



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2.../GPE/2019

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Génie des procédés**

**Option: Génie des procédés de l'environnement**

### Thème

**Etude comparative des eaux traitées des unités, la STEP unité 1800 et la STEP zone 27 au niveau de la raffinerie d'Arzew**

Présenté par

- 1- Melle SETTAL Hafida
- 2- Melle OULD YUCEF Nassima

Soutenu le 09/07/ 2019 devant le jury composé de :

Président :	Mme KHELADI.M	MAA	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme BAGHDAD.A	MCA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Mr MEKHATRIA.D	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

# *REMERCIEMENT :*

Au terme de ce travail, nous remercions, en premier, Allah le tout puissant qui nous a donné volonté et courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous adressons nos remerciements aux membres de jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail en l'occurrence Mme KHELADI.M, présidente du jury et Mme BAGHDAD.A examinatrice.

Nos remerciements les plus sincères vont à tous nos enseignants de la faculté FST qui ont contribué au niveau que nous avons aujourd'hui.

Nous tenons également à remercier tous les personnes du complexe de la raffinerie d'Arzew.

Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Mr MEKHATRIA Djilali, nous le remercions pour son aide et ses conseils durant la réalisation de ce projet.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à nos familles, et de manière particulière, à nos chers parents pour les soutiens moraux, l'aides et les prières.

Que nos amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire, trouvent ici l'expression de nos remerciements.

Merci à toute et à tous.

## *RESUME :*

Ce travail porte sur la comparaison entre deux unités d'épuration au niveau de la raffinerie d'Arzew et leur capacité dans la dépollution des effluents. Pour cela, différentes paramètres et caractérisation des rejets liquides ont été analysés et ceci comparativement aux critères et normes de rejet industriels vers la mer, critère qui sont fixés par la réglementation algérienne. Les résultats obtenus après traitement montrent la diminution des HC, de la DCO, de la  $DBO_5$ .

**Mots clés :** raffinerie, effluent, traitement, procédés classique et moderne.

# *SOMMAIRE :*

## CHAPITRE I :

introduction générale :.....	7
I.1 historique :.....	1
I.2. capacité de production : .....	1
I.3. présentation des installation de production :.....	1
I.4. caractéristiques des Rejets: .....	1
I.4.1 source de pollution lors du raffinage de pétrole :.....	1
I.4.2 les différents types de pollution des rejets liquides :.....	2
I.4.3 caractéristique des eaux : .....	3
I.4.4 impact sur l'environnement et sur la santé humaine :.....	3
I.4.4.1 influence de la pollution sur l'environnement : .....	3
I.4.4.2 effet de la pollution sur la santé humaine : .....	4

## CHAPITRE II

II.1.1 caractéristique des effluents :.....	6
II.1.2 traitement des effluents de l'U1800 [6]:.....	6
II.1.2.1 Prétraitement :.....	6
II.1.2.2 Traitement primaire (traitement physico-chimique) :.....	7
II.1.2.3 Traitement secondaire (traitement biologique) :.....	8
II.1.2.4 Traitement tertiaire (filtration) :.....	8
II.2.1 caractéristique des eaux usées : .....	9
II.2.2 Différent traitement des effluents de la zone 27 :.....	9
II.2.2.1 Prétraitement [8] : .....	9
II.2.2.2 traitement primaire [8] :.....	10
II.2.2.3 Traitement secondaire :.....	11

II.2.2.4 Traitement tertiaire: .....	12
II.3 analyses laboratoire : .....	14
II.3.1 introduction : .....	14
II.3.2 Méthode d'échantillonnage : .....	14
II.3.3 méthodes d'analyse [12] : .....	15
II.4 résultats d'analyse et discussions : .....	19
II.4.1 unité 1800 : .....	19
II.4.1.1 méthodologie de prélèvement : .....	19
II.4.2 ZONE 27 : .....	20
discussion : .....	20

## LISTE DES TABLEAUX:

Tableau 1 : capacité de production des produits pétroliers en 2016.....	1
Tableau 3 : les normes de rejet vers la mer .....	14
Tableau 4 : équipement de travail .....	15
Tableau 5 : les mesures et les facteurs des différentes volumes pour le calcul de DBO5 .....	18

## *LISTE DES ABREVIATION :*

**JGC** : Japon Gasoline Corporation

**BHM** : Brute Hassi Mesaoud

**BRI** : Brute Réduit Importé

**BTS** : basse teneur en soufre

**HTS** : haute teneur en soufre

**P1** : département de production 1

**P2** : département de production 2

**P3** : département de production 3

**P4** : département de production 4

**MES** : Matière En Suspension

**MVS** : Matière Volatiles en Suspension

**MMS** : Matière Minéral en Suspension

**DBO** : Demande Biochimique en Suspension

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**API**: American Petroleum Institute

**IGF**: Induced Gas Flotation

**SVM**: Sortie Vers Mer

**HC**: Hydrocarbures

**SBR**: Sequencing Batch Reactor

**U1800**: l'Unité 1800

**Z27** : Zone 27

## **INTRODUCTION GENERALE :**

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde qui transforme le pétrole brute en produits énergétiques et non énergétiques. Cette transformation s'effectue dans les raffineries qui sont des usines continues, automatisées et très complexes qui se diversifient selon la gamme des produits fabriqués et la qualité des pétroles bruts comparée aux exigences du marché national et international.

La plupart des procédés de fabrication ou de transformation d'un produit, conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec le gaz, les liquides ou les solides.

Les eaux résiduaires, d'origine industrielle, ont généralement une composition spécifique et directement liée au type d'industrie utilisée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale de leur caractère biodégradable ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité liées aux produits chimiques étant donné la très grande variété des produits utilisés dans l'industrie.

La pollution marine est l'une des préoccupations au niveau des grandes concentrations industrielles telle que la zone portuaire d'Arzew où le déversement des eaux huileuses et des eaux contenant des polluants chimiques insuffisamment traitées, nécessite un traitement en relation avec les exigences et normes de rejet vers la mer.

Le présent travail intitulé "étude comparative des eaux traitées des unités, la STEP Z27 et la STEP U1800" a été réalisé pour apprécier la qualité des rejets à l'entrée et à la sortie des deux STEP de la raffinerie d'Arzew RA1Z.

Pour ce faire, le travail a été réalisé en deux chapitres.

Le premier chapitre s'occupe de la présentation du complexe et concerne aussi les caractéristiques des rejets.

Le deuxième chapitre traite la partie première de traitement et consacré aussi aux résultats d'analyse et aux discussions.

Une conclusion et des perspectives.

# chapitre I

présentation du complexe et caractéristique de rejets

## **I.1 HISTORIQUE :**

La raffinerie d'Arzew, dénommée RA1Z, est l'une des unités la plus productive participant au développement du pays. Elle a été implantée dans le cadre quinquennal 1970-1973 par la société japonaise Japon Gasoline Corporation (JGC).

La construction du complexe s'étend sur une surface de 176 hectares. Le démarrage des unités a été lancé en juillet 1972 et l'ensemble des unités de la raffinerie est entré en service en mars 1973.

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

## **I.2. CAPACITE DE PRODUCTION :**

**TABLEAU 1 : CAPACITE DE PRODUCTION DES PRODUITS PETROLIERS EN 2016**

## **I.3. PRESENTATION DES INSTALLATION DE PRODUCTION :**

La RA1Z d'Arzew comprend quatre départements de production.

## **I.4. CARACTERISTIQUES DES REJETS:**

Pour l'industriel, l'eau est devenue un critère important de la productivité. L'utilisation de l'eau au cours des procédés de raffinage conduit à son altération du fait de la modification de ses propriétés, ce qui génère une pollution se traduisant 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 d'oxygène dissous en milieu aquatique.
- Une modification dans la qualité d'éléments entrant dans la chaîne alimentaire.

### **I.4.1 SOURCE DE POLLUTION LORS DU RAFFINAGE DE PETROLE :**

#### **❖ UNITES DE SERVICE OU UTILITES :**

Elles sont constituées de produits chimiques injectés dans la tour de refroidissement, les chaudières et les distillateurs d'eau ou les évaporateurs. [1]

#### **❖ UNITES DE CARBURANTS :**

Elles sont considérées comme très peu polluantes. [1]

#### **❖ LES UNITES DE LUBRIFIANTS :**

Polluantes à cause des pertes résultant d'une récupération incomplète des solvants qui sont contenus dans les eaux de rejets lors de procédé de traitement de la charge BRA (Brut Réduit Atmosphérique).

#### ❖ LES UNITES DE BITUMES :

Ces unités participent à la pollution des effluents qui sont rejetés à la mer lors de la distillation sous vide, au niveau des ballons séparateurs des gaz et ceux du lavage des équipements

- **Remarque :**

D'autres sources participent à la pollution du milieu naturel. Parmi elles :

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

#### **I.4.2 LES DIFFERENTS TYPES DE POLLUTION DES 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, car dans la pratique on observe plusieurs de ces types de pollution en même temps et leurs actions sont combinées. On cite :

- **La pollution organique :** Les substances organiques contenant dans les rejets sont dues à la consommation d'oxygène présent dans le milieu aquatique.
- **La pollution thermique :** Elle est due à l'élévation de la température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène, accélération de la biodégradabilité... [2]
- **La pollution par les hydrocarbures :** Ils constituent un redoutable danger pour les nappes aquifères. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère. Due à la structure des hydrocarbures et des substances qui se forment à une dégradation lente des matières organiques enfouie sous terre. [3]
- **La pollution minérale :** Due aux rejets industriels, elle modifie la composition minérale de l'eau.
- **Pollution mécanique :** provient de la mise en suspension dans l'eau des fines particules d'origine diverses. (lessivage des sols lors de la pluie, travaux réalisés par l'homme...)

#### **Remarque :**

Tous les types de pollutions déjà cités 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.

### **I.4.3 CARACTERISTIQUE DES EAUX :**

Parmi les caractéristiques essentielles des eaux :

- pH
- La couleur
- Température
- Turbidité
- La charge pondérale des effluents (MES, MVS, MMS)
- conductivité
- DCO
- $DBO_5$
- Les hydrocarbures
- Les métaux lourds (zinc, cuivre, le mercure...)

### **I.4.4 IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET SUR LA SANTE HUMAINE :**

#### **I.4.4.1 INFLUENCE DE LA POLLUTION SUR L'ENVIRONNEMENT :**

Les rejets d'eau industriels sans traitement dans l'environnement ont des impacts très négatifs. Ils provoquent une dégradation de la qualité de l'eau de mer. Les substances toxiques contenues dans les eaux usées peuvent avoir de graves conséquences sur le milieu aquatiques. [4]

Parmi les paramètres qui sont prescrits dans les cahiers des exigences environnementales pour effectuer le contrôle des eaux à la sortie des stations d'épuration, on cite :

#### **❖ Température :**

L'augmentation de température peut avoir un effet létal sur certaines espèces et favoriser le développement d'autres espèces ce qui entraîne un déséquilibre écologique.

#### **❖ pH :**

Les effets de pH se font surtout sentir par l'influence qu'exerce ce paramètre sur les équilibres entre les composés du milieu lorsqu'ils ont une toxicité variable selon qu'ils se trouvent ou non sous forme ionisée.

#### ❖ **Turbidité :**

Elle est à l'origine de quelques effets :

- Augmenter la température de l'eau.
- Empêcher les plantes de bien pousser en voilant la lumière.
- Productivité biologique du milieu aquatique négative (provoque la diminution de l'oxygène dans l'eau...)

#### ❖ **Phosphore :**

Le phosphore provoque nombreux effets néfastes comme :

- Augmentation de la turbidité de l'eau.
- Présente de forte densité.
- Risque de relargage des substances indésirables ou toxique.

#### ❖ **Les hydrocarbures :**

Les hydrocarbures, par leur densité relativement faible par rapport à l'eau, forment des filtres de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci, occasionnant des asphyxiés de la faune et la flore. [4]

#### ❖ **Azote :**

Les rejets d'azote perturbent la production d'eau potable et favorisent l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques. Les formes réduites (NTK) consomment l'oxygène dissous, au détriment de la faune et la flore. Sous forme ammoniacal ( $NH_3$ ), l'azote est toxique pour les poissons. [5]

#### **I.4.4.2 EFFET DE LA POLLUTION SUR LA SANTE HUMAINE :**

Les rejets d'effluents de la raffinerie dans l'air (évaporation d'hydrocarbure) dont le benzène, le torchage et dans l'eau peut causer :

- trouble du système nerveux.
- Leucémie.
- Problèmes respiratoires : asthme.
- Etc.

# chapitre II

partie premier traitement et résultats d'analyse et discussion

## II.1.1 CARACTERISTIQUE DES EFFLUENTS :

Les effluents sont issus de plusieurs points :

- ✓ **Égout N°25** : Eaux claires. Ce sont les eaux de pluie provenant des toitures et des routes, et également de la vidange des eaux de pluie des cuves de rétention des réservoirs. Toutefois, cette dernière opération ne sera effectuée qu'en dehors des périodes pluvieuses.
- ✓ **Egout N°26** : Eaux huileuses ou chargées. Ce sont des eaux provenant des aires pavées des unités de production, stations de pompage, pluie chargée en huiles et réseau de canalisation.
- ✓ **Egout N°27** : Eaux de procédés. Les eaux condensées polluées provenant du stripage des condensats acides. Elles ont une faible minéralisation mais une teneur élevée en polluant organique.
- ✓ **Egout N°28** : Eaux à forte salinité. Ce sont les eaux provenant :
  - Des purges de déconcentration du circuit de refroidissement.
  - Des purges de déconcentration des chaudières.
  - Des effluents de régénération de l'unité de déminéralisation.

## II.1.2 TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE L'U1800 [6]:

Les traitements réalisés sont :

### II.1.2.1 PRETRAITEMENT :

Il comprend :

#### **DEGRILLAGE :**

Pour éliminer les déchets de grand diamètre qui pourraient gêner le fonctionnement des appareils de traitement. Le procédé met en œuvre une grille manuelle.

#### **DESSABLAGE :**

Il permet d'extraire graviers, sables et particules minérales des effluents bruts pour :

- Éviter les dépôts dans les canaux et les conduites.
- Protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion.
- Éviter la surcharge des stades suivants.

#### **DEGRAISSAGE :**

Permet d'extraire les graisses figées de façons à éviter leur entrainement dans les ouvrages de traitement.

## **DEGAZEUR ET REFROIDISSEMENT :**

Les effluents sont refroidis dans l'aéro-réfrigérant puis dans l'échangeur à eau. Le dégazage est une opération qui consiste à mettre en contact intime l'eau et l'air. Il a pour but d'éliminer les gaz dissous y compris les traces éventuelles d'hydrocarbure léger, de façon à localiser le risque d'inflammation

## **II.1.2.2 TRAITEMENT PRIMAIRE (TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE) :**

### **PRE-DESHUILAGE (BASSIN API) :**

Le pré-déshuilage permet de réduire la teneur en hydrocarbures à l'état libre ou en solubilité de partage par opération gravitaire sans adjonction de réactifs. Il se fait par une goulotte mobile pour retenir les HC en surface.

Le déshuileur API est constitué de :

- ❖ Deux bassins rectangulaires en béton, à circulation longitudinale, assurant 50% du débit chacun.
- ❖ Un dispositif de répartition de l'eau à l'entrée d'eau au fond du bassin avec dispositifs d'isolement pour chaque cellule.
- ❖ Un dispositif de reprise de l'eau à la sortie avec cloison siphonée.
- ❖ Un dispositif de raclage de surface ramenant les huiles vers l'évacuation.
- ❖ Une goulotte orientable de reprise des huiles.
- ❖ Une évacuation des bues de fond.

Le déshuilage final est obtenu par coagulation et floculation.

### **COAGULATION FLOCCULATION [7] :**

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 des matières en suspension stable ou colloïdales. Il est nécessaire d'agglutiner en un floc volumineux afin d'assurer leur flottation en ajoutant un polymère organique de type poly électrolyte cationique (kumazur).

La floculation, qui a pour but d'accroître le volume et la cohésion du floc formé par la coagulation, est réalisée par l'ajout d'un flocculant Arbofloc.

### **FLOTTATION :**

la flottation est provoquée à la fixation de microbulles d'air aux particules à éliminer leur donnant, ainsi, une masse volumique moyenne inférieure à celle de l'eau et permettre de récupérer tous les flocs dans un ballon de slop par un racleur qui tourne à une vitesse minimale constante. La production de microbulles s'effectue par pressurisation d'une partie

de l'eau déjà traitée en flottation. La pressurisation consiste à produire des microbulles par détente à la pression atmosphérique de l'eau enrichie en air sous pression de 5 à 6 bars

### **II.1.2.3 TRAITEMENT SECONDAIRE (TRAITEMENT BIOLOGIQUE) :**

#### **EPURATION BIOLOGIQUE [6] :**

Le procédé permet de dégrader la pollution organique des effluents en utilisant la boue activée (microorganismes) qui consiste à transformer les matières organiques de la forme dissoute ou colloïdale à la forme solide afin de les extraire des eaux usées par décantation.

Pour un bon développement d'un floc bactérien (boues activées), il faut assurer :

- pH de 5.8 à 8.5. A corriger par un acide ou une base selon le besoin
- L'oxygène par l'aération.
- Injection d'azote sous forme d'urée.
- Injection de phosphore sous forme acide phosphorique.

#### **CLARIFICATEUR :**

La liqueur de boues activées du bassin biologique est ensuite transférée dans un clarificateur où s'effectuent la sédimentation des matières en suspension et la collecte de l'eau épurée. Cet ouvrage est du type raclé avec succion des boues. Il est équipé d'un pont mobile effectuant un mouvement va-et-vient et muni d'un racleur de fond goulotte d'où elles sont évacuées pour être recirculées ou extraites.

### **II.1.2.4 TRAITEMENT TERTIAIRE (FILTRATION) :**

Il est composé de :

#### **FILTRATION SUR SABLE :**

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire.

L'eau clarifiée est reprise dans des filtres à sable pour retenir les particules en suspension dans l'eau, soit que ces particules existent dans l'eau brute, soit qu'elles aient été formées par une coagulation préalable.

#### **TRAITEMENT DES BOUES :**

##### **EPAISSISSEMENT DE BOUES :**

L'épaississement mécanisé est essentiellement caractérisé par un ensemble mécanique tournant, qui permet de :

- Faciliter le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus dans la boue, au moyen d'une herse verticale.

- Assurer le transfert des boues épaissies vers la fosse centrale collectrice, au moyen de racleurs disposés immédiatement au-dessus du radier

#### **LIT DE SECHAGE (DESHYDRATATION DES BOUES) :**

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

Après la création de la zone 27, les boues en excès extraites du clarificateur sont dirigées vers l'épaississeur de la zone 27 pour être déshydratées et incinérées.

### **II.2.1 CARACTERISTIQUE DES EAUX USEES :**

La zone de production P1 d'un réseau d'assainissement de type séparatif qui collecte les eaux usées de process et les eaux pluviales vers la zone 27. Toutes les eaux sont acheminées gravitairement vers une fosse, ces derniers s'écouleront vers le déversoir d'orage.

### **II.2.2 DIFFERENT TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE LA ZONE 27 :**

#### **II.2.2.1 PRETRAITEMENT [8] :**

Cette étape de traitement comprend :

##### **DEVERSOIR D'ORAGE :**

Cet ouvrage permet d'alimenter gravitairement en eau usée le nouveau déshuileur API avec un débit max de  $200m^3/h$  et le surplus (cas pluvial) se déversera dans le bassin d'orage.

##### **BASSIN D'ORAGE :**

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

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

### **BAC D'ORAGE :**

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

### **II.2.2.2 TRAITEMENT PRIMAIRE [8] :**

#### **DEGRILLAGE :**

Les eaux usées subissent d'abord un prétraitement qui consiste à éliminer les déchets solides volumineux par un Dégrilleur automatique muni d'un système de nettoyage à l'aide des pompes.

#### **DESHUILAGE API :**

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

Le séparateur API est divisée en deux parties parallèles et équipées de chaînes qui s'étendent sur la largeur du bassin.

Un écrémeur manuel est installé après le dégrilleur afin de séparer une partie de slop et l'envoyer vers la fosse des pompes.

Les hydrocarbures sont dirigés par le racleur de surface vers l'écrémeur motorisé puis collectés dans deux fosses, puis envoyés par les pompes immergées vers le bac de slop.

Au retour, les racleurs déplacent la boue vers la trémie de collecteur de boues qui sont évacuées par les pompes vers l'épaississeur.

#### **SYSTÈME IGF (INDUCED GAS FLOTATION):**

L'unité de flottation sert à éliminer les hydrocarbures et les matières en suspension dissoutes dans l'eau prétraitée jusqu'à satisfaire les normes à l'entrée de traitement biologique. Ce traitement est réalisé en utilisant un coagulant minéral (sulfate d'aluminium) visant la déstabilisation et l'agglomération des particules colloïdales présentes dans l'eau.

Cette unité se compose d'une chambre d'entrée (effluent) et six cellules (compartiments) de flottation comprenant chambres d'effluent et chambres de collecte des surnagent.

Chaque cellule est équipé 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 surnageant. [9]

### **BAC DE RETENTION :**

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

### **II.2.2.3 TRAITEMENT SECONDAIRE :**

#### **BASSIN BIOLOGIQUE SEQUENTIEL (SBR) :**

Le système SBR comprend deux réacteurs. C'est une unité de traitement biologique à boue activées travaillant en mode de batch qui sert à éliminer la matière organique, l'azote et le phosphore par oxydation dans un bassin à réacteur séquentiel (SBR) où l'aération et la clarification sont réalisées dans le même bassin. Ce système est conçu avec un contrôle de séquence. [9]

Le procédé fonctionne en mode discontinu selon une séquence comprenant typiquement les phases suivantes [10] :

#### **a) Remplissage :**

- En anoxie :

La DBO soluble est absorbée et stockée par la biomasse jusqu'à l'injection de l'air qui va métaboliser la nourriture dès que le réacteur est presque rempli avec d'eau usée en présence de boue activée.

- Avec aération :

La biomasse commence à métaboliser la nourriture (pollution) qui a déjà été absorbée, durant l'aération et recirculation.

#### **b) Réaction :**

Dès que le remplissage ait atteint le niveau haut du bassin, la biodégradabilité de la matière organique (DBO) commence et sa consommation totale par les micro-organismes.

#### **c) Stabilisation :**

Arrêt de l'aération, la biomasse peut être stabilisée et décanté au fond du bassin sous conditions de ne pas entrer d'influent et ne pas récupérer d'effluent.

#### **d) Période de Décantation (récupération d'eau traité) :**

La biomasse continue à se stabiliser au fond du bac, l'eau traitée et clarifiée se retire à travers la partie supérieure du bassin et est envoyée vers le bassin du traitement final.

#### **e) Arrêt/récupération de boue :**

La boue en excès est récupérée et envoyée vers l'épaississeur à l'aide des pompes, quand le réacteur est à l'arrêt et prêt à recevoir un autre batch.

## **II.2.2.4 TRAITEMENT TERTIAIRE:**

### **FILTRATION :**

Les eaux claires extraites de réacteur biologique SBR seront envoyées vers la filtration multi couches (gravier, sable et anthracite) qui sert à éliminer les particules solides, les MES et les colloïdes se trouvant dans l'eau traitée.

### **TRAITEMENT DES BOUES :**

#### **L'épaississeur :**

L'épaississeur reçoit la boue en discontinue provenant des équipements suivants :

- Séparateur API
- Bassin d'orage
- Réacteur SBR
- Unité 1800

C'est un épaississeur gravitaire qui permet d'atteindre la concentration en boues qui sont évacuées vers l'unité de déshydratation par centrifugation. Les surnageant s'écouleront gravitairement vers la fosse des surnageant.

#### **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% de siccité selon la qualité de boues.

Les boues issues de l'épaississeur sont déshydratées par centrifugeuse à axe horizontal.

#### **Incinérateur [9] :**

C'est un réacteur de type lit fluidisé ; il contient du sable.

La boue provenant de l'épaississeur est séchée dans la centrifugeuse puis elle est envoyée vers le silo de boue par deux pompes. Elle est introduite dans le lit à sable fluidisé au-dessus du sommet du distributeur qui supporte le lit à sable.

A ce niveau, la boue est mélangée avec le sable chaud et l'air de combustion, elle est séchée et désintégrée dans la couche fluidisée intensivement mélangée de sable pendant le processus d'incinération. Le sable chaud et d'air de combustion incinèrent la boue et produisent du gaz chargé des polluants et de cendres inertes. Ce gaz est évacué du réacteur vers le système de recyclage et le système de traitement de polluant.

#### **Traitement des fumés :**

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 de 2kg/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 filter : pour 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.

## II.3 ANALYSES LABORATOIRE :

### II.3.1 INTRODUCTION :

Dans cette partie, nous allons analyser les prélèvements des rejets liquides à l'entrée et à la sortie vers la mer de deux unités de traitement des effluents (unité 27 et 1800) provenant de des unités de productions P1, P2 et P3. Les effluents traités doivent répondre aux normes de rejet vers la mer (tableau 3) [11].

**TABEAU 2 : LES NORMES DE REJET VERS LA MER**

Paramètres	Valeur maximal unité 1800	Valeur maximal unité 27
Température (°C)	35	30
pH	5,5 à 8,5	5,5 à 8,5
<i>DBO</i> <sub>5</sub> (mg/l)	30	25
DCO (mg/l)	120	100
HC (mg/l)	10	5

Pour mieux visualiser la qualité des eaux traitées dans les deux unités d'épuration; nous réaliserons les analyses des rejets à l'entrée et à la sortie en suivant les paramètres caractérisant les rejets de chaque unité au niveau du laboratoire du complexe RA1Z.

Les paramètres sont :

- Le potentiel d'hydrogène
- La conductivité
- La teneur en hydrocarbure
- DCO
- *DBO*<sub>5</sub>

### II.3.2 METHODE D'ECHANTILLONNAGE :

Durant notre étude, le prélèvement se fait dans deux points différents.

- L'U1800 (entré déshuilage, sortie vers mer)
- la zone 27 (entré API, sortie vers mer)

Les analyses des échantillons ont été réalisées du 24 Mars 2019 jusqu'au le 16 avril 2019.

Pour des résultats fiables, l'échantillonneur doit tenir des recommandations suivantes :

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

### II.3.3 METHODES D'ANALYSE [12] :

Les différentes méthodes d'analyse sont réalisées selon le degré d'élimination de pollution, notre suivi a touché 5 paramètres à analyser (tableau 4).

**TABLEAU 3 : EQUIPEMENT DE TRAVAIL**

Tests	Méthodes d'analyses	Equipements avec marques
pH	ASTMD 1293	pH-mètre, METROHM 632
Conductivité	ASTMD 1125	Conductimètre, WTW-NF 191
HC	AFNOR NF M07-203	Analyseur d'hydrocarbures OCMA-310
DBO	AFNOR NF T90-204	Assemblage de matériels (verrerie)
DCO	AFNOR NF T90-103	DBO-METRE (OXITOP)

#### MESURE DU PH :

##### ➤ principe :

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

##### ➤ Réactifs :

- Solution tampon

##### ➤ Mesure :

- Étalonnage de l'appareil à  $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , par la solution tampon.
- Mesures des échantillons à  $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en plongeant dans l'échantillon et laisser stabiliser pendant quelques secondes, et noter la valeur du pH.

## MESURE DE LA CONDUCTIVITE :

### ➤ principe :

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

### ➤ Mesure :

- Étalonner avec une solution de KCL de concentration connue (conductivité connue).
- Plonger ensuite l'électrode dans l'échantillon.
- Laisser stabiliser et lire ensuite sa conductivité en ( $\mu S \cdot cm^{-1}$ ).
- Rincer l'électrode après chaque mesure, les lectures se font à une température de 20°C.

## MESURE DE LA TENEUR EN HC :

### ➤ méthode :

Par analyseur d'hydrocarbure OCMA-310

### ➤ principe :

Procédure de calibration

### ➤ réactifs :

- le solvant **S-316**.
- Acide Chlorhydrique.
- Eaux distillées.

### ➤ Mode opératoire :

- Prendre 15 ml de solvant avec la seringue et verser dans la cuve d'extraction.
- Ajouter comme indiqué dans le manuel une goutte d'acide Chlorhydrique ; ensuite ajouter 15ml d'eau distillée.
- Lancer l'extraction pendant 40sec.
- Vérifier que la valeur d'échelle (SPAN VALUE) est correcte :
  - a) Ouvrir la vanne d'extraction.
  - b) Attendre la stabilisation de la mesure (sans appuyer sur le bouton mesure)
  - c) Fermer la vanne d'extraction.
  - d) Ouvrir la vanne de DRAIN.
  - e) Fermer la vanne de DRAIN.
  - f) Répéter de (1) à (5) une seconde fois.
  - g) Ouvrir la vanne d'extraction et appuyer sur le bouton mesure.
  - h) Appuyer sur le bouton spin cal lorsque la valeur est stabilisée.

## DETERMINATION DE LA DCO :

- **méthode** : par le dichromate de potassium.
- **Principe** :

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

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

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

### ➤ Réactifs ;

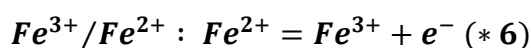
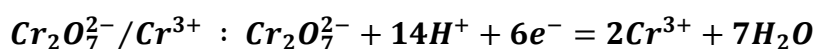
- Acide sulfurique concentré ( $\rho=1.83$  g/ml).
- Acide sulfurique-sulfate d'argent.
- Sulfate de fer (II) et d'aluminium, solution titrée  $C[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O] \approx 0.12$  mol/l.
- Sulfate de mercure (II) ( $HgSO_4$ ) en cristaux.
- Dichromate de potassium, solution étalon  $CK_2Cr_7 = 0.040$  mol/l contenant le sulfate de mercure (II).
- L'indicateur coloré le ferroïne.
- Granulés régulateurs d'ébullition.

### Remarque :

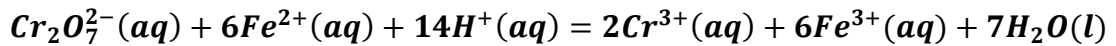
- Effectuer un essai parallèlement à la détermination, en suivant le même mode opératoire que pour l'essai, mais en remplaçant la prise d'essai par 10 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente.
- Vérifier régulièrement la technique opératoire, de même que la pureté des réactifs et la propreté de verrerie,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

### ➤ Expression des résultats :

- On obtient les résultats suivants :
  - ✓ Demi-équation électroniques :



- ✓ Équation de la réaction globale :



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

$$\text{DCO} = \frac{8000 * C * (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Avec :

**C** : La concentration de la sulfate de fer(II) et d'ammonium ; exprimée en mol/l

**V<sub>0</sub>** : Le volume de la prise d'essai avant dilution éventuelle.

**V<sub>1</sub>** : Le volume de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour l'essai à blanc. Exprimé en ml

**V<sub>2</sub>** : Le volume d'échantillon, en ml.

#### DETERMINATION DE LA **DBO<sub>5</sub>** :

##### ➤ principe :

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

##### ➤ Réactifs :

- Eau distillée.
- Solution d'inhibiteur de nitrification  $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$  à 5 g/l.
- Soude en pastille.

##### ➤ Lecture :

Retirer les flacons de l'incubateur et presser sur **M** et lire la mesure et la multiplier par le facteur suivant le tableau (tableau5) :

**TABLEAU 4 : LES MESURES ET LES FACTEURS DES DIFFERENTES VOLUMES POUR LE CALCUL DE **DBO<sub>5</sub>****

Volume échantillon (ml)	Mesure	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43.5	0-2000	50

## **II.4 RESULTATS D'ANALYSE ET DISCUSSIONS :**

### **II.4.1 UNITE 1800 :**

#### **II.4.1.1 METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT :**

Nous avons présenté les résultats des analyses réalisés au laboratoire de la raffinerie dans les tableaux suivants :

##### **MESURE DE PH :**

###### **✓ Interprétation :**

- le pH des eaux traitées est généralement neutre, il varie entre 6.9 à 7.6. il est donc conforme aux normes de rejet (5.5 à 8.5).

##### **MESURE DE LA CONDUCTIVITE :**

###### **✓ interprétation :**

- la différence de la conductivité n'est pas importante entre l'entrée et la sortie. Toutefois, on remarque l'absence du traitement qui élimine les sels au niveau de la raffinerie.

##### **MESURE DE LA TENEUR EN HC :**

###### **✓ interprétation :**

- On remarque que la teneur en HC à l'entrée est très élevée cela est dû à la source de notre effluent.
- La valeur de la teneur en hydrocarbures à la sortie a diminué de 1000 fois d'environ, cette valeur est conforme à la norme de rejet « 10mg/l ».

Cela indique une bonne élimination d'HC et donc un bon fonctionnement de notre unité (rejets bien traités).

##### **MESURE DE DCO :**

###### **✓ interprétation :**

- nous remarquons que les valeurs de la DCO à l'entrée est élevée et surtout de la date 31/03/2019. Elles ont dû à la présence des.....
- les valeurs de la DCO à la sortie sont diminuées de la valeur de la norme de rejets (120mg/l).

##### **MESURE DE LA $DBO_5$ :**

###### **✓ Interprétation :**

- Les valeurs de la  $DBO_5$  à l'entrée de la U1800 sont très élevées à cause de la présence des matières organiques.
- Les valeurs de la  $DBO_5$  à la sortie sont inférieures à la valeur de norme de rejet vers mer « 30mg/l).

## **II.4.2 ZONE 27 :**

### **MESURE DE PH :**

#### ✓ **Interprétation :**

- Les valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de la Z27 sont réponds aux normes de rejets vers mer (5.5 à8.5).

### **MESURE DE LA CONDUCTIVITE :**

#### ✓ **Interprétation :**

- La conductivité à la sortie est légèrement diminuée par rapport à l'entrée.
- Remarque : la conductivité n'a pas une grande influence sur le rejet, car l'eau de mer est très chargée en sel.

### **MESURE DE LA TENEUR EN HC :**

#### ✓ **Interprétation :**

- On remarque que la teneur en HC à l'entrée est très élevée, cela indique que les eaux traitées de la zone de production P1 sont trop chargées aux hydrocarbures.
- Les valeurs de la teneur en HC à la sortie sont diminuées par rapport à la norme de rejet. Cela assure l'efficacité d'élimination des hydrocarbures.

### **MESURE DE LA DCO :**

#### ✓ **Interprétation :**

- On remarque que la DCO à l'entrée est énormément élevée, ça revient à la présence d'une quantité importante de la matière oxydable.
- La valeur de la DCO à la SVM est inférieure à celle de la norme de rejet.

### **MESURE DE LA $DBO_5$ :**

#### ✓ **Interprétation :**

- Nous remarquons l'élévation de la valeur de la  $DBO_5$  à l'entrée de la Z27. Ça revient à la présence des matières organiques dans le rejet.
- A la sortie, on remarque que les valeurs de la  $DBO_5$  sont très inférieures par rapport à l'entrée. Cela assure qu'elles conformes aux normes de rejet vers mer.

## **DISCUSSION :**

- ✓ Le traitement des effluents liquides au niveau de la zone 27 est plus efficace que l'ancienne classique (U1800).
- ✓ la qualité des eaux traitées dans les deux unités de traitement répond aux normes algériennes des rejets industriels, donc elles peuvent être rejetées à la mer sans causer les déséquilibres environnementaux.
- ✓ Le rendement d'élimination de la DCO et des hydrocarbures est efficace et inférieur aux normes de rejets.