un débit maximal de 200 m³/h et le surplus (cas pluvial) se déversera dans le bassin d'orage [37].

III.3.2.2. Prétraitement**III.3.2.3. Bassin d'orage**

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

A. Une chambre de pré-sédimentation des matières en suspension véhiculées par les eaux pluviales, des pompes immergées assurent l'extraction des boues vers l'épaississeur [37].

B. Une zone de déshuilage où les huiles et flottants sont extraits par un déversoir flottant vers la fosse des flottants.

C. Un groupe de pompage qui évacue les eaux vers le bassin tampon

III.3.2.4. Bassin tampon

Le bassin tampon est un bac métallique où les eaux pluviales chargées en pollution sont stockées puis traitées par la station d'épuration.

Cet ouvrage est équipé d'une barrière de rétention des flottants et d'une goulotte de récupération des huiles [37].

III.3.2.5. Déshuileur API

Le déshuileur est composé de deux canaux en parallèle, équipé chacun d'une chaîne avec racleurs assurant le raclage des boues vers la fosse à boues et les flottants vers la goulotte de récupération des surnageants. Afin de diminuer l'évaporation des composés volatils la surface est couverte de panneaux flottants



Figure N°III.14: Déshuileur API

III.3.2.5.1 Principe de fonctionnement

Le séparateur API (Figure III.11) est conçue pour la séparation par gravité. La séparation solide-liquide par gravité est accomplie du fait que la densité des solides en suspension à éliminer est supérieure à la suspension liquide, la gravité n'éliminera pas les solides dissous ou colloïdales, elle n'est pas efficace avec les émulsions d'huile. Afin de diminuer l'évaporation des composés volatiles la surface est couverte de panneaux flottants [38].

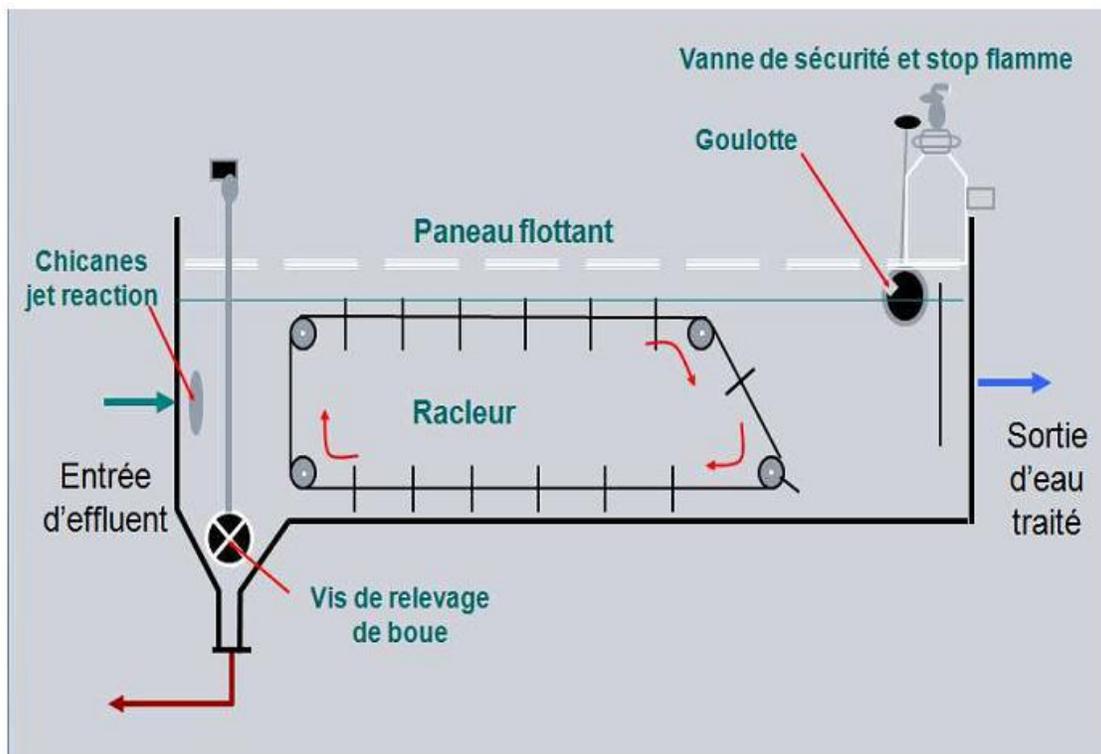


Figure N°III.15: Schéma technique d'un séparateur API.

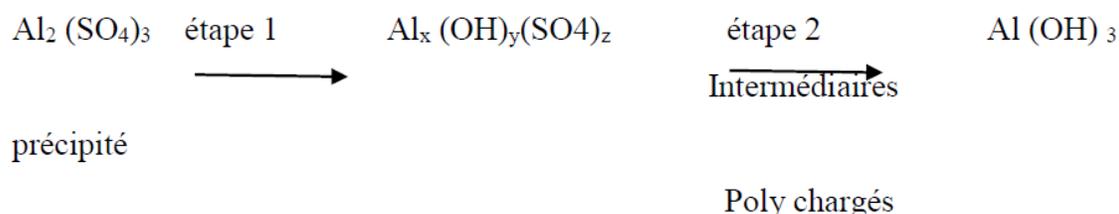
III.3.2.6. Coagulant et processus de coagulation

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les plus efficaces sont des sels de métaux, à base d'aluminium ou de fer. Ils sont cités dans le tableau suivant [38] :

Tableaux N°III.1: le principe coagulant utilisé.

Sels d'aluminium	Formule chimique	Sels de fer	Formule chimique
Sulfate D'aluminium	$Al_2(SO_4)_3$	Sulfate Ferrique	$Fe_2(SO_4)_3$

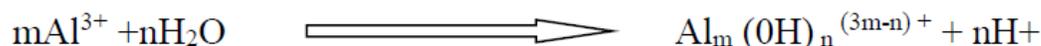
La mise en solution d'un coagulant se déroule en deux étapes: (le cas du sulfate d'aluminium est très significatif). La réaction est présentée de la façon suivante:



L'étape 1 : est une phase d'hydrolyse. Des intermédiaires poly chargés positifs se forment pour neutraliser la charge primaire négative des colloïdes. C'est la véritable forme coagulante qui déstabilise les particules chargées négativement.

L'étape 1 : dépend de la température et nécessite un pH compatible avec l'existence de ces intermédiaires poly chargés. Le temps de formation de ces composés est de l'ordre de 0,5 s.

L'étape 2 : permet la formation du précipité $Al(OH)_3$. Elle dépend de l'agitation du milieu. Ce précipité est l'élément qui assure le pontage et la coalescence entre les colloïdes déstabilisés : c'est la forme floculant.



Les sels d'aluminium ou de fer réagissent avec l'alcalinité de l'eau et produisent des hydroxydes insolubles.

III.3.2.6.1. Paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation.

- a. Influence du pH
- b. Influence de la dose du coagulant
- c. Influence de la température
- d. Influence de la turbidité
- e. Influence des sels dissous
- f. Influence du mélange
- g. Influence de l'alcalinité

III.3.2.7. Unité de flottation

Les eaux usées issues de l'API seront envoyées vers l'unité de flottation par des pompes immergées. L'unité de flottation permettra un meilleur abattement des matières en suspension et huiles dissoutes dans les eaux par technique de flottation à gaz induit. L'unité de flottation se compose d'une chambre d'entrée (affluent) et six cellules (compartiments) de flottation comprenant chambre d'effluents et chambre de collecte des surnageants. Chaque cellule (Figure III.13) est équipée d'un moteur qui fait tourner un axe muni d'une roue à aubes, lors de son fonctionnement elle aspire de l'air et crée un phénomène de vortex (mélange de fines bulles d'air avec l'eau) ce qui permet un entraînement par flottation des matières huileuses à la surface, ces dernières seront raclées vers la chambre des surnageants [37] [38] [40] .



Figure N°III.16: Equipement IGF.

III.3.2.7.1. Principe de fonctionnement

Le flottateur utilise l'action de bulles de gaz naturel pour éliminer les dernières traces d'huile à la sortie du séparateur. Les bulles sont formées par aspiration et dispersion de gaz d'inertage dans l'eau à épurer. L'huile est récupérée en surface par l'action des bulles et du poly électrolyte et sont ainsi revalorisables dans leur totalité.

L'eau polluée est introduite par gravité dans le compartiment entrée. L'eau huileuse est soumise à l'action des bulles et du poly électrolyte successivement dans les quatre cellules; Les bulles de gaz cassent l'émulsion résiduelle et ramènent les hydrocarbures en surface ce qui permettent un entraînement par flottation des matières huileuses à la surface, ces dernières seront raclées vers la chambre des surnageants [38] [37].

III.3.2.8. Bac de rétention

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

III.3.2.9.Traitement secondaire

III.3.2.9.1.Réacteurs biologiques séquentiels

Les RBS constituent une variante particulière de procédé par boues activées. Les mêmes principes de base du traitement biologique telle la formation d'une biomasse en suspension, la concentration de celle-ci dans un réacteur biologique et la séparation de la biomasse de l'effluent traité s'appliquent aux RBS, de sorte que les mêmes modèles et paramètres cinétiques peuvent être utilisés, en intégrant des adaptations nécessaires pour tenir compte des cycles.

La particularité de cette variante est que la décantation de la biomasse s'effectue directement dans les bassins d'aération plutôt que dans un décanteur séparé. Le procédé fonctionne en mode discontinu selon une séquence comprenant typiquement les phases suivantes : remplissage, réaction, décantation, soutirage du surnageant et repos.

L'extraction des boues peut se faire soit en phase de réaction, soit en phase de repos [39].

III.3.2.9.2.Séquence de traitement

Une séquence de traitement dans un SBR se compose des étapes suivantes :

1. Alimentation en période anoxie.
2. Alimentation en période aérée.
3. Période de réaction.
4. Période de décantation.
5. Période d'extraction de l'eau traitée.
6. Période d'extraction de la boue en excès.

III.3.2.9.3.Alimentation en période anoxie

Le réacteur est alimenté par l'eau usée avec un débit max de 400 m³/h (Figure III .15), il peut être en état statique ou agité par la mise en fonction des pompes de recirculation. Les supprimeurs d'aération sont à l'arrêt.

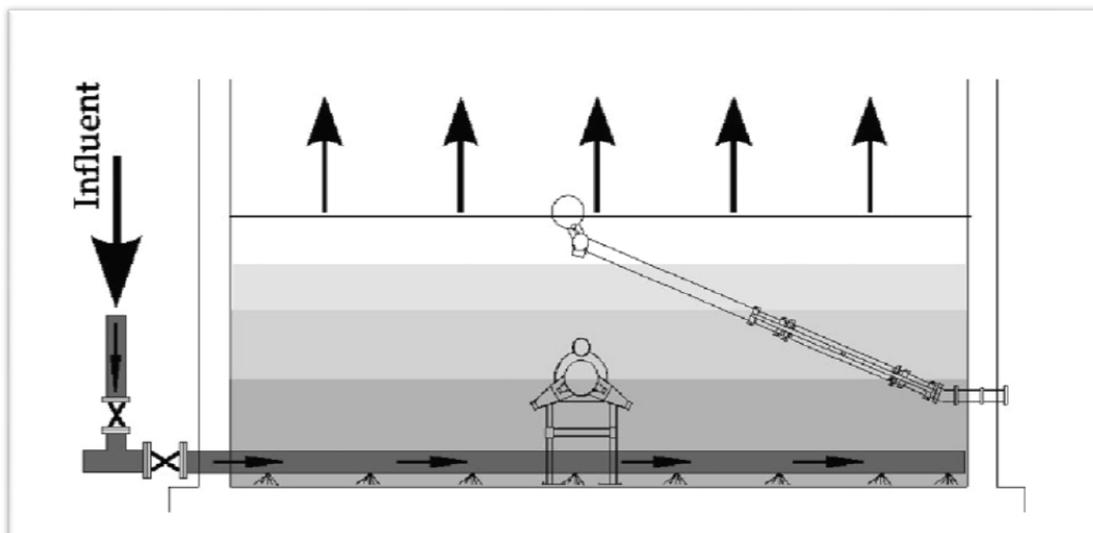


Figure N°III.17.SBR en remplissage anoxie.

III.3.2.9.4. Alimentation en période aérée

Après la fin de la période anoxie, le réacteur est toujours alimenté par l'eau usée à partir du bac de rétention avec un débit max de 400 m³/h, l'aération est mise en marche avec recirculation de la liqueur mixte (Figure III.16). Après qu'environ 75% de la période de remplissage soit terminé, les souffleurs et les pompes sont automatiquement activés pour fournir de l'air et un mélange complet qui amorce le meilleur environnement pour la biomasse [39].

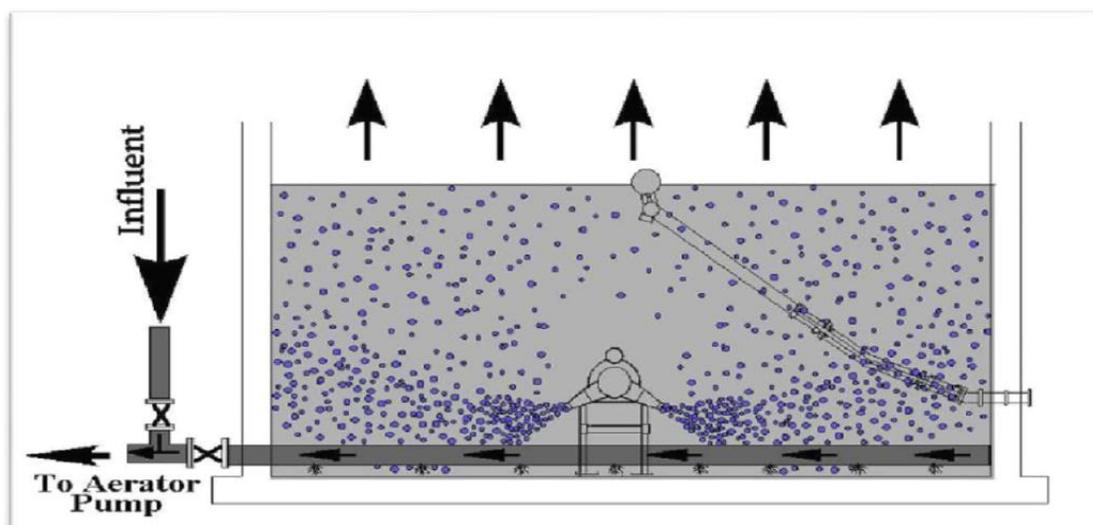


Figure N°III.18.SBR en remplissage aérée.

La biomasse commence à métaboliser la nourriture qu'ils ont absorbée. Ils utilisent de l'oxygène fourni très rapidement à un haut taux d'absorption et un faible résiduel oxygène dissous. C'est pendant les étapes initiales de « remplissage aéré » que les deux nitrifications et dénitrifications se produisent. L'ammoniac est transformé en nitrates dans la partie la plus aérée du jet. Les nitrates sont transformés en azote gazeux dans les zones basses d'oxygène dissous du bassin. Les organismes dénitrifiants utilisent la DBO comme source de nourriture et l'oxygène lors de la conversion des nitrates en azote gazeux. Siemens propose une étape de dénitrification des effluents.

III.3.2.9.5. Période de réaction

Dans cette étape le niveau d'eau dans le réacteur a atteint le max, on procède à l'alimentation du second réacteur. Le réacteur est aéré avec recirculation de liqueur mixte.

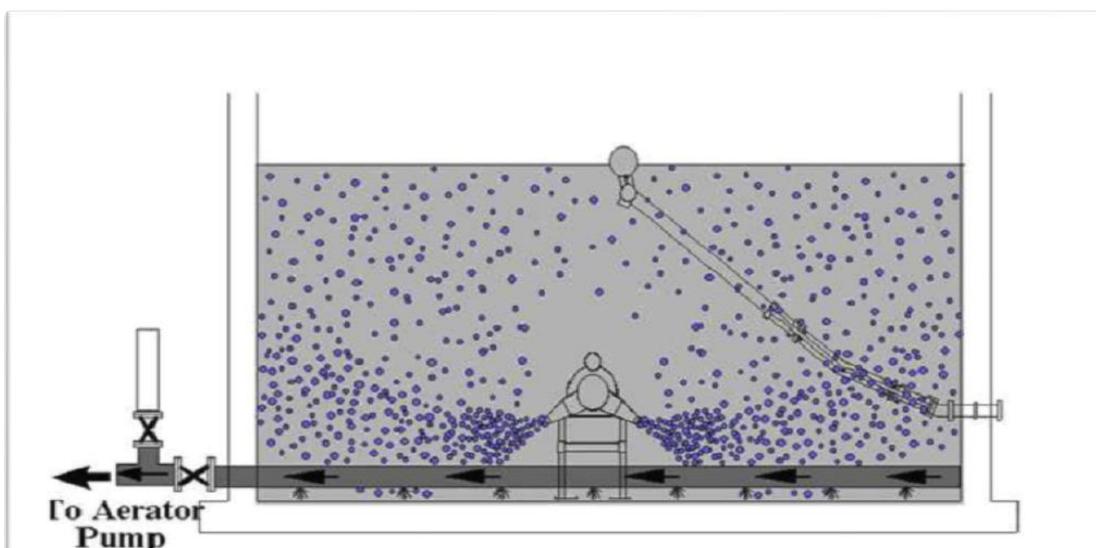


Figure N°III.19. SBR dans la période de réaction.

La phase « Réaction » commence après que le bassin ait terminé le remplissage, et que le flux influent ait été détourné vers un autre réservoir SBR. Il n'y a plus de nourriture (influent) pénétrant dans le bassin du réacteur durant cette phase. Cela oblige les organismes à parcourir pour toute la DBO restante. L'aération continue dans le réacteur jusqu'à ce que la biodégradation complète ait été réalisée. Des tests ont montré que la nourriture est consommée quand le résiduel dans le bassin dépasse 2 mg / l [39].

III.3.2.9.6. Période de décantation

Afin de permettre à la boue de décanter, on procède à l'arrêt de l'aération et des pompes de recirculation.

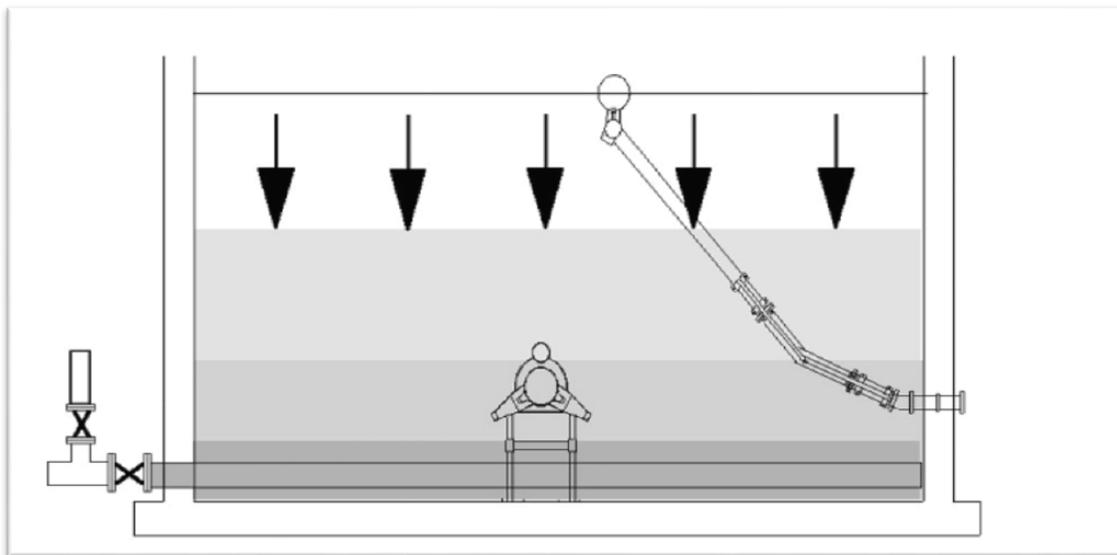


Figure N°III .20: Schéma de SBR en période de décantation.

III.3.2.9.7. Période d'extraction de l'eau traitée

Une fois la boue décantée, on procède à l'extraction de la phase claire (eau traitée) dans le réacteur par un déversoir flottant, le volume d'extraction est égal au volume d'alimentation. Voir (Figure N°III.19).

III.3.2.9.8. Période d'extraction de la boue en excès

Cette étape permet l'extraction des boues en excès générées lors du processus biologique

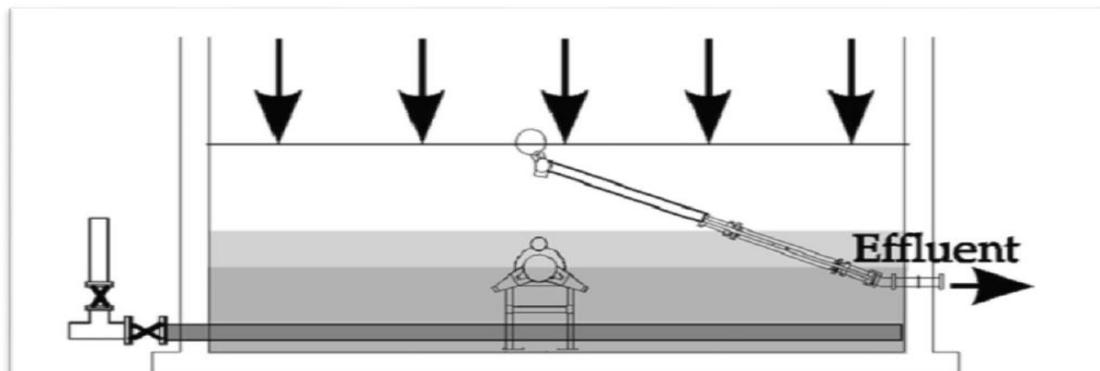


Figure N°III .21: Schéma de SBR en période d'extraction de l'eau traitée.

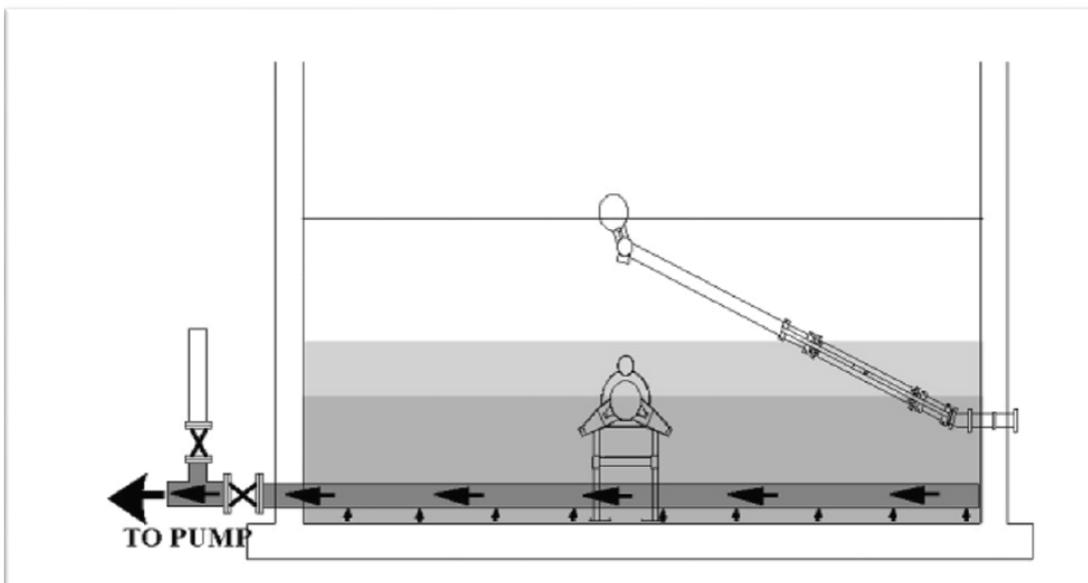


Figure N°III .22: SBR en période d'extraction de la boue en excès.

Vu que les eaux usées présentent une carence en matières nutritives, on procèdera à l'addition de composés à base d'azote et de phosphore avec un pourcentage égal à 100/20/01 (DBO/ N / P). 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 installée avec les caractéristiques regroupées dans le tableau qui suit [41][42] :

Tableau N°III.2: différents produits de correction de PH

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

b) Conception Le réacteur biologique séquentiel est un ouvrage métallique de forme cylindrique avec un volume utile égal à 4000 m³. Il est équipé de :

- ✓ Un déversoir flottant ;
- ✓ Une rampe de répartition d'air et d'eau.

III.3.2.10. Traitement tertiaire

III.3.2.10.1. Filtres à sable anthracite

L'eau claire extraite des réacteurs biologiques SBR sera envoyée vers les filtres (27K-07 A/B/C) à sable rapide afin de retenir les floccs et matières en suspension (voir Figure III.21).

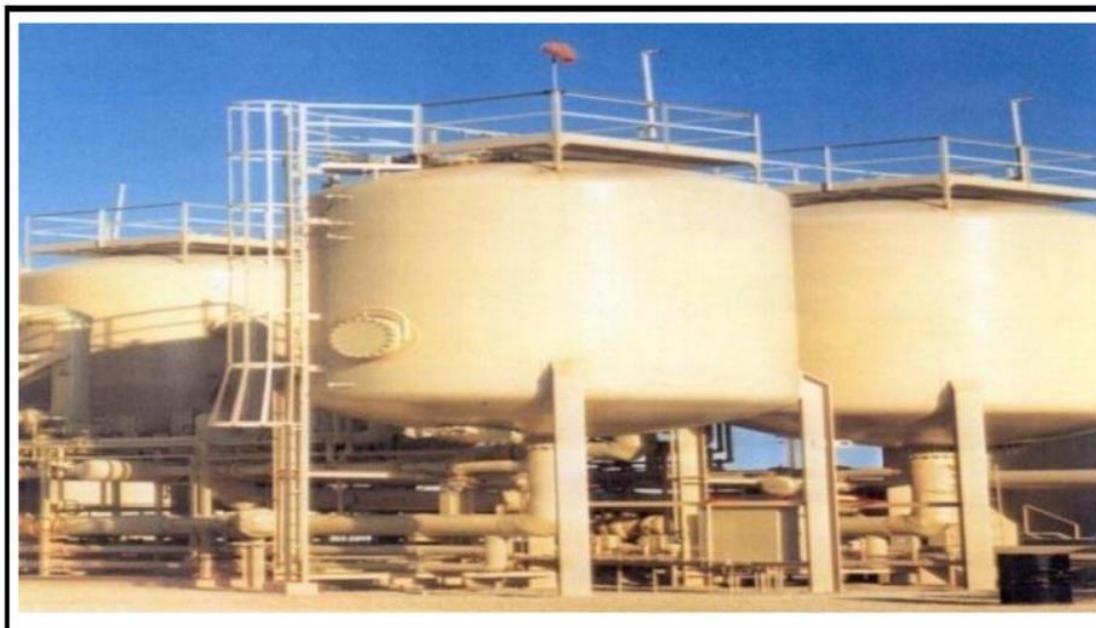


Figure N°III .23 : Filtre à sable

III.3.2.10.1.1. Les différentes étapes de fonctionnement d'un filtre sont

1. Alimentation: Le filtre est alimenté par le haut avec les pompes (27G-08 A/B) à partir du bassin 27 BA- 02.

2. Colmatage:

Après plusieurs heures de fonctionnement le filtre est colmaté on procède au lavage du filtre. La durée de marche d'un filtre est en fonction de la qualité de l'eau d'alimentation.

3. Lavage: Une fois le filtre est colmaté, on procède au lavage avec de l'air et l'eau brute.

❖ **Matériaux de filtration**

Les matériaux utilisés pour la filtration sont le sable et l'anthracite.

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

Tableau N°III.3: caractéristiques des matériaux de filtration.

Matériau	Forme	Densité	Granulométrie
Sable	Arrondie	2.6	0.45-0.55
Anthracite	Arrondie	1.5	0.8-1.00

❖ **Conception:**

C'est un filtre fermé sous pression composé de deux couches de sable anthracite, chaque filtre est dimensionné pour recevoir un débit égal à 100 m³/h.

III.3.2.10.2.Traitement des boues

➤ III.3.2.10.2.1.Epaississeur

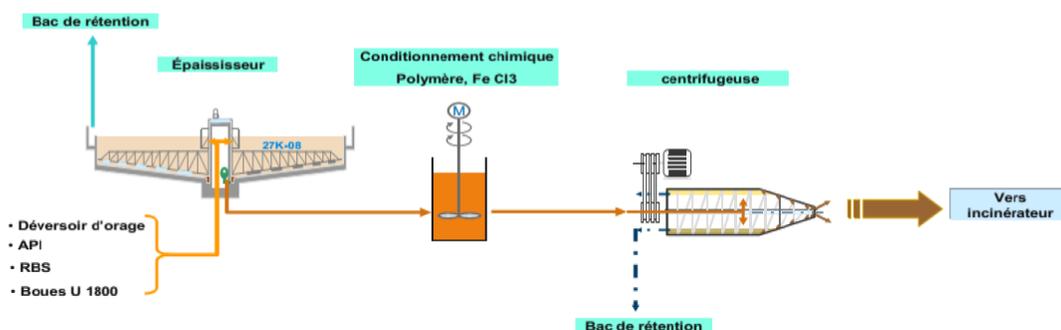
L'épaississeur reçoit les boues du SBR, du Bassin d'orage, d'API et de l'unité 1800. C'est un épaississeur gravitaire qui permet d'atteindre une concentration en boues égale à 30 g/l, les boues seront évacuées vers l'unité de déshydratation par centrifugation, les surnageant s'écouleront gravitairement vers la fosse des surnageant [43].

➤ III.3.2.10.2.2.Déshydratation des boues

La déshydratation permet de poursuivre l'opération d'épaississement jusqu'à un état pâteux, les boues titrant alors de 12 à 14 % d'aridité selon la qualité de boues. Les boues issues de l'épaississeur sont déshydratées par une centrifugeuse à axe horizontal.

L'unité de déshydratation est composée de [44] :

- ✓ Centrifugeuse à axe horizontal
- ✓ Unité de polymère
- ✓ Convoyeur de boues
- ✓ coffret de commande



Naftec

Figure N°III .24 : traitement des boues.

➤ III.3.2.10.2.3. Incinérateur de boue

L'incinération réduit la quantité finale de boues aux seules matières minérales [32]. Le principe de fonctionnement de cet incinérateur (figure III.24) consiste à introduire les boues à incinérer dans un lit de matériaux auxiliaires (du sable de quelques millimètres), porté à une température de 700 à 800 °C et tenu en suspension (ou fluidisé) par un courant d'air ascendant injecté à la base du lit, à travers une grille appropriée (hauteur du lit : 0,5 à 0,8 m) à une vitesse de 1 à 2 m/s.

Les matières boueuses introduites sont maintenues dans le lit pendant un temps relativement bref, mais suffisant pour le séchage immédiat et le début de leur calcination, qui s'achève dans la zone de revanche située au-dessus, où la température atteint 850 °C. La température du lit fluidisé est régulée par un appoint en eau ou en combustible.

L'air de combustion traverse un échangeur de chaleur (à contre courant) où sa température descend au-dessous de 560°C, ensuite il parcourt un refroidisseur à air ambiant où la température du gaz à la sortie sera inférieure à 250°C ce qui permettra d'appliquer un traitement des polluants tels les poussières, les acides (HCl), SO_x, métaux lourds [45].

L'unité de traitement des gaz issus de l'incinérateur se compose d'un :

✓ **Cyclone:** réduction des poussières à **80%**.

✓ **Réacteur de neutralisation :**

Il permet la réduction de l' HCl après injection du bicarbonate avec un débit estimé à 2 kg/h. Abattement des métaux (Hg, Cd), dioxines et furannes par injection de charbon actif en poudre avec un débit estimé à 10 Kg/h.

✓ **Bag filtre :**

Le filtre permet la rétention de toutes les particules poussiéreuses.

A la sortie de l'unité de traitement les gaz traités sont aspirés vers la cheminée ou ils seront analysés avant rejet vers atmosphère.

La figure N°24 présente le schéma d'une unité d'incinérateur de boues d'épuration en lit fluidisé. Plusieurs éléments complètent le fonctionnement du four à lit fluidisé:

- Four à étages
- Chambre de postcombustion
- Un échangeur de chaleur, utilisant la température de sortie des gaz, permet de réchauffer l'air entrant.
- Les gaz de combustion entraînent une partie des cendres produites, ce qui nécessite un dépoussiérage efficace, qui est réalisé par un cyclonage à sec, suivi d'une séparation humide (laveur humide).
- Une cheminée permet l'évacuation des gaz.
- Un filtre à sac

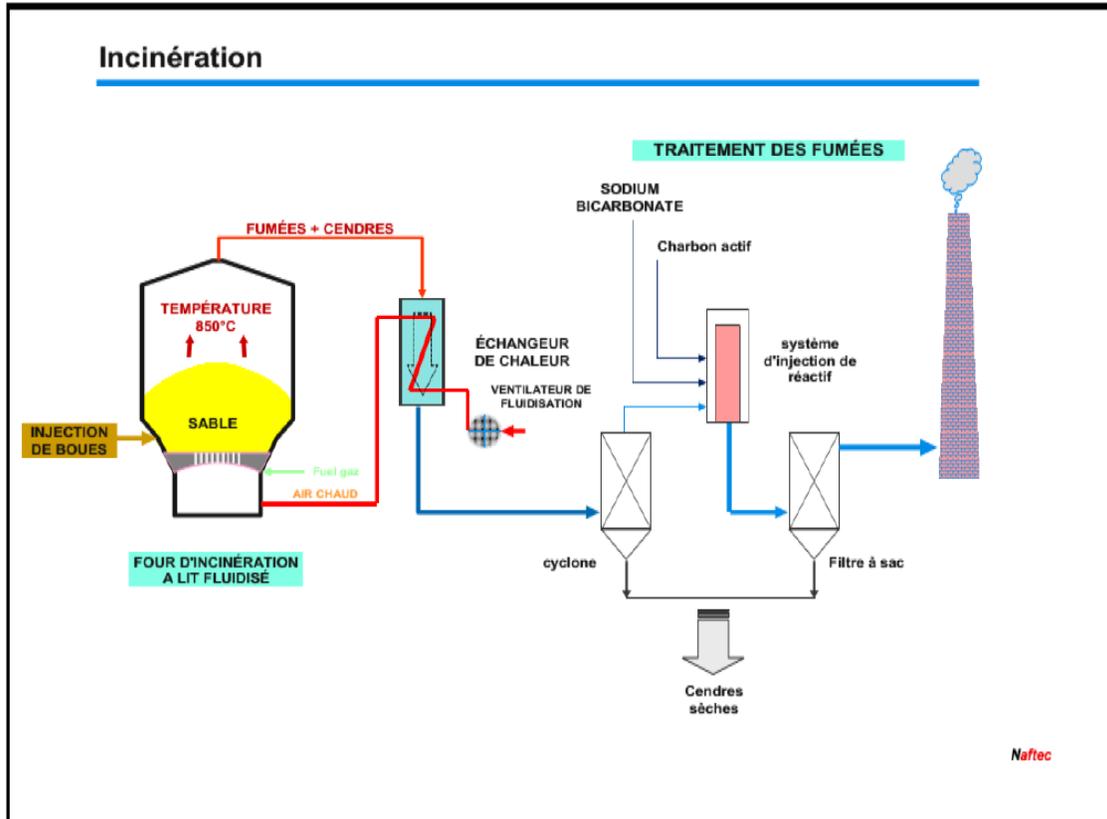


Figure N°III .25 : traitement par incinération.

IV. Analyses des rejets et interprétation des résultats

IV.1. Mode d'échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui sera donnée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspensions etc.).

Il est important de connaître la température de notre échantillon, c'est un paramètre qui influe sur tous les processus chimiques tel que pH, conductivité. Pratiquement la température est mesurée sur le site soit avec un thermomètre à mesure gradué en (**C°**) soit avec un appareil électrique [46].

Après prélèvements d'une quantité d'eaux provenant des rejets de la station de traitements des eaux usées (zone 27). Nous avons effectué une série d'analyses à l'entrée et à la sortie de chaque équipement :

Déshuileur API, l'unité de flottation IGF, bac de rétention T02, réacteur biologique SBR (27T03A/B) et sortie vers la mer(SVM).

Nous avons effectuées des prélèvements à plusieurs niveaux de la station d'épuration : Dans Unité 1800, et Zone 27.

Unité 1800 : Cette station des années 80 a pour objet le traitement des effluents provenant des zones de P2 et P3.

- ✓ 1- Egout 26 (**E26**).
- ✓ 2- Sortie Bassin Déshuileur.
- ✓ 3- Sortie Bassin Flottation.
- ✓ 4-Sortie Vers Mer (**SVM**).

Les figures IV.2, IV.3 représentent les points de prélèvements choisis pour notre étude. A noter que seuls les résultats d'analyse des points 1 et 4 correspondant respectivement à l'entrée (E26) et sortie (SVM) de la STEP seront retenus. Même chose pour les effluents

de la STEP dans Unité 27 et on a choisit pour notre étude sauf les arrivées de l'unité de production P1 et P2 et P3 et les rejets ver mer.

Les deux autres points d'échantillonnages, sorties des deux bassins déshuileur et de flottation, n'ont pas donnés des résultats significatifs à cause des traitements non réguliers des solvants dans la STEP et les accumulations qui s'y engendrent (**résultats d'analyse**).

Les prélèvements ont été faits par nos soins dans des bouteilles en plastique, les analyses ont été réalisées le jour même dans le laboratoire de la raffinerie d'Arzew

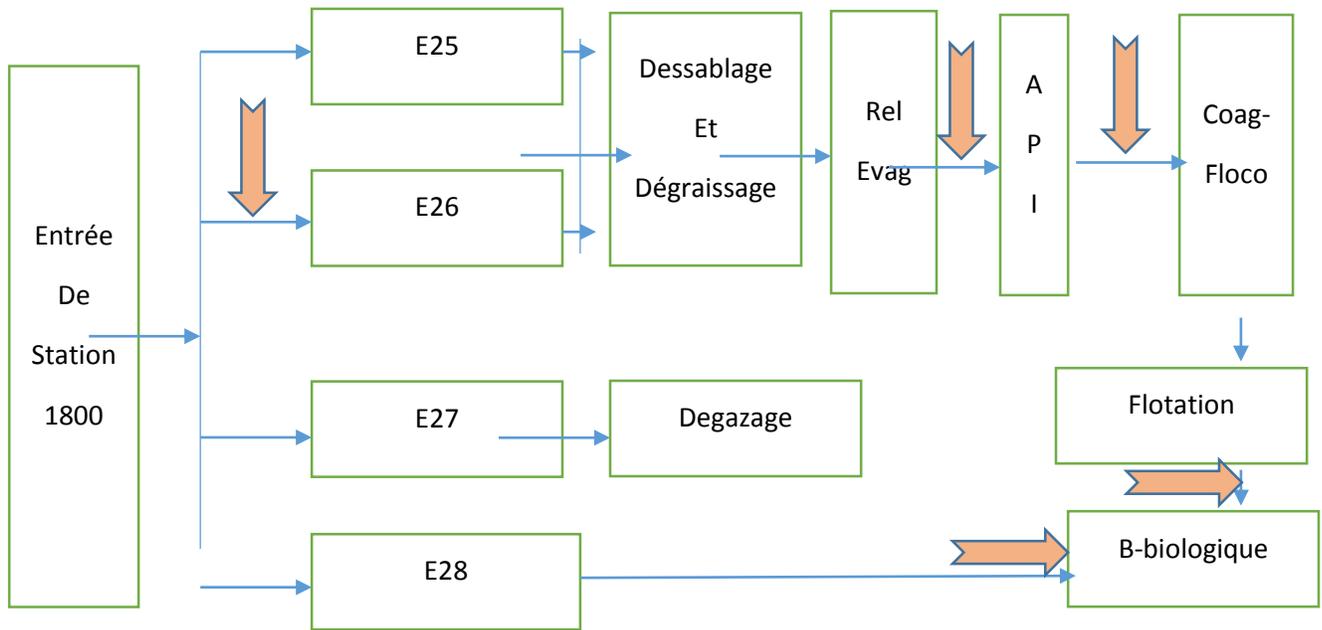


Figure N°IV.1: Schéma points de prélèvement (↔) dans la station d'épuration Unité 1800

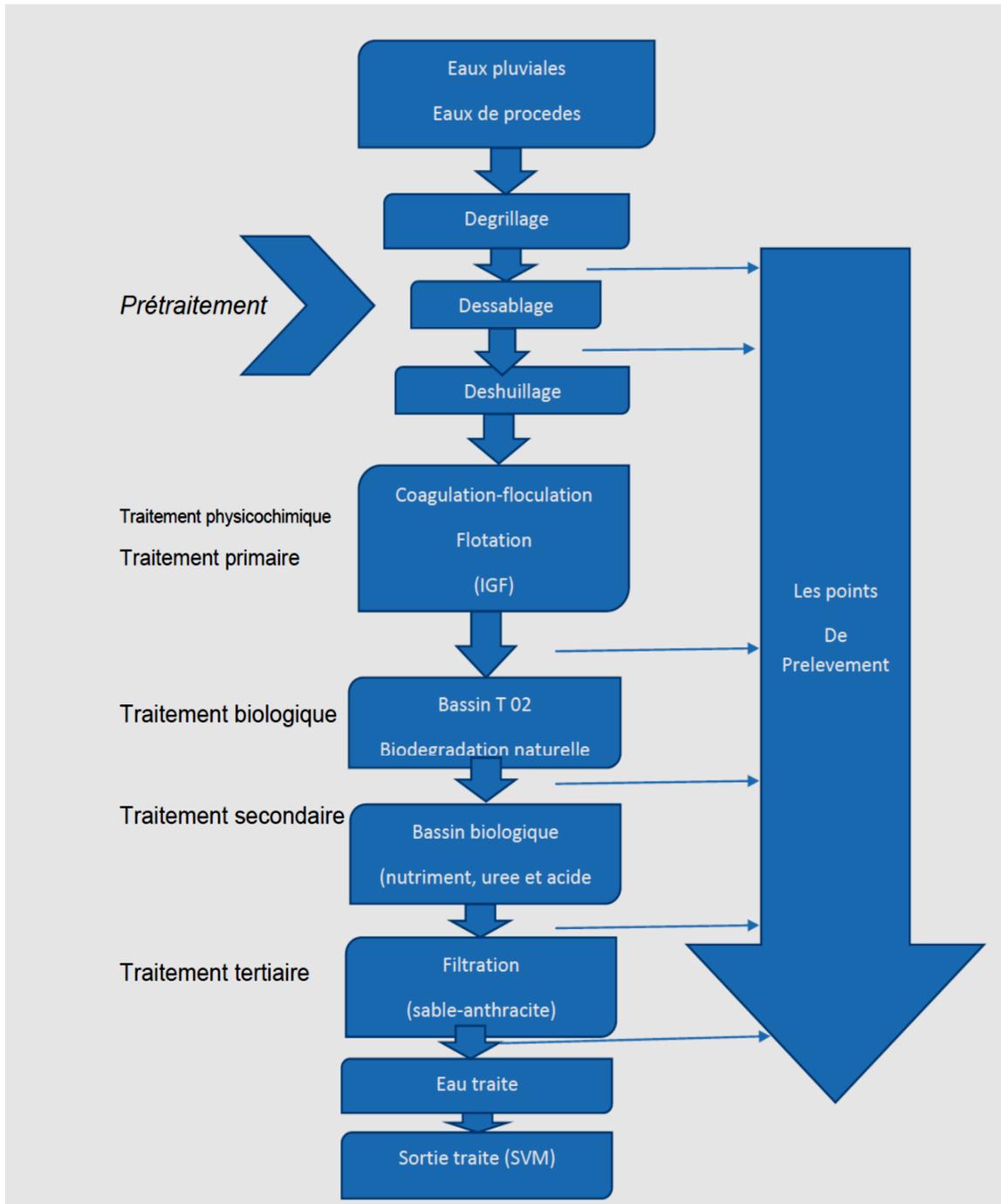


Figure N°IV.2:Schéma des points de prélèvement dans la station d'épuration 27

IV.2. Méthodes d'analyses :

Les échantillons ont subi plusieurs analyses. Les tests quotidiens concernent les paramètres suivant:

- ✓ Le PH
- ✓ La conductivité
- ✓ Les hydrocarbures (HC)
- ✓ MES (les matières en suspension)
- ✓ Les solvants (furfural, MEC)
- ✓ La DCO (demande chimique en oxygène)
- ✓ Par contre les tests faits 3 ou 4 fois per mois concernent la DBO5.

Toutes les méthodes d'analyses que nous avons utilisées et les équipements avec leurs marques sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau N°IV.1 : méthodes d'analyses.

Tests	MEHODES D'ANALYSES (NORME)	Equipment avec marque
Conductivité	ASTM D 1125	CONDUCTIVIMETRE, WTW-NF 191
PH	ASTM D 1292	PH-metre, METROHM 632
DCO	AFNOR NF T90-204	Assemblage de matériels (verrerie)
DBO	AFNOR NF T90-103	DBO-METRE(OXITOP)
Furfural	TEXACO	Spectrophotomètre
MEK	TEXACO	Le dosage
MES	ASTM D 1888	PAR FILTRATION SOUS VIDE TL.U.U22
HC	AFNOR NF M07-203	ANALYSEUR D'HYDROCARBURES OCMA-310

IV.2.1.Méthode d'analyse et méthodes de travail

IV.2.1.1. Mesure du pH

➤ **But**

Cette méthode s'applique à toutes les mesures de pH effectuées par le laboratoire sur les Échantillons d'eau, d'eau usée, d'eau d'alimentation de chaudière, d'eau de chaudière, de Condensat d'eau de mer.

➤ **Principe**

La différence de potentiel existant entre une électrode en verre et électrode de Référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de cette solution. La détermination consiste en la mesure d'une différence de potentiel, elle s'effectue à l'aide d'un dispositif potentiométrique.

➤ **Appareillage et réactifs**

- ✓ Flacon d'un litre, à large encolure
- ✓ pH-mètre
- ✓ Electrode de mesure
- ✓ Solutions tampons homologuées qui encadrent la gamme de pH à mesure (pH4, pH7 et pH10).

➤ **Manipulation ET conservation des échantillons**

Les récipients contenant les prélèvements doivent être bien fermés de façon à éviter toute Contamination du produit échantillonné, conservés à l'abri de toute contamination du milieu Externe.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Mettre l'appareil en service
- ✓ Rincer L'électrode et le bécher avant chaque utilisation avec de l'eau distillée.
- ✓ calibrer le pH-mètre Avec les solutions tampons.
- ✓ Prélever à l'aide d'une pipette une d'essai de 50 ml et l'introduire dans un flacon
- ✓ placer l'électrode dans le flacon contenant l'échantillon, laisser La valeur se stabiliser sur le cadran avant la lecture du résultat.



Figure N°IV.3: PH mètre JENCO MO

IV.2.1.2. Analyse des matières en suspension (MES)

➤ **But**

Détermination des matières en suspension après évaporation de l'échantillon.

➤ **Principe**

Pour la détermination des matières en suspension (M.E.S) nous avons utilisé la méthode par filtration sous vide sur disque filtrant de 0.45µm. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement

➤ **Appareillage**

- ✓ Etuve
- ✓ Dessiccateur
- ✓ Dispositif de filtration
- ✓ Balance.
- ✓ Equipement par filtration sous vide.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Sécher le filtre à 105°C
- ✓ Conserver dans un dessiccateur et le peser.
- ✓ Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration
- ✓ Connecter à un dispositif D'aspiration sous vide.
- ✓ Choisir un volume d'échantillon puis en le filtre.
- ✓ Elever le filtre après on le sécher à 105 °C
- ✓ Puis le mettre dans un dessiccateur afin de terminer le refroidissement.

- ✓ Peser à nouveau le Filtre qui ne contient que les matières qui étaient en suspension avant séchage.



Figure N°IV.4:Filtration sous vide



Figure N°IV.5:séchage à 105 °C

Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par l'expression:

$$\text{MES} = (M1 - M0)1000/V$$

Où

V : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;

M0: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

M1 : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

IV.2.1.3. Dosage de la demande chimique en oxygène (DCO)

➤ But

Cette méthode permet de mesurer la quantité de matière organique oxydée en mg/l contenues dans les eaux usées.

➤ Principe

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

La détermination de l'excès de la dichromate avec une solution titrée de sulfates de fer et d'ammonium.

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique, en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure. La coloration verte du Cr^{3+} sera déterminée photo-métriquement.



Le calcul de la DCO sera donc à partir d'une quantité réduite $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, il est exprimé en mg/l.

Réactifs

- ✓ Dichromate de potassium 0.04 mol/l contenant le sulfate de mercure.
- ✓ Acide sulfurique concentré $\rho=1.83$
- ✓ sulfate d'argent Ag_2SO_4
- ✓ Sulfate de fer et d'ammonium $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- ✓ Ferroïne ; solution indicateur
- ✓ Eau déminéralisée

Mode opératoire

- ✓ Introduire dans l'appareil à reflux 10 ml d'échantillon à l'aide d'une pipette jaugée puis 5ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ à 0.04mol/l.

- ✓ Ajouter lentement et avec précaution 15 ml d'Ag₂SO₄ en agitant soigneusement le ballon d'un mouvement circulaire.
- ✓ Porter à ébullition à reflux pendant 2h, laisser refroidir et compléter le contenu à environ 75 ml avec H₂O distillée.
- ✓ Titrer l'excès de bichromate de potassium avec la solution de sulfate de fer et d'ammonium



Figure N°IV.6: DCO mètre



Figure N°IV.7: Titrage

Calcul :

$$DCO=8000*C*(V1-V2)/V0$$

C: concentration en mol/l de sulfate de fer (II) et d'ammonium

V0: volume en ml de la prise avant dilution

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

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

IV.2.1.4. Dosage de la demande biologique en oxygène DBO5**➤ But**

Détermination de la demande biochimique en oxygène

➤ Définition

La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène exprimée en (mg/l) qu'est consommée dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20°C et à l'obscurité) par certaines matières présentes dans 1 litre d'eau. Pour assurer leur dégradation par voie biologique.

➤ Principe

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

Préparation d'une solution obtenue par dilution de l'échantillon à l'aide d'une eau de dilution apportant un ensemencement. Incubation pendant 5 jours à l'obscurité dans une enceinte réglée à 20°C+ ou -01°C. Mesure de la quantité d'oxygène consommée.

Note

Il est nécessaire de préparer plusieurs solutions correspondant à des dilutions différentes pour pouvoir choisir celle d'entre elles à laquelle correspond une consommation d'oxygène comprise entre 40 et 60% de la teneur initiale.

Réactifs

- ✓ Eau distillée
- ✓ Solution d'inhibiteur de nitrification C₄H₈N₂S à 5g/l
- ✓ Soude en pastille

Appareillage

- ✓ Flacons d'incubation (spéciaux ou non) à bouchons robes de 150 ml par exemple.
- ✓ Enceinte réglable à 20°C+ ou -01°C.
- ✓ Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène dissous.

Note

Le dosage de l'oxygène dissous peut être effectué par voie chimique (dosage

Volumétrique) ou par voie électrochimique (oxymétrie).

➤ **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 :

Volume d'échantillon	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
305	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43.5	0-2000	50
22.7	0-4000	100



Figure N°IV.8: DBO mètre

IV.2.1.5. Analyse de l'oxygène dissous

➤ Principe

La méthode est basée sur la détermination de l'oxygène dissous dans les eaux par l'orbisphère model 510 qui est doté d'une sonde.

L'orbisphère 510 est normalement étalonné dans des conditions stables, le potentiel de la sonde est corrélation avec la concentration de l'oxygène dissous.

Appareillage

Appareil orbisphère 510

➤ Mode opératoire

- ✓ allumer l'appareil
- ✓ étalonner l'appareil suivant la pression atmosphérique et la température.
- ✓ connecter la sonde au point d'échantillonnage et attendre la stabilisation de l'appareil.
- ✓ lire directement sur le cadran la concentration en mg/l d'oxygène dissous.



Figure N°IV.9:Orbisphère 510

IV.2.1.6.Analyse des hydrocarbures totaux

➤ **But**

Détermination de la quantité d'hydrocarbure dans les eaux industrielle au laboratoire

➤ **Principe**

Les huiles, graisses et hydrocarbures totaux dissous dans les eaux (usées, huileuses) sont extraites par le solvant S-316

L'échantillon est analyse par un analyseur d'hydrocarbures OMCA-310 avec un solvant spécial S-31

Après extraction, la phase solvant est séparée et dirigée vers la cellule de mesure de l'analyseur à infrarouge OSMA310(HORIBA).

➤ **Préparation de l'échantillon**

Echantillon inconnu :

Pour éviter la pollution l'instrument avec un échantillon de concentration inconnu :

- ✓ Diluer l'échantillon dans un bécher de 100ml
- ✓ Rincer le bécher avec de l'eau distillée
- ✓ Prenez 50ml de l'échantillon et ajouter 50ml d'eau distillée (dilution ½)

➤ **Mesure des huiles & graisses**

Appareillage & réactifs

- ✓ Acide chlorhydrique concentré

- ✓ Solvant d'extraction (HORIBA S316)
- ✓ Analyseur des hydrocarbures, huiles & graisses OCMA 310.
- ✓ Ampoule à décanté 100ml avec robinet d'arrêt.
- ✓ Entonnoir
- ✓ Becher de 100ml
- **Mode opératoire**
- ✓ Prendre 15ml de solvant pur du b cher avec la seringue et le verser dans la cuve d'extraction.
- ✓ ajouter 01 goutte d'acide chlorhydrique
- ✓ ajouter 15ml d'échantillon
- ✓ lancer l'extraction pendant 40s
- ✓ ouvrir la vanne d'extraction(1)
- ✓ attendre la stabilisation de la mesure (sans appuyer sur le bouton **mesure**)(2)
- ✓ fermer la vanne d'extraction(3)
- ✓ ouvrir la vanne de drainage(4)
- ✓ fermer la vanne de drainage(5)
- ✓ répéter les opérations de « 1 à 5 » une seconde fois.
- ✓ ouvrir la vanne d'extraction et appuyez sur le bouton « **mesure** »
- ✓ lire sur l'écran LCD de mesure et multiplier par le facteur de dilution.



Figure N IV.10: Apperille HORRIBA OCMA 310



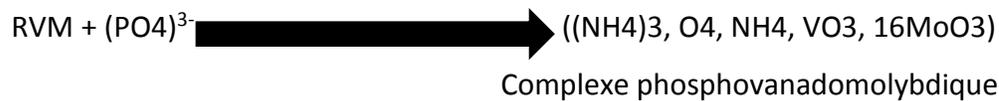
Figure N IV.11: Solvant HORRIBA

IV.2.1.7. Dosage des phosphates

➤ Principe

Les ions phosphate réagissent avec le réactif vanadate-molybdate et donnent une coloration jaune.

Le réactif dosant est une solution acide (le solvant est une dilution au 1/5 d'acide nitrique concentré) de molybdate et de vanadate d'ammonium appelée réactif RVM ($\text{NH}_4\text{VO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$).



Le pH a une influence importante, on doit opérer en milieu nitrique

Le complexe est jaune intense et peut être dosé par photométrie d'absorption moléculaire vers 440 nm.

➤ appareillage et matériel

- ✓ pipettes de 1.5 et 10ml
- ✓ fioles jaugées
- ✓ éprouvette de 25ml
- ✓ tube à essai
- ✓ spectrophotomètre
- ✓ molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- ✓ mono vanadate d'ammonium NH_4VO_3
- ✓ acide nitrique concentré.

➤ Mode opératoire

- ✓ Prélever 25ml de l'échantillon à analyser dans un tube à essai, ajouter 1ml du réactif vanadomolybdate d'ammonium
- ✓ Bien mélanger et laisser reposer 10 minutes
- ✓ Passer au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 400 nm
- ✓ Lire l'absorbance et voir l'équivalent en ppm sur le tableau ci-joint

- ✓ Faire l'essai à blanc (H₂O) pour ajuster le spectrophotomètre.
- ✓ Faire passer l'échantillon à analyser et lire le résultat sur le cadran.
- ✓ préparation de la solution Réactif vanadomolybdate d'ammonium
- ✓ peser 40 g de molybdate d'ammonium et les mettre dans un volume de 200ml d'HNO₃ et ajuster à 1000ml



Figure N°IV.12:Spectrophotomètre (UV-VISIBLE)

IV.2.2. Analyse des résultats :

Ces résultats nous avons sont obtenus au laboratoire de la raffinerie d'Arzew dans différents points de prélèvement de la station de traitement (zone 27) et (unité 1800).

IV.2.2.1. La température :

Tableau N°IV.2: La température au niveau des stations des épurations (l'unité 1800 / la zone 27)

La date	La température C°	
	La zone 27	L'unité 1800
	SVM	SVM
15/05/16	24.2	28
16/05/16	23.7	24.1
17/05/16	25.1	26.7
18/05/16	22.6	25.3
19/05/16	23.1	28.7
20/05/16	21	22.5
21/05/16	27.9	24
22/05/16	22	26
23/05/16	21.8	29
24/05/16	22.3	21
25/05/16	23.8	24.5
26/05/16	21	26.2
27/05/16	26	27
28/05/16	24.5	28
29/05/16	22.5	25.5
30/05/16	27	22
31/05/16	21.3	26.2

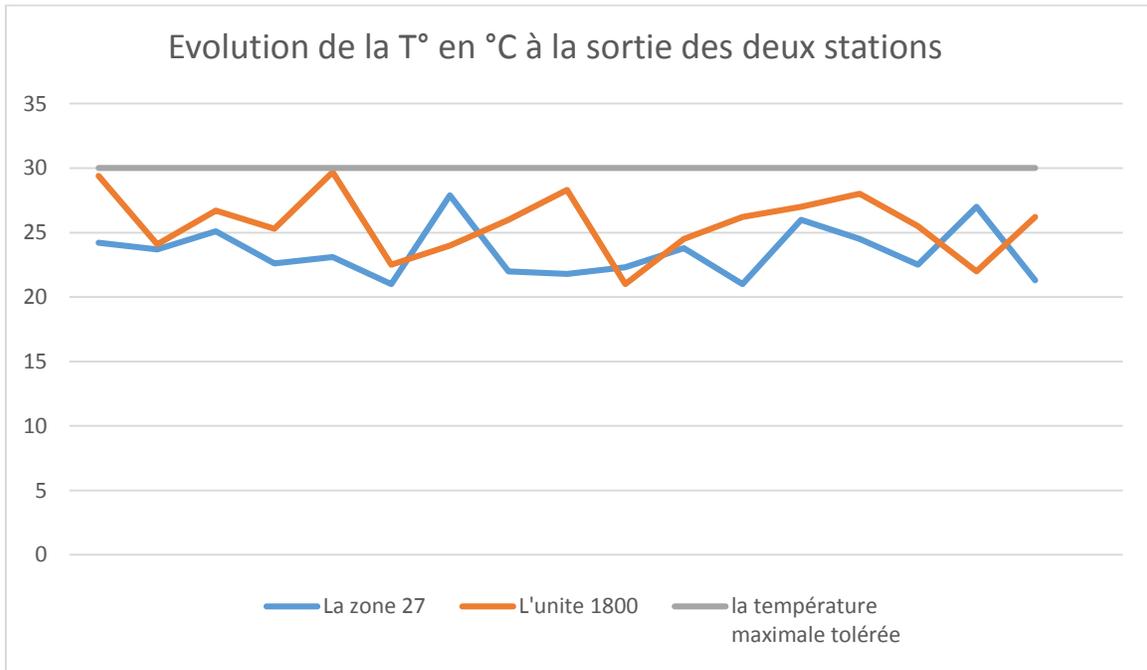


Figure N°IV.13: Evaluation de la température des eaux usées dans les deux stations

➤ **Interprétation :**

La température des effluents rejetés doit être inférieure à 30°C, donc en notre cas les valeurs des températures après traitement est entre (20-29 C°)

Ces valeurs respectent la norme de rejet (OMS 20-25 c°) au niveau des deux stations de traitement (1800/27).

IV.2.2.2. Détermination du PH :

Tableau N°IV.3 : pH des eaux usées avant et après traitement :

la date	PH a 25 C°			
	L'unité 1800		La zone 27	
	SF	SVM	T02	SVM
15/05/16	7	7.1	7.1	7.1
16/05/16	7.1	6.9	7	6.7
17/05/16	5.1	6.7	6.8	6.8
18/05/16	6.9	6.7	6.9	6.8
19/05/16	6.5	6.8	6.8	6.8
20/05/16	6.7	6.5	6.9	6.7
21/05/16	6.9	6.5	7.1	6.7
22/05/16	6.7	6.8	7.1	6.8
23/05/16	6.8	6.7	6.8	6.7
24/05/16	6.7	6.6	6.9	6.7
25/05/16	6.9	6.8	6.8	6.6
26/05/16	6.9	6.7	6.7	6.7
27/05/16	6.4	6.7	6.6	7.3
28/05/16	6.4	6.8	6.8	6.5
29/05/16	6.9	6.5	7	6.8
30/05/16	7.2	6.6	6.7	6.6
31/05/16	6.3	6.5	6.8	6.6

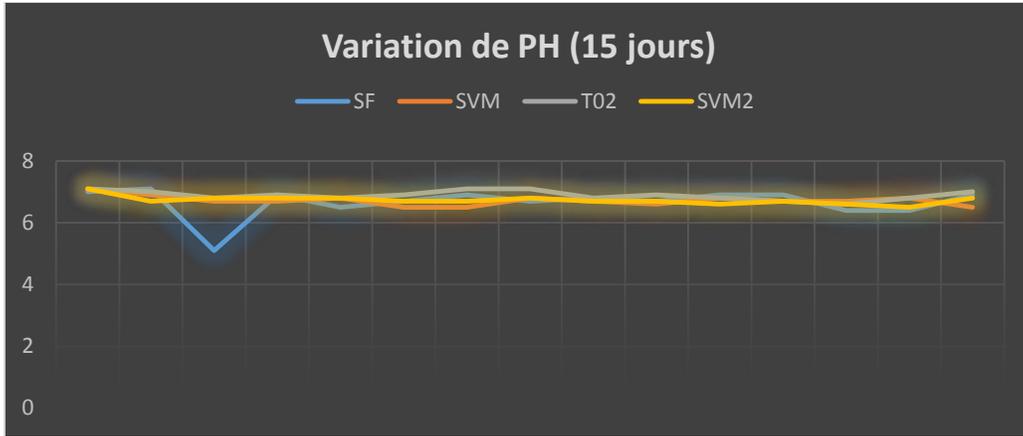


Figure N°IV.14: Evolution du pH à la sortie des deux stations

➤ **Interprétation :**

Le PH des effluents rejetés doit être entre (5.5 à 8.5) et d’après nos résultats on remarque que la valeur de pH ne dépasse pas 7.3 est conforme avec la norme, ce qui explique que les eaux de rejets ne sont pas agressives et encore il n’y a pas des déversements des produits chimiques dans les conduites de rejets au niveau des installations.

IV.2.2.3. Détermination du HC:

Tableau N°IV.4: Résultats des analyses de pH des eaux usées avant et après traitement.

La date	La quantité des HC (mg/l)				
	L’unité 1800		La zone 27		
	SF	SVM1	IGF	T02	SVM2
15/05/16	930	5	2805	29	3.5
16/05/16	222	1.2	162	35	0
17/05/16	108	6.4	327	42	0
18/05/16	405	9	130	167	0
19/05/16	330	11	654	144	7

20/05/16	498	5.7	80.5	15	1.2
21/05/16	1035	8.6	822	18.2	1.2
22/05/16	1065	8.2	1170	21	3.2
23/05/16	1095	7.5	675	18.4	2.3
24/05/16	720	5	318	75	0
25/05/16	990	7.5	129	27	9
26/05/16	483	0	50.3	19.3	8.5
27/05/16	343	1.4	85.5	30	3.8
28/05/16	685	3.1	139	26	4.6
29/05/16	381	10.6	220	41	8.4
30/05/16	706	4	548	32	3.5
31/05/16	845	2	698	47	3.8

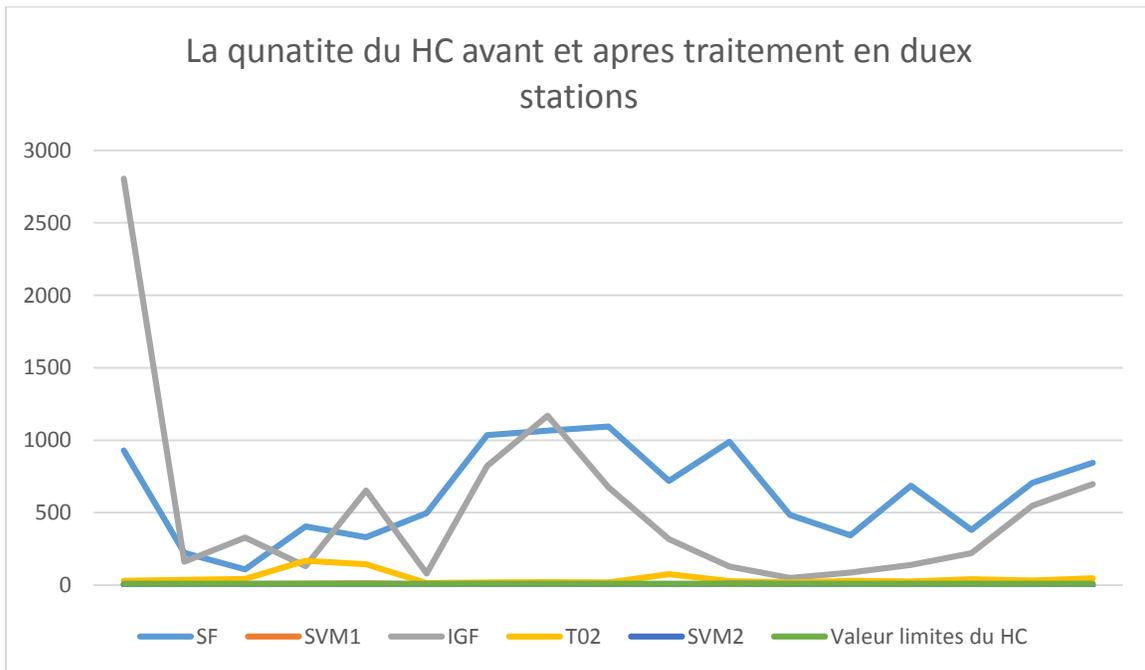


Figure N°IV.15: la variation de la quantité des HC

➤ **Interprétation :**

La valeur des Hydrocarbures Totaux obtenue dans les SVM sont entre (0 à 9). Ces valeurs sont conformées à la norme Algérienne qui est délimitée à 10mg/L.

D'après nos résultats on a trouvé que l'équipement de l'installation de STEP de la zone 27 traitée bien que l'unité 1800.

IV.2.2.4.Détermination du MES:

Tableau N°IV.5:Résultats des analyses de MES des eaux usées après traitement

La date	MES mg/l			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
17/05/16	33	5	44	2
31/05/16	28	1	14	13

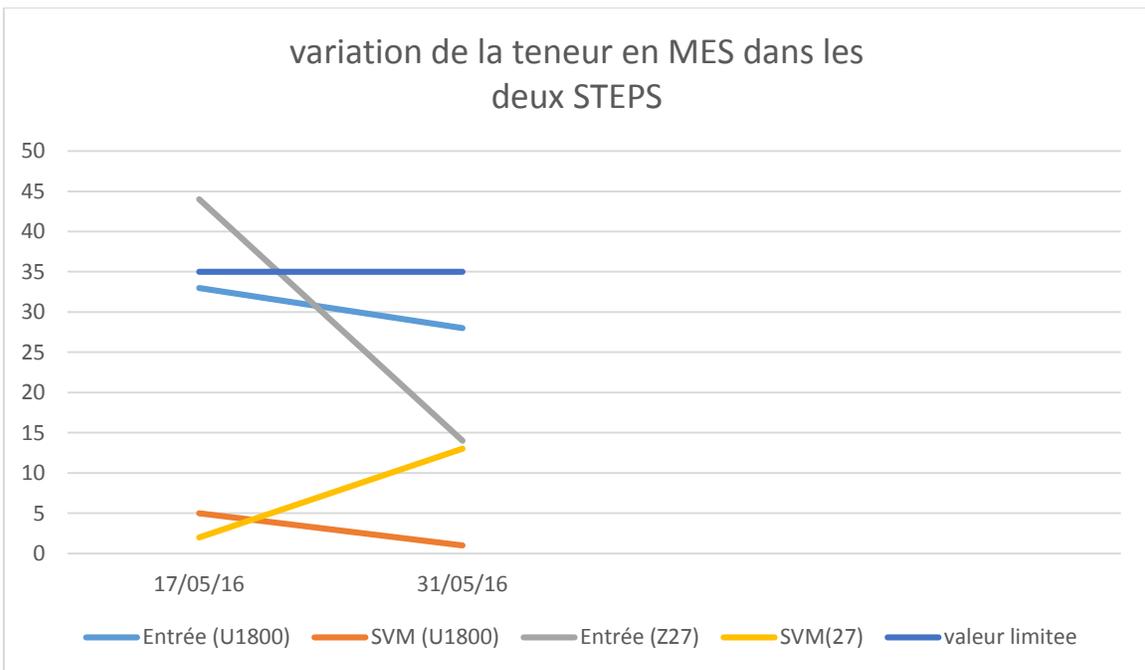


Figure N°IV.16:variation de la teneur en MS

➤ **Interprétation :**

Les matières en suspension mesuré dans les rejets de deux stations sont très faibles par rapport à la norme de rejet (35 mg/l) et ne dépasse pas les 13mg/l pour toute notre période de stage.

IV.2.2.5.Détermination du Demande chimique en oxygène(DCO) :**Tableau N°IV.6:**Les résultats de DCO des eaux usées des 2 stations

La date	DCO (mg/l)			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
15/05/16	266	9	498	101
16/05/16	568	30	357	95
17/05/16	612	27	248	70
18/05/16	702	38	157	10
19/05/16	458	19	756	25
20/05/16	698	10	698	98
21/05/16	250	7	658	97
22/05/16	487	37	800	80
23/05/16	637	32	362	40
24/05/16	587	24	658	45
25/05/16	700	34	425	30
26/05/16	768	37	677	77
27/05/16	674	28	789	152
28/05/16	690	33	333	120
29/05/16	190	8	245	7
30/05/16	740	31	290	9

31/05/16	650	26	365	11
----------	-----	----	-----	----

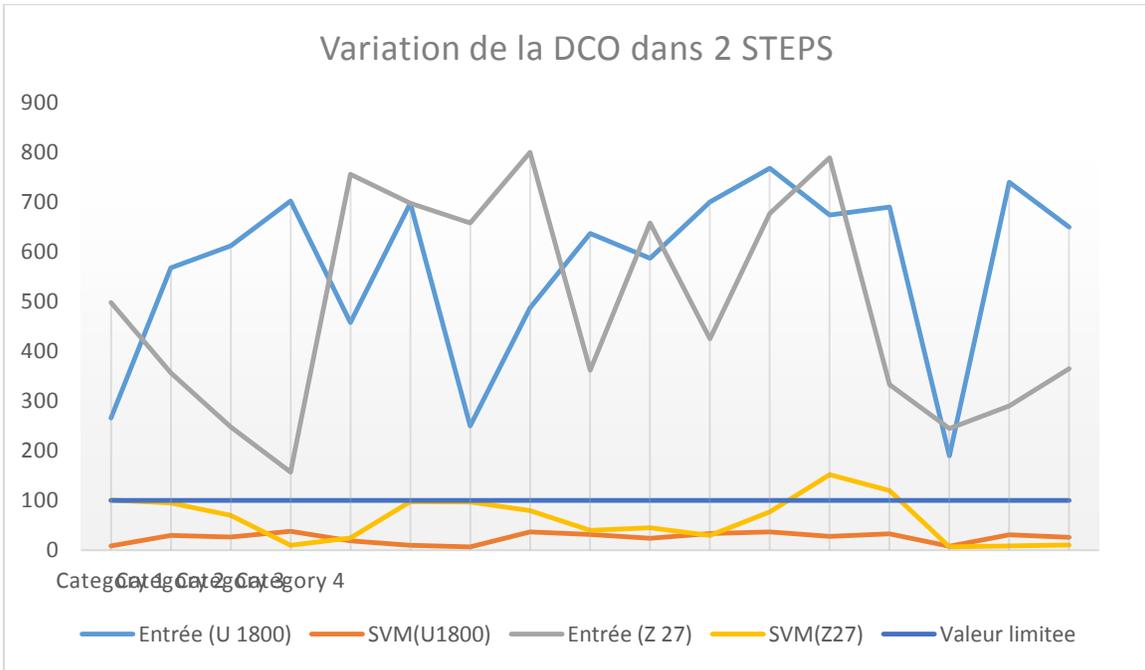


Figure N°IV.17:Variation de la DCO

➤ **Interprétation :**

Nous avons remarqué que les valeurs de la DCO dans les STEPs augmentent et diminuent proportionnellement avec les HC. A l'entrée, les teneurs de la DCO sont très élevées suite à la présence importante des quantités d' HC, ce qui entraine une forte consommation d'oxygène et surtout avec des concentrations très élevées.

Ces valeurs sont moins élevées et ne dépassent pas les limites autorisées pour les rejets de la raffinerie par la norme algérienne (120mg/l).

IV.2.2.6. Détermination du Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

Tableau N°IV.7: Résultats des analyses de DCO des eaux usées après traitement

La date	DBO ₅ (mg/l)			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
17/05/2016	55	2	28	0
31/05/2016	69	05	39	09

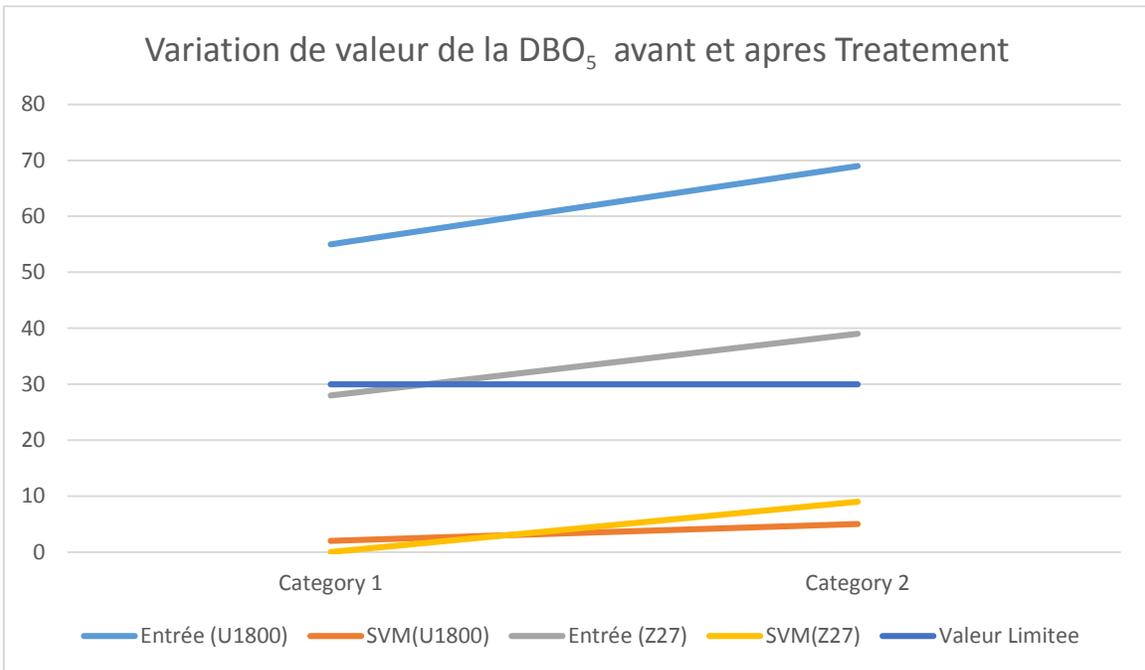


Figure N°IV.18: Variation de valeur de la DBO₅

➤ **Interprétation:**

La DBO₅ des rejets (SVM) a connu une baisse de concentration par rapport à l'entrée, néanmoins elles ne dépassent pas la norme de rejets des eaux résiduaires industrielles qui est de 30mg/l d'O₂.

IV.2.2.7. Détermination des solvants furfural et le MEK :

Tableau N°IV.8: Résultats des solvants en mg/l à l'entrée et la sortie des STEPs.

La date	MEK (mg/l)			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
15/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
16/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
17/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
18/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
19/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
20/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
21/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
22/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
23/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
24/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
25/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
26/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0
27/05/16	0.0	0.0	0.0	0.0

La date	Furfural (mg/l)			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
15/05/16	0	0	0	0
16/05/16	63	0	0	0
17/05/16	48	0	0	0
18/05/16	21	0	0	0

19/05/16	0	0	0	0
20/05/16	33	0	0	0
21/05/16	0	0	0	0
22/05/16	28	0	0	0
23/05/16	53	0	0	0
24/05/16	444	0	0	0
25/05/16	428	0	0	0
26/05/16	295	0	0	0
27/05/16	265	0	0	0
28/05/16	230	0	0	0
29/05/16	50	0	0	0
30/05/16	122	0	0	0

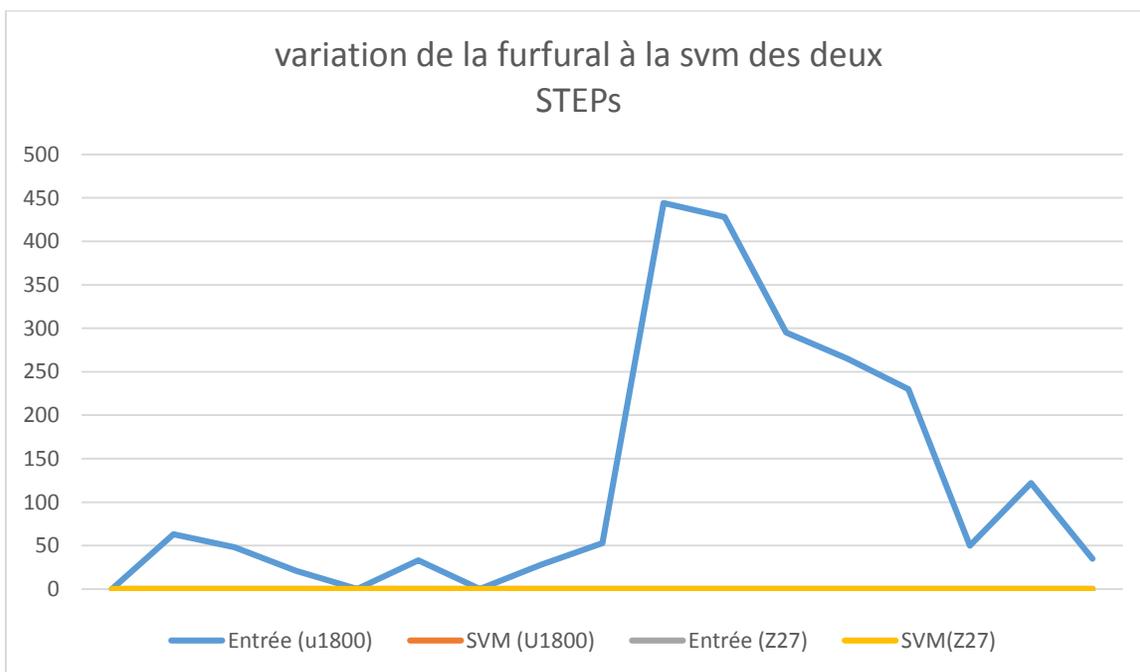


Figure N°IV.19:variation de furfural

➤ **Interprétation :**

Dans l'unité 1800 les concentrations de furfural sont très grand par rapport à l'unité 27 et qui sont dans l'unité 27 nulles car l'unité 1800 traite les arrivées de la zone 5 qui utilise ce solvant Furfural.

Donc d'après les valeurs de la SVM on constate que les STEPs sont biens traitée les rejets.

IV.2.2.8.Détermination d'Azote KJELDAHL

Tableau N°IV.9:Résultats d'azote NKJELDAHL en mg/l à l'entrée et à la sortie de 2STEPS.

La date	Azote KJELDAHL(mg/l)			
	L'unité 1800		La zone 27	
	Entrée	SVM	Entrée	SVM
21/06/16	0.2	0.1	0.5	0
22/06/16	0.3	0	0.1	0

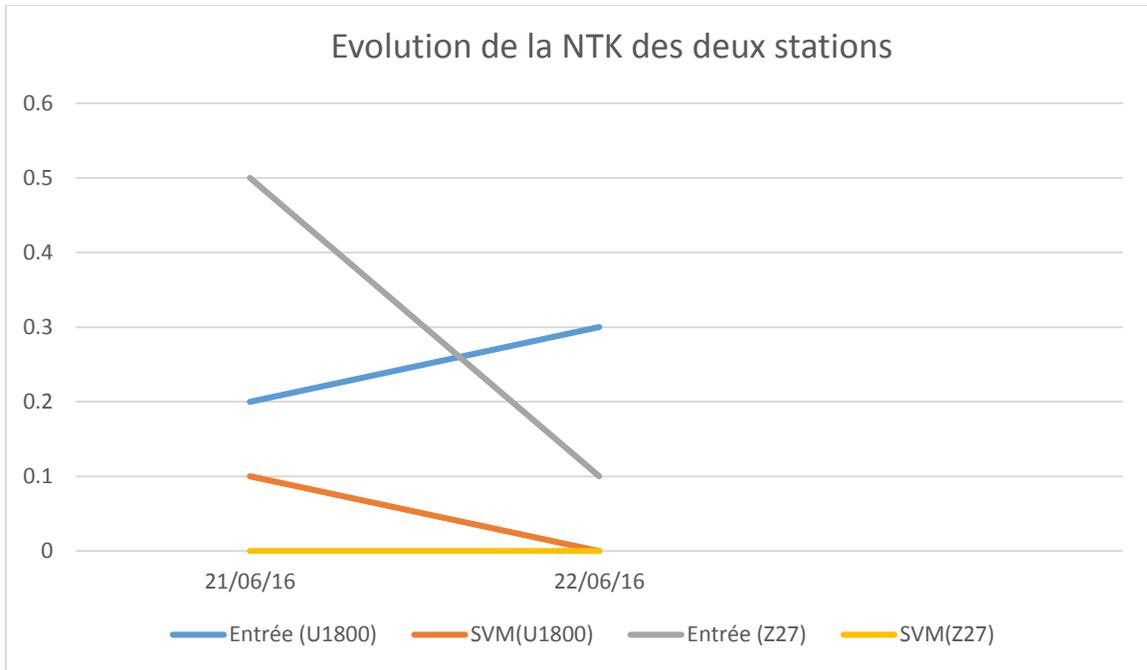


Figure N°IV.20: la quantité de la NTK des deux stations

➤ **Interprétation:**

Azote de Kjeldahl dans la norme qui est de l'ordre de 30 mg/l. Ce qui montre que les micro-organismes sont bien nourrir. et on remarque des valeurs nulles à cause de manque de l'utilisation dans le processus du raffinage.

Conclusion Générale :

La réutilisation des eaux résiduaires après leur épuration à des fins domestiques, agricoles ou industrielles est devenue l'une des solutions qui peut répondre aux problèmes de pénurie de l'eau dans le monde, et les besoins croissants en cette matière.

Dans ce contexte cette étude a pour objectif principal l'amélioration de la qualité des eaux usées traitées au niveau de la STEP de la raffinerie d'Arzew dans le but de leur réutilisation comme eau d'appoint dans la tour de refroidissement du complexe.

L'eau recyclée dans les circuits de refroidissement doit répondre à certaines normes dont dépend le choix des phases d'épuration ou le traitement que subit l'eau polluée.

Pour répondre à cette problématique, cette étude a été développée selon les axes suivants:

- ✓ Suivi de la qualité des eaux traitées au niveau de la STEPs (Zone 27, Unité 1800)
- ✓ Localisation des problèmes de la STEPs;
- ✓ Réalisation des essais à l'échelle du laboratoire pour résoudre les problèmes rencontrés et par conséquent améliorer la qualité des eaux traitées.

L'analyse des échantillons prélevés avant et après épuration effectuée à l'échelle du laboratoire et portant sur plusieurs paramètres nous a permis de constater que la station d'épuration est en disfonctionnement. En effet, le diagnostic primaire de l'eau usée nous a amené à localiser les problèmes de la STEP pour mieux choisir les quantités des produits à injecter lors de la coagulation, afin d'assurer une bonne clarification avec le moindre coût. Alors on peut dire que la coagulation floculation est l'étape principale du processus de dépollution des ERI et elle est plus efficace avec le sulfate d'aluminium, dont la concentration de ce dernier influe sur le pH et la turbidité ainsi que les autres paramètres analysés.

Le bassin biologique constitue le cœur de l'unité d'épuration et les éléments réactionnels nécessaires à la dégradation de la pollution nécessitent des soins particuliers.

A cet effet notre projet s'est concentré sur l'étude de l'efficacité des équipements de la station de traitement de l'effluent dans la zone 27 pour les deux unités (STEP) dans la raffinerie.

D'après les analyses que nous avons effectuées sur les rejets liquides à l'entrée et à la sortie de la station de l'unité 27 et l'unité 1800, nous avons remarqué que les résultats obtenus correspondent généralement aux normes adoptées par la réglementation Algérienne. Et aussi il y a pas une grand différence entre les deux stations, les deux stations rejets l'eau traitée et aussi conforme à la norme.

Ce travail montre que le traitement biologique est suffisant et efficace pour éliminer tous les produits indésirables. Notre étude a pour objectif principal l'amélioration de la qualité des eaux usées traitées au niveau de la STEP de la raffinerie d'Arzew avant le rejeter vers mer, Et fait une étude comparative entre les deux stations de traitement dans la raffinerie, Dans le but de protéger l'environnement et la vie aquatique.

Donc nous pouvons dire que le fonctionnement des unités de traitement des eaux usées industrielles de la raffinerie d'Arzew est efficace.

Références bibliographiques

[1] : Mémoire de Magister REUTILISATION DES EAUX RESIDUAIRES Faiza MEKHALIF SKIKDA.

[2]: Raffinerie D'Arzew, Wikipédia

[3] : http://www.wikiwand.com/fr/Raffinerie_d'Arzew

[4] : <http://fr.allafrica.com/stories/201203051597.html>

[5] : catalogue de Organisation du Complexe RA1Z

[6] : http://www.sonatrach.com/PDF/Presentation_Sonatrach_PetroliereGaziere.pdf

[7] : <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=raffinage>

[8] : http://www.bretagne.developpement_durable_gouv.fr/IMG/PDF/pano_2007_2008_4_Eau_cle037b3c.pdf

[9]: A. RODRIGEZ-GRACIA, Etude de la congélation comme technique de traitement des eaux: applications spécifiques, Thèse de doctorat, L'institut National

Des Sciences Appliquées de Toulouse, L'université de Toulouse, France, p9-10-11,2004.

[10]: J. LESAVRE, Rapport, Agence de l'eau Seine-Normandie

[11]: THEVENOT, Master SGE Module Eau (34U3), Centre d'Enseignement et de la recherche Eau Ville Environnement, Université de paris, France, 2005

[12] : <http://step.ouvaton.org/eau3.htm>

[13] : Claude CARDOT. Génie de l'environnement, les traitements de l'eau. Edition Ellipses. Paris. 1999.

- [14] : Camille Baar, Virgine Letebvre et all. Traitement des eaux usées (1). Université libre de Bruxelles. 2005.
- [15] : http://www.memoireonline.com/08/09/2625/m_Etude-de-la-qualite-de-leau-de-robinet-et-de-celle-de-la-nappe-phreatique-dans-les-di13.html
- [16] : http://www.memoireonline.com/08/09/2625/m_Etude-de-la-qualite-de-leau-de-robinet-et-de-celle-de-la-nappe-phreatique-dans-les-di13.html
- [17] : http://www.memoireonline.com/11/13/7874/m_Matrise-de-la-qualite-des-eaux-dans-les-industries-agro-alimentaires--cas-de-la-Sobebra11.html
- [18] : Bernard Pironin. Traitement des eaux.
- [19] : Généralités sur les eaux usées, http://thesis.univ-biskra.dz/891/3/Chap%201_LES%20EAUX%20USEES
- [20] : http://thesis.univ-biskra.dz/891/3/Chap%201_LES%20EAUX%20USEES_.pdf.
- [21] : <http://www.chimix.com/an10/concours10/tech05.html>
- [22] : Jean Paul. BEADRY- Traitement des eaux. Les éditions le griffon d'argile. Québec. Canada .1984
- [23] : R. C. KLIMPEL et R. OGG. Clloids surf. 1991
- [24] : Conseil canadien des ministres de l'environnement, Proposition de Cadre Réglementaire sur les Eaux Usées, p1, Octobre 2007
- [25] : <http://theses.ulaval.ca/archimede /ch01 Azote>.

[26] : Damien BANAS et Jean-Christophe LATA. Université Paris-Sud ; Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution.

[27] : Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine.

Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro Méditerranée TEHYS. Avril 2001

[28] : www.fne.asso.fr/transfert/eau/12_boues_step/bouesstep.pdf

[29]: [http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/Chapitre-I Généralités sur les métaux lourds et leurs effets sur l'environnement.](http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/Chapitre-I_Généralités_sur_les_métaux_lourds_et_leurs_effets_sur_l%27environnement)

[30] : TRAITEMENT DES Rapport de stage : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE STATIONS DE EFFLUENTS LIQUIDES A LA RAFFINERIE D'AR ZEW ; Melle ABED Noura et Melle KORSO Wahiba.

[31] : Mémoire de fin d'étude : étude expérimentale de la station du traitement des eaux (unité 1800) et comparaison avec la STEP kahrama Mr MOUDJADJ Youcef et Mr OTSMANE Hamza

[32] : Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270

[33] : EDELINE (F.). – L'épuration biologique des eaux résiduaires. Technique et Documentation CEBEDOC 1988.

[34] : <http://anne.decoستر.free.fr/btelechar/bpoly/bacteries04.pdf>

Le métabolisme bactérien

[35] : France nature environnement :

www.fne.asso.fr/transfert/eau/12_boues_step/bouesstep.pdf[36] :

<http://anne.decoستر.free.fr/btelechar/bpoly/bacteries04.pdf>

[37] : Manuel opératoire unité 27 RA1Z

[38] : http://web.univ-usto.dz/fac_chimie/images/biblio/IPE/IPE/MEKHATRIAFatima.pdf.

[39] : <http://anne.decoستر.free.fr/btelechar/bpoly/bacteries04.pdf>

Le métabolisme bactérien

[40] : Mémoire pour obtenir le diplôme de master traitement des effluent au niveau de la raffinerie d'Arzew, Ismail daouji

[41] : Mémoire de thèse université de France : BIODEGRADABILITE DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LE CONTINUUM AQUATIQUE RESEAU D'ASSAINISSEMENT –STAT ION D'EPURATION par Jérôme DISPAN

[42] : <http://traitementdeseaux.fr/techniques-traitement/traitements-biologiques/>:

[43] : http://www.idea.be/uploads/docs/H2O/0712_Station%20Godarville_BAT3

[44] : <http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/traitement-des-boues/traitement-boues-station-epuration>

[45]: Ecole Mohammedia d'Ingénieurs. Génie Urbain et Environnement 2014-2015.

[46] : Mode opératoire des laboratoires d'Arzew