

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Ecole Nationale Polytechnique**



**Département d'hydraulique**

**Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau**

**Entreprise Sonatrach**

**Mémoire de projet de fin d'études**

**Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique**

**Evaluation de la performance et étude de suivi des paramètres de marche de la section de traitement des effluents de la raffinerie de condensat RA2K-SKIKDA**

**MAOUCHE ABDEL AZIZ**

Présenté et soutenu publiquement le 20/06/2023

Composition du jury :

Présidente	Mme. Saadia BENMAMAR	Professeur	ENP, Alger
Promoteur	Mme. Meriem CHETIBI	Maitre de Conférences (B)	ENP, Alger
Co-Promoteur	M. Faycal GAIDI	Ingénieur	Sonatrach
Examineur	M. Salim BENZIADA	Maitre-Assistant (A)	ENP, Alger
Examineur	M Fahim BOURDJIHANE	Ingénieur	CTH

**ENP 2023**



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Ecole Nationale Polytechnique**



**Département d'hydraulique**

**Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau**

**Entreprise Sonatrach**

**Mémoire de projet de fin d'études**

**Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique**

**Evaluation de la performance et étude de suivi des paramètres de marche de la section de traitement des effluents de la raffinerie de condensat RA2K-SKIKDA**

**MAOUCHE ABDEL AZIZ**

Présenté et soutenu publiquement le 20/06/2023

Composition du jury :

Présidente	Mme Saâdia BNMAMAR	Professeur	ENP, Alger
Promoteur	Mme Meriem CHETIBI	Maitre de Conférences (B)	ENP, Alger
Co-Promoteur	M. Faycal GAIDI	Ingénieur	Sonatrach
Examineur	M. Salim BENZIADA	Maitre-Assistant (A)	ENP, Alger
Examineur	M Fahim BOURDJIHANE	Ingénieur	CTH

**ENP 2023**

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم كفاءة معالجة محطة تنقية النفايات السائلة الصناعية لمجمع مصفاة سكيكدة. قد أجريت دراسة تقنية للمحطة بالاعتماد على المعايير المختلفة للنفايات السائلة الصناعية وهي الاس الهيدروجيني، درجات الحرارة، المواد الصلبة العالقة، التوصيل الكهربائي، العكارة، الهيدروكربونات، الطلب البيولوجي على الاكسجين، الطلب الكيميائي على الاكسجين.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف الصناعي، وحدة مصفاة سكيكدة، العمليات الفزيائية والكيميائية، العمليات البيولوجية.

## Abstract

The objective of this study is to assess the treatment efficiency of the industrial effluent treatment plant Skikda. The purification performance study of the station is based on different parameters, namely: pH, temperature, suspended solids, conductivity, turbidity, hydrocarbons, biological require of oxygen, and chemical require of oxygen.

**Key words :** Industrial waste water, refining unit, physico-chemical processes, biological processes,.

## Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'efficacité de traitement de la station d'épuration des effluents industriels de la raffinerie de Skikda. L'étude des performances de la station a été faite en se basant sur différents paramètres à savoir : Le pH, la température, les matières en suspension, la conductivité, la turbidité, les hydrocarbures, la demande biochimique en oxygène et la demande chimique en oxygène.

**Mots clés :** Eaux résiduaires industrielles, unité de raffinage de Skikda, procédés physico-chimiques, procédés biologiques .

## **Dédicace**

Je dédie ce travail

A

Mon très cher père et ma très chère mère

Pour leur soutien, les sacrifices et tous les efforts consentis

Pour mon éducation et ma formation.

A

Mes adorables sœurs.

Aziz

## **Remerciements**

Louange à Dieu seul, clément et miséricordieux

Tout d'abord, j'adresse mes reconnaissances et mes vifs remerciements à mon encadrante, Madame Meriem Chetibi, ainsi qu'à mon co-encadrant, Monsieur Faycel Gaidi, qui m'ont assisté durant toute cette période de projet de fin d'études. Leur soutien moral, leurs précieux conseils et leur assistance technique ont été essentiels pour mener à bien mon projet, dans l'espoir qu'il soit à la hauteur de leurs attentes.

Je saisis cette occasion pour adresser mes remerciements les plus sincères à mes enseignants qui ont contribué à ma formation, ainsi qu'aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer ce travail.

Je souhaite exprimer ma gratitude et mes remerciements à toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à la réalisation de notre projet.

Aziz

# Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

## INTRODUCTION GÉNÉRALE ..... 15

## 1 Chapitre 1 : Généralités sur le raffinage en Algérie... 16

1.1	Introduction .....	16
1.2	Historique de la SONATRACH .....	16
1.3	Nationalisation des Hydrocarbures .....	16
1.4	Raffinage .....	16
1.4.1	Les raffineries en Algérie.....	16
1.4.1.1	Raffinerie d'Arzew (RA1Z) .....	16
1.4.1.2	Raffinerie d'Alger (RA1G) .....	17
1.4.1.3	Raffinerie de Skikda (RAK) .....	17
1.4.1.4	Raffinerie de Hassi Messaoud (RHM1).....	17
1.4.1.5	Raffinerie d'Ain Amenas .....	17
1.4.1.6	Raffinerie d'Adrar.....	17
1.5	Localisation géographique et Situation géographique du complexe.....	17
1.6	Organigramme du complexe Topping Condensat.....	18
1.7	Présentation du laboratoire de la raffinerie de Skikda.....	19
1.8	Département Production .....	19
1.8.1	Unité 100 (unité de fractionnement) .....	19
1.8.2	Unité 200 (Traitement Kérosène).....	19
1.8.3	Unité 300 (Stockage et transfert des produits).....	20
1.8.4	Unité 400 (Système torche) .....	20
1.8.5	Unité 500 (les utilités) .....	20
1.9	Conclusion.....	21

## 2 Chapitre 2 : Procède de traitement des effluents industriels ..... 22

2.1	Introduction .....	22
2.2	Le Pétrole brut.....	22
2.2.1	Les Types de pétrole.....	22
2.2.2	Les critères pour distinguer les différents types de pétroles .....	23
2.2.2.1	La viscosité .....	23

2.2.2.2	La teneur en soufre.....	23
2.3	Les procédés de raffinage .....	23
2.3.1	Principe du raffinage.....	23
2.4	La distillation atmosphérique.....	24
2.5	Les produits obtenus à partir de la distillation atmosphérique du pétrole .....	24
2.6	Généralités sur traitement des eaux résiduaires industrielles.....	24
2.6.1	Généralités sur les eaux usées.....	24
2.6.2	Source et qualité des eaux usées .....	25
2.6.2.1	Les eaux résiduaires urbaines et pluviales .....	25
2.6.2.2	Les eaux industrielles .....	25
2.6.2.3	Les eaux usées agricoles .....	25
2.6.3	Caractéristiques des eaux usées .....	25
2.6.4	Définition des eaux résiduaires industrielles.....	25
2.6.5	Origines et nature de pollution dans l'industrie.....	26
2.6.5.1	Les eaux résiduaires des procédés de raffinage .....	26
2.6.5.2	Les eaux des services généraux .....	26
2.7	Origine des polluants et types de pollutions industrielles .....	26
2.7.1	Pollution physique .....	26
2.7.1.1	Pollution mécanique .....	26
2.7.1.2	Pollution thermique.....	27
2.7.1.3	Pollution radioactive .....	27
2.7.2	Pollution chimique.....	27
2.7.2.1	Pollution organique .....	27
2.7.2.2	Pollution minérale .....	27
2.7.3	Pollution microbiologique.....	28
2.8	Paramètres de mesure de la pollution .....	28
2.8.1	Paramètres organoleptiques .....	28
2.8.1.1	Couleur .....	28
2.8.1.2	Odeur.....	28
2.8.2	Paramètres physiques .....	28
2.8.2.1	La température .....	28
2.8.2.2	Les matières en suspension (MES).....	28
2.8.2.3	Turbidité.....	29
2.8.3	Paramètres chimiques .....	29
2.8.3.1	Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	29
2.8.3.2	La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	29
2.8.3.3	La demande chimique en oxygène (DCO).....	29
2.8.3.4	La biodégradabilité .....	29



2.8.4	Autres paramètres.....	30
2.8.4.1	Hydrocarbures.....	30
2.9	Procédés de traitement des eaux de raffinage.....	30
2.9.1	Prétraitement.....	30
2.9.1.1	Dégrillage.....	30
2.9.1.2	Dessablage.....	31
2.9.1.3	Dégraissage.....	31
2.9.2	Traitement primaire.....	31
2.9.2.1	Traitement physique.....	31
2.9.2.2	Traitement physico-Chimique.....	31
2.9.3	Traitement Secondaires.....	33
2.9.4	Traitement tertiaire (traitement d'affinage).....	33
2.10	Le traitement des eaux usées industrielles du complexe RA2/K.....	33
2.11	Concluions.....	33

### **3 Chapitre 3 : Description de l'unité de traitement des effluents (501)..... 34**

3.1	Introduction.....	34
	Le terme effluent désigne dans la plupart du temps les eaux usées, on peut les classés comme suit :	34
3.2	Présentation générale du complexe RA2K.....	34
3.3	Installation du système d'épuration des eaux usées (Raffinerie RA2K).....	34
3.4	Circuit d'eau usée dans la section 501.....	35
3.5	Circuit des boues.....	37
3.6	Circuit d'huile.....	38
3.7	Les différentes étapes du traitement au niveau du la section d'épuration des eaux (501)	39
3.7.1	Le prétraitement et décantation.....	39
3.7.1.1	Caractéristiques des équipements utilisés dans la section.....	41
3.7.2	Traitement physique.....	42
3.7.3	Traitement physico-chimique.....	42
3.7.3.1	Caractéristiques des équipements utilisés dans la section.....	43
3.7.4	Traitement biologique.....	44
3.7.4.1	Caractéristiques des équipements utilisés dans la section.....	45
3.7.5	Filtration biologique.....	46
3.8	Conclusion.....	47

### **4 Chapitre 4 : Matériels et méthodes..... 48**

4.1	Introduction.....	48
-----	-------------------	----

4.2	Prélèvement et échantillonnage.....	48
4.3	Détermination des paramètres physico-chimiques.....	48
4.3.1	Détermination de la turbidité.....	48
4.3.2	Matière en suspension (MES).....	48
4.3.2.1	Principe.....	48
4.3.2.2	Matériels utilisés.....	48
4.3.2.3	Mode opératoire.....	49
4.3.2.4	Expression des résultats.....	49
4.3.3	Détermination du potentiel d'hydrogène (pH).....	49
4.3.3.1	Principe.....	49
4.3.4	Détermination de la Conductivité.....	49
4.3.4.1	Principe.....	50
4.3.4.2	Appareillage.....	50
4.3.4.3	Mode opératoire.....	50
4.3.5	Détermination de l'alcalinité complète.....	50
4.3.5.1	Principe de la méthode.....	50
4.3.5.2	Appareillage.....	50
4.3.5.3	Mode opératoire.....	51
4.3.6	Détermination de la dureté.....	51
4.3.7	Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	51
4.3.7.1	Appareillage.....	51
4.3.7.2	Mode opératoire.....	51
4.3.8	Détermination de la demande Biochimique en Oxygène après 5 jours(DBO5).....	52
4.3.8.1	Principe.....	52
4.3.8.2	Appareillage.....	52
4.3.8.3	Mode opératoire.....	52
4.3.9	Détermination des hydrocarbures dans l'eau.....	52
4.3.9.1	Mode opératoire.....	52
4.4	Conclusion.....	53
<b>5</b>	<b>Chapitre 5 : Résultats et discussions.....</b>	<b>54</b>
5.1	Introduction.....	54
5.2	Caractéristiques des eaux usées.....	54
5.3	Normes de rejets.....	55
5.4	Les eaux de rejets.....	55
5.4.1	Variation de la température.....	56
5.4.2	Variation du pH.....	57
5.4.3	Variation de la DCO.....	57

5.4.4	Variation de la DBO5.....	58
5.4.5	Variation des MES .....	58
5.4.6	Variation des hydrocarbures.....	59
5.4.7	Variation de la conductivité.....	60
5.4.8	Variation de TAC .....	60
5.4.9	Variation de la turbidité .....	61
5.5	Suivi journalier du fonctionnement de la station .....	61
5.5.1	Variation de la température .....	62
5.5.2	Variation de la DCO.....	62
5.5.3	Variation des MES .....	63
5.5.4	Variation du PH.....	63
5.5.5	Variation des hydrocarbures.....	64
5.5.6	Variation de la conductivité.....	65
5.5.7	Variation de l'O <sub>2</sub> dissous.....	65
5.6	Conclusion.....	66
<b>Conclusion générale .....</b>		<b>67</b>
<b>Références bibliographiques :.....</b>		<b>68</b>
<b>Annexe 1 : Terminologies.....</b>		<b>70</b>

## Liste des abréviations

**DBO** : Demande biochimique en oxygène

**DBO5** : Demande Biologique en Oxygène en cinq jours

**DCO** : Demande chimique en oxygène

**CE** : Conductivité électrique

**ERI** : Eaux Résiduaires Industrielles

**ERU** : Eaux résiduaires urbains

**ETP** : Effluent Traitement Plant : unité de traitement des effluents

**HC** : Hydrocarbures

**MES** : Matière en suspension

**MO** : Matières organiques

**PH** : Potentiel d'Hydrogène

**RA1/K** : Première Raffinerie à Skikda

**RA2/K** : Deuxième Raffinerie à Skikda

**RHM1** : Raffinerie de Hassi Messaoud1

**RA1Z** : Raffinerie d'Arzew

**RA1G** : Raffinerie d'Alger

**STEP** : Station de traitement des eaux polluées

**501-CBA-001** : Bassin dédié à l'étape de prétraitement

**501-CBA-002** : Bassin d'eau huileuse

**501-CBA-004A/B** : Collecteur d'eau Pure

**501-CBA-005** : Bassin e traitement biologique

**501-CBA-006A/B/C** : Filtre d'Aération Biologique

**501-CBA-007** : Bassin d'ajustement

**501-CBA-009** : Bassin de contrôler

**501-CBA-0010** : **Bassin** des huiles

**501-CBA-0011** : Bassin de la boue

**501-CBA-0012** : Bassin de traitement de la boue

**501-CBA-0013** : Bassin de stockage de la boue

**501-ME-001** : Tamis automatique

**501-ME002A/B/C/D** : Bac à réaction

**501-ME-003A/B** : Séparateurs de flottation foudroyée

**501-ME-004A/B** : Collecteur d'eau

**501-ME-005A/B** : Séparateur

**501-TK-001** : Réservoir de stockage

**501-TK-002** : Réservoir

**501-PM** : Les pompes de fourniture d'eau de production (eau industrielle)

# Liste des tableaux

**Tableau 4.1** : Classification des eaux en fonction de leur dureté [16] ..... 51

**Tableau 5.1** : Les différentes caractéristiques des eaux de l'unité de traitement 501, en mg/L  
sauf spécification contraire..... 54

**Tableau 5.2** : Normes algériennes de rejets des eaux industrielles traitées ..... 55

# Liste des figures

<b>Figure 1. 1</b> : Situation géographique du complexe Topping Condensat RA2K.....	18
<b>Figure 1. 2</b> : Organigramme du complexe Topping Condensat .....	19
<b>Figure 1. 3</b> : Vue générale de l'Unité de Traitement des Effluents.....	21
<b>Figure 2.1</b> : Principe de Prétraitement.....	30
<b>Figure 2.2</b> : Mécanisme de coagulation floculation de suspension.....	32
<b>Figure 2.3</b> : Principe de décantation.....	32
<b>Figure 3.1</b> : Installation du système d'épuration des eaux usées industrielles au niveau de la Raffinerie RA2k .....	35
<b>Figure 3.2</b> : Section 501 .....	37
<b>Figure 3.3</b> : Système de traitement de la boue huileuse .....	38
<b>Figure 3.4</b> : Transfert et stockage des huiles.....	39
<b>Figure 3.5</b> : Tamis automatique (501-ME-001) .....	40
<b>Figure 3.6</b> : Etape de prétraitement et de décantation .....	41
<b>Figure 3.7</b> : Traitement physique et physico-chimique.....	42
<b>Figure 3.8</b> : Le racleur .....	43
<b>Figure 3.9</b> : Système de Traitement biologique .....	45
<b>Figure 3.10</b> : Traitement biologique.....	45
<b>Figure 3.11</b> : Filtration biologique. ....	46
<b>Figure 5.1</b> : Variation de la température (année 2018/2023) .....	56
<b>Figure 5.2</b> : Variation du pH (année 2018/2023) .....	57
<b>Figure 5.3</b> : Variation de la DCO (année 2018/2023) .....	57
<b>Figure 5.4</b> : Variation de la DBO5 (année 2018/2023).....	58
<b>Figure 5.5</b> : Variation des MES (année 2018/2023) .....	59
<b>Figure 5.6</b> : Variation mensuelle des hydrocarbures HC (année 2018/2023).....	59
<b>Figure 5.7</b> : Variation mensuelle de la conductivité (année 2018/2022) .....	60
<b>Figure 5.8</b> : Variation mensuelle du TAC (année 2018/2022).....	60
<b>Figure 5.9</b> : Variation mensuelle de turbidité (année 2018/2021) .....	61
<b>Figure 5.10</b> : Variation de la température durant le mois de Mars 2023 .....	62
<b>Figure 5.11</b> : Variation de la DCO durant le mois de Mars 2023 .....	62
<b>Figure 5.12</b> : Variation des MES durant le mois de Mars 2023.....	63
<b>Figure 5.13</b> : Variation du pH durant le mois de Mars 2023 .....	64
<b>Figure 5.14</b> : Variation des hydrocarbures durant le mois de Mars 2023 .....	64
<b>Figure 5.15</b> : Variation de la conductivité durant le mois de Mars 2023.....	65

**Figure 5.16 :** Variation de l'oxygène dissous durant le mois de Mars 2023..... 65



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les eaux usées sont des eaux contenant divers éléments provenant de sources domestiques, industrielles, artisanales, agricoles ou autres, susceptibles de polluer les milieux où elles sont déversées. Afin de préserver l'environnement, il est nécessaire de traiter ces effluents. Les traitements peuvent être effectués de manière collective, dans une station d'épuration, ou de manière individuelle. Bien que la plupart des stations d'épuration fonctionnent selon des processus de base similaires, des variations peuvent exister dans la mise en œuvre de ces processus. Ces différences sont souvent adaptées aux besoins spécifiques de l'industrie pétrochimique, du raffinage ou d'autres secteurs réglementés.

En ce qui concerne la préservation de l'environnement, la raffinerie de Skikda, connue sous le nom de complexe (RA2/K), a choisi d'adopter un traitement biologique par boues activées et par filtration biologique pour ses effluents, qui présentent une forte pollution organique. L'objectif de cette étude est d'évaluer les performances de la station d'épuration en se basant sur la qualité du rejet final par rapport aux normes.

Ce mémoire est structuré en cinq chapitres :

- Le premier chapitre décrit la description générale de station de traitement des effluents de la raffinerie de Skikda.
- Le deuxième chapitre expose les généralités sur le raffinage et le traitement industriels.
- Le troisième chapitre est une présentation des procédés de traitement des eaux usées de la raffinerie de Skikda.
- Le quatrième chapitre porte sur le matériel et les méthodes utilisés pour effectuer notre étude.
- Le cinquième chapitre regroupe l'ensemble des résultats des analyses.

Une conclusion générale est apportée à la fin du mémoire résumant les principaux résultats répondant à l'objectif de notre étude posé dans l'introduction générale.

# **1 Chapitre 1 : Généralités sur le raffinage en Algérie**

## **1.1 Introduction**

La raffinerie Topping de condensat de Skikda communément appelé RA2K est conçue pour une capacité de traitement de cinq millions de tonnes métriques par an de condensat issue des champs pétroliers algérien, en vue de produire le butane, le naphta, le kérosène, le gasoil léger et le gasoil lourd. En outre, des facilités sont installées pour le stockage, le traitement et le transfert du condensat et de ces produits.

## **1.2 Historique de la SONATRACH**

SONATRACH a été créée le 31/12/1963, par le décret N°63-491 pour assurer la responsabilité du transport et la commercialisation des hydrocarbures. Elle s'est vite élargie par le décret N° 66-296 du 22/09/1966, pour devenir une société nationale de recherche, de production, de transport, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures [1].

## **1.3 Nationalisation des Hydrocarbures**

Le 24/02/1971 est une date historique, où il y a eu lieu la nationalisation des hydrocarbures. En 1972, SONATRACH détenait le contrat total des réserves de Gaz, s'occupait 100% du transport à 100% et participait à 77% de la production du pétrole et ses condensats

Les sociétés étrangères n'existaient plus sauf au niveau de la production et de la recherche avec un strict minimum de participation.

SONATRACH a entrepris la transformation du gaz naturel et le raffinage du pétrole brut à l'intérieur du territoire national, réalisant ainsi ces activités dans les complexes d'Arzew et de Skikda. Elle est devenue actuellement l'une des plus importantes sociétés contribuant au développement économique et social de l'Algérie, [1].

Avant de présenter les différentes raffineries gérées par Sonatrach en Algérie, il est important de définir le processus de raffinage.

## **1.4 Raffinage**

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde qui transforme un mélange d'hydrocarbures, appelé pétrole brut, en produits énergétiques, tels que carburant et combustibles, et en produits non énergétiques, tels que les matières premières pétrochimiques, lubrifiants, paraffines et bitumes.

### **1.4.1 Les raffineries en Algérie**

On distingue six raffineries en Algérie :

#### **1.4.1.1 Raffinerie d'Arzew (RA1Z)**

Elle est spécialisée dans la production des Gaz de pétrole liquéfié (GPL), carburant, lubrifiants et des bitumes, mise en service (1973) avec une capacité de traitement de pétrole

brut de 250 mille de tonnes par an, et de 32 mille de tonnes par an de pétrole brut réduit importé (Bri).

#### **1.4.1.2 Raffinerie d'Alger (RA1G)**

La raffinerie d'Alger a pour objectif de traiter le pétrole brut de Hassi Messaoud, afin de satisfaire essentiellement la demande en carburants (naphta et fuel) du marché national et de l'exportation.

Elle est localisée à une distance de 5 km d'El Harrach et à 20 km du centre d'Alger. La raffinerie a été mise en service le 15 février 1964, avec une capacité de traitement de 2,7 millions de tonnes par an de pétrole brut.

#### **1.4.1.3 Raffinerie de Skikda (RAK)**

On distingue deux raffineries de Skikda RA1/K et RA2/K. La raffinerie de Skikda RA1/K est mise en service en 1980 avec une capacité de traitement de pétrole brut de 15 million de tonnes par an et de 27700 t/an de Bri. Elle est spécialisée dans les bitumes, les GPL et les carburants, près de 80% de sa production est destinée à l'exportation.

La raffinerie de Skikda RA2/K est une raffinerie de condensat, construite en 2008 pour une capacité de traitement d'environ 5 millions de tonnes/an. 80% de la charge est constituée de naphthas, tandis que le reste comprend du butane, du gasoil léger et lourd, ainsi que du kérosène pour avions.

#### **1.4.1.4 Raffinerie de Hassi Messaoud (RHM1)**

La raffinerie de Hassi Messaoud est une ancienne raffinerie qui a été mise en service en 1960, elle assure une capacité de 120 mille de tonnes par an pour la production de carburants et de butane. Une nouvelle raffinerie, appelée RHM2, a été mise en service en 1979, avec une capacité de traitement de pétrole brut de 1.2 tonnes par an.

#### **1.4.1.5 Raffinerie d'Ain Amenas**

La raffinerie Dain amenas a été mise en service en 1980, avec une capacité de traitement de 300 mille de tonnes par an de pétrole brut, pour produit les GPL, les carburants (essence, kérosène) et le gasoil. Elle est actuellement à l'arrêt à cause des problèmes techniques.

#### **1.4.1.6 Raffinerie d'Adrar**

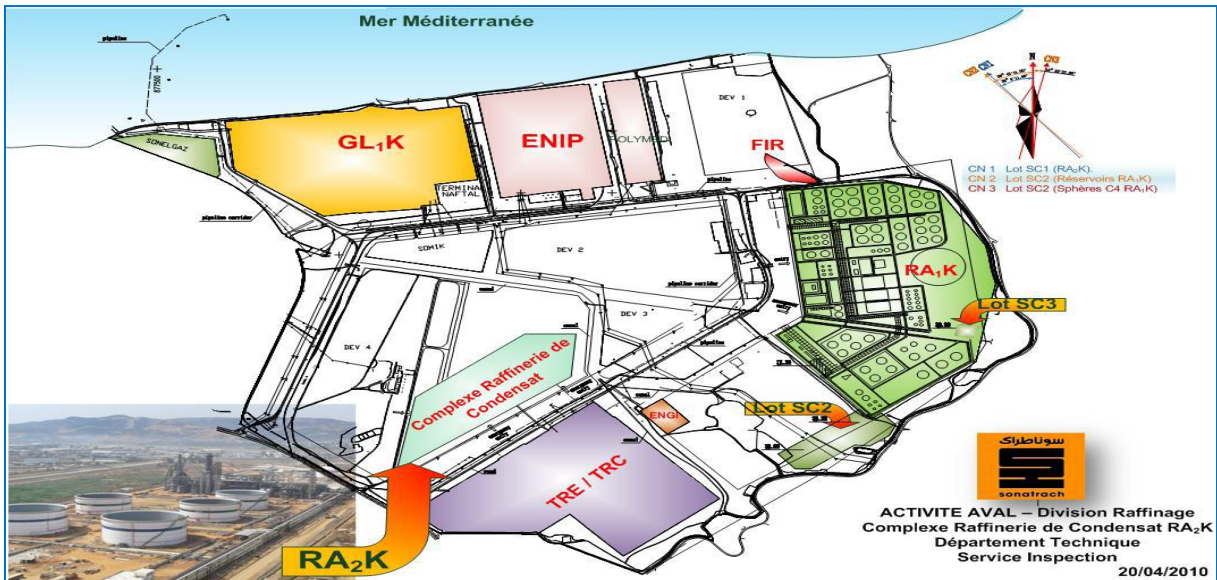
La raffinerie a été construite en 2003 par une société chinoise en partenariat avec SONATRACH.

### **1.5 Localisation géographique et Situation géographique du complexe**

Le complexe RA2K, d'une superficie d'environ 45 hectares, est situé dans la zone industrielle à l'est de la ville de Skikda, en dehors de la zone urbaine, dans le périmètre de l'ancien aéroport.

Les principaux sites industriels sont localisés dans les régions suivantes :

- ✓ Le complexe de liquéfaction du gaz naturel (GL1K) au Nord.
- ✓ Le complexe des matières plastiques (CP1K) au Nord-Est.
- ✓ Le complexe de POLYMED au Nord-Est.
- ✓ La raffinerie du pétrole (RA1K) à l'Est.



**Figure 1. 1 : Situation géographique du complexe Topping Condensat RA2K**



**Figure 1.2 : Image satellitaires qui montre le complexe Topping Condensat RA2K**

## **1.6 Organigramme du complexe Topping Condensat**

La structure organisationnelle du complexe Topping condensat est montrée dans la figure 1.3:



**Figure 1. 2 :** Organigramme du complexe Topping Condensat

## 1.7 Présentation du laboratoire de la raffinerie de Skikda

Le laboratoire de la raffinerie, situé au sein du département technique, est une structure de contrôle des unités et des analyses des produits finis destinés à la commercialisation dans le marché extérieur et intérieur.

Le rôle du laboratoire consiste à assister le processus d'exploitation et vise essentiellement à déterminer les caractéristiques qui contribuent aux choix des paramètres adéquats et par conséquent à l'optimisation de la production.

## 1.8 Département Production

### 1.8.1 Unité 100 (unité de fractionnement)

L'objectif de l'unité Topping de Condensat est de distiller la charge de condensat en quatre coupes principales, Butane, Naphta, Kérosène, Gasoil Leger (LGO) et Gasoil Lourd (HGO).

### 1.8.2 Unité 200 (Traitement Kérosène)

Cette unité de traitement de kérosène est destinée au traitement du kérosène soutiré à partir de la colonne de distillation atmosphérique T-103. Sa mise en service dépendra des caractéristiques du kérosène.

Le but de ce traitement est de neutraliser l'acide, éliminer l'humidité et les impuretés du Kérosène.

### **1.8.3 Unité 300 (Stockage et transfert des produits)**

L'unité 300 est située au sein de l'usine Topping condensat, elle est destinée pour la réception, le stockage et l'alimentation en Condensat

### **1.8.4 Unité 400 (Système torche)**

Ce système a pour rôle de brûler les gaz combustibles en cas d'urgence et en fonctionnement normal. Il est à 500 m de distance de l'unité principale

### **1.8.5 Unité 500 (les utilités)**

Les principales utilités requises pour la mise en exploitation du complexe sont :

- ✓ Le gaz naturel ;
- ✓ L'azote ;
- ✓ La vapeur;
- ✓ L'air ;
- ✓ L'électricité ;
- ✓ Unité de traitement des effluents ;
- ✓ L'eau : L'alimentation du complexe par l'eau est assurée par l'Algérienne des Eaux (ADE).

Les principales sections de l'unité des utilités sont :

- 501 : Section de traitement des eaux usées ;
- 502 : Section d'eau de refroidissement ;
- 503 : Section d'alimentation et de drainage d'eau ;
- 504 : Réseau anti-incendie ;
- 505 : Section d'air comprimé.



**Figure 1. 3 :** Vue générale de l'Unité de Traitement des Effluents

### **Traitement des eaux usées (unité 501)**

L'usine de traitement des eaux usées est le système de soutien à la protection de l'environnement de l'usine de revêtement des condensats. La capacité de traitement de l'eau est de 60 m<sup>3</sup>/h. L'origine des eaux usées est :

- Les effluents des aires des unités de production et de stockage (unité 100) ;
- Les effluents de l'unité de traitement de kérosène (unité 200) ;
- Les effluents de la zone de stockage (unité 300) ;
- Les eaux usées de la maintenance et du personnel.

## **1.9 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons commencé par retracer l'historique de SONATRACH, en abordant la nationalisation des hydrocarbures ainsi que les différentes raffineries présentes en Algérie. Ensuite, nous avons examiné en détail le complexe Topping Condensat de Skikda RA-2/K, offrant ainsi une vue d'ensemble de ses installations. Après avoir présenté l'organisation du complexe, nous avons fourni une fiche technique détaillée mettant en évidence les caractéristiques techniques spécifiques du complexe. Enfin, nous avons conclu ce chapitre en décrivant l'unité de traitement des effluents 501.

## **2 Chapitre 2 : Procède de traitement des effluents industriels**

### **2.1 Introduction**

L'objectif de traitement des eaux usées dans la raffinerie est de ramener les teneurs de corps indésirables en dessous des valeurs fixées par les normes de qualité choisies. Le traitement ne portera pas sur l'eau elle-même mais sur les corps qui s'y trouvent en suspension vraie ou colloïdale et en solution.

D'une manière générale, une installation de traitement des rejets comporte classiquement la succession des stades de traitement suivants

- Prétraitements ;
- Traitements physico-chimiques ;
- Traitements biologiques ;
- Traitements tertiaires.

### **2.2 Le Pétrole brut**

La transformation de la matière organique en pétrole s'effectue pendant des dizaines de millions d'années dans l'environnement. La matière organique provient de la décomposition des restes d'êtres vivants tels que les planctons, les plantes, les animaux, etc. Elle est principalement composée de carbone et d'hydrogène et forme ce qu'on appelle la "biomasse".

Elle se mélange ensuite à la matière minérale pour former une poudre sédimentaire. Cette dernière s'accumule en couches successives sur des dizaines voire des centaines de mètres.

Sous l'influence des bactéries anaérobies et des températures élevées, la matière organique se transforme en kérogène, un composé solide qui se propage sous forme de réseaux dans les sédiments. Le kérogène est emprisonné dans une roche relativement imperméable appelée « roche mère », qui fournit des conditions géothermiques progressivement plus élevées. Cette augmentation de la température conduit à la rupture des liaisons chimiques du kérogène, ce qui est appelé craquage thermique ou pyrolyse.

Grâce à cette transformation chimique, le kérogène mûrit en un mélange principalement composé d'eau, de CO<sub>2</sub> et d'hydrocarbures, c'est-à-dire du pétrole brut, qui est constitué de molécules composées uniquement de carbone et d'hydrogène. Le pétrole ainsi produit est piégé dans des formations géologiques appelées « réservoirs », qui constituent les champs pétrolifères « conventionnels » exploités actuellement [2].

#### **2.2.1 Les Types de pétrole**

Il existe plusieurs critères pour distinguer les différents types de pétrole, en fonction du gisement dont ils sont extraits, c'est-à-dire de l'histoire géologique de la zone où ils ont été formés. Cependant, les critères les plus importants sont la viscosité de l'huile, la teneur en soufre et la structure chimique, qui peut être paraffinique, naphthénique ou asphaltique.



## **2.2.2 Les critères pour distinguer les différents types de pétroles**

### **2.2.2.1 La viscosité**

Plus le pétrole brut est visqueux, plus il est lourd et a une résistance à l'écoulement élevée.

La viscosité du pétrole brut est souvent utilisée pour classer les différents types de pétrole en catégories telles que le pétrole léger, le pétrole moyen et le pétrole lourd.

Les pétroles bruts plus visqueux et plus lourds peuvent présenter des défis techniques et économiques lors de leur extraction et de leur raffinage. Ils peuvent nécessiter des méthodes d'extraction spéciales et des processus de raffinage plus complexes pour les transformer en produits pétroliers utilisables tels que l'essence, le diesel et le fioul.

Les gisements de bitume sont caractérisés par la présence de réserves de pétrole très visqueux., les gisements de pétrole lourd ou extra-lourd contiennent du pétrole à haute viscosité, riche en composés lourds tels que les asphaltènes, les gisements de pétrole moyen sont caractérisés par des pétroles de viscosité modérée, et les gisements de pétrole léger renferment des pétroles de faible viscosité, fluides et riches en hydrocarbures légers.

Les gisements de bitume et de pétrole lourd ou extra-lourd nécessitent généralement des techniques d'extraction avancées et les gisements de pétrole léger sont généralement plus faciles à exploiter et à raffiner, nécessitant moins de traitements.

### **2.2.2.2 La teneur en soufre**

Une teneur en soufre inférieure à 0,5% indique que le pétrole est légèrement sulfuré (doux). Une teneur en soufre comprise entre 0,5% et 2,5% indique que le pétrole est moyennement sulfuré et une teneur en soufre supérieure à 2,5% indique que le pétrole est extrêmement sulfuré.

## **2.3 Les procédés de raffinage**

A son arrivée à la raffinerie, le pétrole brut est stocké dans de grands réservoirs et séparé selon sa teneur en soufre. Cette dernière détermine les procédés de raffinage à utiliser. Chaque unité de raffinage abrite un procédé physico-chimique industriel différent [2].

### **2.3.1 Principe du raffinage**

On distingue les grandes familles de procédés suivantes :

- Les procédés de séparation, qui permettent de séparer les différentes fractions du pétrole brut en fractions plus simples ;
- Les procédés de transformation, qui permettent de générer de nouvelles molécules aux propriétés adaptées à l'usage du produit ;
- Les procédés de finition, qui permettent d'éliminer les composés indésirables ;
- Les procédés de protection de l'environnement, qui permettent de traiter les gaz de raffinerie, les fumées et les eaux résiduaires.

Les principaux procédés de séparation sont :

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

Le procédé de séparation par excellence est la distillation du pétrole brut, et en deuxième lieu, si l'on envisage une conversion plus profonde, l'extraction par solvant (désasphaltage). La distillation du pétrole brut est réalisée en deux étapes complémentaires. Une première distillation dite atmosphérique permet de séparer les gaz, les essences et le naphta (coupes légères), le kérosène et le gazole (coupes moyennes) ainsi que les coupes lourdes. Les résidus des coupes lourdes subissent ensuite une distillation dite sous vide afin de séparer certains produits moyens [2].

## **2.4 La distillation atmosphérique**

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

## **2.5 Les produits obtenus à partir de la distillation atmosphérique du pétrole**

Les produits obtenus sont :

- L'essence lourde (naphta).
- Le kérosène.
- Le gazole léger.
- Le gazole lourd.
- Le résidu atmosphérique.

## **2.6 Généralités sur traitement des eaux résiduaires industrielles**

### **2.6.1 Généralités sur les eaux usées**

Les eaux usées aussi appelées eaux polluées sont des liquides de composition hétérogènes, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. A cette charge s'associe presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales.

## **2.6.2 Source et qualité des eaux usées**

### **2.6.2.1 Les eaux résiduaires urbaines et pluviales**

Les eaux usées municipales comprennent à la fois les eaux usées domestiques et les eaux pluviales. Les eaux pluviales comprennent l'eau de pluie, l'eau des voies publiques, l'eau provenant du curage des gouttières, l'eau des marchés, etc. Elles proviennent des toits, des jardins, des espaces verts et de l'eau qui s'écoule dans les rues, [3].

### **2.6.2.2 Les eaux industrielles**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures... Certaines d'entre elles font l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution, [4].

### **2.6.2.3 Les eaux usées agricoles**

Ce sont des masses d'eau polluées par des substances utilisées dans l'agriculture. Dans le cadre d'une agriculture efficace et intensive, les agriculteurs sont contraints d'utiliser des produits d'origine industrielle ou agricole dont certains sont ou peuvent être à risque pour l'environnement, [5].

## **2.6.3 Caractéristiques des eaux usées**

Les eaux usées sont distinguées par plusieurs caractéristiques :

- ✓ Une couleur foncée.
- ✓ Une odeur forte désagréable à la température relativement plus élevée.
- ✓ Des matières solides flottantes, en suspension, colloïdales et dissoutes comme (les matières azotées, les matières phosphatées, les huiles et graisses...).

La composition des eaux usées varie fortement selon leur origine. Elle peut contenir de nombreuses substances sous forme solide ou dissoute, ainsi que microbes. Selon leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, et selon les risques qu'elles présentent pour la santé, ces substances sont réparties en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives, [6].

## **2.6.4 Définition des eaux résiduaires industrielles**

Les eaux résiduaires industrielles sont des effluents liquides, obtenus après la consommation d'une eau traitée dans de nombreuses opérations unitaires par exemple : précipitation, lavage, distillation, filtration et le refroidissement de gaz, des liquides ou des solides. Lors de ces opérations, les eaux se chargent de masses étrangères organiques et minérales, leurs caractéristiques et leurs quantités jouent un rôle important dans le traitement

des eaux. Ces substances peuvent être à l'état solide, non dissous, à l'état liquide ou bien encore sous formes colloïdales. Elles peuvent toutefois encore subir aussi des modifications purement chimiques ou physico-chimiques.

## **2.6.5 Origines et nature de pollution dans l'industrie**

Afin de résoudre un problème de pollution des eaux destinées à être rejetées dans l'environnement, il est essentiel de déterminer l'origine de cette pollution dans l'industrie concernée. Les principales sources de pollution dans une raffinerie sont les suivantes :

### **2.6.5.1 Les eaux résiduaires des procédés de raffinage**

Les eaux des procédés de raffinage sont les eaux huileuses regroupent toutes les eaux qui ont été en contact avec les hydrocarbures, on peut distinguer :

#### **i. Les eaux de dessalage de brut**

Ces eaux sont issues du procédé de dessalage, qui consiste à préchauffer le pétrole brut et à le mélanger avec de l'eau qui doit être de préférence totalement déminéralisée. Le dessaleur permet de réduire la teneur en eau (0.1 à 0.2%) et en sels (moins de 1 à 10mg/l du pétrole brut avant passage en distillation).

#### **ii. Les condensats de procédés**

Ces condensats sont générés par la condensation des vapeurs qui ont été en contact avec les produits pétroliers. Ils présentent un degré de pollution très faible.

### **2.6.5.2 Les eaux des services généraux**

Sont les eaux non huileuses regroupent les eaux qui ne sont pas contaminées par les hydrocarbures.

## **2.7 Origine des polluants et types de pollutions industrielles**

Les eaux résiduaires industrielles sont spécifiques par leur volume et leur composition. On distingue trois types de pollution :

### **2.7.1 Pollution physique**

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine industrielle avec des proportions domestique minimales. On peut la répartir en trois classes : mécanique, thermique et radioactive, [7].

#### **2.7.1.1 Pollution mécanique**

Cette pollution est causée par les émissions de déchets et de particules solides provenant des eaux industrielles résiduelles (ERI) et des eaux usées. Ces contaminants incluent des éléments grossiers tels que du sable ou des solides en suspension, [1].

### **2.7.1.2 Pollution thermique**

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.) ; ont une température de l'ordre de 70 à 80 °C. Elle diminue jusqu' à 40 à 45 °C lorsqu'elle contact les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène, [8].

### **2.7.1.3 Pollution radioactive**

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements, [8].

## **2.7.2 Pollution chimique**

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories : Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols.) et Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...), [7].

### **2.7.2.1 Pollution organique**

Ce sont les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), provenant des industries alimentaires et agroalimentaires telles que les laiteries, les abattoirs, les sucreries, etc. Ces effluents entraînent une consommation d'oxygène dissous dans l'eau, ce qui provoque la mort des poissons par asphyxie. De plus, ils favorisent le développement de la fermentation anaérobie (putréfaction), ce qui entraîne la formation de dépôts de matières organiques au fond des rivières et génère des nuisances olfactives, [9].

### **Pollution par les hydrocarbures**

La pollution due aux hydrocarbures est causée par diverses activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport, à son utilisation finale (carburants et lubrifiants) ainsi qu'aux déversements accidentels causés par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures sur l'environnement marin sont considérables et dépendent en grande partie de leur composition. En réalité, les impacts de ces hydrocarbures peuvent se manifester de différentes manières selon des modalités très variées, [10].

### **2.7.2.2 Pollution minérale**

#### **Pollution par le phosphore**

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est à dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques, [9].

### **2.7.3 Pollution microbiologique**

L'eau peut être contaminée par des microorganismes pathogènes tels que des virus, des bactéries et des parasites, ce qui représente un danger pour la santé humaine. Cette contamination limite donc les différents usages de l'eau, que ce soit dans l'industrie ou pour un usage domestique, [7].

## **2.8 Paramètres de mesure de la pollution**

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents. Parmi ces paramètres, on distingue les plus importants, tels que les paramètres organoleptiques, physiques et chimiques.

### **2.8.1 Paramètres organoleptiques**

Les paramètres organoleptiques sont la couleur et l'odeur.

#### **2.8.1.1 Couleur**

La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes, [7].

#### **2.8.1.2 Odeur**

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition, [7].

### **2.8.2 Paramètres physiques**

#### **2.8.2.1 La température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C. Par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C, [11].

#### **2.8.2.2 Les matières en suspension (MES)**

Bien que la frontière entre matière en suspension et matière colloïdales soit très imprécise, il est d'usage, en traitement d'eau, d'appeler « matière en suspension » des impuretés solides caractérisés par le fait que :

- Elles sont visibles à l'œil nu ou en tous cas avec une loupe ou un microscope à faible grossissement ;
- Elles sont séparables par filtration relativement grossière, par exemple sur un papier filtre rapide de laboratoire, ou sur une couche de sable, [1].

### 2.8.2.3 Turbidité

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence de MES, [12].

## 2.8.3 Paramètres chimiques

### 2.8.3.1 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 5,5 et 8,5.

Le pH a également une influence sur d'autres éléments tels que les ions métalliques, dont il peut réduire ou augmenter la mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,2 et 8, [8] [11].

### 2.8.3.2 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (DBO) correspond à la quantité d'oxygène consommée par les bactéries lors de l'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, à une température de 20°C, dans l'obscurité. Cette mesure permet d'évaluer la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique d'une fraction de matière organique carbonée.

La demande biochimique en oxygène (DBO) est un paramètre utilisé pour mesurer la quantité d'oxygène nécessaire à la décomposition des matières organiques par voie aérobie. La référence couramment utilisée pour évaluer la DBO est la quantité d'oxygène consommée après une période de 5 jours, connue sous le nom de DBO5. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/L, [8].

### 2.8.3.3 La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique, biodégradable ou non, contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/L, [12].

### 2.8.3.4 La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,

$$K = DCO / DBO5$$

Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables

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

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

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

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique [3].

## 2.8.4 Autres paramètres

### 2.8.4.1 Hydrocarbures

La mesure des hydrocarbures dans les eaux usées domestiques constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les eaux usées domestiques ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou lorsqu'elles contiennent une forte concentration d'huiles. De plus, les valeurs obtenues lors des analyses réalisées sur un même échantillon peuvent varier selon la méthode utilisée, [1].

## 2.9 Procédés de traitement des eaux de raffinage

Le traitement des effluents d'une raffinerie passe par les étapes suivantes :

### 2.9.1 Prétraitement

C'est l'ensemble des opérations physiques et mécaniques qui permettent d'éliminer des éléments indésirables avant les étapes ultérieures de traitement. Il comprend généralement le dégrillage, le déshuilage et le dessablage.

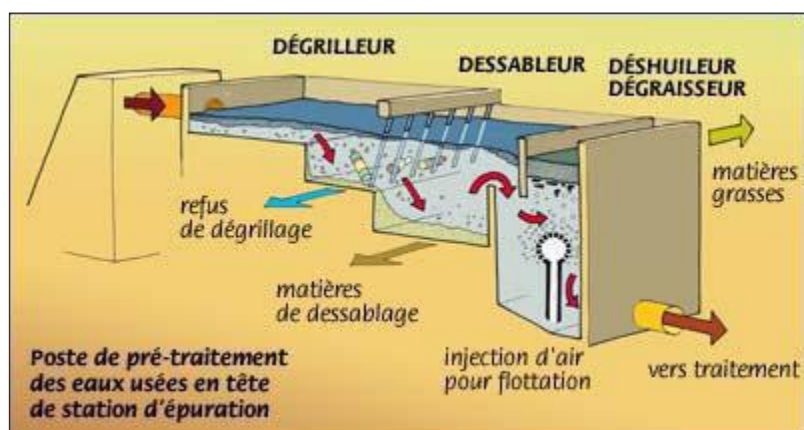


Figure 2. 1 : Principe de Prétraitement

#### 2.9.1.1 Dégrillage

Le dégrillage consiste à éliminer les déchets volumineux par un dégrilleur motorisé ou fixe.

Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de  $60^\circ$  à  $80^\circ$  sur l'horizontal. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la station ou l'unité de traitement des eaux usées. Un espacement maximal de 10mm (dégrillage fin) est



utilisé pour protéger les filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et de 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1,0 m/s. Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté, [4].

### **2.9.1.2 Dessablage**

Le dessablage débarrasse les effluents des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe.

Les particules dont la vitesse de chute est inférieure à 0,3 m/s, susceptibles d'endommager les installations en aval, se déposent au fond d'un dessableur par décantation, [13].

### **2.9.1.3 Dégraissage**

Consiste à éliminer la présence de graisses. Le dégraissage est réalisé par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage fait remonter les corps gras à la surface. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées.

## **2.9.2 Traitement primaire**

### **2.9.2.1 Traitement physique**

Consiste à éliminer les huiles, les hydrocarbures libres dans les effluents et qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite

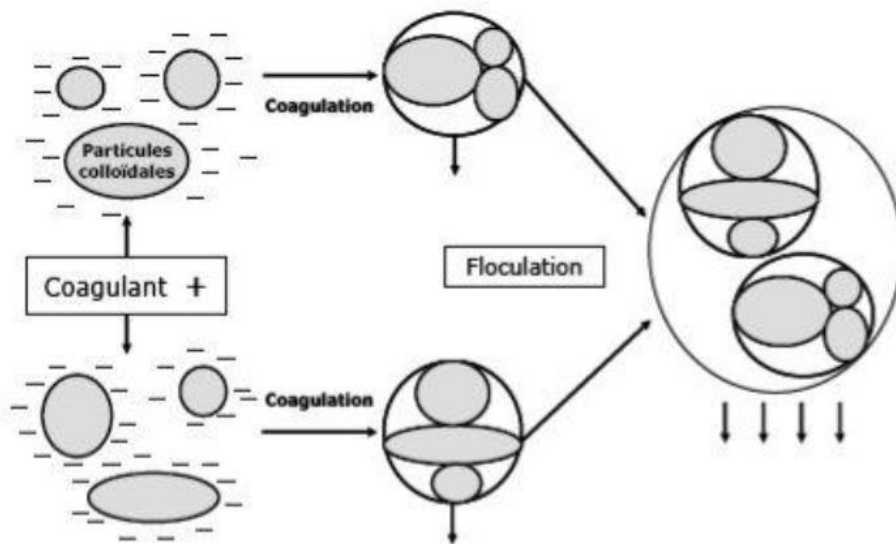
Dans les raffineries de pétrole on utilise des séparateurs gravimétriques dont les dimensions sont déterminées par la norme API (American Petroleum Institute) et dont le but est de séparer les gouttelettes dont le diamètre est supérieur à 150  $\mu\text{m}$ , [14].

### **2.9.2.2 Traitement physico-Chimique**

L'objectif de traitement physico-chimique est l'agglomération des fines particules ainsi que certains polluants solubles, ayant des difficultés à décanter naturellement en les rassemblant sous forme de floes dont la séparation est ensuite effectuée par un séparateur de type décanteur.

#### **i. Coagulation –Floculation**

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination de MES et des particules colloïdales.



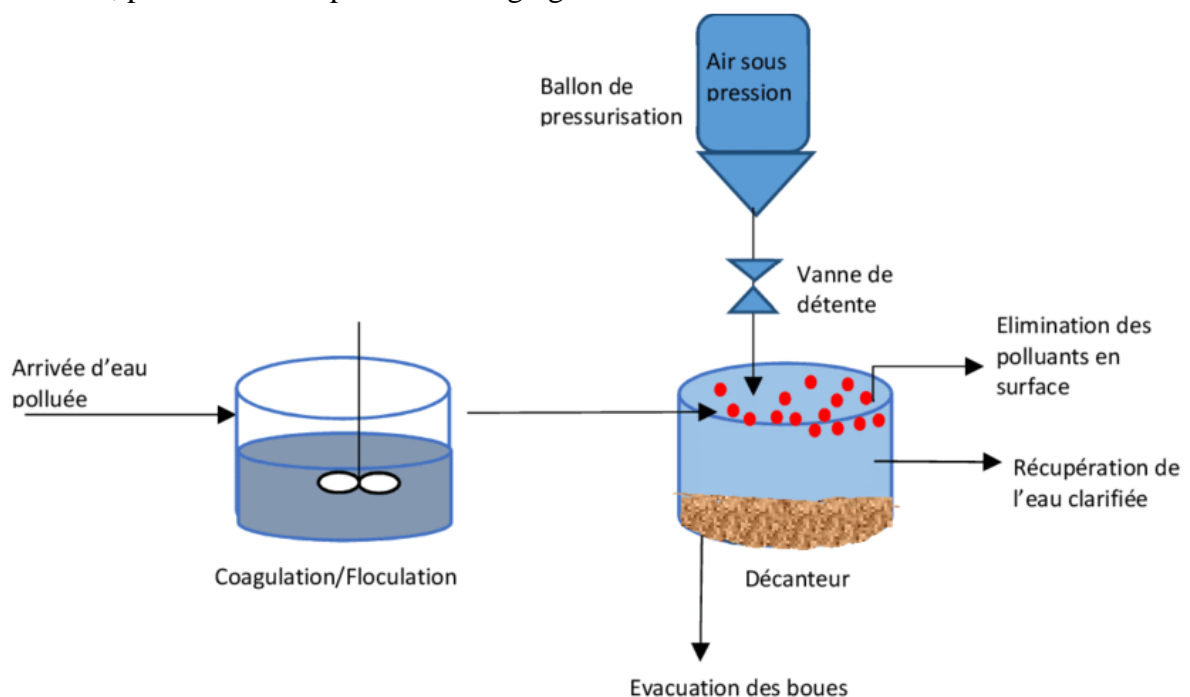
**Figure 2. 2 :** Mécanisme de coagulation floculation de suspension

On ajoute un réactif appelé coagulant (sulfate d'aluminium  $AL_2(SO_4)_3$ , sulfate ferrique  $Fe_2(SO_4)_3$ , ou chlorure ferrique  $FeCL_3$  ...) à l'eau dont le but de déstabiliser et de diminuer la charge électrique des particules en suspension sous forme des mini flocs.

La floculation consiste à rassembler les particules déstabilisées par coagulation en structures plus grosse que l'on appelle flocs qui peuvent être facilement éliminés par décantation ou flottation.

## ii. Décantation

Ce processus a pour but d'éliminer les flocs formés par coagulation-floculation qui se décantent, permettant la séparation des agrégats.



**Figure 2. 3 :** Principe de décantation

### **2.9.3 Traitement Secondaires**

Le procédé de traitement biologique utilise l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. La conception des stations épurations tient compte de la totalité de la DBO5 sous forme dissoute ainsi que du rapport  $K=DCO/ DBO5$  qui caractérise la pollution organique dissoute, on distingue :

- Le système d'épuration biologique aérobie qui nécessite une aération, une décantation, une clarification et une nitrification. C'est le plus répandu dans les stations d'épuration.
- Le système d'épuration biologique anaérobie qui nécessite une digestion, une méthanisation et un stockage et utilisation de gaz.

### **2.9.4 Traitement tertiaire (traitement d'affinage)**

Le traitement d'affinage consiste essentiellement en une désinfection de l'eau juste avant rejet. Pour les eaux résiduaires de la pétrochimie et du raffinage, ces objectifs sont plutôt la réduction des MES et de la DCO et quelque fois, l'élimination de traces de phénol. Les traitements d'affinage sont multiples : Filtration, Chloration, adsorption sur charbon actif, [14].

## **2.10 Le traitement des eaux usées industrielles du complexe RA2/K**

En matière de protection de l'environnement ; le complexe (RA2/K) de la raffinerie de Skikda a opté pour un traitement physico-chimique ainsi qu'un traitement biologique par boues activées et filtres biologiques pour ses effluents qui sont caractérisés par une forte pollution organique.

Le suivi de fonctionnement de la station d'épuration de Skikda durant une période assez suffisante (2018,2023) nous permettra de juger l'efficacité du traitement de l'effluent urbain et d'examiner l'état du fonctionnement de l'ensemble des ouvrages constituant la station.

## **2.11 Concluions**

Ce chapitre nous a permis de connaître les différents procédés ou filières de traitement qui peuvent être mises en œuvre pour l'épuration de l'eau générée par l'unité de l'industrielle afin de respecter les normes de rejet. Parmi ces procédés, on retrouve les procédés physico-chimiques et biologiques.

## **3 Chapitre 3 : Description de l'unité de traitement des effluents (501)**

### **3.1 Introduction**

Le terme effluent désigne dans la plupart du temps les eaux usées, on peut les classés comme suit :

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux pluviales et de ruissellements dans les villes.
- Les eaux usées industrielles.

L'objectif du traitement des eaux usées dans la raffinerie est de ramener les valeurs des teneurs des corps indésirables en dessous des valeurs fixées par les normes de qualité et selon la réglementation algérienne en vigueur. Le traitement se porte tout d'abord sur les corps qui s'y trouvent en suspension puis sur les substances colloïdales et en dernier sur les substances dissoutes

D'une manière générale, une installation de traitement des rejets comporte les stades de traitements successifs suivants : Le prétraitement, Traitements physico-chimiques, Traitements biologiques, Traitements tertiaires ou de finitions.

### **3.2 Présentation générale du complexe RA2K**

Le complexe Topping Condensat de Skikda est destiné à traiter **5 millions tonnes** pendant une période continue de **330** jours de condensat provenant du terminal de la direction régionale de transport EST.

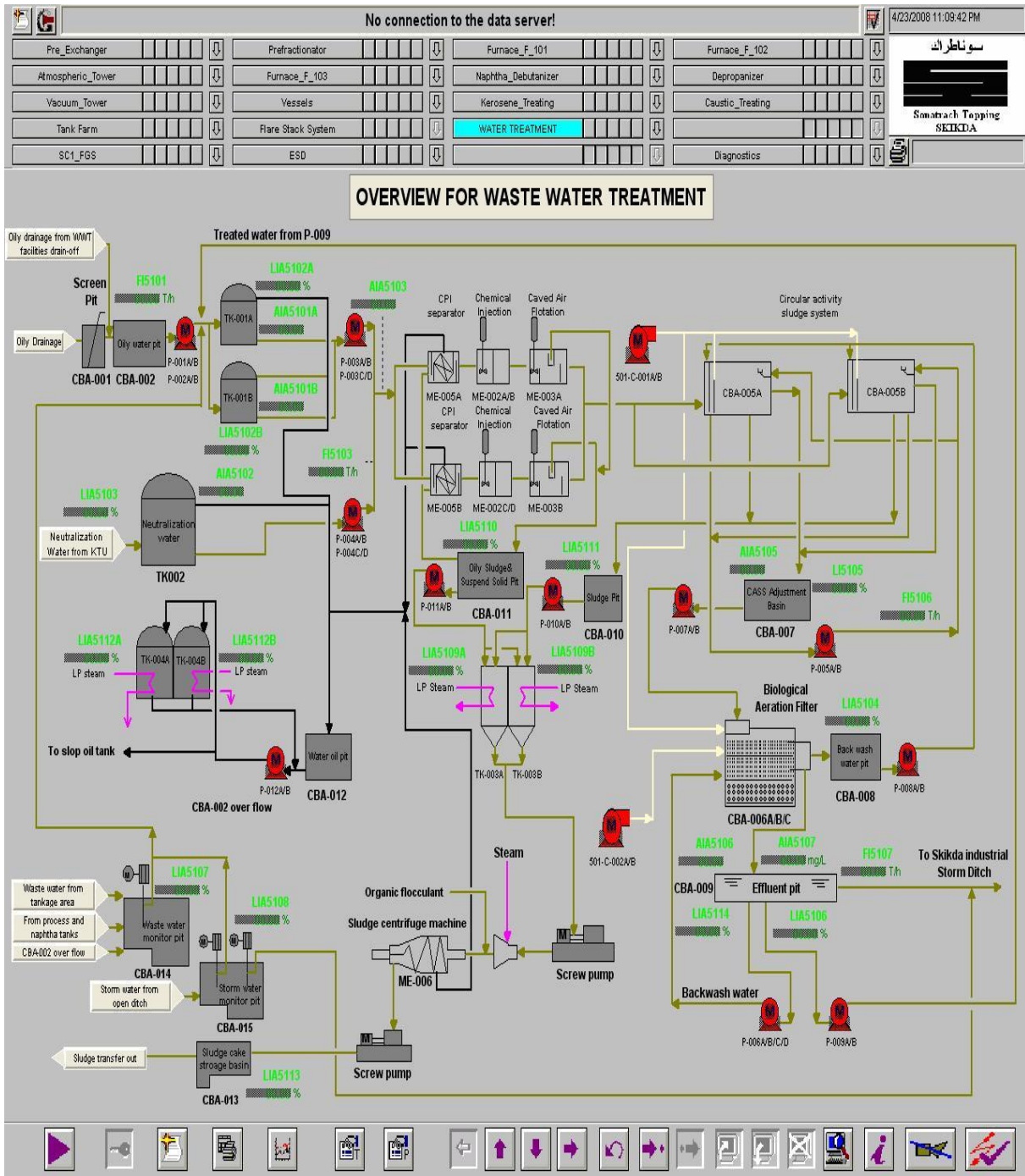
Ce complexe est conçu pour le traitement de Cinq (**5**) charges différentes de condensat nommées comme suit : OB1, ALRAR, BEJAIA, RHOUD NOUSS, NEW OB1.

Le complexe comprend plusieurs unités et installations de traitement à savoir :

- Unité Topping de Condensat (**Unité-100**).
- Unité de traitement de kérosène (**Unité-200**).
- Installations de stockage et transport de produits finis (**Unité300**).
- Système de torche (**Unité-400**).
- Utilités (**Unité-500**).

### **3.3 Installation du système d'épuration des eaux usées (Raffinerie RA2K)**

Le schéma suivant représente l'installation du système d'épuration industrielles des usées au niveau de la Raffinerie RA2k :



**Figure 3. 1 :** Installation du système d’épuration des eaux usées industrielles au niveau de la Raffinerie RA2k

### 3.4 Circuit d’eau usée dans la section 501

L’eau huileuse des unités de traitement, des zones de stockage et des systèmes d’utilité est rassemblée dans un réseau sous-terrain de drainage d’eau huileuse et s’écoule aux unités de traitement des eaux usées, par gravité.

Le traitement des eaux usées englobe les étapes suivantes :

- L’eau passe à travers un tamis automatique dans une cuvette à tamis (501-CBA-001) pour ramasser les débris dans l’eau.

- L'eau filtrée inonde par le système (installation) et se dirige vers la chambre des pompes d'eau huileuse (501-CBA-002).
- A partir de cette chambre, l'eau est pompée aux réservoirs de stockage d'eau huileuse (501-TK-001A/B). Dans ces réservoirs, l'eau huileuse peut se stabiliser pendant environ 48 heures afin de permettre la séparation de l'huile, qui est ensuite récupérée à la surface de l'eau.

La saumure neutralisée de la section de traitement caustique de l'unité de traitement de kérosène est pompée directement au réservoir de stockage d'eau de neutralisation (501-TK-002). Cette saumure à une grande concentration en DCO. Elle est mélangée avec l'eau huileuse dans un mélangeur statique pour réduire la concentration des DCO.

A la sortie du mélangeur statique, l'eau huileuse mélangée s'écoule au (501-ME-005A/B) pour éliminer les globules d'huile d'une taille plus grande que 60 microns.

Dans un bac de réaction (501-ME002 A/B/C/D) l'eau déshuilé est mélangée avec les agents chimiques suivantes :

- **Le désémulsifiant** : pour désémulsionner les huiles des eaux usées.
- **le floculant** : pour accumuler les huiles désémulsionner sous forme d'un floc.

Ensuite, l'eau est envoyée aux unités de flottation à air soutiré (501-ME-003 A/B). Cette unité est équipée d'un rotor émergé dans l'eau qui aspire l'air atmosphérique et l'injecte dans le réservoir d'eau. L'air aspiré est ainsi saturé d'eau et au dégagement à l'atmosphère il devient sous forme de bulles d'air. Lorsque ces bulles atteignent la surface d'eau, elles libèrent les huiles fixées et les produits chimiques dosés sous forme d'écume.

Un écrémeur à rotation RPM basse élimine cette écume par un déversoir de sortie pour transférer l'huile à la cuve de la boue huileuse et des solides suspendus (501-CBA-011). Après ce processus, les niveaux d'huile, de DCO (demande chimique en oxygène) et de NH<sub>3</sub>-N (azote ammoniacal) dans l'eau huileuse sont réduits respectivement à des valeurs inférieures ou égales à 20 mg/l, 780 mg/l et 60 mg/l.

Après cette étape, l'eau huileuse est envoyée vers un système de boue d'activité circulaire (CBA-005) par gravité où se déroule le traitement biologique. A la fin, l'eau traité sera envoyée au CBA009A/B pour l'évacuer vers oued Safsaf si sa qualité est conforme aux normes algériennes

La boue huileuse récupérée dans les différents traitements (physiques et chimiques) est envoyée vers le bassin CBA1 pour y subir un traitement approprié. Les huiles sont récupérées dans le

bassin CBA12 et sont envoyées vers le réservoir de stockage TK004A/B. Elles seront ensuite envoyées vers un bassin de décantation, [15].



**Figure 3. 2 : Section 501**

### **3.5 Circuit des boues**

Les boues recueillies à partir des unités de flottation 501-ME-003A/B et 501-CBA-005A/B sont collectées dans les bassins 501-CBA-010 et 501-CBA-011. Elles sont transférées ensuite dans le réservoir 501-TK-003 A/B pour la séparation eau, boue et huile. Après décantation et chauffage, la boue épaissie est transférée vers le système package 501-PKG-002 pour y être traitée.

Ce package comprend une centrifugeuse à vis sans fin et une installation d'injection de produit chimique tel que le flocculant (à l'état liquide ou solide sous forme de poudre) et l'émulsifiant. L'huile récupérée au niveau du package est renvoyée dans le réseau de décantation, tandis que la boue est transférée dans le bassin de stockage 501-CBA-013 et l'eau est dirigée vers le 501-CBA-002.

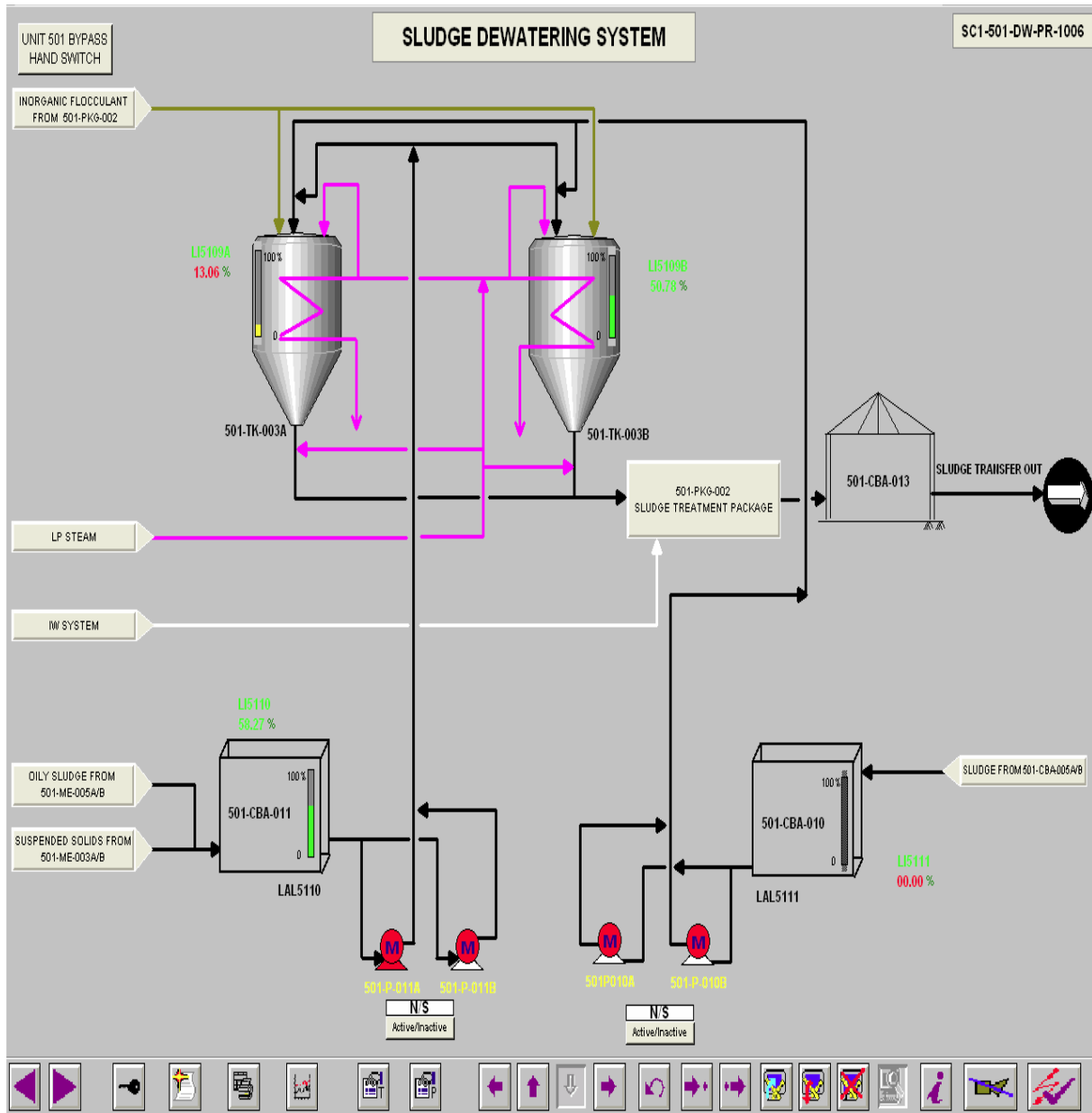


Figure 3.3 : Système de traitement de la boue huileuse

### 3.6 Circuit d'huile

L'huile est récupérée par écrémage du réservoir 501-TK-001 A/B. Elle est ensuite mélangée à celle recueillie au niveau des décanteurs 501-ME-005 A/B et envoyée au bassin 501-CBA-012. De là, elle est transférée dans les bacs 501-TK-004 A/B pour la séparation de l'eau et de l'huile par chauffage. Une fois débarrassée de l'eau, l'huile est ensuite transférée vers l'unité 300 afin d'être recyclée.



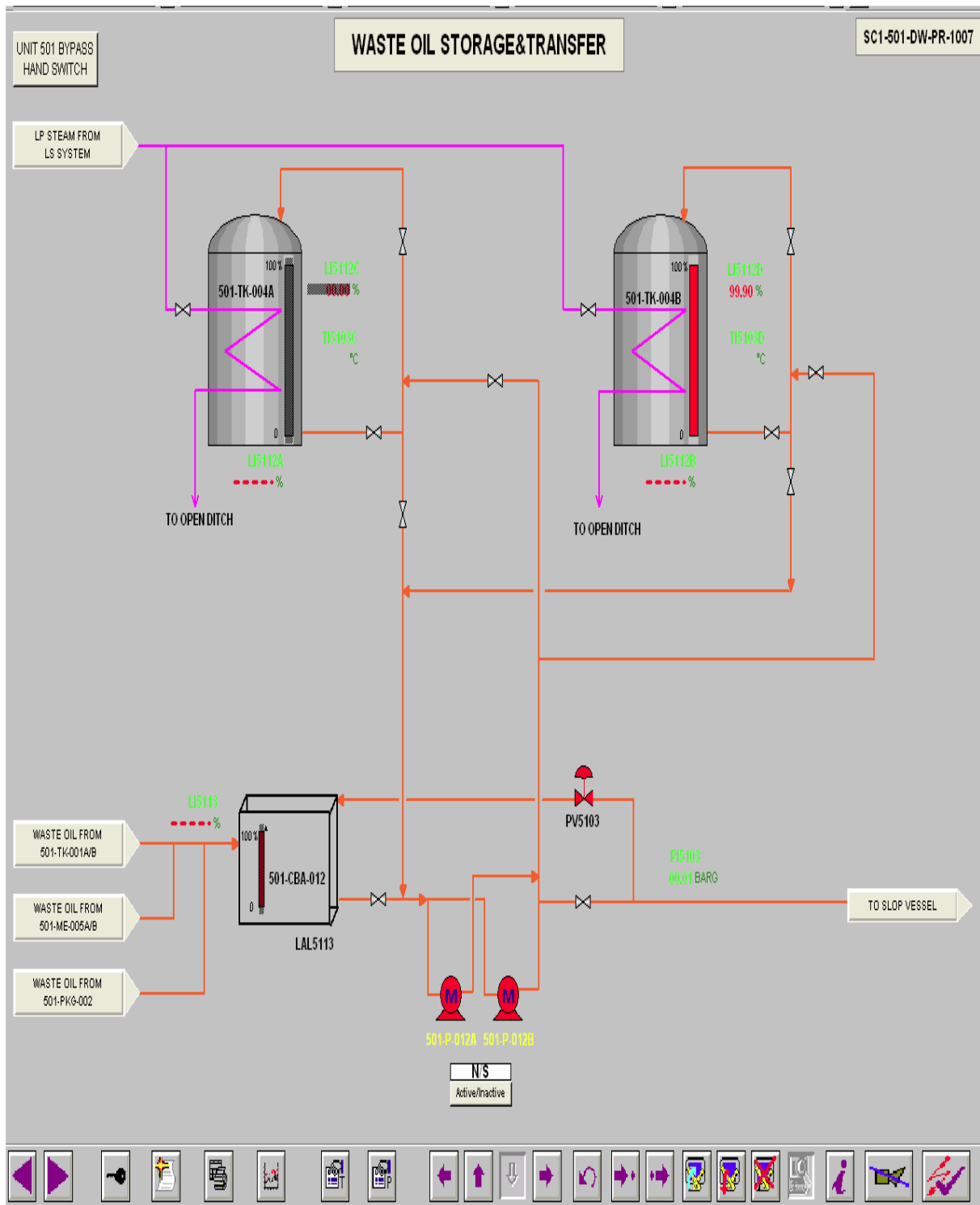


Figure 3. 4 : Transfert et stockage des huiles

### 3.7 Les différentes étapes du traitement au niveau de la section d'épuration des eaux (501)

#### 3.7.1 Le prétraitement et décantation

Le prétraitement a pour objectif d'éliminer les gros débris solides, les sables et les huiles dont la nature ou les dimensions constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs ou

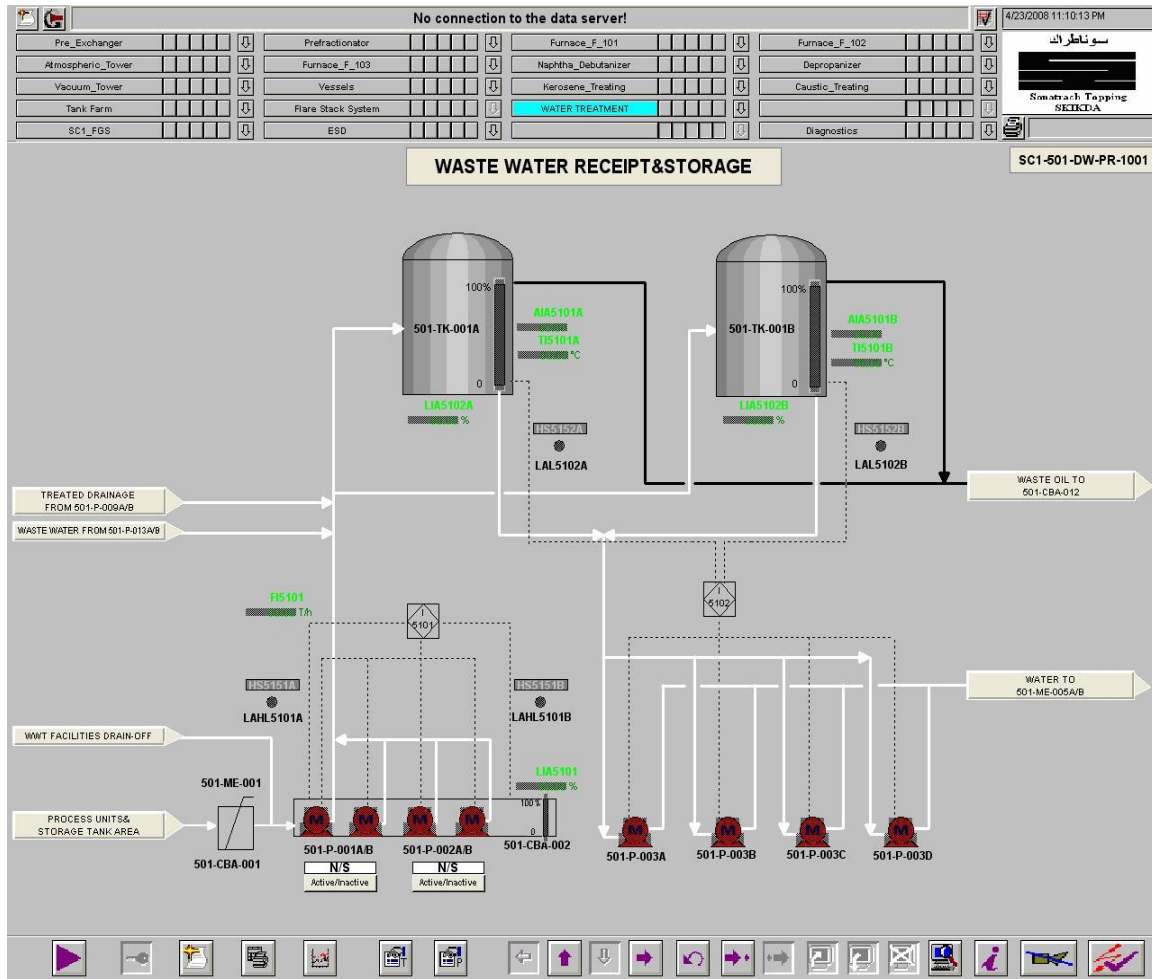
risqueraient d'endommager les équipements. Ils visent essentiellement à éliminer les matières flottantes ou en suspension par des opérations mécaniques et physique.

Une partie des effluents des aires des unités de production et du parc de stockage sont collectées dans le bassin 503-CBA-001 à partir d'une canalisation sous terrainne.

Les eaux huileuses de drainage des unités de traitement, des installations de stockage et des utilités subissent d'abord un prétraitement mécanique ou les débris solides volumineux sont retenus à partir du bassin 501-CBA-001 par un filtre rotatif menu d'un moteur électrique (501-ME-001) puis envoyés en décharge. L'eau huileuse s'écoule dans le bassin 501-CBA-002 d'où elle est transférée dans les deux réservoirs d'eau huileuse (501-TK-001 A/B) où une séparation huile- eau a lieu. Dans ces réservoirs, la décantation se fait pendant 48 heure pour séparer l'huile, qui est écumée sur la surface d'eau.



**Figure 3. 5 :** Tamis automatique (501-ME-001)



**Figure 3. 6 : Etape de prétraitement et de décantation**

### 3.7.1.1 Caractéristiques des équipements utilisés dans la section

➤ **501-CBA-001**

Le bassin (501-CBA-001) est un bassin dédié à l'étape de prétraitement. Il est équipé d'un tamis automatique pour ramasser les débris dans l'eau. Ses dimensions sont de 4 mètres de longueur, 2 mètres de largeur et 6 mètres de hauteur.

➤ **501-CBA-002**

Le bassin (501-CBA-002) est un bassin d'eau huileuse. Ses dimensions sont 6 mètres de longueur, 4 mètres de largeur et 6 mètres de hauteur.

➤ **501-TK-001 A/B**

Le bac (501-TK -001) est un réservoir de stockage. Sa Capacité est de 1000m<sup>3</sup>.

➤ **Les pompes de fourniture d'eau de production**

501-PM001A/B sont des pompes de débit égale à 10 m<sup>3</sup>/h et de pression de 2.5 bars.

501-PM002A/B sont des pompes de débit égale à 50 m<sup>3</sup>/h et de pression de 2.5 bars.

501-PM003A/B/C/D sont des pompes de débit égale à 60 m<sup>3</sup>/h et de pression de 2.5 bars.

501-PM004A/B sont des pompes de débit égale à 1.5 m<sup>3</sup>/h et de pression de 2.5 bars.

### 3.7.2 Traitement physique

Le traitement physique sert à éliminer les traces des huiles et des matières en suspension qui ne sont pas éliminer dans le premier traitement. Il se fait au niveau du bassin spécial ME005A/B.

Ce bassin est conçu de manière à ce que l'eau suive un long trajet grâce à une chicane installée à l'intérieur. Cette géométrie permet de collecter les huiles en haut du bassin et de les renvoyer vers le bassin de stockage CBA12. En revanche, les matières solides décantées seront envoyées vers le CBA11.

### 3.7.3 Traitement physico-chimique

Le traitement physico-chimique a pour objectif d'éliminer les matières colloïdales. Il est recommandé, dans la pratique, de préalablement rompre l'état colloïdal et favoriser l'agglomération des particules afin de leur conférer une taille et des caractéristiques physiques qui facilitent leur séparation.

Au niveau des bassins MEM002A/B/C/D on ajoute le désémulsifiant et le floculant pour rupturer l'état colloïdal et accumuler les substances obtenues sous forme des floccs.

L'eau sera ensuite dirigée vers le bassin MEM003A/B, où se déroulent les réactions chimiques. Les floccs formés seront éliminés à l'aide d'un écrémeur et envoyés vers le CBA11.

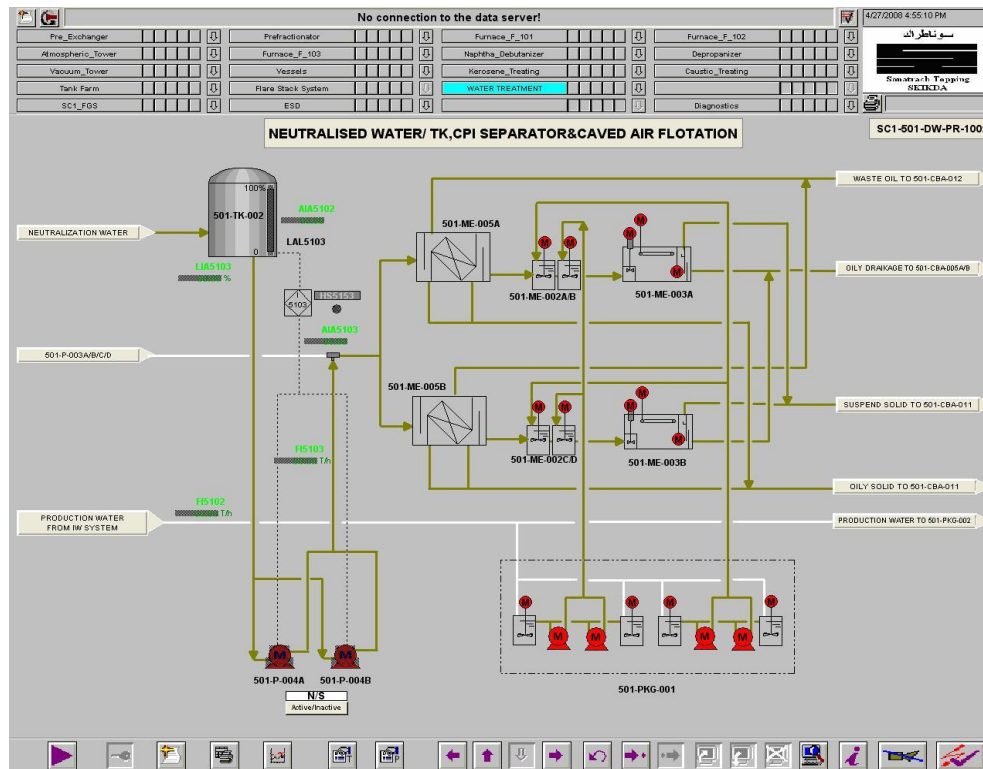


Figure 3. 7: Traitement physique et physico-chimique



**Figure 3. 8** : Le racleur

### **3.7.3.1 Caractéristiques des équipements utilisés dans la section**

➤ **501-ME-005**

Le séparateur eau-huile est basé sur le principe « cuvette peu profonde » pour le déplacement de pétrole, d'eau et des solides libres. L'élément de séparation est les plats inclinés de petit emplacement de côté-courant. Ses dimensions sont 5,3 mètres de longueur, 2,5 mètres de largeur et 3,5 mètres de hauteur [14].

➤ **501-ME-002 A/B/C/D**

Le bac à réaction est un dispositif de mixage d'eau usée. Il est nécessaire avant le processus de floculation pour améliorer l'efficacité du traitement en aval de l'unité. Ses dimensions sont 1,5 mètres de longueur, 1,5 mètres de largeur et 2,2 mètres de hauteur.

➤ **501-ME-003 A/B**

Les séparateurs de flottation foudroyée ont un débit d'écoulement de 30 m<sup>3</sup>/h.

### **3.7.4 Traitement biologique**

- Le but du traitement biologique est d'éliminer la pollution organique soluble en utilisant principalement des micro-organismes, notamment les bactéries. L'opération consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en bactéries par brassage pour dégrader les matières organiques dissoutes ou en suspension. Ces dernières sont transformées en matière corpusculaire, facilement sédimentable. L'aération est importante pour permettre l'activité des bactéries. La section biologique se compose de deux parties : le système des boues activées et le filtre biologique aéré.
- Après le traitement primaire, l'eau s'écoule par gravité vers les bassins de traitement biologique (501-CBA-005 A/B) où elle entre en contact avec la boue activée. De l'air est fourni au système par des compresseurs. Le niveau d'eau va augmenter progressivement en raison de la croissance de la biomasse et de l'apport d'eau dans le bassin. La durée de cette première phase est de six (06) heures.
- A l'issue de la première phase, on coupe l'air tout en maintenant l'écoulement de l'eau au système. Durant cette période, la boue, soumise à des conditions anoxiques, se dépose au fond tandis que l'eau clarifiée remonte dans la partie supérieure du système. Cette phase dure une (01) heure. Une goulotte mobile (501-ME-004 A/B) collecte l'eau propre et le décharge dans le bassin d'ajustement (501-CBA-007). La décharge de l'eau dure une demi-heure.
- La troisième phase est une phase de transition entre les deux cycles précédents. Pendant cette période, les bactéries redeviennent actives par respiration endogène. Durant cette étape, la boue activée est recirculée vers la zone de brassage. La boue en excès est envoyée dans le bassin à boue (501-CBA-010). Cette phase dure une demi-heure [15].

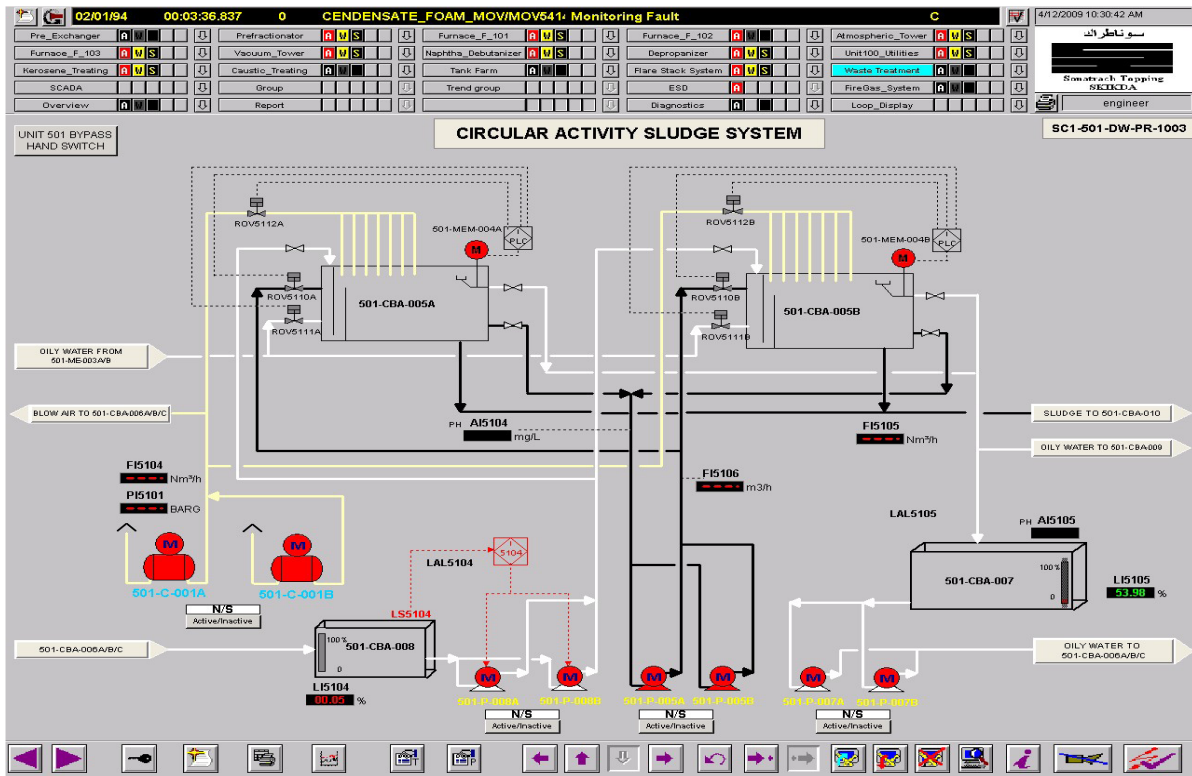


Figure 3.9 : Système de Traitement biologique



Figure 3.10 : Traitement biologique

### 3.7.4.1 Caractéristiques des équipements utilisés dans la section

➤ **501-CBA005A/B**

Bassin de traitement biologique. Ses dimensions sont 19 mètres de longueur, 10 mètres de largeur et 6 mètres de hauteur.

➤ **501-CBA007**

Bassin d'ajustement. Ses dimensions sont 14 mètres de longueur, 60mètres de largeur et 4,5 mètres de hauteur.

➤ **501-ME-004**

Le collecteur d'eau fonctionne périodiquement l'unité de collection d'eau, qui est installée dans chaque activité circulaire de bassin de boues. Il peut collecter l'eau propre du bassin et ne laisse pas l'eau se mélanger avec les boues déposées, [14].

### 3.7.5 Filtration biologique

Ce système permet l'élimination de la pollution organique biodégradable et non biodégradable, DBO et DCO. Grâce à une surface de contact importante du support filtrant et à l'aération, les substances organiques résiduelles présentes dans l'eau sont transformées en flocons sur la couche de remplissage. Le système est composé de trois (03) cellules qui fonctionnent en parallèles. Après une période de fonctionnement qui varie entre 10 à 12 heures, les cellules subissent un contre- lavage.

Après le bio-traitement, l'eau s'écoule dans le bassin de contrôle 501-CBA-009. Si la qualité de l'eau est conforme aux standards des rejets, elle est déchargée l'Oued Safsaf. Dans le cas contraire, elle est recyclée dans le bac de stockage 501-TK-001 A/B pour être retraitée, [15].

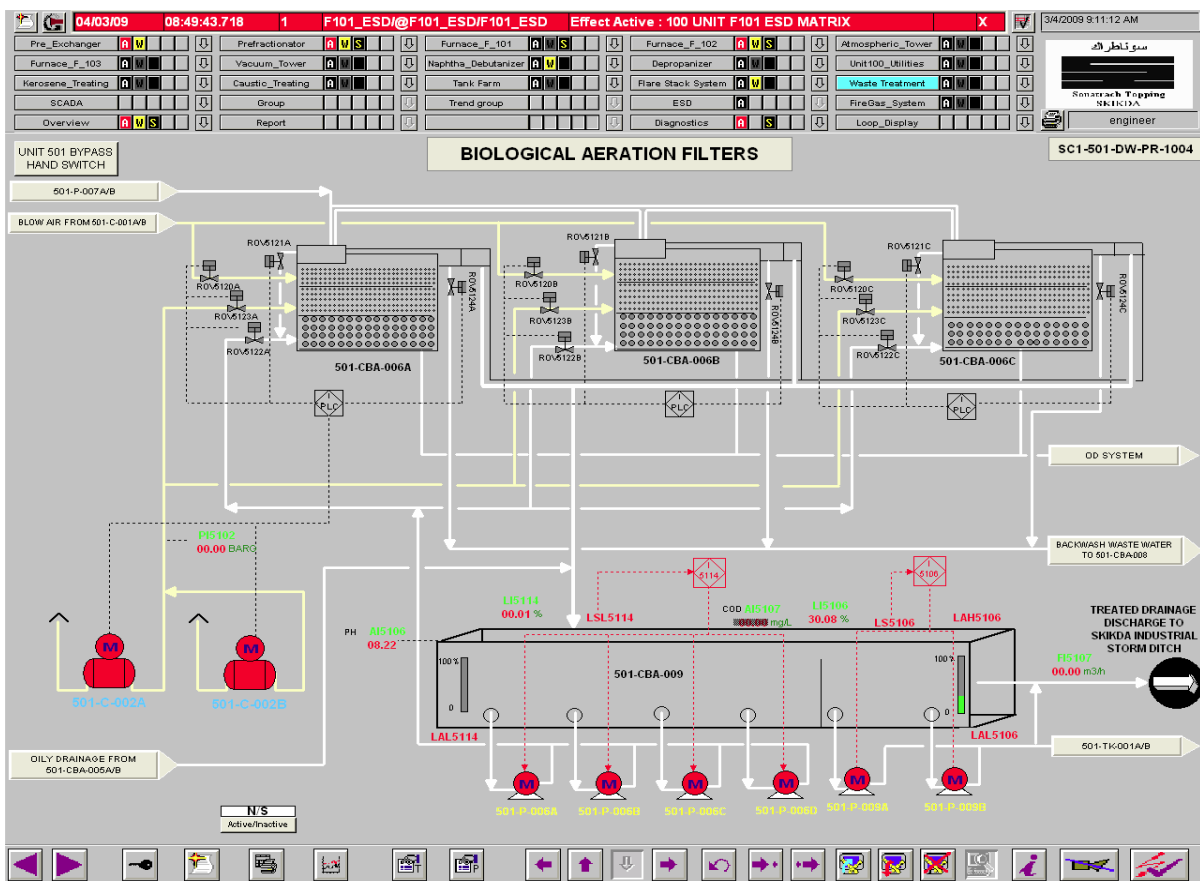


Figure 3.11 : Filtration biologique.



### **3.8 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons effectué une description détaillée de l'unité de traitement 501 des effluents de la raffinerie de Skikda. Les procédés de traitement des eaux usées seront détaillés dans le prochain chapitre.

## **4 Chapitre 4 : Matériels et méthodes**

### **4.1 Introduction**

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP. Nous avons suivi les paramètres suivants : T°, pH, CE (conductivité), turbidité, DBO<sub>5</sub>, DCO et MES.

### **4.2 Prélèvement et échantillonnage**

Pour les prélèvements destinés à l'analyse physico-chimiques, ils sont réalisés dans des flacons en plastiques. Toutes les analyses ont été effectuées au niveau de laboratoire de la STEP.

### **4.3 Détermination des paramètres physico-chimiques**

Dans le but de déterminer les paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux usées industrielles au niveau de la stations des raffineries de Skikda (RA2/K) avant et après traitement, nous avons effectué des analyses sur les différents échantillons de ces eaux au niveau des laboratoires

#### **4.3.1 Détermination de la turbidité**

La turbidité est aujourd'hui principalement mesurée à l'aide des instruments de mesure optoélectronique. Une source de lumière artificielle transmet une intensité lumineuse connue à travers un échantillon. Les particules en suspension dans l'échantillon absorbent la lumière et l'intensité de la lumière absorbée est alors déterminée par un photodétecteur. Cette intensité lumineuse absorbée est mise en corrélation avec la turbidité de l'échantillon.

#### **4.3.2 Matière en suspension (MES)**

##### **4.3.2.1 Principe**

La méthode gravimétrique est basée sur le calcul de la masse. La matière sèche (mg/l) est obtenue après la séparation des solides en suspension de l'eau déshydraté à 105°C. Les MES sont séparées à l'aide d'un système de filtration sous vide ou sous pression pour permettre le passage de l'eau à analyser à travers un filtre en fibre de verre. Les MES sont retenues sur le filtre. Elles sont séchées à 105°C pour éliminer l'eau accumulée dans le filtre. La masse de résidu retenu est déterminée par pesée.

##### **4.3.2.2 Matériels utilisés**

- L'eau brute
- L'eau de l'aération
- L'eau de sortie de clarificateur
- Des récipients en plastiques.

- 03 filtres de Walthman.
- Appareil de filtration (pompe à vide).
- Balance électronique.
- Etuve à 105°C.

#### 4.3.2.3 Mode opératoire

Lors de notre étude sur la purification de l'eau, nous avons entrepris différentes mesures pour évaluer l'efficacité du processus. Tout d'abord, nous avons procédé à la pesée du papier filtre à l'aide d'une balance précise afin de déterminer son poids initial. Ensuite, nous avons préparé un échantillon d'eau brute en mesurant avec précision 25 ml de cette dernière. Cet échantillon a été utilisé comme point de référence pour évaluer l'efficacité de la purification ultérieure. Nous avons activé 100 ml d'eau pour favoriser son potentiel purificateur. Cette eau activée a été utilisée dans le processus de purification. Dans notre dispositif expérimental, nous avons placé trois morceaux de papier filtre sur un étendoir à linge, qui dans notre cas était une assiette plate. Ces filtres allaient servir à éliminer les impuretés de l'eau. Les filtres ont ensuite été séchés à une température de 105°C pendant une durée de 2 heures. Cette étape de séchage permet de retirer toute trace d'humidité et de garantir des mesures précises. Après ce processus, nous avons procédé à une nouvelle pesée des filtres afin de déterminer leur poids final.

#### 4.3.2.4 Expression des résultats

Le calcul de la teneur en MES se fait à partir de l'expression suivante :

$$[MES] = \frac{1000(b - a)}{v}$$

- [MES] est la teneur en MES mg/l.
- b : La masse du filtre après filtration en mg
- a : La masse du filtre avant filtration en mg.
- V : Le volume de l'échantillon en ml.

### 4.3.3 Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

#### 4.3.3.1 Principe

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. C'est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

Ce pH mètre affiche les valeurs directement après l'immersion d'une électrode spécifique de pH dans l'échantillon.

### 4.3.4 Détermination de la Conductivité

Elle s'exprime en  $\mu\text{siemens/cm}$ . Elle quantifie la concentration globale en ions dissous. Elle reflète la capacité d'un liquide à transporter le courant électrique. Plus la minéralisation de l'eau est élevée, plus la concentration en ions dissous est élevée et plus la conductivité électrique

est grande. La conductivité augmente avec la teneur en sels dissous et varie en fonction de la température. Il est indispensable de préciser la température de référence à laquelle se rapporte la mesure.

#### **4.3.4.1 Principe**

La conductivité électrique d'une eau est donnée par le passage d'un courant électrique entre deux électrodes et elle directement liée à la concentration ionique de la solution. Par conséquent, sa mesure fournit une indication indirecte des substances dissoutes.

#### **4.3.4.2 Appareillage**

- Conductimètre avec électrodes et thermomètre
- Bêcher de 150 ml

#### **4.3.4.3 Mode opératoire**

Pour mettre l'appareil sous tension, nous devons nous assurer, tout d'abord, qu'il est correctement connecté à une source d'alimentation. Une fois cela fait, nous localisons l'interrupteur sur la face de l'équipement et nous appuyons dessus pour allumer l'appareil. Nous devrions voir les indicateurs s'allumer et l'écran s'illuminer, ce qui indique qu'il est prêt à être utilisé. Avant de commencer les mesures, il est essentiel de laver soigneusement les électrodes en utilisant de l'eau distillée pour éliminer toute trace de contaminants. Maintenant que les électrodes sont prêtes, nous pouvons les immerger dans l'échantillon à tester. Nous devons nous assurer que l'échantillon est bien agité pour obtenir une mesure précise de la conductivité. Les électrodes doivent être complètement submergés pour obtenir des résultats fiables. Une fois que les électrodes sont immergées, nous pouvons sélectionner l'intervalle de mesure approprié en utilisant le bouton dédié. Selon les unités spécifiées la mesure est exprimée en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou en mégaohms par centimètre ( $\text{M}\Omega/\text{cm}$ ).

### **4.3.5 Détermination de l'alcalinité complète**

Le TAC, ou Titre Alcalimétrique Complet, est une mesure de la dureté de l'eau. Il indique la concentration totale des ions alcalins. Le TAC correspond à la concentration de l'eau en ions  $\text{OH}^-$ , en ions carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et en bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ .

#### **4.3.5.1 Principe de la méthode**

La détermination de l'alcalinité et l'alcalinité complète (TA-TAC) est quantifiée, selon la méthode ASTM-D 1067. Un titrage est effectué avec un acide fort en présence de phénolphthaléine comme indicateur pour déterminer l'alcalinité simple ou titre alcalimétrique simple TA, ensuite toujours dans la même solution et en présence de l'indicateur méthylorange le titrage est continué jusqu'au changement de la couleur de la solution vers la couleur rouge orangé ce qui nous donnera le titre alcalimétrique complet ou TAC.

#### **4.3.5.2 Appareillage**

- Burette de 10 ml division 1/20.

- Cylindre gradué de 100 ml.
- Matra jaugé de 300 ml.

#### 4.3.5.3 Mode opératoire

Tout d'abord, nous allons prélever avec précision 100 ml d'échantillon à partir d'un Matra jaugé de 300 ml. Pour ce faire, nous utiliserons une pipette graduée, en veillant à bien lire le volume au niveau des marques de graduation. Une fois l'échantillon prélevé, nous ajouterons 4 ou 5 gouttes de l'indicateur mixte à la solution. L'indicateur réagira avec la solution, ce qui provoquera un changement de couleur et la solution prendra une teinte bleue distinctive. La solution est bien mélangée pour une répartition uniforme de l'indicateur. Le titrage consiste à ajouter l'acide à la solution d'échantillon en petites quantités, tout en agitant doucement. Pendant que nous ajoutons l'acide, nous devons observer attentivement la solution et noter les changements de couleur. Au début, la solution sera bleue en raison de la présence de l'indicateur mixte. En ajoutant l'acide, la solution commencera à changer de couleur. Le titrage est poursuivi jusqu'à ce que la couleur bleue de la solution vire au rose.

#### 4.3.6 Détermination de la dureté

La dureté est appelée dureté calcique et magnésienne. La dureté calcique fait référence à la concentration de calcium, tandis que la dureté magnésienne se réfère à la concentration de magnésium. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (°f). La qualité de l'eau dépend de la valeur de sa dureté

**Tableau 4-1** : Classification des eaux en fonction de leurs duretés [16]

°F	Qualité
0 à 5	Eau très douce
5 à 12	Eau douce
12 à 25	Eau moyennement dure
25 à 32	Eau dure
> 32	Eau très dure

#### 4.3.7 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

##### 4.3.7.1 Appareillage

- Appareil DR2800,
- Le réacteur DRB200,
- Pipette graduée de 10 ml,
- Becher 250 ml.

##### 4.3.7.2 Mode opératoire

La détermination de la demande chimique en oxygène se fait à l'aide de l'appareil DRB200. Nous prélevons 2 ml de l'échantillon et 2 ml d'eau distillée dans deux fioles séparées,

puis nous agitions doucement les deux échantillons. Nous insérons ensuite les deux fioles dans l'appareil avec une température de 150 °C. Lors de l'insertion de la fiole d'eau distillée, nous devons cliquer sur le bouton "Zéro" pour indiquer la valeur de 0 mg/L. Ensuite, en insérant la fiole contenant notre échantillon, nous cliquons sur le bouton "MESURER". Cette méthode est appelée méthode colorimétrique.

### **4.3.8 Détermination de la demande Biochimique en Oxygène après 5 jours(DBO5)**

#### **4.3.8.1 Principe**

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) est un test fait à 20 °C (68 °F) dans un environnement contrôlé, la durée du test est de 5 jours. Il mesure la quantité d'oxygène consommée par les bactéries qui oxydent les matières organiques dans un échantillon d'eau. Ce test est utilisé pour mesurer les quantités de déchets organiques présents dans l'eau des stations de traitement des eaux usées et l'efficacité de leurs traitements.

Les bactéries existantes dans l'échantillon consomment de l'oxygène ainsi que les matières organiques se trouvant dans celui-ci. L'air présent dans la bouteille au-dessus de l'échantillon contient 21 % d'oxygène et réapprovisionne l'oxygène dissous consommé par les bactéries. Pendant la période du test, un barreau agitateur mélange continuellement l'échantillon dans la bouteille. Ceci permet le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon et aide à simuler les conditions naturelles.

#### **4.3.8.2 Appareillage**

- Incubateur.
- BOD Trak
- Bouteille d'incubation.
- Barreau magnétique.
- Éprouvette graduée pour la mesure du volume de l'échantillon.
- Entonnoir.

#### **4.3.8.3 Mode opératoire**

Nous remplissons la bouteille d'incubateur avec l'échantillon et la plaçons dans l'incubateur pendant 10 minutes jusqu'à ce que l'échantillon atteigne une température comprise entre 19 et 21°C. Ensuite, nous ajoutons l'hydroxyde de lithium à l'échantillon. Nous mettons l'échantillon ainsi préparé dans l'appareil BODTrak, qui fournira les résultats sous forme de graphique.

### **4.3.9 Détermination des hydrocarbures dans l'eau**

#### **4.3.9.1 Mode opératoire**

Tout d'abord, nous préparons un flacon en verre propre d'une capacité d'au moins 1 litre. Nous devons nous assurer que le flacon est exempt de toute contamination et prêt à être utilisé pour la collecte de l'échantillon d'eau. Il est préférable de prélever l'échantillon à une profondeur appropriée pour obtenir une représentation précise de la qualité de l'eau. Une fois l'échantillon

d'eau collecté, nous allumons l'analyseur des hydrocarbures OCMA-350 qui doit se stabiliser pendant au moins 30 minutes, ou jusqu'à ce que l'indication "WARM UP" sur l'analyseur disparaisse. Cette étape permet à l'instrument d'atteindre la température et les conditions nécessaires pour une mesure précise.

A l'aide d'une éprouvette graduée de 50 ml, nous prélevons 20 ml d'échantillon (bien mélangé) et 20 ml de solvant d'extraction S-316. Ensuite, nous ajoutons 4 ou 5 gouttes d'acide chlorhydrique (HCl) pour ajuster le pH à 2. Nous transférons ensuite le mélange dans une ampoule à décanter de 125 ml. Après avoir fermé l'ampoule, nous agitons plusieurs fois le mélange et le laissons se décanter.

Pour extraire le maximum de la phase organique (en bas), nous transférons le contenu dans un bécher. Ensuite, nous ajoutons environ 1 g de sulfate de sodium anhydre ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) et nous agitons vigoureusement. À l'aide d'un papier filtre (WATMAN No. 40) et d'un entonnoir en verre, nous filtrons la phase organique.

Pour la mesure, nous remplissons la cellule avec 6,5 ml de la phase organique jusqu'à la limite indiquée par V. Ensuite, nous plaçons la cellule (sèche et propre) en positionnant le point blanc en face de l'analyseur OCMA-350. Nous lisons ensuite le résultat en mg/l (ou appuyons sur MESUR pour vérifier la stabilité).

Enfin, nous retirons la cellule, la nettoyons avec du solvant et récupérons le solvant dans le générateur de solvant SR-305 pour régénération.

#### **4.4 Conclusion**

Afin de suivre la qualité des eaux usées industrielles avant et après épuration au niveau des raffineries de Skikda, nous avons utilisé plusieurs appareillages et réactifs selon des standards certifiés pour quantifier les différents paramètres physico-chimiques qui caractérisent ces eaux.

Dans le chapitre qui suit, nous allons aborder les différents résultats et discussion des analyses effectuées durant notre passage.

## 5 Chapitre 5 : Résultats et discussions

### 5.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter et interpréter les résultats obtenus après analyse des différents paramètres physico-chimiques de la STEP de la raffinerie de Skikda

### 5.2 Caractéristiques des eaux usées

Le traitement des eaux usées industrielles est une opération essentielle dans les différentes stations d'épuration, à laquelle il faut porter le maximum d'importance. Les eaux provenant des rejets, polluent très gravement l'environnement. Pour épurer ces eaux, il faut généralement combiner plusieurs traitements élémentaires : Physiques, chimiques, et biologiques, dont le principe est d'éliminer tous polluants présents. Les paramètres caractérisant la pollution potentielle dans les eaux usées lors du raffinage et de la pétrochimie comprennent à la fois des paramètres généraux communs aux eaux résiduaires urbaines (ERU) et des paramètres spécifiques à l'industrie pétrolière, tels que les hydrocarbures, [16].

Les paramètres généraux communs avec les eaux résiduaires urbaines (ERU) comprennent des paramètres tels que la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension, les nutriments (azote et phosphore), les métaux lourds, les agents pathogènes, les résidus pharmaceutiques, etc. Ces paramètres sont souvent réglementés et surveillés dans le cadre de la gestion des eaux usées urbaines, [6].

D'autre part, l'industrie pétrolière introduit des polluants spécifiques dans les eaux usées résultant du raffinage et de la pétrochimie. Les hydrocarbures constituent l'une des principales classes de polluants associés à cette industrie. Ils peuvent inclure des composés tels que les huiles, les carburants, les solvants et d'autres produits chimiques dérivés du pétrole. La présence d'hydrocarbures dans les eaux usées peut résulter de fuites, de déversements, de rejets accidentels ou de processus industriels réguliers, le tableau 5-1 présente les différentes caractéristiques des eaux de l'unité de traitement 501, [6].

Les effluents sont dirigés vers l'unité de traitements des effluents (501) dont la capacité de traitement est de 60 m<sup>3</sup>/heure. Le traitement consiste à éliminer les matières minérales et organiques en suspension et en solution afin d'obtenir une eau épurée conforme aux normes algériennes de rejets. L'installation est capable de traiter des charges théoriques des polluants tels qu'indiqués dans le tableau 5-1.

**Tableau 5-1 :** Les différentes caractéristiques des eaux de l'unité de traitement 501, en mg/L sauf spécification contraire

Polluant	Valeur en mg/l sauf spécification contraire
DBO5	≤ 400
DCO	≤ 900



<b>Ph</b>	<b>5,5-8,5</b>
<b>Teneur en huile</b>	<b>≤ 800</b>
<b>Solides suspendus</b>	<b>≤ 200</b>
<b>NH<sub>3</sub>-N</b>	<b>≤ 60</b>
<b>Température</b>	<b>≤ 40<sup>0</sup> C</b>
<b>Sulfures</b>	<b>≤ 10</b>
<b>Hydroxybenzene</b>	<b>≤ 20</b>

### 5.3 Normes de rejets

Pour le suivi environnemental et le respect des valeurs limites des rejets d'effluents industriels, on analyse les eaux après traitement afin de déterminer si les valeurs sont conformes aux limites décrites dans le décret exécutif n 06-141 de l'année 2006.

Les normes algériennes des effluents industriels pétroliers, décrites dans le décret n 06-141 de l'année 2006, sont indiquées dans le tableau 5-2.

**Tableau 5-2 : Normes algériennes de rejets des eaux industrielles traitées**

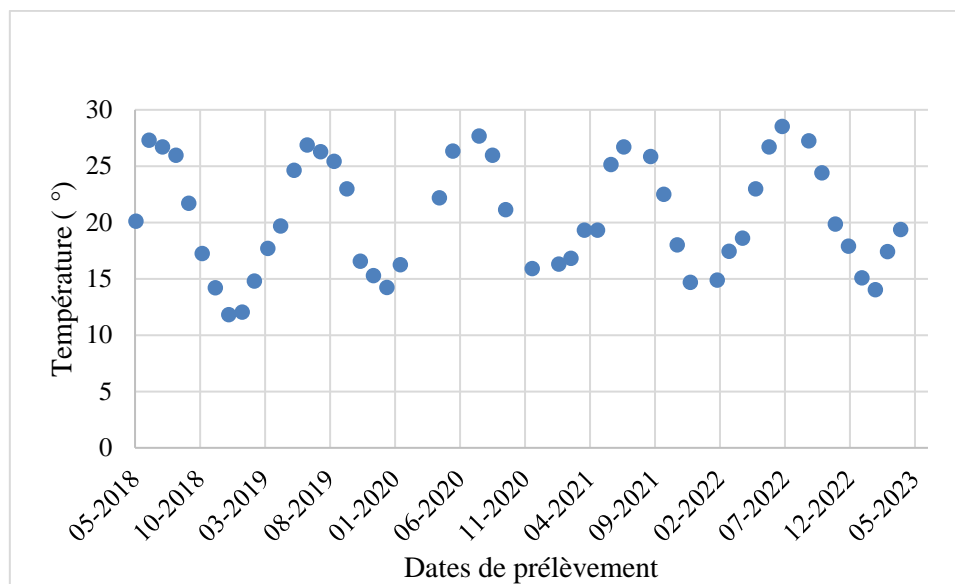
<b>Polluant</b>	<b>Valeur Maximale</b>
<b>DBO5</b>	<b>≤ 25mg/l</b>
<b>DCO</b>	<b>≤ 100 mg/l</b>
<b>pH</b>	<b>5,5-8,5</b>
<b>Teneur en huile</b>	<b>≤ 20 mg/l</b>
<b>Hydrocarbure</b>	<b>≤ 5 mg/l</b>
<b>Solides suspendus</b>	<b>≤ 25mg/l</b>
<b>Azote</b>	<b>≤ 20 mg/l</b>
<b>Température</b>	<b>≤ 30<sup>0</sup> C</b>

### 5.4 Les eaux de rejets

Les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastique d'un litre. Les analyses ont été réalisées immédiatement après les prélèvements. Toutes les mesures ont été effectuées dans le laboratoire de la raffinerie. Nous allons présenter par la suite, les résultats de l'analyse journalière des paramètres physico-chimiques de la station de traitement sur une période de 5 ans (de janvier 2018 à mars 2023).

### 5.4.1 Variation de la température

L'évolution de la température moyenne mensuel en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.1



**Figure 5.1 :** Variation de la température (année 2018/2023)

- La température est un facteur important. Sa mesure est nécessaire, elle joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous. Elle agit également comme un facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux des microscopiques ce qui est directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique. Une diminution de la température entraîne une augmentation de la viscosité et ceci rend difficile le dépôt du floc de boue.
- Il est important de signaler que les fortes températures sont en faveur d'une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées et des boues, car elles contribuent à l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organique. Cependant, au-delà d'une certaine valeur, les températures élevées peuvent également poser des problèmes, tels que la diminution de l'efficacité des microorganismes ou la possibilité de prolifération de certaines espèces indésirables. Par conséquent, il est essentiel de maintenir les températures dans une plage optimale pour assurer un traitement efficace et sécuritaire des eaux usées.
- Les valeurs moyennes mensuelles des températures enregistrées au niveau de la station sont toujours inférieures à la norme de rejet d'eaux usées (< 30°C).

### 5.4.2 Variation du pH

L'évolution du pH moyenne mensuelle en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.2.

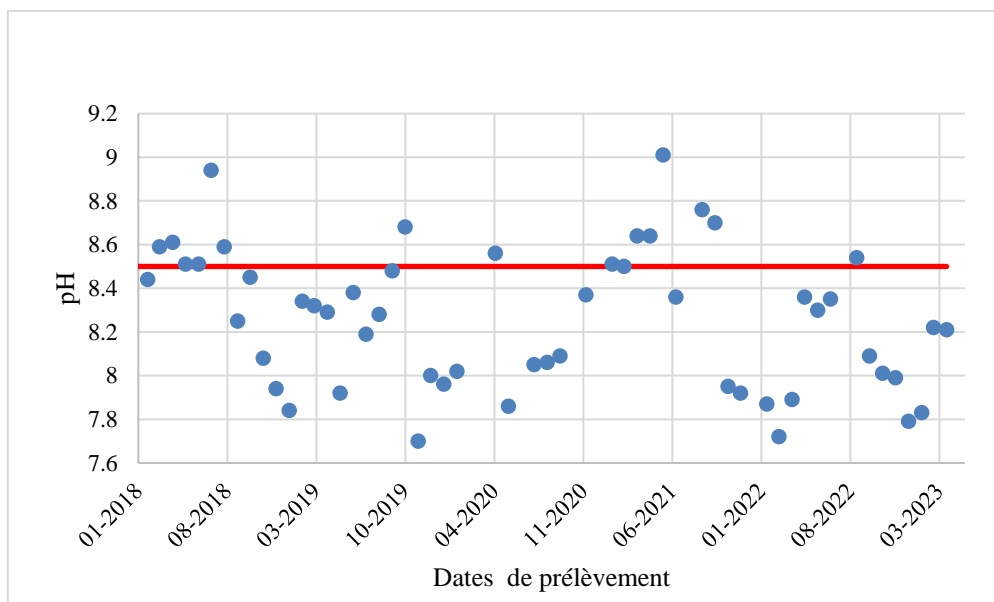


Figure 5.2 : Variation du pH (année 2018/2023)

Le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 7,7 et 9,01, ce qui n'est pas conforme aux normes de rejets établies entre 5,5 et 8,5. Dans ce cas, il est nécessaire de refaire l'analyse. Si le problème persiste, il est recommandé d'envisager une solution, telle que l'ajout contrôlé d'un acide, pour ajuster le pH aux valeurs requises.

### 5.4.3 Variation de la DCO

L'évolution de la DCO moyenne mensuelle en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.3.

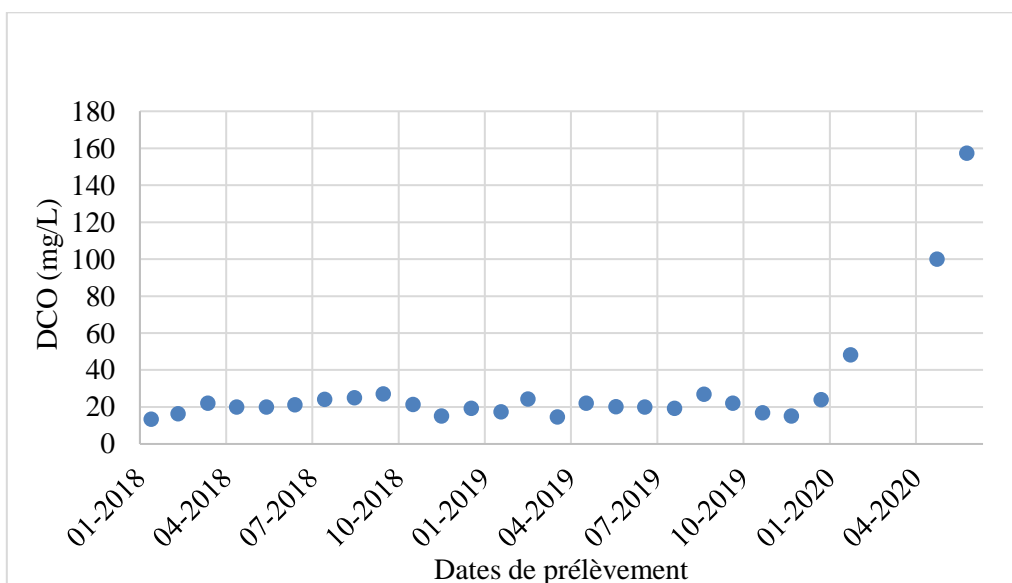
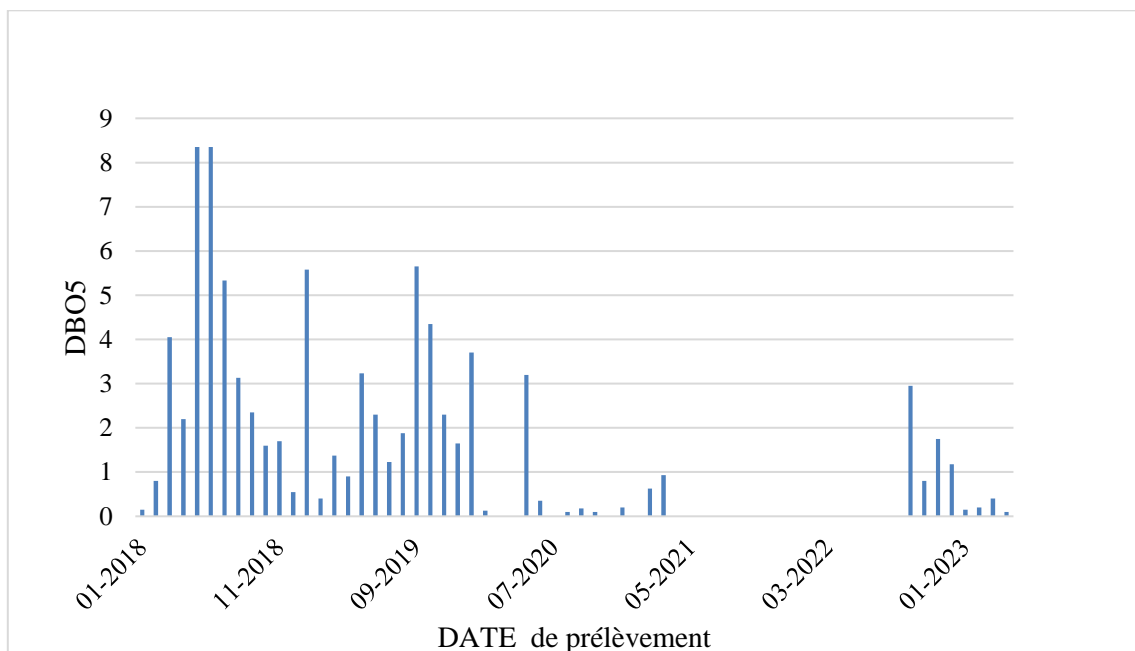


Figure 5.3 : Variation de la DCO (année 2018/2023)

- La DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non biodégradable) d'une eau à l'aide d'un oxydant. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/L.
- Les mesures de la DCO effectuées durant toute la période d'observation à la sortie de la station montrent que ces valeurs respectent la norme définie ( $\leq 100$  mg/L), à l'exception du mois de juin 2020, où la quantité a atteint 157.33 mg/L. Depuis cette date, il y a eu une absence de données de mesure jusqu'à Mars 2023.

#### 5.4.4 Variation de la DBO5

L'évolution de la DBO5 moyenne mensuelle en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.4.

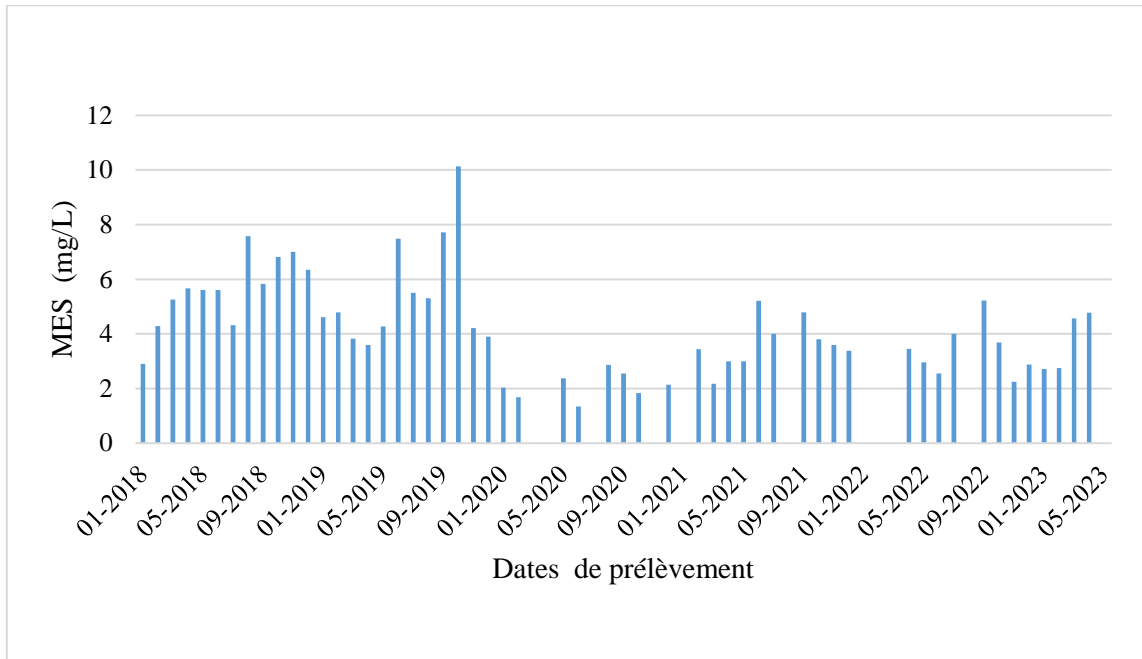


**Figure 5.4 :** Variation de la DBO5 (année 2018/2023)

- La demande biochimique en oxygène exprime la fraction biodégradable de la matière organique
- Les valeurs de la DBO5 sont inférieures à la valeur de la norme de rejet « 25mg/l ».
- La valeur la plus élevée est de 8,35 mg/L. Elle a été mesurée en mois de Mai de l'année 2018.

#### 5.4.5 Variation des MES

L'évolution des MES moyennes mensuelles en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.5.

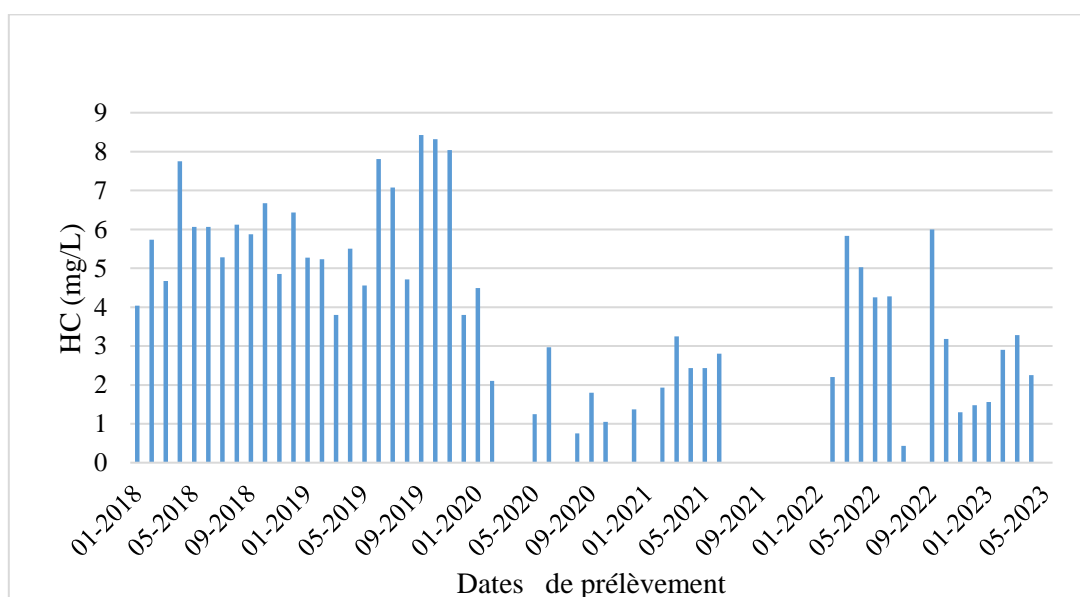


**Figure 5.5 :** Variation des MES (année 2018/2023)

- Les résultats enregistrés sur cette figure indiquent que l’effluent est faiblement chargé en matières solides en suspension, et donc on peut conclure que la matière présente dans ces eaux se trouve sous forme dissoute.
- Les valeurs moyennes mensuelles de MES enregistrées au niveau de stations sont toujours inférieures à la norme de rejet d'eaux usées (< 25mg/L)
- La valeur la plus élevée est de 10.13 mg/L. Elle a été mesurée en octobre 2019.

#### 5.4.6 Variation des hydrocarbures

L'évolution des hydrocarbures moyennes mensuelles en fonction du temps, de 2018 à 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.6.

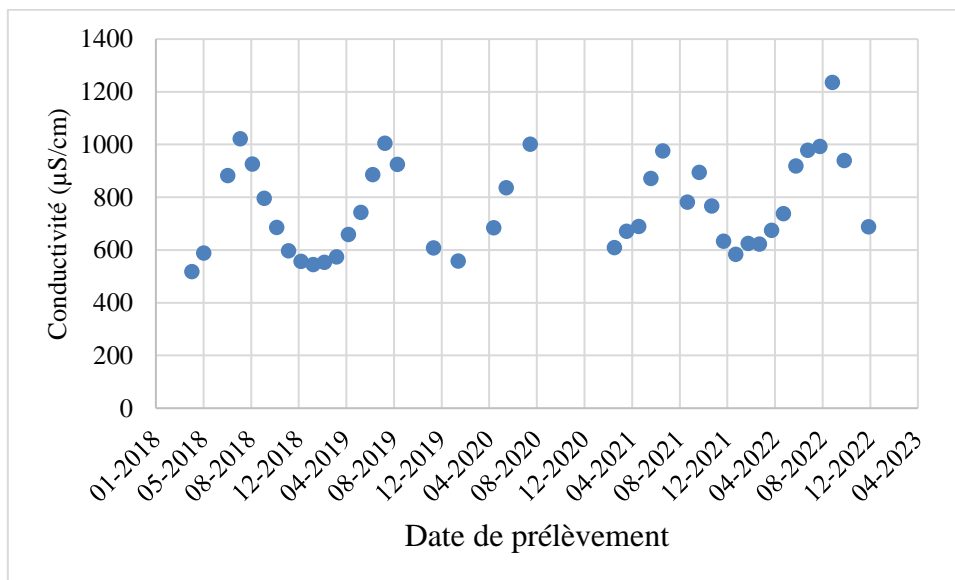


**Figure 5.6 :** Variation mensuelle des hydrocarbures HC (année 2018/2023)

- Les hydrocarbures varient entre 2,2 et 7,08, ce qui n'est pas conforme aux normes de rejets établies à 5 mg/L. Cependant, depuis décembre 2019, cette valeur n'a jamais dépassé les normes de rejets.

#### 5.4.7 Variation de la conductivité

L'évolution de la conductivité moyenne mensuelle en fonction du temps, de 2018 à 2022, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.7.

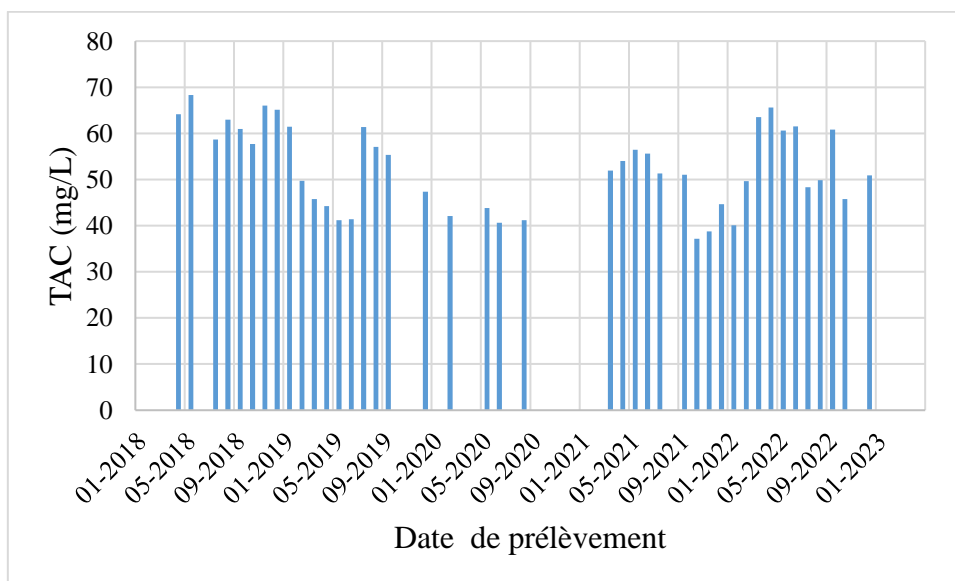


**Figure 5.7 :** Variation mensuelle de la conductivité (année 2018/2022)

- D'après les résultats, la conductivité varie entre une valeur maximale de 1236,4 µS/cm et une valeur minimale de 545 µS/cm, ce qui indique une minéralisation importante.

#### 5.4.8 Variation de TAC

L'évolution du TAC moyen mensuel en fonction du temps, de 2018 à 2022, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.8.

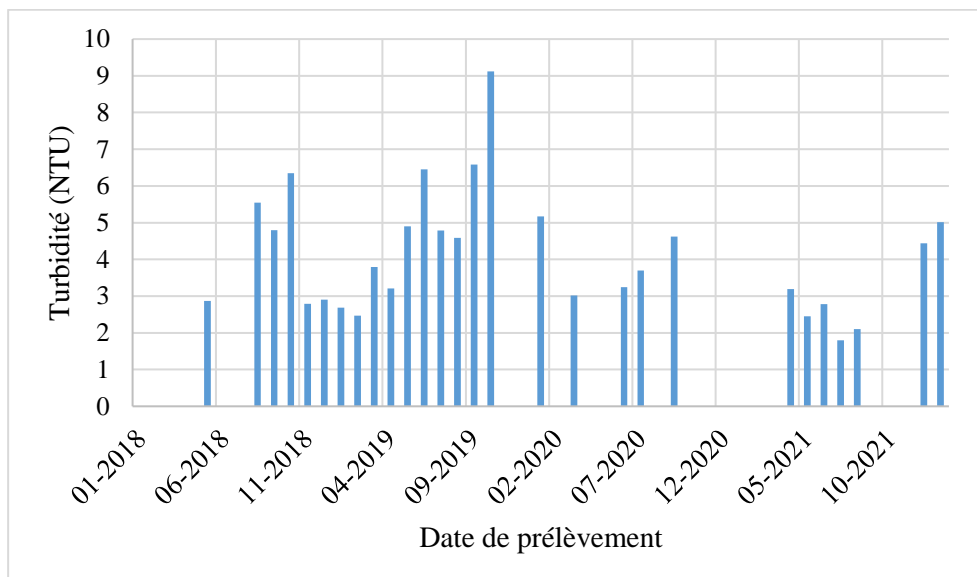


**Figure 5.8 :** Variation mensuelle du TAC (année 2018/2022)

- Les valeurs de TAC varient entre 37,18 et 68,00. Elles sont toujours supérieures aux valeurs de TH (figure non présentée). Ce qui indique la présence des ions hydroxyde (OH<sup>-</sup>) en quantité importante.

#### 5.4.9 Variation de la turbidité

L'évolution de turbidité moyenne mensuelle en fonction du temps, de 2018 à 2021, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.9.



**Figure 5.9 :** Variation mensuelle de turbidité (année 2018/2021)

- La turbidité varie entre 2,1 et 9,12 NTU
- La turbidité est une mesure du degré de perte de clarté de l'eau causée par les particules en suspension qui diffusent ou absorbent la lumière à travers l'eau. Plus l'eau contient des particules en suspension, plus elle paraît trouble et la turbidité est élevée.
- La turbidité dépend de la dimension des particules qui influencent l'absorption de la lumière.
- Les sources de turbidité de l'eau sont par exemple l'argile, le limon, les matières organiques.
- L'eau est dite claire si la turbidité est inférieure à 5 NTU.

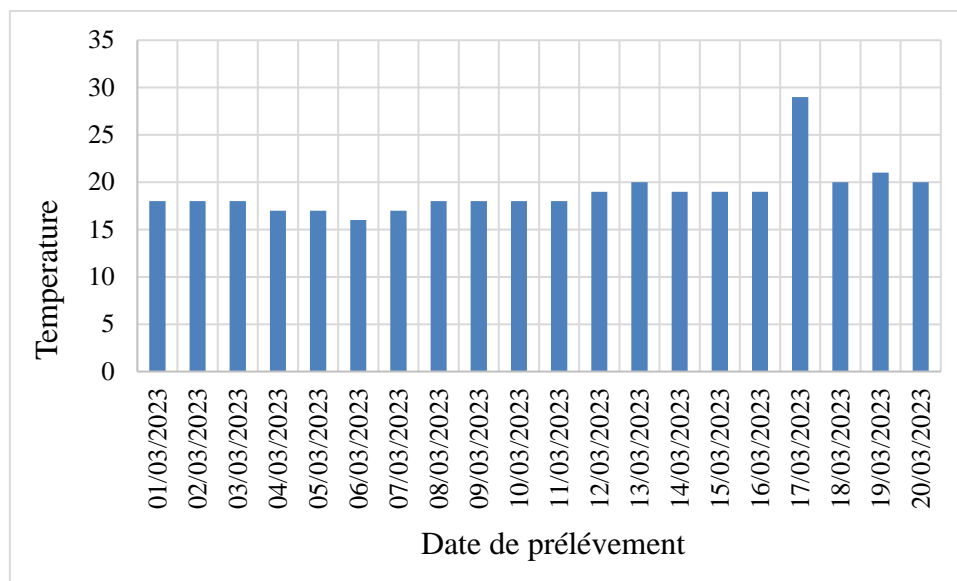
### 5.5 Suivi journalier du fonctionnement de la station

Dans cette partie, nous allons étudier le fonctionnement de la raffinerie RA2/K d'une part, et d'autre part examiner son pouvoir épuratoire et suivre l'efficacité d'élimination de différents paramètres de pollution tels que la demande biologique en oxygène et la demande chimique en oxygène à la sortie de la station.

Nous avons effectué des analyses de différents paramètres de pollution au niveau du laboratoire de la raffinerie RA2/K durant la période du stage (Mars 2023) et présenté d'autres analyses obtenues de l'archive des données de la même station.

### 5.5.1 Variation de la température

L'évolution journalière de la température, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la Figure 5.10.

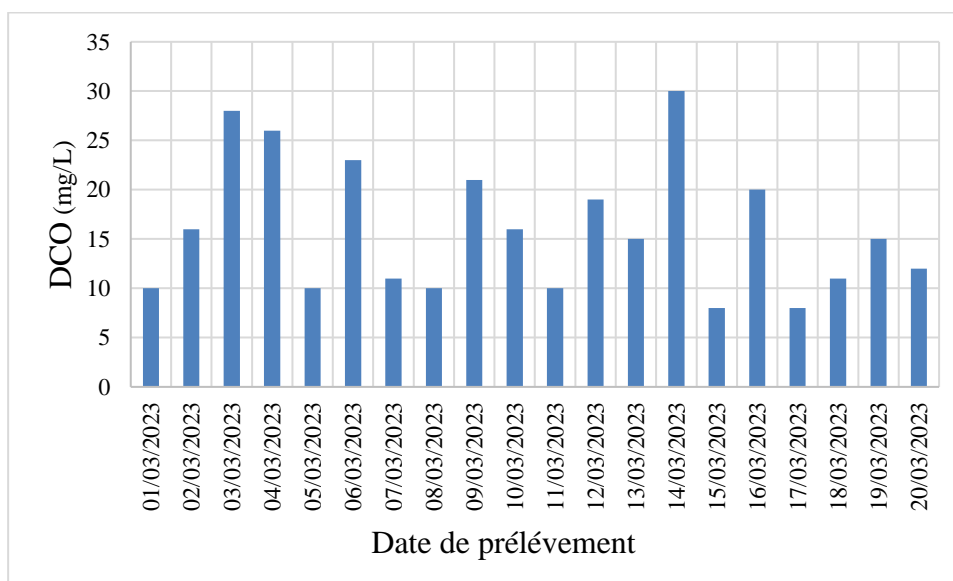


**Figure 5.10 :** Variation de la température durant le mois de Mars 2023

- 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 et dans la dissociation des sels dessous
- Les valeurs journalières de la température enregistrées au niveau de stations sont toujours inférieures à la norme de rejet d'eaux usées.

### 5.5.2 Variation de la DCO

L'évolution journalière de la DCO, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.11.



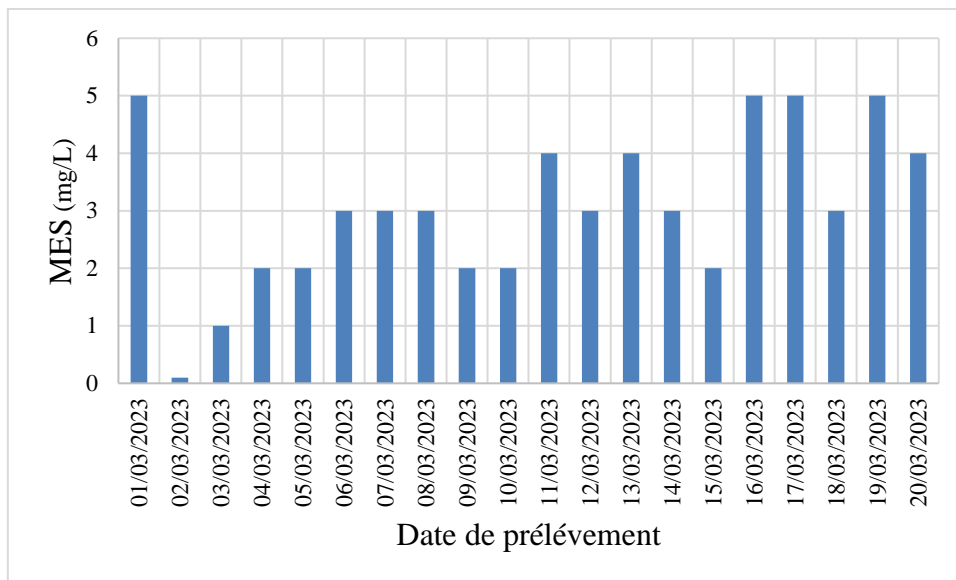
**Figure 5.11 :** Variation de la DCO durant le mois de Mars 2023



- On remarque que les valeurs journalières de la DCO sont variables. Elles oscillent entre 8mg /L et 31 mg/L avec une moyenne de 15,95 mg/L.
- Les mesures de la DCO effectuées durant toute la période d'observation à la sortie de la station montrent que ces valeurs respectent la norme définie ( $\leq 100$  mg/L).

### 5.5.3 Variation des MES

L'évolution journalière de MES, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.12.

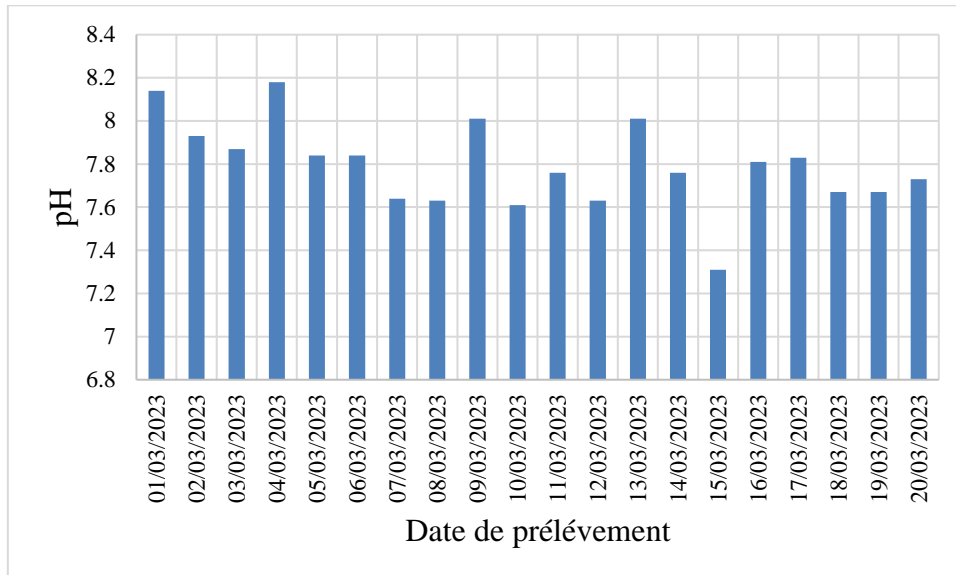


**Figure 5.12 :** Variation des MES durant le mois de Mars 2023

- On remarque que les valeurs journalières des MES sont variables. Elles oscillent entre 0,1 mg /L et 5 mg/L avec une moyenne de 3,055 mg/L.
- Les mesures de MES effectuées durant toute la période d'observation à la sortie de la station montrent que ces valeurs respectent la norme définie ( $\leq 25$ mg/L).

### 5.5.4 Variation du PH

L'évolution journalière du pH, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.13.

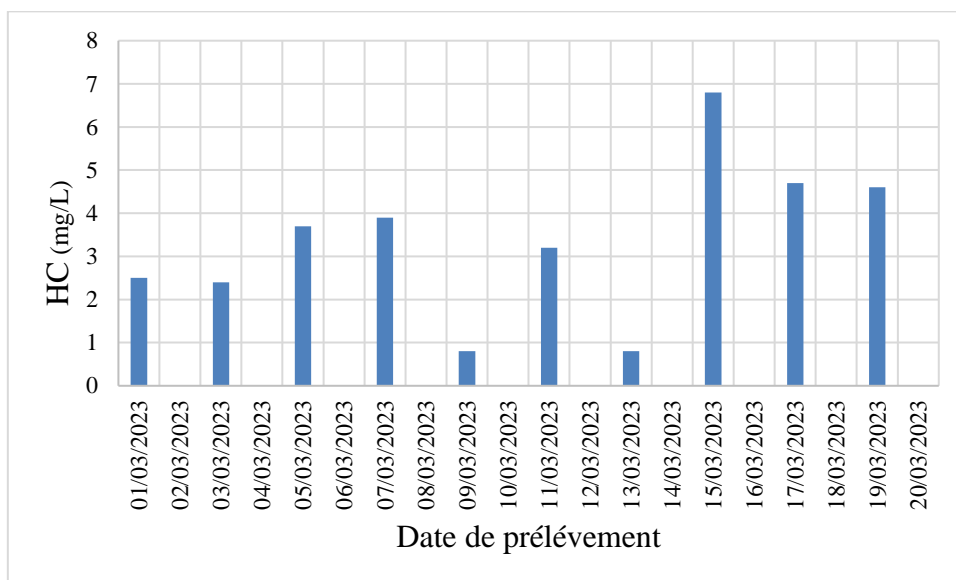


**Figure 5.13 :** Variation du pH durant le mois de Mars 2023

- On remarque que les valeurs journalières de PH sont variables. Elles oscillent entre 7,31 et 8,18 avec une moyenne de 7,79.
- Les mesures de PH effectuées durant toute la période d'observation à la sortie de la station montrent que ces valeurs respectent la norme définie (5,5- 8,5).

### 5.5.5 Variation des hydrocarbures

L'évolution des hydrocarbures durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K, est présentée dans la figure 5.14.

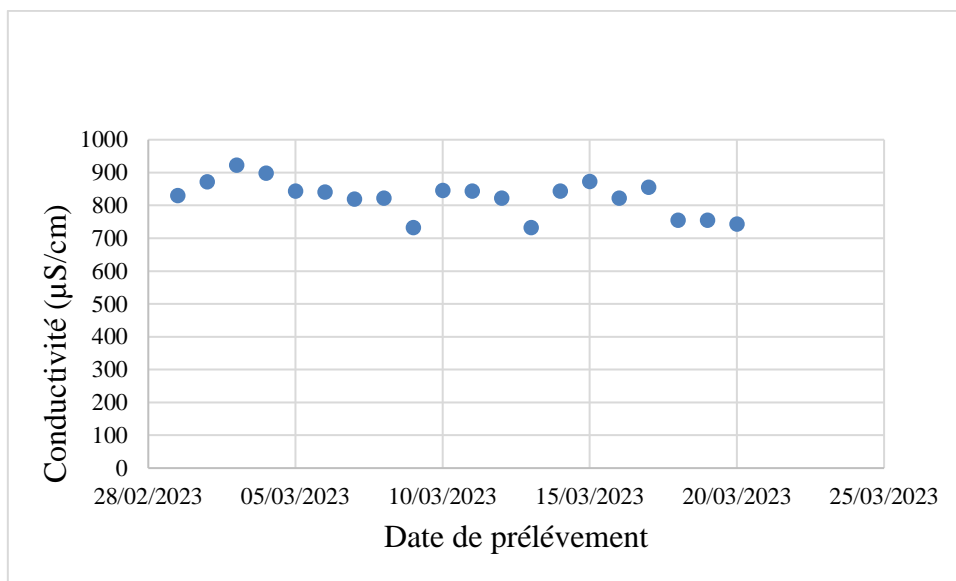


**Figure 5. 14 :** Variation des hydrocarbures durant le mois de Mars 2023

- Les mesures des hydrocarbures effectuées durant la période d'observation, à la sortie de la station, révèlent que parfois ces valeurs ne respectent pas la norme définie ( $\leq 5$  mg/L).

### 5.5.6 Variation de la conductivité

L'évolution de la conductivité, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.15.

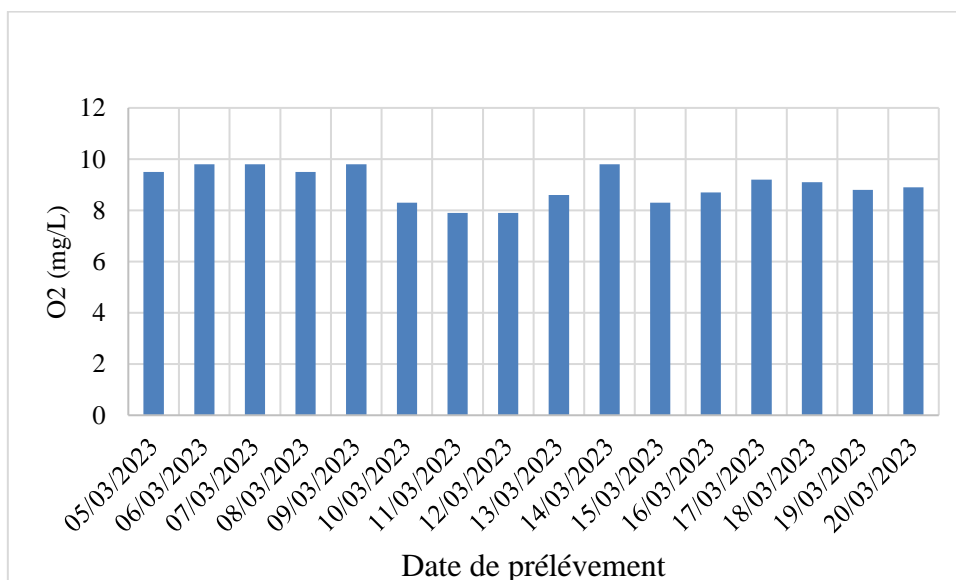


**Figure 5. 15 :** Variation de la conductivité durant le mois de Mars 2023

D'après les résultats de la figure 5.15, la conductivité varie entre une valeur maximale de 922 µS/cm et une valeur minimale de 732 µS/cm.

### 5.5.7 Variation de l'O<sub>2</sub> dissous

L'évolution de l'oxygène dissous, durant le mois de Mars 2023, dans la raffinerie RA2/K est présentée dans la figure 5.16.



**Figure 5. 16:** Variation de l'oxygène dissous durant le mois de Mars 2023

- La mesure de l'oxygène dissous s'effectue par la méthode électrochimique sur site à l'aide d'une sonde dioxymétrique qui permet d'afficher la teneur en oxygène dissoute en concentration (mg d'O<sub>2</sub>/L) soit en pourcentage de saturation en oxygène.

- D'après les résultats de la figure 5.16, l'O<sub>2</sub> dissous varie entre une valeur maximale de 9,8mg/L et une valeur minimale de 7,9 mg/L.
- La teneur en oxygène dissous dans les eaux de rejets est supérieure à la valeur critique de 4 mg/L, en dessous de laquelle la vie aquatique peut être menacée. Cela signifie que les eaux de rejets ne représentent pas un danger immédiat pour la vie aquatique.

## **5.6 Conclusion**

L'analyse journalière sur les paramètres physico-chimiques de l'eau traitée, provenant de l'unité de traitement de la raffinerie de skikda, a été réalisée sur une période de 5 ans [2018-2023]. La plupart des résultats obtenus sont conformes aux normes Algériennes de rejet, ce qui indique que le traitement des effluents à la station d'épuration (STEP) était adéquat. Cependant, certains paramètres telles que le pH, la DCO et les hydrocarbures nécessitent une nouvelle analyse, car elles ne sont parfois pas conformes aux normes.

## Conclusion générale

Les effluents liquides non traités renferment une variété de polluants qui doivent être éliminés à travers divers processus mis en œuvre dans la chaîne de traitement. Ces polluants sont de nature hétérogène et se distinguent par leur toxicité, leur solubilité, leur taille, leur composition inorganique ou organique, ainsi que leur capacité de sédimentation.

L'étude des performances de l'unité de traitement de la raffinerie de Skikda a été faite en se basant sur différents paramètres à savoir : Le pH, la température, les matières en suspension, la conductivité, la turbidité, les hydrocarbures, la demande biochimique en oxygène et la demande chimique en oxygène.

Les résultats obtenus indiquent que globalement les rejets de la raffinerie de Skikda respectent les normes physico-chimiques et biologiques en vigueur en Algérie, ce qui nous permet de restituer à l'environnement une eau de qualité satisfaisante.

Par ailleurs, l'analyse effectuée sur une période de 5 ans a révélé que parfois les valeurs de pH, de DCO et d'hydrocarbures dépassent les normes de rejet en vigueur en Algérie. Cela nécessite soit de refaire l'analyse pour confirmer les résultats, soit de mettre en place un traitement supplémentaire pour éliminer la pollution responsable de ces dépassements. De plus, avant le rejet dans les eaux de surface, il est nécessaire de procéder à une analyse portant sur d'autres paramètres tels que l'azote total, le phénol, le plomb et le chrome.

Ce travail nous a permis d'acquérir une compréhension approfondie du processus de traitement des effluents liquides industriels au sein des stations d'épuration, grâce à notre stage pratique d'une durée d'un mois. Nous considérons ce travail accompli comme une première étape significative, aussi bien pour notre développement professionnel que pour d'éventuelles études ultérieures.

## Références bibliographiques :

- [1] **LAKRAM, Fares.** «Traitement des eaux « effluent »,» Mémoire d'ingénieur d'état en chimie industrielle Université de Constantine, 2005.
- [2] **RAMDAN, Naim.** Traite l'environnement. Technique l'ingénieur. volume G1210.
- [3] **GEMOUH, Sabrina.** Tentative d'expertise de la step de la raffinerie de skikda, 1998.
- [4] **BENMOUSSA, Halim.** *Cours genie de procedes de l'environnement*, Master1, p10, 2018.
- [5] **GROSCLAUDE, Koller.** Traitment des pollution industrielles : Eau, Air, Dechets ,Sol, Boues. DUNOD. Paris, 2004.
- [6] **RODIER, Jullien.** Livre l'analyse de l'eau (9 eme edition ), 2009.
- [7] **BOTTA, Areola.** *Pollution de l'eau et santé humaine*, Laboratoire de biogenotoxicologie environnementale, Universite EURO mediterraneen, 2001.
- [8] **MIZI, Ahmed .** *Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras*, Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar, Annaba, 2006.
- [9] **MECHATI, Faycel.** *Etude des parametre physico-chimique avant et apres traitement des rejets liquides de la raffinerier de skikda*, Mémoire de magister, universite 20 Aout 1955 Skikda, 2006.
- [10] **DONNIER, Bowen,** La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire.C.E.R.B.O.M.Nice.
- [11] Seminaire sur la pollution des eaux et leur treatment, les 20 et 21 juin 1999
- [12] *Cours traitement des eaux IAP,2019*
- [13] **ROUIDI, Salim.** *Cartographie de la pollution par les hydrocarbures totaux au niveau de la plateforme industrielle de skikda.* Mémoire de magister, Université Frère Mentouri Contantine, 2017.
- [14] Manuelle opératoire des methodes d'analyses a RA2/K.
- [15] Organigramme de la raffinerie de Skikda 2020.
- [16] **CORDONNIER, Jean et BERNE, François.** *Traitment des eaux* , Edition Technip , 1991.

- [17] Bulletin méthode de détermination des matières en suspension dans l'eau norme M-CR-5.4-001 Version :7.0.0 page7/8
- [18] Traitement des eaux résiduaires, Séminaire le 08-13 mai 2003. formation industrie, centre des techniques appliquées Skikda.
- [19] **Djeddi, Khaoula.** *Utilisation des eaux d'une station d'épuration*, Mémoire d'ingénieur d'état en chimie industrielle Université de Constantine, 2007.
- [20] **Baumont, Luis.** *Compariso between sulphate and polyaluminium chloride as cogulants in a water treatment plan.*Water Supply.1992.
- [21] **Bengouga, Mohamed.** *Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux*, Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 2010.
- [22] **Henry, T.** *Évolution des dérivés de l'aluminium utilisés comme agents de coagulants.* Science et technique de l'eau,p 304, 1989.

## Annexe 1 : Terminologies

**Biodégradable** : un produit est dit biodégradable si, une fois consommé, il peut être décomposé par des organismes vivants.

**Boue activée** : c'est un traitement biologique qui consiste à l'introduction de l'eau résiduaire dans un réacteur, où on entretient une culture bactérienne (boue active) aérobie en suspension. Les bactéries se développent dans des bassins alimentés d'une part en eaux usées à traiter et d'autre part en oxygène par des apports d'air.

**Coagulation** : c'est le phénomène de déstabilisation des particules colloïdales, qui peut notamment être obtenu par neutralisation de leurs charges électriques, le produit utilisé pour cette neutralisation est appelé : coagulant.

**Décantation** : c'est un phénomène qui vise à permettre le dépôt des particules en suspension dans l'eau.

**Floculation** : c'est l'agrégation des particules qui se regroupent et entrent en contact les unes avec les autres.



## Annexe 2 : Normes et réglementation Algérienne en vigueur

24 Rabie El Aouel 1427 23 avril 2006		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26		7
<b>e - Corps Gras :</b>				
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS	
Température	°C	30	30	
PH	-	5,5 - 8,5	6-9	
DBO <sub>5</sub>	g/t	200	250	
DCO	"	700	800	
MES	"	150	200	
<b>2 - Industrie de l'Energie :</b>				
<b>a - Raffinage de pétrole :</b>				
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS	
Débit d'eau	m <sup>3</sup> /t	1	1,2	
Température	°C	30	35	
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5	
DBO <sub>5</sub>	g/t	25	30	
DCO	"	100	120	
MES	"	25	30	
Azote total	"	20	25	
Huiles et graisses	mg/l	15	20	
Phénol	g/t	0,25	0,5	
Hydrocarbures	g/t	5	10	
Plomb	mg/l	0,5	1	
Chrome 3+	"	0,05	0,3	
Chrome 6+	"	0,1	0,5	

**b - Cokéfaction :**

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
DBO <sub>5</sub>	mg/l	30	40
DCO	"	120	200
Phosphores	"	2	2
Cyanures	"	0,1	0,1
Composés d'Azote	"	35	40
Indice Phénols	"	0,3	0,5
Benzène, Toluène, Xylène	"	0,08	0,1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	"	0,08	0,1
Sulfure	"	0,08	0,1
Substances filtrables	"	40	50

PH : Potentiel d'hydrogène  
 DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
 DCO : Demande chimique en oxygène  
 MES : Matière en suspension

**Arrêté du 23 Safar 1434 correspondant au 6 janvier 2013 fixant les valeurs limites maximales et les données particulières relatives aux rejets d'effluents, de déversements ou de dépôts de matières de toute nature ne présentant pas de risques de toxicité ou de nuisance dans le domaine public hydraulique.**

Le ministre des ressources en eau,

Vu le décret présidentiel n° 12-326 du 17 Chaoual 1433 correspondant au 4 septembre 2012 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 2000-324 du 27 Rajab 1421 correspondant au 25 octobre 2000 fixant les attributions du ministre des ressources en eau ;

Vu le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels ;

Vu le décret exécutif n° 10-88 du 24 Rabie El Aouel 1431 correspondant au 10 mars 2010 fixant les conditions et les modalités d'octroi d'autorisation de rejets d'effluents non toxiques dans le domaine public hydraulique ;

Art. 2. — Outre les valeurs limites des paramètres des rejets d'effluents liquides industriels fixées en annexe 1 du décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006, susvisé, les valeurs limites maximales prenant en charge la vulnérabilité du domaine public hydraulique sont fixées en annexe du présent arrêté.

Art. 3. — La localisation et la délimitation du lieu de rejet, de déversement ou de dépôt de matières de toute nature et les caractéristiques techniques de son aménagement doivent prendre en compte la proximité et les conditions d'utilisation des eaux souterraines et superficielles faisant partie du domaine public hydraulique naturel ainsi que des ouvrages de mobilisation et de transfert relevant du domaine public hydraulique artificiel existants ou projetés.

Art. 4. — L'autorisation de rejet, de déversement ou de dépôt de matières de toute nature est octroyée par le wali territorialement compétent, sur la base d'une instruction technique menée par les services des ressources en eau concernés visant à s'assurer du respect des conditions et modalités fixées par les articles 2 et 3 du présent arrêté.

**Arrête :**

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 2 du décret exécutif n° 10-88 du 24 Rabie El Aouel 1431 correspondant au 10 mars 2010, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les valeurs limites maximales et les données particulières relatives aux rejets d'effluents, de déversements ou de dépôts de matières de toute nature ne présentant pas de risques de toxicité ou de nuisance dans le domaine public hydraulique.

Art. 5. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 23 Safar 1434 correspondant au 6 janvier 2013.

Hocine NECIB.

-----  
ANNEXE  
Paramètres physio-chimiques

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES MAXIMALES
Matières décantables	(mg/l)	0.3
Nitrates N03	(mg/l)	50
Nitrites N02	(mg/l)	0.1
Chlorure Cl	(mg/l)	700
Chlore actif CL2	(mg/l)	1
Bioxyde de Chlore ClO2	(mg/l)	0.5
Sulfate S04	(mg/l)	400
Magnésium Mg	(mg/l)	300
Potassium K	(mg/l)	50
Sodium Na	(mg/l)	300
Calcium Ca	(mg/l)	500
Sulfures S	(mg/l)	1