

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

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

**Université Blida 1**



**Faculté de Technologie**

**Département Génie des Procédés**

**Projet fin d'étude master**

**Génie de l'environnement**

**Thème :**

**Etude de l'efficacité de différents types de traitement de la station  
des effluents liquides (unité 850).**

**Réalisé par :**

- BRAOUNI Fazia.
- HADDOU sabrina.

**Promoteurs :**

- CHENTIR kaddour.
- BOURAS omar.

**Année universitaire : 2020/2021**

## Remerciements

*En premier lieu, nous remercions ALLAH, notre créateur, pour la force, le courage et la patience qu'il nous a offert afin d'accomplir ce travail.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à notre promoteur monsieur **K. CHENTIR**, Ingénieur en environnement service HSE à la raffinerie d'Alger, pour son aide et ses conseils durant la réalisation de ce travail, sa disponibilité, Son attention discrète. Que Dieu vous procure bonne santé et longue vie.*

*Nos remerciements également à notre Co-promoteur monsieur **O. BOURAS** professeur à l'université Blida1, qui nous a aidé et encouragé avec ces conseils durant notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la station de la raffinerie D'Alger, en particulier à Mr **S. SEKOUR**, (Chef service protection de l'environnement), et à Mm **I. MENACEUR**, (Chef service formation), qui ont participé activement à notre stage effectué dans cette station, et qui nous ont bien accueillis.*

*Ma gratitude va également Mr **B. DEGHOUM** (Ingénieur environnement) et Mr **M. BENDJENANE** (Ingénieur environnement), qui nous ont permis de profiter de leur compétence et bien aidé lors de notre stage.*

*On tient à exprimer nos remerciements à l'ensemble du personnel du laboratoire de la Raffinerie d'Alger pour tout le soutien qui nous ont donné et bien accueillies.*

*On aimerait exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury et à toute l'équipe pédagogique et administrative du département génie de procédés de l'université Blida1.*

*Enfin nous adressons aussi un très grand remerciement à tous nos enseignants qui ont contribué de près ou de loin à notre formation.*

## *Dédicaces :*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes parents, ma mère " **RATIBA** " et mon père « **BOUALEM** », pour les peines et les sacrifices consentis pour mon éducation. Qui ont toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, leur bienveillance me guide, sans eux je ne serais pas arrivé jusqu'ici. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. Qu' **ALLAH** vous accorde santé et longue vie.*

*A mes grands-parents **BABA** et **YEMA** et à ma tante " **AMEL** " et mon cousin **M. BAYANE**, c'est ma 2<sup>ème</sup> famille qui m'a accompagné et qui ont ouvert leur cœur pour moi durant tous mon parcours scolaire.*

*A mon petit frère et à ma sœur **SONIA** et **ADEM** pour leur gentillesse et amour envers Moi.*

*A ma très chère copine **M. IKRAM** que malgré la distance, elle m'a toujours encouragé et soutenue avec son très grand cœur.*

*A toutes mes amies, ainsi que **H. IMENE** et **E. HAKIMA** et **S. MERIEM** et **R. FATIMA**, en témoignage de mon grand amour et de l'amitié que je porte pour vous.*

*A mon binôme, mon amie, et ma sœur **B. FAZIA**, elle a été près de moi durant tous mon parcours, cette année fut riche en émotions, et je tiens à te remercier pour ton soutien et ce lien tout particulier qui s'est créé entre nous.*

*A toute ma famille, et à ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

*A tous les professeurs, **O. BOURAS** et **K. CHANTIR** qui ont fait de leurs mieux afin de nous offrir de bonne formation et qui se sont montrés très compréhensifs à notre égard.*

*Sabrina*



## *Dédicaces :*

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quelque soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'Homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père « **LAALA** »*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : ma chère mère « **NAIMA** »*

*A mon grand-père **LAKHDAR BOUREGAA**, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que dieu t'accueille dans son vaste paradis. Et à mes deux grand-mère « **FATMA ZOHRA** » « **FOUZIA** ».*

*A ma chère sœur **BATOUL** et mon frère **NABIL** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A toutes mes chères amies, **RYMA**, **MERIEM**, **IMENE**, en souvenir de nos éclats de rire et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.*

*Sans oublier mon binôme et ma meilleure amie **SABRINA** pour son soutien moral, son amour, sa compréhension tout au long de ce projet, que dieu te garde pour moi.*

*A tous les membres de ma famille « mes tantes, mes cousins... » Je dédie ce travail à tous qui ont participé à ma réussite.*

*Et pour finir je tien a remercié mes promoteurs **KADDOUR CHANTIR** et **OMAR BOURAS** pour les efforts qui ont fourni pour me former durant cette année.*

## *Fazia*

Remerciements .....	I
Dédicaces .....	II
Liste des abréviations .....	III
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux .....	V
Introduction générale .....	

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Résumé.....	17
Introduction.....	24
1. Généralités sur la pollution industrielle liquide.....	24
1. 1 Définition des eaux résiduaires industrielles (ERI).....	24
1. 2 Types de pollution industrielle liquide .....	24
1. 2.1 Pollution physique.....	24
2. Composition du pétrole brut et son raffinage .....	27
2. 1 Composition du pétrole .....	27
2. 1.1 Hydrocarbures .....	27
2. 1.2 Composés hétéroatomiques.....	28
2. 1.3 Autres composés.....	29
2. 2 Raffinage du pétrole .....	29
3. Origine de la pollution industrielle liquide dans une raffinerie.....	29
3. 1 Eaux résiduaires des procédés de raffinage.....	29
3. 1.1 Eaux de dessalage de brut .....	29
3. 1.2 Condensats de procédés.....	30
3. 1.3 Effluents particuliers de procédés .....	30
3. 2 Effluents généraux de raffinerie .....	30
3. 2.1 Effluents huileux (EH) .....	30
3. 2.2 Effluents non-huileux (ENH) .....	31
3. 3 Effluents du transport .....	31
3.4 Soude usée.....	31
4. Les paramètres caractéristiques des eaux résiduaires industrielles (ERI) .....	31
4. 1 Caractéristiques physiques .....	32
4. 1.1 Température .....	32
4. 1.2 Matières en suspension.....	32

4. 1.3 Turbidité.....	32
4. 1.4 Débit.....	33
4. 2 Caractéristiques physico-chimiques.....	33
4. 2.1 Conductivité.....	33
4. 2.2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	33
4. 3 Caractéristiques chimiques.....	34
4. 3.1 Matières polluantes organiques.....	34
4.3.4. Rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	35
4. 3.2 Hydrocarbures (HC).....	35
4. 3.3 Phénol.....	35
4. 3.4 Métaux lourds.....	36
4. 3.5 Eléments fertilisants.....	37
4.3.9 la pollution azotée et phosphorée.....	37
4. 4 Impacts des eaux résiduaires industrielles sur l'environnement.....	37
5. Règlement sur les ERI des raffineries de pétrole.....	37
6. Traitement des eaux résiduaires industrielles.....	39
6. 1 Procédé de traitement des ERI.....	39
6. 1.1 Prétraitements (prédéshuilage).....	39
a. Les déshuileurs décanteurs.....	41
b. Les déshuileurs lamellaires.....	41
6. 1.2 Traitement primaire.....	42
6. 1.3 Traitement secondaire (biologique).....	44
a. Procédés biologiques aérobiques.....	45
b. procédés biologique anaérobiques.....	46
6. 1.4 Traitements tertiaires.....	46
7. Recyclage des eaux résiduaires.....	47
Conclusion.....	47

## Chapitre 2 : Historique de la raffinerie et Description de l'unité 850

1. Historique de la raffinerie d'Alger RA1G.....	50
Historique.....	50
Situation géographique.....	49
2. Description de la station ETP (station de traitement des effluents liquides) Unité 850.....	51

Objectif de l'unité 850.....	51
Principaux effluents en provenance de la raffinerie .....	51
Effluents potentiellement pollués par des hydrocarbures.....	51
Effluents continuellement pollués par des hydrocarbures.....	51
Effluent sans pollution d'hydrocarbures .....	52
Description des procédés.....	52
Réception de l'eau pollué accidentellement par des hydrocarbures et de l'eau à des hydrocarbures .....	52
Traitement de l'eau mélangée à des hydrocarbures .....	54
a. Système de régulation et de surveillance.....	59
b. Bassin d'observation .....	60
Equipements des procédés.....	60

### Chapitre 3 : matériels et méthodes

Introduction .....	64
1. Prélèvement et Echantillonnage .....	64
Introduction .....	64
Echantillonnage et conditionnement de matériels.....	65
Méthode d'analyse .....	65
Filtration par anthracite et foin.....	65
Le Foin .....	66
Anthracite .....	66
Conclusion.....	69

### Chapitre 4 : Résultats et discussions

Introduction .....	71
1. Evolution des paramètres physico-chimiques .....	71
Débit .....	71
Potentiel Hydrogène .....	71
Température .....	73
Matière en suspension .....	74
Demande biologique en oxygène .....	76
Demande chimique en oxygène .....	77
Rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	78
Hydrocarbures .....	79

Phénol.....	81
Azote total .....	82
Plomb .....	84
Chrome <sup>3+</sup> .....	85
Chrome <sup>6+</sup> .....	86
Conclusion N°1 .....	86
Axe d'amélioration.....	88
1/pH.....	88
2/Température .....	89
3/MES.....	90
4/DBO <sub>5</sub> .....	91
5/DCO .....	91
6/Rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	92
7/Hydrocarbure.....	93
8/Phenol.....	94
9/Azote total .....	94
10/Plomb .....	95
11/Chrome <sup>3+</sup> .....	96
12/Chrome <sup>6+</sup> .....	96
2. Evolution des paramètres .....	97
Conclusion.....	98
Conclusion générale .....	101
Recommandation.....	103
Références bibliographiques .....	105
Annexes.....	110

### Liste des figures :

N° figure	Titre	Page
<b>1</b>	Les étapes d'épuration des ER du raffinage	<b>46</b>
<b>2</b>	Vue aérienne de la raffinerie D'Alger	<b>50</b>
<b>3</b>	Vue aérienne de la station des traitements des effluents industriels	<b>62</b>

	(ETP)	
<b>4</b>	Photographie numérique montrant le rinçage de l'antracite et du foin	<b>67</b>
<b>5</b>	Variation du pH en amont et aval de chaque traitement	<b>71</b>
<b>6</b>	Variation de la température en amont et aval de chaque traitement	<b>73</b>
<b>7</b>	Variation des MES en amont et aval de chaque traitement	<b>73</b>
<b>8</b>	Variation de la DBO <sub>5</sub> en amont et aval de chaque traitement	<b>74</b>
<b>9</b>	Variation de la DCO en amont et aval de chaque traitement	<b>76</b>
<b>10</b>	Variation des hydrocarbures en amont et aval de chaque traitement	<b>77</b>
<b>11</b>	Variation du phénol en amont et aval de chaque traitement	<b>79</b>
<b>12</b>	Variation de l'Azote total en amont et aval de chaque traitement	<b>81</b>
<b>13</b>	Variation du plomb en amont et aval de chaque traitement	<b>82</b>
<b>14</b>	Variation du chrome <sup>3+</sup> en amont et aval de chaque traitement	<b>84</b>
<b>15</b>	Variation du chrome <sup>6+</sup> en amont et aval de chaque traitement	<b>85</b>
<b>16</b>	Variation du pH après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>86</b>
<b>17</b>	Variation de la Température après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>88</b>
<b>18</b>	Variation des MES après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>89</b>
<b>19</b>	Variation de la DBO <sub>5</sub> après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>90</b>
<b>20</b>	Variation de la DCO après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>91</b>
<b>21</b>	Variation des hydrocarbures après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>92</b>
<b>22</b>	Variation du phénol après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>91</b>

	leur jumelage.	
<b>23</b>	Variation de l'Azote total après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>92</b>
<b>24</b>	Variation du plomb après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>93</b>
<b>25</b>	Variation du chrome <sup>3+</sup> après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.	<b>94</b>
<b>26</b>	Variation du chrome <sup>6+</sup> après la filtration par l'antracite et le foin Et leur jumelage.	<b>95</b>

### Liste des tableaux :

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels du raffinage de pétrole (annexe I) (journal officiel de la république algérienne (2006 annexe II).	<b>38</b>
<b>2</b>	Représentation des traitements aérobies utilisés sur les sites de transformation.	<b>45</b>
<b>3</b>	Les équipements des procédés.	<b>61</b>
<b>4</b>	Représentation de la composition chimique de l'antracite	<b>66</b>
<b>5</b>	Explication des valeurs de pH.	<b>72</b>
<b>6</b>	Explication des valeurs de MES.	<b>75</b>
<b>7</b>	Explication des valeurs de DBO <sub>5</sub> .	<b>76</b>
<b>8</b>	Explication des valeurs de DCO.	<b>78</b>

<b>9</b>	Explication des valeurs d'Hydrocarbures.	<b>79</b>
<b>10</b>	Explication des valeurs de phénol.	<b>81</b>
<b>11</b>	Explication des valeurs d'azote total.	<b>83</b>
<b>12</b>	Explication des valeurs de plomb.	<b>84</b>
<b>13</b>	Explication des valeurs de chrome <sup>3+</sup> .	<b>85</b>
<b>14</b>	Explication des valeurs de chrome <sup>6+</sup> .	<b>87</b>
<b>15</b>	Représentation des valeurs d'azote total à la sortie ETP	<b>88</b>

### Liste des abréviations :

<b>Symboles</b>	<b>Définitions</b>
Ag	Argent
Al	Aluminium
API	American Petroleum Institute
C	Carbone
CN	Cyanures
COS	Oxysulfure
Cr6+	Chrome hexavalent
Cr3+	Chrome trivalent
Cu	Cuivre
CPI	Corrugated Plates Interceptors
DBO	Demande biologique en oxygène
DCI	Décanteur circulaire intègre

DCO	Demande chimique en oxygène
DAF	Dissolved Air flottation
EH	Effluents huileux
ENH	Effluents non-huileux
ER	Eaux résiduaires
ERDPNAFTAL	Entreprise Nationale de Raffinage et de Distribution des Produits Pétroliers
ERI	Eaux résiduaires industrielles
ERU	Eaux résiduaires urbaines
ETP	Effluent treatment plant
FAD	Flottation à l'air induit
Fe	Fer
FeCl <sub>3</sub>	Le chlorure de fer
GPL	Gaz du pétrole liquéfié
H	Hydrogène
HC	Hydrocarbures
Hg	Mercure
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	Hydronium
H <sub>2</sub> S	Sulfure
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	L'acide sulfurique
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	L'acide phosphorique
Hy	L'égout d'eau mélangée à des hydrocarbures
MES	Matières en suspension

MMS	Matières minérales sèches
MO	Matières organiques
MVS	Matières volatiles sèches
N	Azote
Ni	Nickel
NH3	Ammoniac
O	Oxygène
OH	Hydroxyle
Pb	Plomb
pH	Potentiel d'hydrogène
PPI	Parallel Plates Interceptors
Q	Débit
RA1G	Raffinerie d'Alger
S	Soufre
S (m <sup>2</sup> )	Section
SONATRACH	Société nationale du transport et de Commercialisation des hydrocarbures
STEP	Effluent treatment station
T°	Température
TPS	Tiled Plates Separators
V (m.s <sup>-1</sup> )	Volume
WY	Égout gravitaire des eaux non polluées
Zn	Zinc

## RESUME

Dans le but d'évaluer le taux de pollution industrielle liquide engendrée par les rejets d'effluents, des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de la station de traitement des ERI de la raffinerie d'Alger, en amont et en aval de la chaîne de traitements physique, chimique et biologique. L'objectif est de mesurer les paramètres : Débit, T°, pH, MES, DCO, DBO5, HC, phénol, Pb, Cr6+, Cr 3+ et l'Azote ; en vérifiant d'une part l'efficacité des traitements effectués au sein de la raffinerie, avec la norme définie par le décret N°06-141, et en comparant d'autre part les résultats après traitement par une autre méthode de filtration sur le foin et l'antracite. La raffinerie rejette d'énormes quantités d'eau non épurée non conforme aux normes de rejet. La méthode de traitement proposée est d'utiliser la filtration sur l'antracite qui s'avère plus efficace que le foin, par son forte capacité d'adsorption, mais d'après l'étude technique de l'antracite qui montre qu'il est cher financièrement ; on a proposé d'autre part de réparer la réutilisation du compresseur de l'unité 570 (SRU) est plus que nécessaire pour avoir des eaux de qualité meilleure et diminuer le risque sur l'environnement.

**MOTS-CLES :** filtration, pollution industrielle, raffinerie, Anthracite, foin, eaux résiduaires industrielles, raffinage du pétrole, traitement.

## ABSTRACT

Refining processes require water for their use, which has encountered disruption and threats in the aquatic system; because of the modification of the properties of the water which makes it pollute.

In order to assess the level of industrial liquid pollution generated by the discharge of effluents, water samples were taken at the ERI treatment station of the Algiers refinery, upstream and downstream of the physical, chemical and biological treatments, to measure the parameters: Flow, T °, pH, MES, COD, BOD5, HC, phenol, Pb, Cr6+, Cr3+ and Nitrogen; by checking on the one hand the effectiveness of the treatments carried out within the refinery, with the standard defined by the other decree N°06-141, and by comparing the results on the other hand by a method of filtration by hay and anthracite carried out by comparison of the same measured parameters; in order to optimize the purification of the refinery's wastewater. This showed that the refinery rejects untreated water that does not meet the discharge standard. The better proposed treatment method, carried out by anthracite presents results than filtration by hay, by its high adsorption capacity, but according to the technical study of anthracite which shows that it is expensive financially; it was also proposed to repair the compressor of unit 570 (SRU) which makes it out of service, in order to have better quality water and minimize the dangers to the environment.

**KEYWORDS:** effluent, filtration, industrial pollution, refinery, Anthracite, hay, industrial wastewater, oil refinery, industrial water treatment, physical treatment, chemical treatment, biological treatment.

## نُبذة مختصرة

تتطلب عمليات التكرير البنزول، المياه المستخدمة والنبي واجهت اضطرابات وتهديدات ني النظام المائي؛ بسبب تغير خواص المياه مما يجعلها ملوثة.

من أجل تقييم مستوى التلوث الصناعي السائل الزائج عن نصريف الزنايات السائلة، تم أخذ عينات من المياه ني محطة معالجة ني مصنعة الجزائر صمة، قبل وبعد المعالجات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، لتقييم مؤشرات التلوث من اجل التحقق من فعالية المعالجات التي تتم داخل المصنعة، مع المعيار المحدد ني المرسوم الآخر رقم 141-06، ومن خلال مقارنة النتائج من ناحية أخرى بطريقة الرشوح بواسطة البن ونجم الأبحاث ومقارنة نفس المؤشرات المعتمدة؛ من أجل تحسين نوعية مياه الصرف، وهذه النتائج انه تؤوم بإخراج مياه غير معالجة التي ال تلبي معيار الصرف.

أنضل طريقة للعلاج المبتدحة، والتي يتم إجراؤها بواسطة أبحاث، تؤوم نتائج أفضل من الرشوح بواسطة البن، من خلال قدرتها العالية على الامتصاص، ولكن ونظراً للدراسة التفصيلية للأبحاث التي تظهر أنها باهظة الثمن من الناحية المالية؛ تم اقتراح إصلاح ضاغط الوحدة 570 مما يجعلها خارج الخدمة وذلك من أجل الحصول على مياه ذات جودة أفضل وتقليل من المخاطر على البيئة.

**الكلمات المفتاحية:** الزنايات السائلة، الرشوح، التلوث الصناعي، المصنعة، أبحاث، البن، مياه الصرف الصناعي، تكرير البنزول، معالجة المياه الصناعية، المعالجة الكيميائية، المعالجة البيولوجية.



*Introduction  
générale*

L'eau est indispensable à la vie et elle est plus que jamais au cœur des débats sur l'environnement et l'avenir de notre "planète bleue" qui couvre 2/3 de la surface. Elle fait partie aussi du confort de la vie (énergie, circulation, loisirs, bien-être, beauté) et demeure le principal constituant des êtres vivants.

Sans eau, aucun organisme, qu'il soit végétal ou animal, simple ou complexe, petit ou gros, ne peut vivre. L'homme l'utilise quotidiennement mais il en rejette une grande partie sous forme « eaux usées » dans le milieu naturel et donc dans l'environnement.

L'objectif principal du traitement de ces eaux résiduaires industrielles est la collection et l'épuration de ces eaux pour les débarrasser de la charge polluante selon les procédés mis en œuvre et le degré d'épuration souhaité.

Au niveau de la raffinerie d'Alger, la production, le transport et le raffinage du pétrole brut engendrent des eaux résiduaires, pour cette raison elle dispose des techniques de traitement pour faire face à cette pollution.

La raffinerie d'Alger doit donc se plier à une logique de réduction qualitative des polluants de ses eaux résiduaires. Pour cela, nous avons étudié dans notre travail le taux de pollution que contiennent les effluents liquides industriels de cette raffinerie ; afin de juger leur potentiel de nuisance vis-à-vis l'environnement et estimer leur aptitude d'être traité de manière efficace conformément à la norme définie par le décret N°06-141, en comparant deux techniques de traitement (la filtration en aval par le foin et l'antracite et leur combinaison).

C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressées à la caractérisation de ces eaux résiduaires afin d'améliorer ou de choisir un traitement adéquat ; permettant de minimiser ou d'éliminer totalement la pollution et ses conséquences sur le milieu récepteur.

Ce présent manuscrit est structuré comme suit :

- Une introduction générale dans laquelle est présentée la problématique de notre travail et l'importance du thème abordé tout en exposant clairement l'objectif visé.
- Une partie bibliographique qui regroupe l'essentiel des connaissances théoriques avec le thème étudié.
- Le deuxième chapitre comprend deux parties :
  - Historique de la raffinerie d'Alger RA1G.

- Description de l'ETP la station de traitement des effluents (unité 850).
- Le troisième chapitre qui est dédié au matériel et méthodes comprend deux parties :
  - Introduction sur le prélèvement et l'échantillonnage et les stratégies adaptées pour les analyses.
  - Analyse et mode opératoire (prétraitement et conditionnement du matériel, étiquetage, prélèvement et échantillonnage, et méthode d'analyse).
- Le quatrième chapitre présente les résultats et discussion obtenus lors de cette étude.
- Nous terminerons par une conclusion générale qui résume notre travail, en proposant des recommandations.



## **Introduction**

L'eau est devenue une matière indispensable pour le fonctionnement industriel. Elle est principalement utilisée au cours du processus de transformation des matières premières (Raffinage du pétrole brut). Les eaux de rejet engendrent une toxicité et peuvent donc détruire tous les écosystèmes, en particulier les systèmes aquatiques.

### **1 Généralités sur la pollution industrielle liquide**

#### **. Définition des eaux résiduaires industrielles (ERI)**

Les **ERI** sont définis en tant que rejets liquides issus des procédés d'extraction ou de transformation des matières premières en vue de fabriquer des produits industriels ou des biens de consommation.

Ces eaux sont extrêmement hétérogènes. Leur quantité et leur qualité varient en fonction du procédé mis en œuvre et du domaine industriel.

Elles présentent souvent un large spectre de polluants chimiques tels que les composés à l'état solide ou dissous, matières organiques et minérales, métaux, hydrocarbures, solvants, polymères, huiles, graisses, sels, ... à divers niveaux de toxicité [1]

#### **. Types de pollution industrielle liquide**

Le déversement des effluents industriels liquides directement dans le milieu naturel entraîne la pollution de l'eau (surface et/ou souterraine) et du sol à travers sa dégradation en modifiant leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Cette pollution toxique qui touche les microorganismes et les autres matières indésirables peut être classée en plusieurs types selon la nature du polluant et l'activité industrielle :

- Pollution physique.
- Pollution chimique.
- Pollution microbiologique.

#### **. Pollution physique**

C'est une contamination qui couvre tous les phénomènes physiques qui ont un impact sur l'environnement. Elle peut être mécanique, thermique ou radioactive :

### **a. Pollution mécanique**

La pollution mécanique résulte de la mise en suspension dans l'eau des particules d'origine diverses et qui sont soit des éléments grossiers, du sable, ou bien des matières en suspension qui seront apportées par les eaux industrielles et les eaux de ruissellement.[2]

### **b. Pollution thermique**

La pollution thermique correspond à l'augmentation ou la diminution de la température de l'eau par rapport à la température normale suite à l'action de l'homme et qui affectera la vie aquatique.

Il s'agit d'une pollution diffuse, non visible et elle n'est donc pas toujours considérée comme une vraie pollution. Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement, des centrales électriques classiques, ou nucléaires [3].

Cependant un changement de température cause des effets significatifs sur les caractéristiques physiques, chimiques (DBO, oxygène dissous et le pH notamment) et biologiques (toxicité).

### **c. Pollution radioactive**

C'est la présence de substances radioactives dans les déchets ou effluents déversés dans le milieu et ayant la propriété d'émettre des rayonnements qui agissent sur la matière ou sur les tissus vivants.

Cette pollution provoque directement ou indirectement l'ionisation, c'est-à-dire la formation d'atomes ou de fragments de molécules chargés et libérés dans le milieu. Les substances radioactives sont donc des sources de rayonnement susceptibles d'entraîner une irradiation externe des êtres vivants [4].

## **Pollution chimique**

Elle est essentiellement manifestée par des rejets industriels qui ont des dangers chimiques toxiques et nocifs pour l'environnement. On distingue deux types de pollution chimique :

### **a. Pollution organique**

La pollution par les matières organiques est en effet une des importantes et une des plus répandues, elle est représentée par des substances plus ou moins biodégradables (sucre, protéines ...etc.) [3]

## **b. Pollution inorganique**

Cette pollution qui est causée par la présence de polluants inorganiques contient deux catégories de polluants :

- **Composés métalliques** tels que les **métaux lourds** ; Al, Zn, Ag, Fe, Cu, Pb, Hg, Ni...  
et les **cyanures** : CN<sup>-</sup> ;
- **Composés non métalliques** tels que les nitrates, nitrites, phosphates, ...

### **. Pollution microbiologique**

La pollution de l'eau est engendrée par la présence en quantité excessive de microorganismes pathogènes tels que les virus, les parasites, les bactéries, ..... [5]

## **2 . Composition du pétrole brut et son raffinage**

Les pétroles bruts ont des caractéristiques physico-chimiques très variables d'un champ de production à un autre et même à l'intérieur du même gisement.

Le pétrole est classé en deux types « **lourd et léger** ». Il s'agit essentiellement de molécules **hydrocarbonées**. Plus son rapport atomique H/C est grand et plus sa densité n'est plus faible. Cette densité varie d'un pétrole à un autre en allant de 0.7 à 1 [6].

Les principaux constituants du pétrole sont le carbone (84-87%), l'hydrogène (11-14%), le Soufre (0-3%), l'oxygène (0-2%), l'azote (0-1%) et certains métaux lourds à l'état de traces.

### **. Composition du pétrole**

#### **. Hydrocarbures**

Les hydrocarbures constituent les éléments essentiels des pétroles. Ces molécules organiques qui ne contiennent que du carbone et de l'hydrogène se divisent en plusieurs familles chimiques selon leur structure : [7]

##### **a. Paraffines**

Ce sont les hydrocarbures aliphatiques saturés ou alcanes. Les paraffines sont un enchaînement non cyclique d'atomes de carbone liés exclusivement par des liaisons simples. Leurs chaînes peuvent être linéaires ou ramifiées. [7]

## **b. Naphtènes**

Les naphtènes, traditionnellement dénommées cycloalcanes, sont des hydrocarbures cycliques saturés comprenant au moins une structure cyclique. [7]

## **c. Hydrocarbures aromatiques**

Ce sont des hydrocarbures cycliques polyinsaturés qui contiennent au moins une structure benzénique, présente en forte concentration dans les pétroles bruts. On trouve les hydrocarbures poly-aromatiques qui sont issus de la combustion incomplète de matières carbonées. [7]

## **d. Oléfines**

Les oléfines, traditionnellement dénommés alcènes, sont des hydrocarbures aliphatiques insaturés qui possèdent une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone insaturées.[7]

### **. Composés hétéroatomiques**

Les composés hétéroatomiques contenant d'autres atomes que le carbone et l'hydrogène existent sous forme composés organiques et organométalliques :[8]

#### **a. Composés organiques hétéroatomiques**

Les composés hétéroatomiques sont généralement considérés en raffinage comme des impuretés à éliminer :

- **Composés soufrés** : principalement les thiols ou mercaptans ( $C_nH_{2n+1}SH$ ), ainsi pouvant être présents sous forme chimique (sulfures  $H_2S$ , oxysulfure  $COS$ ).
- **Composés oxygénés** : généralement on trouve le phénol, les furanes, les acides carboxyliques et les alcools.
- **Composés azotés** : se trouvent sous forme des amides (saturés ou aromatiques), des amines, des pyridines (azote basique) [8]

#### **b. Composés organométalliques**

Dans les coupes pétrolières les plus lourdes, on trouve les composés organométalliques tels que le nickel et le vanadium qui sont les atomes les plus rencontrés.[8]

## **. Autres composés**

### **a. Asphaltènes**

Les asphaltènes sont constitués de structures poly aromatiques riches en hétéroatomes (S, N, O et métaux), dénommés noyaux, qui sont liés à des chaînes aliphatiques. Les asphaltènes sont chimiquement très polydispersées.[8]

### **b. Résines**

Ce sont des composés possédant un caractère aromatique très élevé, renfermant des hétéroatomes (N, O, S..).[8]

## **. Raffinage du pétrole**

Le raffinage consiste au traitement du pétrole brut à travers un ensemble de procédés en vue d'obtenir des produits finis, tels que les essences, le gasoil, les fuels, les lubrifiants, les bitumes ainsi que les produits intermédiaires (naphta, distillat).

Dans les opérations de raffinage, les unités exigent la fourniture d'énormes quantités d'eau pour le traitement des hydrocarbures.[8]

## **3 . Origine de la pollution industrielle liquide dans une raffinerie**

Pour traiter le problème de pollution des eaux usées industrielles avant leurs rejets dans l'environnement ou pour un éventuel recyclage, il faut identifier l'origine de cette pollution industrielle.

Les sources principales de pollution dans une raffinerie sont :

### **. Eaux résiduelles des procédés de raffinage**

#### **. 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

#### **. Condensats de procédés**

Ils proviennent de la condensation de vapeurs en contact avec les produits pétroliers et existent sous forme [9] :

- ✓ Condensats de distillation atmosphérique ou sous vide
- ✓ Condensats acides
- ✓ Condensats de réchauffage de produits.

#### **. Effluents particuliers de procédés**

Ces effluents contiennent :

- ✓ Les EUI issues de soufflage des bitumes par le procédé de distillation sous vide et la purge des ballons séparateurs de phase.
- ✓ Les solvants provenant des unités de fabrication d'huiles lubrifiantes
- ✓ Les EUI d'alkylation catalytique [9]

#### **. Effluents généraux de raffinerie**

##### **. Effluents huileux (EH)**

Ils comprennent essentiellement [9] :

- ✓ Les drainages des stockages de brut ou de produits raffinés
- ✓ Les eaux pluviales tombées sur toutes les aires dallées de la raffinerie ou hors de ces aires
- ✓ Les eaux de lavage des sols
- ✓ Les fuites d'échangeurs qui sont d'origine accidentelle.

##### **. Effluents non-huileux (ENH)**

Ces effluents génèrent une pollution dissoute organique faible et comprennent principalement [9]

- ✓ Les eaux domestiques du site
- ✓ Les eaux de laboratoire
- ✓ Les eaux de purge des chaudières
- ✓ Les eaux des lavages des filtres

### **. Effluents du transport**

On trouve essentiellement :[9]

- ✓ Les eaux de déballastage des pétroliers
- ✓ Les eaux de nettoyage des Tankers

### **. Soudes usées**

La principale source de la soude usée provient des procédés d'adoucissement des essences ou de lavage alcalin de GPL, kérosène... Leur nuisance est due à leur concentration en  $S^{2-}$  et en phénols.[9]

## **4 . Paramètres caractéristiques des eaux de rejets industriels**

Les caractéristiques des eaux de rejets industriels représentent de nombreux paramètres physiques et substances chimiques. La gravité de la pollution peut être distinguée en évaluant ces paramètres qui peuvent changer la qualité de l'eau.

### **. Caractéristiques physiques**

#### **. Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout celle des gaz. En effet, la dissociation des sels dissous agit sur la conductivité électrique, le pH [10].

#### **. Matières en suspension MES**

Les matières en suspension sont des particules minérales ou organiques très fines, non dissous et en suspension dans l'eau, (sable, argile, produits organiques, produits contaminés, micro-organismes, ..., etc.), rendant l'eau trouble. Elles s'expriment en  $mg. L^{-1}$ .

Selon la taille des particules, on distingue [11].

- Matériaux bruts ou décantables d'un diamètre supérieur à  $100 \mu m$  ;

Petites substances en suspension et colloïdales (Constituant la frontière entre la phase solide et la phase dissoute).

Les matières en suspension comprennent la matière organique MVS (matière volatiles sèche) et la matière solide des minéraux MMS (matière minérale sèche).

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS} \text{ (1)}$$

La totalité des particules solides véhiculées par les ERI est évaluée par pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105 °C.

La méthode par centrifugation est réservée plus particulièrement au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres.

### . Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, ..., etc.

L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace.

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Certaines méthodes comme celle « des gouttes de mastic » ou celle de Jackson « candle turbidimeter » n'ont plus qu'un intérêt historique ayant été remplacées par l'emploi des turbidimètres optiques [11].

### . Débit

En hydraulique, le débit  $Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) est défini comme étant un volume ( $v$ ) de liquide qui s'écoule à travers une section donnée d'un canal  $S$  ( $\text{m}^2$ ) ou d'une conduite par une unité de temps ( $t$ ), à partir de la vitesse moyenne  $V$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) perpendiculaire à cette section par la relation :

$$Q = \Delta V / \Delta t \quad Q = S * V \dots\dots (1)$$

La mesure du débit est nécessaire pour : établir la charge polluante des ER et leur source industrielle, connaître les variations de débit et de charge par rapport au temps [11]

## **. Caractéristiques physico-chimiques**

### **. Conductivité**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1 \text{ cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

Elle mesure donc la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, dû à la présence dans le milieu d'ions (sels minéraux) chargés électriquement, ce qui permet de donner des informations sur la salinité des eaux.

Elle est également en fonction de la température de l'eau, proportionnelle à la Minéralisation. La conductivité est exprimée en siemens par mètre ( $\text{S.m}^{-1}$ ). [11]

### **. Potentiel d'Hydrogène pH**

Le pH caractérise l'acidité d'un milieu aqueux. Selon la loi d'action de masse, la dissociation de l'eau entraîne la formation des ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$ , et des ions hydroxydes  $\text{OH}^-$ .

Lorsque les premiers prédominent sur les seconds dans un milieu aqueux, ils confèrent à ce milieu un caractère acide (pH de 0 à 7).

En sens inverse, lorsque les seconds sont en supériorité, le milieu a un caractère basique ou alcalin (pH de 7 à 14) et la neutralité est attribuée pour une valeur égale à 7.

Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales. [12]

## **. Caractéristiques chimiques**

### **. Matières polluantes organiques**

Les polluants organiques sont évalués par la quantité d'oxygène qu'ils demandent pour y être totalement oxydés, soit par voie biologique (c'est la demande biochimique en oxygène ou la DBO qui représente la quantité de matières biodégradables) soit par voie chimique (c'est la demande chimique en oxygène ou la DCO qui représente la totalité des matières organiques. La DCO est toujours plus élevée que la DBO. [13]

### **. Demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies.

En fait, la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfures et chlorures).

Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation, ..., etc. [11]

### **. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai.

Elle est mesurée par la consommation d'oxygène à 20 °C à l'obscurité et pendant cinq jours d'incubation, d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction des MO carbonées, l'épuration biologique aérobie complète d'une eau exigerait en fait un temps de 21 jours (DBO<sub>21</sub>, dite ultime) ou de 28 jours (DBO<sub>28</sub>), la durée de 21 jours est nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables.

La durée de 28 jours, sinon 35 est quelque fois considérée, elle représente le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures [11].

### **. Rapport DCO/DBO<sub>5</sub>**

Ce rapport est habituellement utilisé pour estimer la biodégradabilité de la matière organique des eaux usées. Les limites suivantes sont utilisées pour donner la biodégradabilité des eaux usées [16].

- $DCO/DBO_5 < 2$  caractérise un effluent facilement biodégradable ;
- $2 < DCO/DBO_5 < 3$  caractérise un effluent biodégradable avec des souches sélectionnées.
- $DCO/DBO_5 > 3$  caractérise un effluent non biodégradable. [14]

## **. Les Hydrocarbures**

Les hydrocarbures (C<sub>x</sub> H<sub>y</sub>) sont des composés chimiques formés uniquement de carbone et d'hydrogène d'où ils tirent leur nom. Leur importance (économique et politique) n'a cessé de croître avec le développement relativement récent des produits pétroliers.

Ils sont essentiellement utilisés comme carburants, comme combustibles et comme bases pour la fabrication des huiles lubrifiantes.

Ils constituent aussi la matière première des synthèses pétrochimiques [15]. Les HC proviennent essentiellement du pétrole brut, comme source principale des effluents industriels.

## **. Les phénols**

Le phénol est un composé organique de formule C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-OH, renfermant un ou plusieurs groupements hydroxyles liés à un noyau aromatique.

Les composés phénoliques comprennent le phénol et ses dérivés substitués tels que le chlorophénol, le nitrophénol, le crésol, les diméthylphénol ou xylol. [16]

Les observations générales faites pour le dosage de ces produits sont aussi valables pour les eaux résiduaires. En raison de l'oxydation biochimique des composés phénoliques, leurs analyses doivent être effectuées dans les 12 heures qui suivent le prélèvement.

Cependant, si l'échantillon est additionné de 1 g de sulfate de cuivre par litre, il peut se conserver à 4 °C pendant une semaine.

## **. Métaux lourds**

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires. Leur origine est avant tout industrielle mais aussi diffuse (corrosion des tuyauteries).

Les métaux les plus fréquemment retrouvés dans les eaux résiduaires sont le fer, l'aluminium, le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mercure et le nickel.

Les méthodes de dosage utilisées pour les eaux naturelles sont évidemment applicables aux eaux résiduaires.

Toutefois, l'échantillon doit être minéralisé avant analyse. En effet les métaux et autres minéraux divers peuvent être sous forme dissoutes libres ou dissoutes complexées (notamment) avec les matières organiques, mais aussi sous forme de solides métalliques (précipités d'oxo-hydroxydes, d'hydroxydes amorphes, de complexes divers) ou adsorbés sur des matières en suspension. [11]

### **. Eléments fertilisants**

L'eau industrielle fournit les principaux engrais, à savoir l'azote et le phosphore. Leur présence dans les eaux usées conduit à l'eutrophisation des rivières et à l'eutrophisation des plans d'eau.

### **. La pollution azotée et phosphorée**

Une augmentation de la pollution azotée entraîne, d'une manière générale, une croissance excessive des algues et plantes dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, d'où une dégradation du milieu aquatique (phénomène d'eutrophisation). [17]

Elle a également un impact sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

### **. Impacts des eaux résiduaires industrielles sur l'environnement**

Ce dernier entraîne des impacts négatifs sur l'environnement et l'économie de beaucoup de pays.

La biodisponibilité, toxicité et mobilité de métaux lourds dans les sols sont en grande partie déterminées par leur distribution cinétique entre phase liquide et solide et entre autres les composants de la phase solide.

Les métaux lourds dans les sols existent dans plusieurs fractions de la phase solide, qui peuvent être mesurées par dissolution séquentielle sélective.

Les activités humaines telles que les effluents industriels et municipaux ont alors augmenté le flux de métaux lourds dans les eaux souterraines et de surface. [18]

## 5 . Règlement sur les ERI des raffineries de pétrole

Le décret exécutif n°06-141 définissant les règlements sur les effluents liquides du raffinage de pétrole, visant à limiter les charges des contaminants les plus susceptibles de se retrouver dans les rejets finaux des raffineries (Tableau I).

Les normes relatives aux valeurs maximales permises sont exprimées en gramme par tonne de pétrole brut, sur la base de la capacité quotidienne de raffinage déclarée par l'entreprise. Par conséquent, l'allocation de rejets fluctue proportionnellement à la quantité de pétrole traité par la raffinerie.

Ainsi ce décret réglemente les valeurs limites des rejets en prenant en considération l'ancienneté des installations pétrolières en attendant la mise à niveau de ces installations dans un délai de sept (7) ans (conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n°05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005).

Le tableau 1 ci-dessous représente les valeurs limites des paramètres des rejets d'effluents liquides industriels du raffinage du pétrole :

**Tableau 1 : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels du raffinage de pétrole (annexe 1) (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006 annexes 2)**

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérances 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 <sup>3+</sup>	"	0.05	0.3
Chrome <sup>6+</sup>	"	0.1	0.5

## **6 . Traitement des eaux résiduaires industrielles**

Le processus de purification de l'eau de raffinerie est divisé en trois étapes suivantes :

- Élimination des contaminants insolubles solides (Les suspensions sont des liquides plus ou moins finement dispersés, non miscibles à l'eau)
- Prétraitement (traitement préliminaire), puis traitement primaire (physico-chimique) et
- Traitement secondaire (biologique).

Dans certains cas, les traitements tertiaires nécessitent une désinfection et réduction des odeurs pour avoir de l'eau pure.

La dépollution des effluents liquides industriels, compte tenu de leur hétérogénéité de composition, les procédés mis en œuvre et le degré d'épuration souhaité, conduira toujours à la conception d'une chaîne de traitements assurant par étapes successives, l'élimination des différents polluants que renferment ces eaux résiduaires en se basant sur les des objectifs visés pour la qualité de l'eau traitée.

### **. Procédés de traitement des ERI**

#### **. Prétraitements (Pré déshuilage)**

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. [19]

Ce prétraitement consiste à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs.

Il s'agit principalement des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

Dans l'industrie du raffinage, cette étape se nomme pré déshuilage et a pour objectifs :

- Elimination des hydrocarbures insolubles flottants et d'une fraction des émulsions mécaniques très instables en vue d'assurer la protection et la bonne exploitation des systèmes placés en aval ;
- Exclusion des matières en suspension libres non colloïdales, tels que sable, produits de corrosion, précipités minéraux, argiles fines... ;
- Rétention massive d'HC ou de MES, liées aux accidents ou aux opérations de maintenance mal contrôlées.

#### **a. Dégrillage**

Le dégrillage consiste à faire passer l'eau résiduaire à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale.

L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm

La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m.s<sup>-1</sup>.

Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères. [19]

#### **b. Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter les dépôts dans les conduites et canaux, et protéger les pompes contre l'abrasion et à éviter de surcharger les étapes suivantes du traitement. Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200 µm.

Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "des sableurs" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage.

Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage. [19]

### **c. Déshuilage**

On peut considérer que le déshuilage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. [19]

Le déshuilage est effectué classiquement par des déshuileurs gravitaires (séparateurs) comprenant deux familles :

#### **a) Les déshuileurs décanteurs :**

Ce sont les séparateurs longitudinaux « API » et les séparateurs circulaires, les plus utilisés dans les raffineries. Ils sont dimensionnés dans le but d'éliminer les globules huileux supérieurs à 150  $\mu\text{m}$ .

Ces appareils sont calculés suivant une norme API (American Petroleum Institute), appliquée au dimensionnement et à la conception de décanteurs longitudinaux classiques.

Les séparateurs usuels sont équipés de raclage d'huile en surface, et la norme API recommande la mise en place d'une cellule séparative supplémentaire permettant les vidanges et entretiens. [8]

#### **b) Déshuileurs lamellaires**

Ces appareils de type « CPI » (Corrugated Plates Interceptors), « TPS » (Tiled Plates Separators) ou « PPI » (Parallel Plates Interceptors) utilisent un ensemble de plaques parallèles, inclinées de 45 à 60° insérées dans un séparateur déshuileur.

On utilise les déshuileurs à plaques dans le but d'éliminer les globules huileux plus fins (< 50  $\mu\text{m}$ ) ; dans lesquels les gouttelettes d'huile n'ont à parcourir, avant d'être captées, qu'un court chemin, limité par l'espacement entre les plaques (variable de 20 à 100 mm).

Ces dispositifs présentent une grande compacité et une bonne efficacité sur les ERI moyennement chargées en hydrocarbures. Alors, ils sont adaptés au traitement des condensats de procédé qui sont propres. [8]

#### **d. Stripage des condensats de procédés**

Le stripping correspond à l'entraînement de gaz ou produits volatils dissous dans l'eau par l'action d'un autre gaz, en réalisant en fait une désorption.

Les rejets industriels susceptibles d'être traités par stripping sont : les produits soufrés (hydrogène sulfuré H<sub>2</sub>S, les sulfures...), azotés (ammoniac dissous NH<sub>3</sub>, ions ammonium) et certaines matières organiques à caractère volatil (solvants, phénols, alcools...).

Le gaz extracteur peut être de l'air, mais plus souvent de la vapeur ou des gaz de fumée, parfois du gaz naturel.

Pour limiter au maximum les risques de pollutions atmosphériques, les produits volatils entraînés par le gaz vecteur sont détruits par combustion dans un four ou récupérés dans des solutions où ils sont fixés et/ou oxydés. Cette opération permet d'éliminer 90 à 98% des sulfures et 92 à 97% de l'ammonium volatil. [8]

#### **. Traitement primaire**

L'épuration primaire consiste en un traitement physico-chimique des effluents pré-déshuilés, afin d'éliminer les polluants insolubles ou matières liquides non miscibles à l'eau.

Elle est indispensable avant le traitement biologique car le fonctionnement de celui-ci serait altéré par la teneur excessive en MES non biodégradable (50 à 200 mg. L<sup>-1</sup>) et par la teneur en HC insolubles qui ne permettrait pas la respiration des bactéries. [8]

C'est la phase intermédiaire entre le pré-déshuilage et l'épuration biologique. Ce traitement associe une réaction chimique à une séparation physique.

Parmi les procédés les plus utilisés, nous citons la coagulation-floculation, la décantation et la filtration :

#### **a. Coagulation – floculation**

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination des MES et des colloïdes en les rassemblant sous forme de floc dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ou filtration.

Il constitue les traitements de base appliqués pour corriger tout ou partie des défauts de l'eau liés aux fractions particulaires inertes (limons, argiles, colloïdes) ou vivantes (micro-

algues planctoniques ; parasites (amibes, bactéries...) ils assurent aussi l'élimination de la fraction « floculable » des matières organiques, de certains métaux lourds, plus généralement de la fraction des micropolluants associés à ces MES et macromolécules colloïdales. [20]

### **b. Décantation**

La décantation est une technique très répandue de séparation des particules, des matières en suspensions décantables présentant une granulométrie supérieure à 50 $\mu$ m et des colloïdes rassemblés en floc, sous l'influence des forces de gravité.

La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules. [21]

### **c. Filtration**

La filtration physique ou filtration sur un matériau est un procédé destiné à clarifier un effluent (mélange solide-liquide contenant des MES et des hydrocarbures insolubles) en les faisant passer à travers un milieu poreux (un filtre) constitué d'un matériau granulaire.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation-floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs. [22]

### **d. Flottation**

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient, la flottation est dite naturel si la différence de masse volumique entre les agrégats et l'eau est naturellement suffisante pour une séparation.

La flottation est dite provoquée lorsque la masse volumique de la particule à l'origine supérieure à celle du liquide est artificiellement réduite pour provoquer sa flottation.

Dans le domaine de traitement de l'eau, il est d'usage de réserver le terme de flottation à la flottation provoquée en utilisant des microbulles, semblables à celles présents dans « l'eau blanche » débitée par le robinet d'un réseau d'eau riche en gaz dissous sous forte pression.

Ce procédé est la flottation à l'air dissous (FAD ou DAF : Dissolved Air flottation) [20]

## . Traitement secondaire (Biologique)

Après décantation, l'effluent est introduit dans des bassins équipés de dispositifs d'aération ou des microorganismes, naturellement présents dans l'effluent, dégradent les matières organiques dissoutes.

L'air-insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et leur permet de se développer en se nourrissant de la pollution organique. Ces microorganismes exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en flocons.

Les techniques de traitements biologiques les plus courantes sont : Les boues activées, les lits bactériens (bactéries fixées), les biofiltres et les procédés membranaires. [23]

### a. Procédés biologiques aérobies

Les procédés biologiques aérobies consistent en une élimination des matières organiques biodégradables dans des conditions aérobies efficaces pour réduire la DCO et la DBO. [24]

Le tableau 2 suivant représente les traitements aérobies utilisés sur les sites de transformation :

**Tableau 2 : Représentation des Traitements aérobies utilisés sur les sites de transformation**

Traitement	Principe
Boues activées	Contact entre les eaux usées à traiter et une biomasse active de microorganismes aérobies dans les boues en présence d'oxygène (air ou oxygène pur). Suivi d'une étape de décantation.
Lagunage aéré	Traitement par les algues, des bactéries, le soleil et le vent dans un bassin peu profond alimenté en oxygène par des aérateurs.
Lit bactérien	Formation d'un biofilm sur un support fixé. Contact entre les eaux usées et le biofilm.
Réacteur biologique Séquentiel (SBR)	Même principe que les boues activées mais les étapes de contact et de décantation ont lieu dans un même réacteur.

Disques biologiques	Développement d'un biofilm sur une série de disques rotatifs Partiellement immergés dans les eaux à traiter.
Filtres aérobies haut rendement	Filtration sur un support optimisé. Passage des eaux usées par une série de buses.
Bioréacteurs aérobies	Bioréacteur noyé aéré, submergé aéré, à lit fluidisé, lit mobile, biofilm flottant.

### b. Procédés biologiques anaérobiques

Les procédés biologiques anaérobies correspondent à la transformation d'une partie de la matière organique biodégradable en biogaz (méthane et dioxyde de carbone).

Ces techniques, moins efficaces que les procédés aérobies pour extraire la matière organique des eaux usées, ont l'avantage de produire une moindre quantité de boues et de fournir une source de biogaz valorisable énergétiquement. [24]

### . Traitements tertiaires

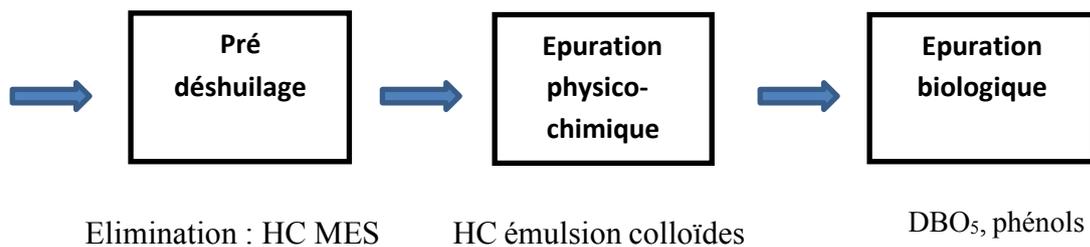
Elle est ainsi appelée par analogie avec l'épuration des ERU qui suit leur épuration biologique dite secondaire et dont un but est l'amélioration de l'élimination de phosphore.

En raffinage comme en pétrochimie, cette étape, de plus en plus fréquente peut avoir pour but soit de satisfaire à des normes de rejets plus sévères (MES, DCO, COT), soit de recycler les eaux.

La réalisation de l'épuration tertiaire revêt souvent les formes suivantes : [9]

- Amélioration de la clarification et de là de phosphatation,
- Amélioration du déphénolage (filtre biologique),
- Réduction des aromatiques et de la DCO (charbon actif en grains).

La figure suivante montre les différentes étapes d'épuration des ER du raffinage :



**Figure 1 : Etapes d'épuration des ER du raffinage.**

## 7 . Recyclage des eaux usées

L'insuffisance des disponibilités d'eau douce a chroniquement développé les études notamment celle liées à la réutilisation d'ERU traitées ou d'ER de raffinage.

L'aggravation récente de la pénurie d'eau, liée à la raréfaction des pluies, oblige à reconsidérer cette réutilisation de façon rationnelle et approfondie. Celle-ci demande, en fait, une certaine escalade de moyens de plus en plus complexes de conception et d'exploitation qui peuvent être choisis par la satisfaction de besoins nobles (chaudière).

Ces possibilités de réutilisation sont : [9]

- La réutilisation d'ERU épurées en réfrigération.
- Le recyclage des propres eaux de procédé en réfrigération.

### **Conclusion :**

Les eaux résiduaires industriels sont acheminées vers une station d'épuration, ou elle subissant plusieurs types de traitement, et prendre en considération les normes des paramètres physique et chimique définies par le décret N°06 141, pour éviter tous perturbations sur les systèmes aquatiques.



*Chapitre 2 :*

*Historique de la Raffinerie  
d'Alger RA1G et description  
de la station de traitements  
des eaux (Unité 850) :*

## **1. Historique de la raffinerie d'Alger RA1G**

### **Historique**

La raffinerie d'Alger « ex NAFTEC » surnommée la doyenne des raffineries algériennes est le premier complexe important construit en Algérie.

C'est une filiale de SONATRACH spécialisée dans le raffinage et la distribution des produits pétroliers sur le marché algérien.

Le démarrage de sa construction par la société Française FOSTERBWHEELER a été mis en service le 19 février 1964.

Depuis le 1964 jusqu'à 1971 la raffinerie d'Alger était alimentée par Tankers du port pétrolier de Bejaia au port pétrolier d'Alger, et puis par pipe de diamètre 26" jusqu'au parc de stockage.

De 1970 à 1972 ont eu lieu la mise en service d'une pipe à Beni Mansour (Bouira) alimentant la raffinerie en pétrole brut de Hassi-Messaoud ainsi que l'extension du parc de stockage (un bac de brut, divers bacs de produits finis et semi-finis et une sphère de butane).

En 1982, le raffinage et la distribution des produits pétroliers sont séparés et érigés en Entreprise Nationale de Raffinage et de Distribution des Produits Pétroliers (ERDPNAFTAL).

En 1988, le raffinage, est à son tour, séparé de l'activité distribution est érigé en Entreprise Nationale de Raffinage de Pétrole NAFTEC Algérie.

En avril 1998, l'Entreprise devient une filiale dont les actions sont détenues à 100% par le Holding raffinage et chimie du Groupe SONATRACH.

Sur le plan quantitatif, la raffinerie veut continuer à assurer la couverture des besoins en produits de première nécessité comme l'essence, gasoil, GPL et le kérosène, ainsi que les produits qui servent de base pour l'industrie pétrochimique.

### **Situation géographique**

Comme le montre la Figure3, la raffinerie d'Alger est située à Sidi Arcine (Commune de Baraki) à 5 km au sud d'EL Harrach et à 20 km à l'Est d'Alger et se trouve à une altitude de 20 m, occupant une superficie de 182 Hectares (bâti et clôturé 96 Hectares) ; elle est délimitée :

- Au Nord-Ouest par le dépôt NAFTAL GPL ;
- Au Nord par les habitons d'El Harrach ;
- Au Sud par les habitations de Baraki ;
- Au Sud Est par la Direction Générale de SONATRACH/ACTIVITÉ AVAL/DIVISION RAFFINAGE et le siège de SONATRACH/TRC ;
- Au Nord, Nord-Ouest, Sud-Ouest et Est par des terrains agricoles.



**Figure 2 : Vue aérienne de la raffinerie d'Alger (Sidi Arcine) RA1G.**

## **2. Description de la station ETP (station de traitement des effluents) Unité 850**

### **Objectif de l'unité**

L'objectif de cette unité 850 au sein de la raffinerie d'Alger est le traitement de toutes les eaux usées générées par l'exploitation de la raffinerie. Les eaux usées sont collectées et traitées dans la nouvelle station de traitement des effluents (ETP).

### **Principaux effluents en provenance de la raffinerie**

#### **Effluents potentiellement pollués par des hydrocarbures**

L'égout d'eau mélangée à des hydrocarbures (HY) collectée par gravité dans la raffinerie. Il s'agit des eaux de ruissellement en provenance des aires de procédés en dur, des zones protégées, des surfaces délimitées par des bordures, des aires de chargement et de déchargement des camions et des pétroliers quand il y a un risque de pollution par des hydrocarbures.

Ces effluents sont collectés par des égouts gravitaires dans deux puisards de récupération. Un puisard de récupération (850-CC-001) reçoit les effluents en provenance des nouvelles unités de traitement et un autre puisard de récupération (850-CC-016) reçoit les effluents en provenance des unités de traitement existantes. L'eau collectée dans les deux puisards est pompée vers le nouvel ensemble de station de traitement des effluents (850-M-001).

#### **Effluents continuellement pollués par des hydrocarbures**

Principales sources :

- Eau acide strippée (\*)
- Saumure de dessaleur (en provenance de l'unité de distillation de brut) (\*)
- Eau de purge des cuves de pétrole brut
- Effluents divers des procédés et purges des réservoirs
- Eau de purge des cuves de produits de récupération
- Caustiques usés (\*)

Les effluents sans pollution d'hydrocarbure marqués avec (\*) sont pompés directement dans la nouvelle station de traitement des effluents (850) en vue de leur traitement dans l'ensemble de

station de traitement des effluents (850-M-001). Les autres effluents pollués par des hydrocarbures sont collectés avec les effluents potentiellement pollués par des hydrocarbures pour leur traitement dans 850-M-001.

### **Effluents sans pollution d'hydrocarbure**

Principales sources :

- Purge du circuit d'eau de refroidissement (\*)
- Effluents neutralisés en provenance de l'unité de déminéralisation (\*)
- Purges des chaudières (\*)
- Égout gravitaire (\*\*) des eaux non polluées (WY)

Les effluents non pollués par des hydrocarbures marqués avec (\*) sont pompés directement dans la nouvelle station de traitement des effluents (850) en vue du contrôle final de leur qualité avant leur libération hors de la limite de zone.

Les effluents marqués (\*\*) sont acheminés à la station de traitement des effluents en vue du contrôle final de leur qualité avant leur libération hors de la limite de zone.

### **Description des procédés :**

#### **Réception de l'eau polluée accidentellement par des hydrocarbures et de l'eau mélangée à des hydrocarbures**

##### **a. Nouvel égout d'eau mélangée à des hydrocarbures et nouvel égout d'eau polluée accidentellement par des hydrocarbures**

Le système de drainage par gravité de l'égout d'eau mélangée à des hydrocarbures et de l'égout d'eau polluée accidentellement par des hydrocarbures débouche dans le puisard de récupération à l'entrée de la station de traitement des effluents (850-CC-001, par TP). En fonction des conditions du flux d'entrée, le pompage est assuré par :

- Les pompes élévatoires (850-P-001 A/B/C, par TP) par temps sec,
- Les pompes élévatoires (850-P-002 A/B/C/D, par TP) par temps humide,

À l'intérieur de l'ensemble, l'eau est acheminée en priorité au séparateur DCI (850-TK-003). La première vanne de refoulement de pompe élévatrice est partiellement fermée afin de faire correspondre au maximum le débit à la capacité de l'équipement DCI. Le DCI est équipé d'un système de mise sous couverture d'azote.

Le 850-CC-001 est équipé d'un trop-plein raccordé au bassin d'orage HY (850-CC-017).

Quand la capacité de l'équipement DCI est dépassée à cause de la marche de plusieurs pompes élévatoires, l'excès d'eaux usées est acheminé vers les réservoirs d'eau de pluie 850-TK-001 A/B.

Le réservoir d'eau de pluie est équipé d'un trop-plein raccordé au bassin d'orage HY (850-CC-017).

Les effluents prétraités dans le DCI ou stockés dans les réservoirs d'eau de pluie 850-TK-001 A/B sont pompés dans un réservoir d'équilibre mixte (850-TK-002).

**b. Égout d'eau mélangée à des hydrocarbures existant et égout d'eau polluée accidentellement par des hydrocarbures existants :**

Le système de drainage par gravité de l'égout d'eau mélangée à des hydrocarbures et de l'égout d'eau polluée accidentellement par des hydrocarbures débouche dans le puisard de récupération à l'entrée de la station de traitement des effluents (850-CC-016). En fonction des conditions du flux d'entrée, le pompage est assuré par :

-les pompes élévatoires (850-P-022 A/B) par temps sec,

-les pompes élévatoires (850-P-023 A/B/C) par temps humide, vers l'ensemble 850-M-001.

**c. Réception de l'eau de procédé mélangée à des hydrocarbures**

Les principaux effluents de procédés sont amenés à la limite de zone de la station de traitement des effluents par la canalisation sous pression avec contrôle du débit et de la pression. Ces effluents sont ensuite acheminés vers le réservoir d'équilibre de la station de traitement des effluents.

#### **d. Soude caustique usée :**

La soude caustique usée arrive par une conduite séparée et peut être soit mélangée directement dans le réservoir d'équilibre ou prétraitée avant injection dans la conduite principale du traitement (en particulier lors d'opérations discontinues).

#### **e. Récupération des purges et effluents internes de la nouvelle station de traitement des effluents :**

Toutes les eaux de drainage et effluents générés à l'intérieur de la station de traitement des effluents en conséquence des traitements sont entièrement collectés et recyclés.

#### **Traitement de l'eau mélangée à des hydrocarbures**

En aval du réservoir d'équilibre, l'eau est acheminée vers une unité de flottation par air dissous (DAF).

La DAF comprend des étapes de mélange rapide (coagulation/floculation).

La coagulation est réalisée avec du chlorure ferrique.

La floculation est réalisée avec un polymère anionique (produit polyélectrolyte). Ce produit chimique sera préparé sur le site. La dilution sera réalisée avec de l'eau de service.

La saturation est réalisée avec de l'air pris dans le réseau d'air comprimé.

Le traitement DAF consiste en des lignes de traitements 3 x 33 % sur la base du débit horaire moyen par temps humide.

#### **a. Traitement biologique**

L'effluent déshuilé de DCI et de bac des eaux pluviales qui est pompé vers le bac d'égalisation et qui a transité par les unités DAF contient en général moins de 5 mg/l d'huile ce qui est conforme aux exigences des exigences de traitement biologique aval. L'effluent des unités DAF s'écoule via le séparateur de débit (850-TK-009) vers le traitement biologique, qui est basé sur le processus classique de boues activées à faible charge conçu pour l'élimination de la DCO et de la DBO.

Presque tout l'azote présent dans les eaux usées sera utilisé pour la croissance bactérienne. Cela permet une décharge spécifique sans nécessiter de traitement supplémentaire tel que la nitrification/dénitrification. Dans les situations avec un rapport azote/DBO trop bas et

phosphore/DBO trop bas de l'effluent entrant, un dosage dédié d'urée et de phosphore est prévu. Les deux nutriments sont dosés proportionnellement au débit après qu'une pénurie a été détectée par analyse en laboratoire.

Le traitement des boues activées comprend deux lignes de traitement parallèles pour une capacité de conception de procédé de 200 m<sup>3</sup>/h et une capacité hydraulique de 300 m<sup>3</sup> / h par temps humide, le débit augmente jusqu'à 600 m<sup>3</sup>/h ; dans ce cas, chaque ligne de traitement biologique traitera 300 m<sup>3</sup>/h, dans ce cas le système augmente automatiquement le débit d'entrée à chaque ligne biologique en suivant les augmentations de débit d'entrée à l'usine, comprenant chacun :

- **Deux bassins d'aération circulaires** (850-X-002A/B), avec buses d'aération immergées,
- **Deux réservoirs de dégazage** 850-TK-026A/B, avec chacun un mélangeur de réservoir de dégazage et d'agitation continue (850-MX- 005A/B)
- **Deux clarificateurs** (850-X-003A/B)

Les deux lignes de traitement des boues activées sont équipées de l'élément commun suivant :

-**3 ventilateurs d'aération** à 50% (850-K-002A / B / C), un par ligne de traitement et un comme pièce de rechange commune, pour l'alimentation en air du réseau de diffuseurs d'air. En fonction du niveau d'oxygène à l'intérieur des bassins d'aération, le système de contrôle peut décider de faire fonctionner les ventilateurs en continu (faible niveau d'oxygène mesuré, ce qui signifie une charge DBO élevée) ou intermittent (niveau élevé d'oxygène mesuré signifiant une faible charge DBO). Afin de maintenir l'activité biologique et l'élimination de la DBO, le niveau d'oxygène à l'intérieur des bassins d'aération doit toujours être maintenu au-dessus de 1,5 mg/l d'O<sub>2</sub>.

-**3 pompes de recyclage des boues** (850-P-009 A/B/C), une par ligne de traitement et une en réserve, pour le recyclage des bio boues vers le bassin d'aération

-**4 Pompes à boues excédentaires** (850-P-010A/B/C/D), une par ligne DAF et une comme rechange commune, pour le transfert des boues biologiques excédentaires vers le système de flottation,

-**Un bassin de séparation** vers les filtres SBW (850-TK-028) avec alimentation par gravité de l'unité de filtration tertiaire.

Toutes les analyses de routine telles que les hydrocarbures / DBO / DCO / N / P / TSS doivent être effectuées sur une base hebdomadaire régulière par analyse en laboratoire. Ces paramètres ne nécessitent pas d'analyseurs de surveillance en ligne pour un suivi fiable et correct de la STEP. Les bassins d'aération sont équipés d'une grille d'aération de fond avec buses d'aération.

## **b. Traitement des boues**

Deux flux de boues sont produits par le système :

- Boues physicochimiques produites lors de l'extraction d'huile primaire (DCI) : boues de fond DCI
- Boues mélangées produites lors de l'extraction d'huile secondaire (DAF), y compris les boues biologiques en excès provenant le traitement biologique : boues mélangées

Les deux flux de boues sont pompés vers la section de traitement des boues où ils sont stockés dans des réservoirs de stockage de boues dédiés, respectivement :

- 850-TK-013 le réservoir de stockage de boues inférieur DCI pour le flux 1 du séparateur d'huile DCI (850-TK-003).
- 850-TK-012 le réservoir de stockage des boues mixtes pour le flux 2 des Unités DAF (850-X001-A / B / C) et des bassins d'aération (850-X-002-A / B).

Boues collectées en continu et stockées temporairement jusqu'au démarrage d'une séance de déshydratation des boues.

Les deux réservoirs de stockage des boues ne sont pas destinés à l'épaississement mais uniquement au stockage temporaire. Chaque cuve est équipée d'un mélangeur à agitation continue qui maintient l'homogénéité des boues. Cela garantit que la quantité de polymère de déshydratation utilisée lors de la déshydratation est toujours en ligne avec le débit massique de solides contenue dans les boues

Les deux flux de boues ont une centrifugeuse dédiée et une unité de déshydratation en polymère. Les deux centrifugeuses sont identiques ce qui permet de passer d'une centrifugeuse à l'autre en cas de situations exceptionnelles. La même chose est possible pour les unités polymères de déshydratation des boues. Ce mode de fonctionnement doit cependant être réservé aux situations exceptionnelles.

Il est possible pour chaque centrifugeuse de traiter les deux types de boues (boues de fond DCI ou boues mélangées) en alignant les vannes manuelles dédiées. Changer le type de boue signifie également le changement de polymère à utiliser. Pour cette raison, il sera également nécessaire d'aligner les vannes manuelles dédiées au système de dosage de polyélectrolytes. Ces opérations doivent être effectuées manuellement par l'opérateur avant de démarrer la séquence de déshydratation de la centrifugeuse. Il n'est pas permis de traiter les deux types de boues en même temps avec une seule centrifugeuse en raison de leur nature différente.

Cependant, il est possible de traiter les deux types de boues (un par un), en cas d'entretien de l'une des deux centrifugeuses, compte tenu de la capacité des cuves à boues conçues pour une durée de stockage de 2 jours environ

Les capacités des centrifugeuses ont été sélectionnées de telle sorte que la déshydratation des boues n'a lieu que 4 à 6 heures par jour, laissant suffisamment de temps pour l'entretien périodique.

De plus, le volume de stockage disponible des réservoirs de stockage de boue (850-TK-011 et 850-TK-024) crée une flexibilité supplémentaire. Le réservoir de boues mélangées 850-TK-011 et le réservoir de boues de fond DCI 850-TK-024 ont chacun une capacité tampon d'environ deux jours ce qui laisse la possibilité d'utiliser cette capacité tampon ou de passer de la centrifugeuse en cas de situation exceptionnelle.

Le système de centrifugation de boues comprend :

- Une pompe d'alimentation de centrifugeuse de boue inférieure DCI dédiée (850-P016 B)
- Une pompe d'alimentation de centrifugeuse de boues mixtes dédiée (850-P016 A)
- Une centrifugeuse auxiliaire de déshydratation DCI dédiée (850-X-005 -X01)
- Une centrifugeuse auxiliaire dédiée pour la déshydratation des boues mixtes (850-X-004-X01)
- 2 unités de dosage de préparation de polymères pour la déshydratation des boues dédiées.

La centrifugeuse décanteuse est équipée d'un système de rinçage à l'eau de service automatique qui fonctionne chaque fois que la centrifugeuse s'arrête. Ceci afin de purger la majorité des solides de la machine, facilitant ainsi le redémarrage. L'eau de service est

prélevée de l'étang Guard (850-CC-012) et pompée par des pompes de surpression d'eau de service (850-P-011A / B / C).

Le centrifugeur séparé des boues par les centrifugeuses s'écoule dans le réservoir de centrifugation de centrifugeuse (850-TK-014), d'où il est recyclé vers le réservoir d'égalisation (850-TK-002) au moyen de 2 pompes à centrifugation submersibles à 100% (850 -P-017A / B), un devoir en veille.

Le gâteau de boue déshydraté est déchargé directement dans une benne de stockage pour élimination.

### **c. Filtration sur sable**

Les filtres à sable autonettoyants sans soupape de type VSWF67 sont utilisés comme filtration tertiaire car la charge en solides de ces filtres est normalement déjà très faible avec une valeur seuil de rejet de solides de 25 mg / L). Le système de filtration tertiaire a donc un service relativement faible. Les trois filtres à rétro lavage automatique (850-ST-003 A / B / C) fonctionnent de manière totalement indépendante et automatique, en modes de filtration et de lavage. L'eau de filtration provient d'un réservoir de tête et, après filtration à travers une couche de granulométrie fine, remonte vers le réservoir d'eau filtrée en tête. Lorsque le réservoir est plein, l'eau sort par gravité vers le bassin d'observation

Lorsque les couches filtrantes se colmatent, le niveau monte dans le réservoir de tête et dans la branche amont d'un siphon. Lorsque la perte de charge maximale est atteinte, l'air comprimé contenu dans le siphon s'échappe et le siphon est amorcé. Le contenu du réservoir d'eau filtrée traverse la couche filtrante à contre-courant, la lavant ainsi.

L'eau de lavage est collectée dans le bassin d'eau de lavage 850-TK-029 qui a une capacité de 300 m<sup>3</sup>, suffisante pour la collecte de trois cycles de contre-lavage simultanés. Les pompes submersibles 850-P-012A / B évacuent l'eau de contre-lavage du filtre et maintiennent toujours le niveau à l'intérieur du 850-TK-029 à sa valeur minimale. L'eau de lavage à contre-courant du filtre est renvoyée vers le séparateur d'écoulement 850-TK-009 d'où elle est mélangée avec la boue activée.

Ce type de filtre offre la garantie qu'un colmatage anormal du lit filtrant ne se produira jamais, puisque le lavage a lieu automatiquement à une valeur de perte de charge fixe et

Prédéterminée. Ces filtres conviennent à l'eau avec des niveaux de solides en suspension faibles à modérés.

En raison de la finesse du sable (NES 0,55 ou 0,65) et de la faible profondeur du lit, la capacité de rétention est assez faible et les taux de filtration, qui en pratique sont généralement de 5 à 7,5 m / h, ne doivent pas dépasser 10 m / h. Dans des conditions de fonctionnement normales, nous prévoyons que les filtres peuvent également être contournés car la teneur en solides à la sortie du clarificateur devrait déjà être inférieure à 25 mg / L.

#### **d. Gestion des effluents traités**

##### **a. Système de régulation et de surveillance**

Les paramètres suivants font l'objet d'une surveillance continue à la sortie du traitement final :

Température, pH, Débit et volumes instantanés/moyens générés sur des périodes sélectionnées (journée, semaine, mois, etc.)

Un point de prélèvement d'échantillons est fourni pour collecter les échantillons instantanés (analyses à réaliser en laboratoire). Le point de prélèvement d'échantillons permet le raccordement d'un système réfrigéré prévu pour collecter et stocker 24 heures d'échantillons composites.

##### **b. Bassin d'observation (optionnel)**

Les effluents traités sont amenés sous pression à un bassin d'observation (850-CC-019). Le bassin d'observation peut être isolé à l'entrée/la sortie quand c'est nécessaire, aux fins du nettoyage ou quand une perturbation de la qualité de l'eau amenée est détectée (en particulier en provenance de l'égout WY).

Le bassin d'observation reçoit :

- Les effluents traités sortis du traitement biologique/du filtrage final
- La purge des tours de refroidissement existantes/nouvelles
- La purge des chaudières existantes/nouvelles
- L'eau de régénération de l'installation de déminéralisation

En aval du bassin d'observation, les effluents sont de nature à être rejetés à l'égout gravitaire hors de la limite de zone, conformément aux exigences détaillées.

En cas d'isolement de la sortie (au moyen d'une soupape de conduite forcée) à cause d'une détection d'eau hors spécifications ou en cas de débit excessif (> env. 1500 m<sup>3</sup>/h), l'eau est déviée vers le bassin d'orage WY 850-CC-017 où elle est provisoirement stockée. Elle peut être ensuite évacuée par pompage (par 850-P-041 A/B) en vue de son traitement dans 850-M-001.

Le bassin d'observation tient également lieu de protection contre la présence accidentelle d'hydrocarbures dans l'égout WY ou la station de traitement des effluents en aval. Elle est équipée d'un ensemble d'écumage (850-M-002) qui permet d'éliminer les éventuelles traces d'hydrocarbures à la surface de l'eau.

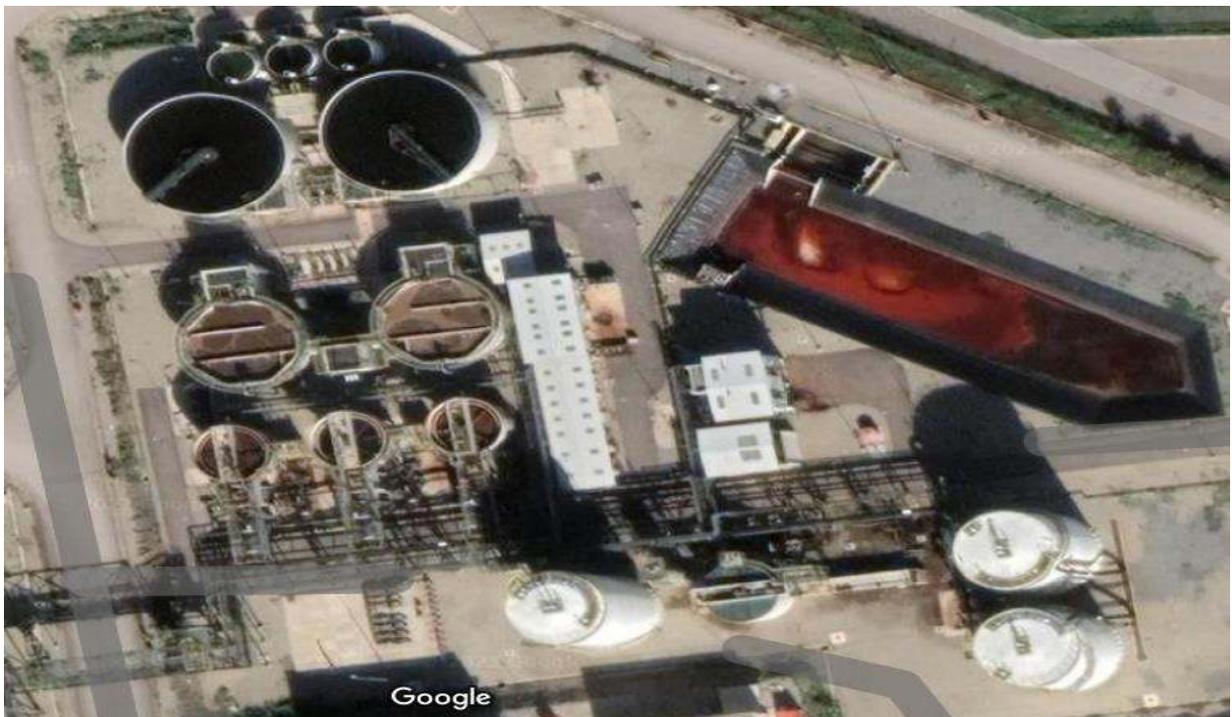
#### 2.4 Equipements des procédés :

**Tableau N°3 : Les Equipements des procédés (hors ensemble)**

N° d'étiquette	Description	Pression de design	Température de design
850-CC-019	Bassin d'observation	Atm.	65 °C
850-CC-017	Bassin d'orage HY	Atm.	65 °C
850-CC-018	Bassin d'orage WY	Atm.	65 °C
850-P-001 A/B/C	Pompes élévatoires par temps sec (nouvelles unités de procédés)	5,1 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C
850-P-002 A/B/C/D	Pompes élévatoires par temps humide (nouvelles unités de procédés)	5,0 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C
850-P-022 A/B	Pompes élévatoires par temps sec (unités de procédés existantes)	5,9 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C
850-P-023 A/B/C	Pompes élévatoires par temps humide	5,9 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C

N° d'étiquette	Description	Pression de design	Température de design
	(unités de procédés existantes)		
850-P-040 A/B	Pompes élévatoires du bassin d'orage HY	3,5 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C
850-P-041 A/B	Pompes élévatoires du bassin d'orage WY	3,5 kg.cm <sup>2</sup>	65 °C
850-CC-001	Puisard de récupération en entrée (nouvelles unités de procédés)	Atm.	65 °C
850-CC-016	Puisard de récupération en entrée (unités de procédés existantes)	Atm.	65 °C

La figure suivante montre la vue aérienne de la station des traitements des effluents industriels :



**Figure 3 : Vue aérienne de la station de traitement des effluents industriels (ETP).**



## **Introduction**

Dans toute station des eaux résiduaires, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute à l'entrée et de l'eau traitée à la sortie afin de déterminer les paramètres physico-chimiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des polluants pour donner une bonne appréciation des performances de purification de la STEP.

Pour cela, le prélèvement et l'échantillonnage doivent être représentatifs, en respectant l'enchaînement des étapes et le conditionnement du matériel.

La stratégie adoptée est la suivante ; analyser trois échantillons durant le mois de Mai, des rejets de la raffinerie :

- A l'entrée de la station ETP
- A la sortie DCI
- A la sortie DAF
- A la sortie Bassin biologique
- A la sortie de la station ETP

La mesure de ces paramètres a été effectuée au niveau du laboratoire de la raffinerie d'Alger.

### **1. Prélèvements et échantillonnage :**

#### **Introduction**

Le premier objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire analyser (eaux, boues, graisses, ...) suivant l'état solide, liquides ou gazeux de l'élément que l'on souhaite analyser, la méthode de prélèvement ne sera pas la même.

Il peut s'agir d'échantillon :

- Ponctuel ou instantané (pris par hasard dans la journée).
- Composite ou proportionnel (deux ou plusieurs échantillons mélanger dans des proportions connues et adaptées à partir duquel il est possible d'obtenir une valeur moyenne) par rapport au temps, au débit, ou à tout autre unités. [20]

## **Echantillonnage et conditionnement de matériels**

Dans cette étude, nous avons effectué l'échantillonnage ponctuel à différents endroits de la chaîne notamment au niveau d'entrée et de sortie d'ETP (la station de traitements des effluents liquides) dans le but de suivre l'évolution physicochimique de ces eaux de rejet.

Le matériel d'échantillonnage inerte non susceptible de perturber les analyses effectuées sur l'échantillon est constitué de :

- Bouteilles en verre stérilisées
- Afin de réduire au minimum le risque de contamination, il convient de nettoyer le matériel avec de l'eau et du détergent, puis le rinçage à l'eau courante de robinet, puis à l'eau distillée ;
- L'identification des flacons d'échantillons doit s'effectuer sur place en utilisant des étiquettes avant expédition au laboratoire en précisant :
  - la source de l'échantillon (en amont ou en aval).
  - la date d'échantillonnage et le type de test que l'échantillon à effectuer.

-Le pH doit être mesuré lors du prélèvement car la température influence sur ce paramètre (la température augmente avec l'augmentation du pH). [20]

## **Méthode d'analyse**

Les analyses de chaque paramètre ont été faites au niveau de laboratoire spécialisé (**Le protocole d'analyse est détaillé dans la partie Annexe III**)

## **Traitement par l'antracite et le foin**

Les matériaux utilisés dans le traitement sont le foin et l'antracite :

### **Le foin**

Le fourrage est séché partiellement ou totalement à l'air libre sous les radiations solaires. Le foin a une faible teneur en eau (environ 20%), ce qui lui permet de se conserver très longtemps. [25]

### a. Caractéristiques physico-chimiques

Le fourrage contient, en proportions variables, de l'azote et du carbone qui se présente sous des formes diverses plus ou moins facilement assimilables : Glucides solubles, substances pectiques, hémicellulose, cellulose et lignine. [25]

#### L'anthracite

L'anthracite est une roche sédimentaire d'origine organique. C'est une variété de charbon grise, noirâtre et brillante extraite des mines.

### a. Caractéristiques techniques (anthracite support : gros grains) :

L'anthracite en tant que charbon actif a été utilisé comme support de référence afin d'évaluer les capacités de sorption. La composition chimique de ce matériau est indiquée dans le tableau suivant :

**Tableau 4 : représentation de la composition chimique du l'anthracite.**

Teneur en Carbone (%)	Teneur en Eau (%)	Cendres (%)	Composants volatils (%)	Pouvoir calorifique (kj/kg)
Environ 93-97	Environ 1	Environ 3.5	Environ 5	Environ 33500-34900

Les caractéristiques techniques du lit filtrant utilisé durant notre étude expérimentale se résument comme suit :

- granulométrie moyenne : 1.5 à 3 mm ;
- densité moyenne : 1.7

Pour évaluer l'efficacité des matériaux adsorbants et/ou filtrants, nous avons mesuré les paramètres physico-chimiques suivants :

(Débit, pH, DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, Azote total, Chrome<sup>3+</sup>, Chrome<sup>6+</sup>, Plomb) et les paramètres spécifiques aux raffineries (Phénol et Hydrocarbures).

En premier lieu, des prélèvements sont effectués à la sortie de la station ETP afin les traiter par deux filtres sorbants à base de foin et/ou de charbon actif (adsorbant). Le but étant d'évaluer leurs capacités à clarifier les effluents de la raffinerie.

Comme le montre le dispositif de la Figure 9 les tests consistent à effectuer les opérations suivantes :

- Mise des portions de sorbant (foin ou anthracite) dans des ampoules de 1L en verre brun pour éviter la photo-oxydation des hydrocarbures
- Rinçage répétés et successifs avec l'eau de robinet pour éliminer toutes les impuretés.



**Figure N°4 : Photographie numérique montrant le rinçage de l'Anthracite et du foin.**

Les analyses physico-chimiques des ERI traités par les sorbants (Foin ou Anthracite) ont été effectuées au laboratoire, après filtration d'un litre d'eau de l'effluent pollué prélevé en amont.

### 1) Filtration par l'anthracite

- Rinçage des ampoules à décanter à plusieurs reprises
- Verser l'anthracite dans une ampoule à décanter.
- Faire passer l'effluent, à travers l'ampoule contenant l'anthracite
- Récupérer l'eau sortante de l'ampoule

- Procéder à l'analyse physico-chimique

## **2) Filtration par le foin**

- Rinçage des ampoules à décanter à plusieurs reprises

- Verser le foin dans une ampoule à décanter.

- Faire passer l'effluent, à travers l'ampoule contenant le charbon actif

- Récupérer l'eau sortante de l'ampoule

- Procéder à l'analyse physico-chimique- Récupérer l'eau sortante de l'ampoule pour suivre les mêmes analyses effectuées.

3)

## **Filtration par foin + anthracite**

- Rinçage des ampoules à décanter à plusieurs reprises.

- Verser l'anthracite et le foin dans une ampoule à décanter.

- Faire passer l'effluent, à travers l'ampoule contenant l'anthracite et le foin.

- Récupérer l'eau sortante de l'ampoule.

- Procéder à l'analyse physico-chimique.

## **Conclusion**

Afin d'obtenir des résultats fiables, l'analyse des paramètres physico-chimiques doit suivre strictement le protocole de test proposé.

Le prétraitement et le conditionnement du matériel utilisé pour cette étude sont des étapes très importantes avant l'échantillonnage et les analyses, pour la reproductibilité des résultats et éviter toute sorte de contamination.

Ces analyses qui sont effectuées au sein de la STEP d'Alger sont indispensables pour pouvoir juger la performance de la station.



## Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats du prélèvement d'une manière facile à analyser. Peut être utilisé pour améliorer le niveau de la pollution résiduelle industrielle de la raffinerie d'Alger RA1G, avant de les rejetés dans le milieu naturel.

Ces analyses ont pour but d'étudier l'efficacité des processus du traitement effectuer au sein de cette raffinerie, et les comparer avec la norme définie par le décret N°06-141.

### 1. Evolution des paramètres physico-chimiques

Les variations des teneurs des différents paramètres étudiés en fonction des échantillons prélevés, déterminant le degré de la pollution donc la qualité de ces échantillons, elles seront représentées dans les figures qui vont suivre.

#### Débit

Le débit d'eau traitée est mesuré à l'aide du débitmètre placé à la sortie de la station de traitement, il est de **190 m<sup>3</sup>/h (0.46 m<sup>3</sup>/t)**, valeur respecte par une large gamme la norme fixée par le décret qui est de **1 m<sup>3</sup>/t**.

#### Potentiel Hydrogène

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :

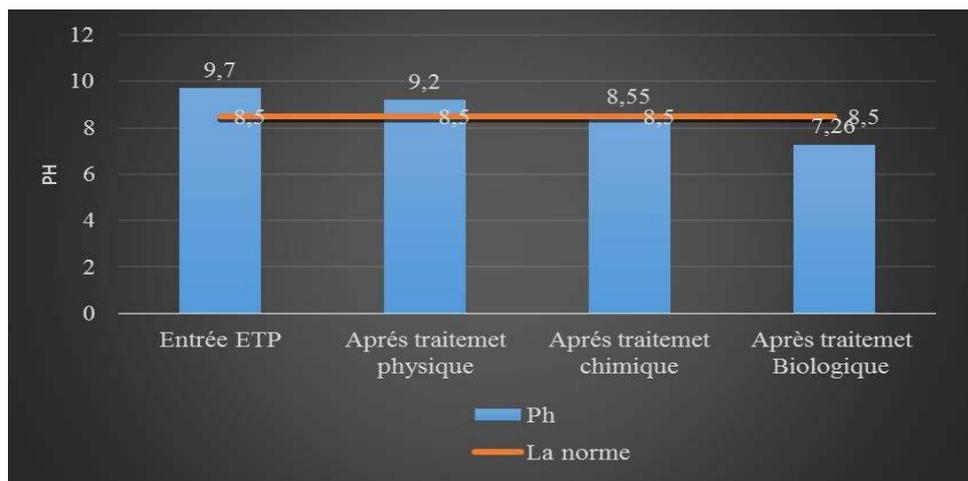


Figure N°5 : Variation du pH en amont et aval de chaque traitement.

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs du pH comprises entre 9.7 et 7.26.

L'augmentation du pH expliqué par :

**Tableau 5 : Explications des valeurs de pH.**

Désignation	pH	Discussion
Entrée ETP	9.7	Injection de $H_2SO_4$ dans le puisard de récupération CC001
Sortie DCI	9.7→9.2	La séparation par décantation n'est pas conçue pour diminuer le PH
Sortie DAF	9.2→8.55	Injection de $FeCl_3$
Sortie clarificateur	8.55 →7.26	Injection de $H_3PO_4$

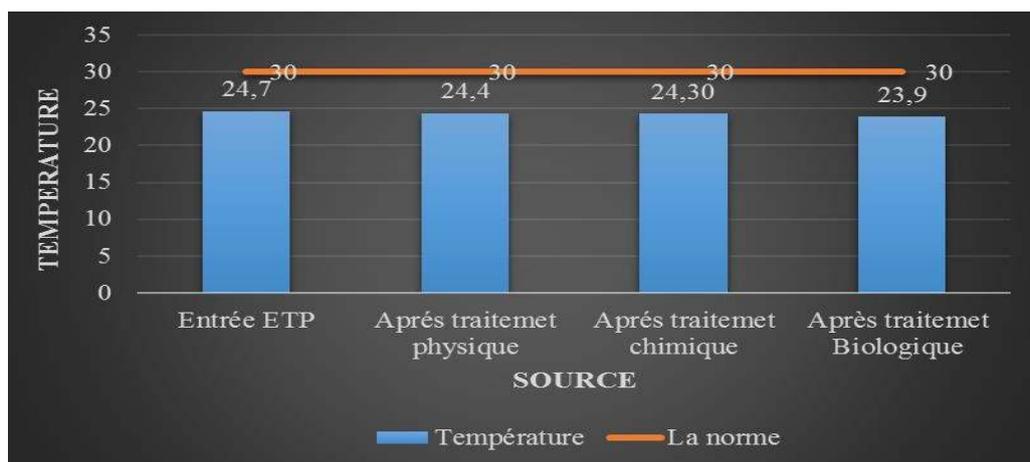
De cela l'augmentation du pH est causée par la nature de la charge des rejets qui contient une forte teneur en composé utilisé pour la protection contre la corrosion et les composés oxygénés.

Le pH dépend de l'origine des eaux. C'est l'un des paramètres parmi les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement **(RODIER, 2009)**.

Les valeurs fixées par la norme de rejet doivent donc être respectée et surveillée afin d'éviter les impacts négatifs sur la vie aquatique que peuvent engendrer une eau acide ou alcaline.

### **Température**

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 6 : Variation de la température en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs de température comprises entre 24.7 et 23.9 C°.

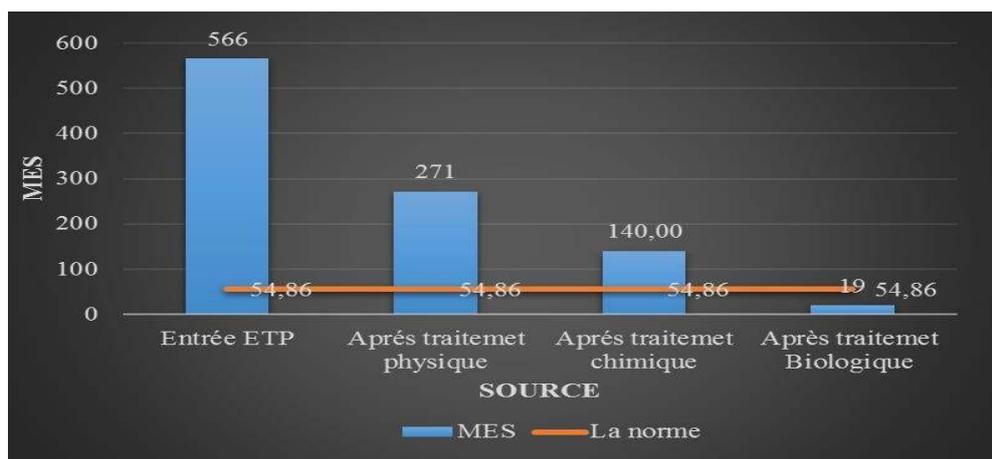
En arrivant à la sortie de la station, la température a légèrement baissé après l'écoulement, ce qui explique que le procédé de traitement permet à l'ERI de se refroidir avant d'être rejeté dans le réseau communal et le milieu récepteur.

Les valeurs de température obtenue après chaque traitement sont dans les normes.

L'augmentation de la température engendre une pollution thermique, qui détruit les organismes aquatiques et affecter les activités de photosynthétique, il est donc nécessaire de la limiter dans les eaux usées.

### **Matières en suspension**

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RAIG :



**Figure 7 : Variation de MES en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs de MES comprises entre 566 et 19 mg/L.

La teneur en matières en suspension enregistrée après chaque traitement répond à la norme fixée par le décret N °06-141 à 25 g.t<sup>-1</sup>.

#### Conversion de mg/L à g/t :

Sachant que la quantité de brut traité est de **301419 t/mois**.

$$\frac{54,86 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1000}{1000} = 54,86 \text{ g/m}^3.$$

La charge traité 301419 t/mois = 418.6375 t/h.

$$B = \frac{\text{Flux spécifique}}{\text{charge traité}} = 0,45 \text{ m}^3/\text{t}.$$

$$54,86 \text{ g/m}^3 \times 0,45 \text{ m}^3/\text{t} = 25 \text{ g/t}.$$

La valeur de MES expliqué par :

**Tableau 6 : Explication des valeurs de MES.**

Désignation	MES (mg/L)	Discussion
Entrée ETP	566	La matrice de l'entrée est chargée en poussière, sable, résidus catalyseur...

Sortie DCI	566→271	La décantation, l'écémage et la purge des boues
Sortie DAF	271→140	Coagulation- floculation (les particules ionisées se captent entre elles formant des floes surnageants écémés par le racleur).
Sortie clarificateur	140→19	Oxydation, dégradation de la matière organique et écémage au niveau du clarificateur.

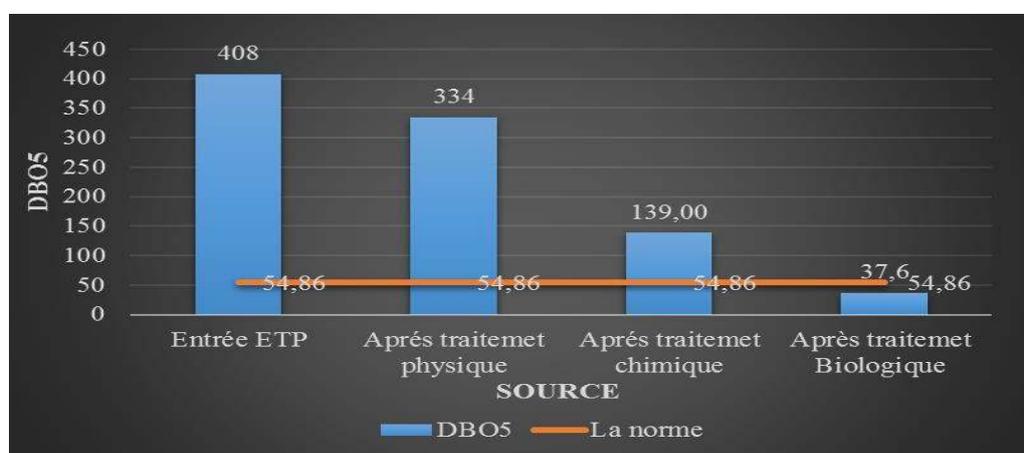
La valeur de MES dans la sortie du bassin biologique était aussi dans la norme, donc on peut conclure que les trois traitements (physique, chimique, biologique) ont été efficaces pour l'élimination de MES.

L'élévation de la teneur de MES perturbe la vie aquatique. **(RODIER 2009)**.

Les MES représentent des impuretés non dissoutes dans l'eau. **(F. BERNE 1991)**

### Demande biologique en oxygène

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 8 : Variation de DBO<sub>5</sub> en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs comprises du DBO entre 408 et 37.6 mg/l.

La valeur de demande biologique en oxygène est expliquée par le tableau suivant :

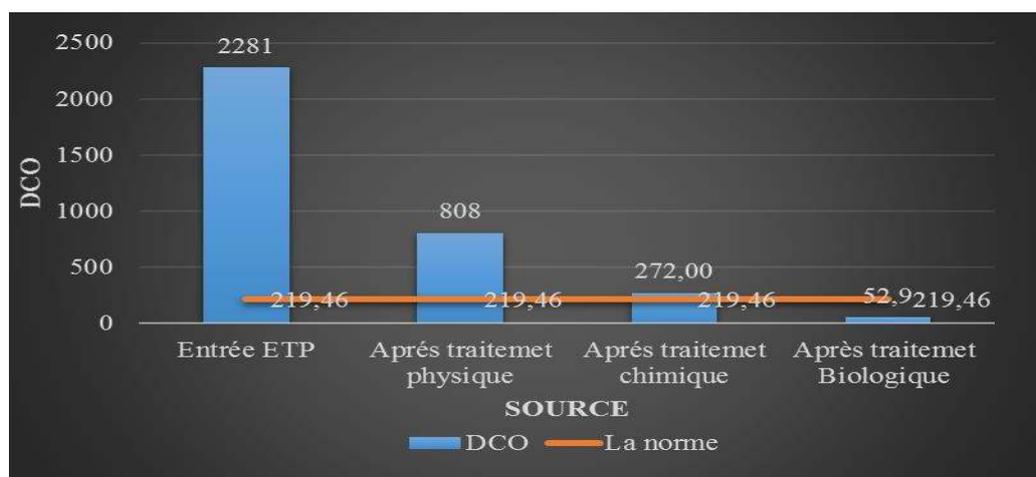
**Tableau 7 : Explication des valeurs du DBO<sub>5</sub>.**

Désignation	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Discussion
Entrée ETP	408	Forte concentration des effluents en hydrocarbures
Sortie DCI	408→334	Ecrémage des huiles
Sortie DAF	334→139	Le taux d'abattement de la DBO <sub>5</sub> par la coagulation-floculation est de l'ordre de 58 % dû aux éléments éliminés lors du processus C-F et enfin le passage par le racleur.

Les valeurs obtenues respectent largement les valeurs limites définie par la norme, mis à part l'entrée (408 mg/L) qu'elle est supérieure à la valeur limite (315 mg/L) et cela justifié par la charge polluante élevée des effluents prévenants des différentes unités de production. De plus, la biodégradabilité incomplète est due probablement soit à un excès de la biomasse c'est-à-dire l'abondance de la matière organique et la concentration forte de ces effluents en hydrocarbures et produits phénols, soit à un défi d'oxygène.

### Demande chimique en oxygène

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 9 : Variation de DCO en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs comprises du DCO entre 2281 et 52.9 mg/l.

Les valeurs de la DCO sont élevées (2281 mg/l) à l'entrée de l'ETP, et à la sortie du bassin biologique la teneur du DCO a diminuée jusqu'à (52.9mg/l) qui répond à la norme de décret N °06-141.

Les valeurs de la demande chimique d'oxygène expliquée par le tableau :

**Tableau 8 : Explication des valeurs du DCO.**

Désignation	DCO (mg/l)	Discussion
Entrée ETP	2281	Forte concentration des effluents en hydrocarbures
Sortie DCI	2281 → 808	Ecrémage des huiles
Sortie DAF	808→272	Le taux d'abattement de la DBO <sub>5</sub> par la coagulation-floculation est de l'ordre de 66 % du aux éléments éliminés lors du processus C-F et enfin le passage par le racleur
Sortie clarificateur	272→52.9	Dégradation importante de la charge organique par la bactérie

Cela est dû à l'oxydation des matières oxydables, biodégradables ou non, présentes dans les effluents, comme les eaux de laboratoire, constituants des ER riches en substances toxiques et des matières biodégradables oxydables. Et là on constate que les trois traitements ont une efficace performance.

Ce phénomène signifie une dégradation partielle de la matière oxydable, ce qui indique l'activité bactérienne ralentit.

L'objectif de l'estimation de la DCO, permet d'évaluer le risque polluant associé aux effluents, et son impact par rejet sur le milieu naturel. Les matières oxydables consomment l'oxygène dissous et entraînent l'asphyxie des êtres vivants. **(RODIER, 2009)**

## Rapport DCO / DBO5

Pour caractériser une pollution industrielle, on considère souvent le rapport DCO/DBO5, qui donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux résiduaires et ses possibilités de traitement. En fait, l'examen de ce rapport fournit des indications utiles sur la biodégradation des effluents ; sachant que la valeur de la DCO a la sortie de la station de traitement est de **52.9 mg/l** et que la DBO5 est de **37.6 mg/l**.

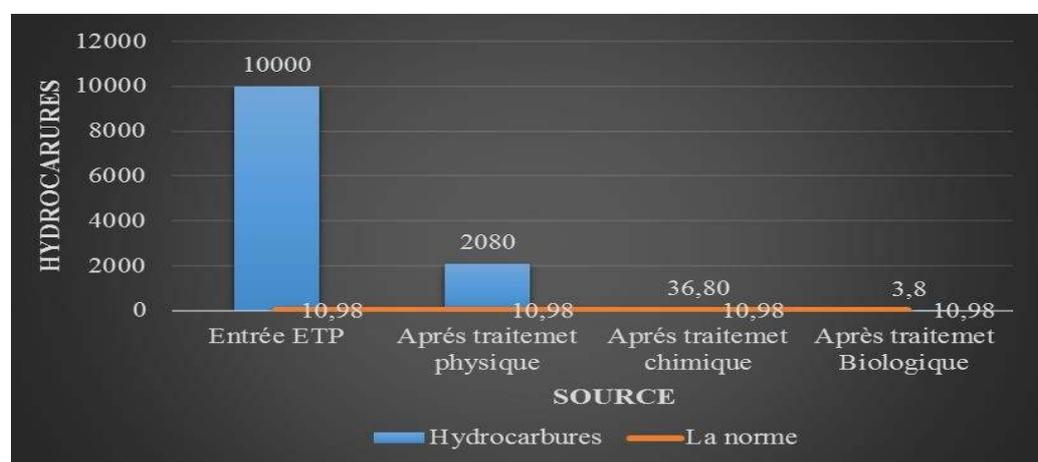
- Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> :  $\frac{52.9}{37.6} = 1.4$

D'après ces valeurs obtenues qui sont proches à **1.5**, nous pouvons constater que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.

Le calcul de ce rapport représente un avantage très important, il consiste à savoir le degré de pollution de l'eau résiduaire industrielle et optimiser les paramètres physiques et chimiques de l'eau afin de proposer des méthodes de traitement adaptées

## Hydrocarbures (HC)

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 10 : Variation des hydrocarbures en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs des hydrocarbures comprises entre 10000 et 3.8mg/l.

Les valeurs des hydrocarbures expliqués par le tableau :

**Tableau 9 : Explication des valeurs d'Hydrocarbures.**

Désignation	HC (mg/L)	Discussion
Entrée ETP	10000	Forte concentration des effluents en hydrocarbures
Sortie DCI	10000→2080	Décantation et écrémage des hydrocarbures
Sortie DAF	2080→36.8	Elimination importante des hydrocarbures dissouts dans l'effluent à traiter
Sortie clarificateur	36.8→3.8	Dégradation des hydrocarbures par les bactéries

La teneur enregistrée à l'entrée de l'ETP est de 10 000 mg/L, ce qui est nettement supérieur au paramètre du design fourni par le constructeur (1000mg/L), malgré il a éliminé une grande quantité des Hydrocarbure), mais la teneur reste encore élevée à la sortie du DCI qui est de 2080 mg/L.

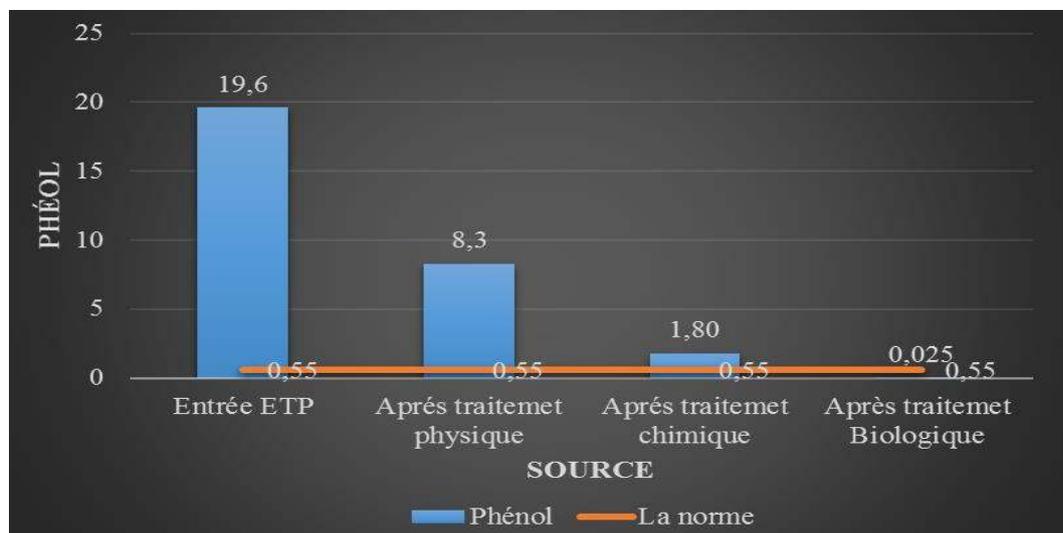
A la sortie du traitement chimique et biologique, une diminution significative de la teneur en hydrocarbures a été observée, qui est due à la bonne performance du procédé de coagulation-floculation, qui vise à éliminer les hydrocarbures dissous dans l'effluent, et par la suite la dégradation des micro-organismes jusqu'à atteindre la valeur 3.8mg/L.

Donc on peut constater que les trois traitements sont efficaces pour l'élimination des Hydrocarbures, en particulier le traitement physique.

En général, les dérivés du pétrole n'ont pas une toxicité élevée. Il faut une absorption de plusieurs dizaines de millilitres pour déclencher des irritations digestives, des troubles neurologiques par affinité pour les lipides, une atteinte rénale. Par contre, les additifs sont beaucoup plus toxiques. (RODIER, 2009).

## Phénol

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 11 : Variation du phénol en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs de phénol comprises entre 19.6 et 0.025 mg/l.

Les valeurs du phénol expliquées par le tableau :

**Tableau 10 : Explication des valeurs du phénol.**

Désignation	Phénol (mg/L)	Discussion
Entrée ETP	19.6	Eaux de purge de différents bacs de stockage.
Sortie DCI	19.6→8.3	Décantation et l'écumage des huiles
Sortie DAF	8.3→1.8	Taux d'abattement 78 % dû aux éléments éliminés lors du processus C-F et enfin le passage par le racleur
Sortie clarificateur	1.8→0.025	Dégradation du phénol par les bactéries est efficace

Une teneur en phénol de 19.6 mg/l a l'entrée de l'ETP qui est supérieure au paramètre de design fourni par le constructeur qui est de 10 mg/l. Cette augmentation se traduit par la présence d'une quantité très élevée des eaux huileuses ; provenant des différents procédés du raffinage et les eaux de purge de différents bacs de stockage.

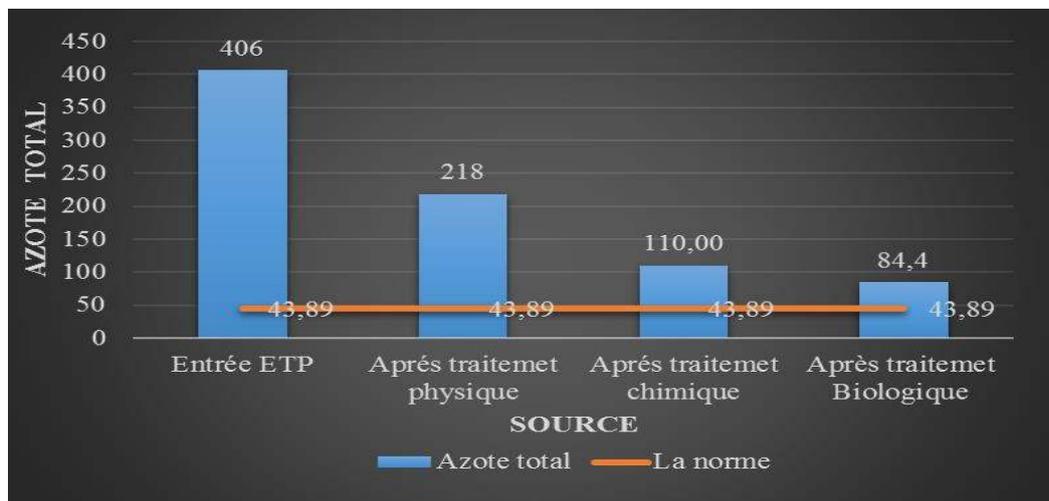
A la sortie DCI jusqu'à la sortie de l'ETP, les teneurs en phénol diminuent de **8.3** au **0.025 mg/l**.

Le traitement physico-chimique a permis de réduire cet excès de phénols de telle sorte que les valeurs enregistrées se rapprochent de la norme définie par le décret à une valeur de 0.25 g/t. nous avons trouvé des valeurs élevées de phénols dans les eaux résiduaires industriel à l'aval du traitement.

La nuisance des phénols est due à la formation, lors des chlorations, des composés d'addition stables, les chlorophénols dont des traces infimes ( $0.1 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) donnent un gout caractéristique à l'eau traitée. **(BERNE, 1991)**

### Azote

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 12 : Variation de l'Azote total en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique).

Les valeurs de l'Azote expliqué par :

**Tableau 11 : Explication des valeurs d'Azote total.**

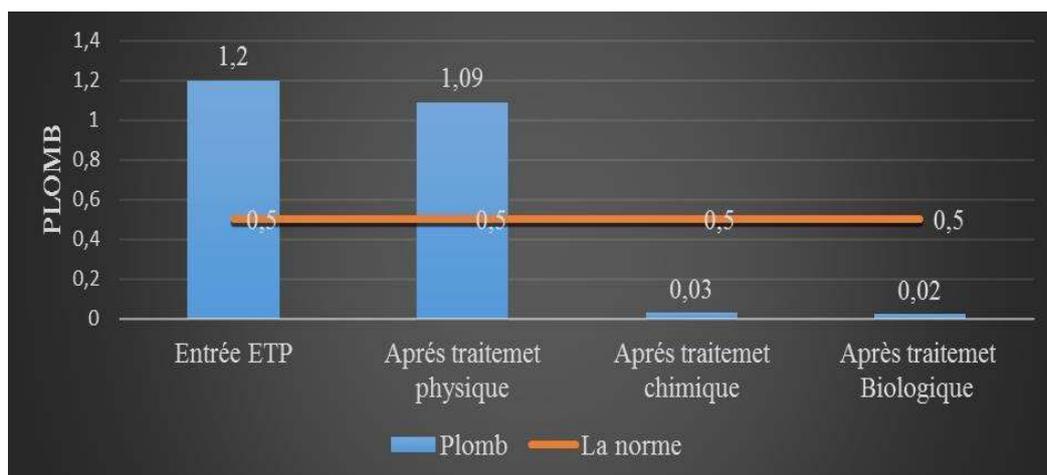
Désignation	Azote (mg/l)	Discussion
Entrée ETP	406	Forte concentration des eaux acides en NH <sub>3</sub> (< 300 ppm)
Sortie DCI	406→218	Ecrémage des huiles
Sortie DAF	218→110	Le taux d'abattement important de l'azote est dû au phénomène de coagulation-floculation
Sortie clarificateur	110→84.4	D'après l'expérience, la bactérie peut dégrader la pollution azotée jusqu'à 25.6 mg/l

La teneur en azote à l'entrée de la station est très élevée 406mg/l (185g/t) par rapport la valeur du design qui est 20g/t. La quantité de ce paramètre reste hors norme jusqu'à la sortie ETP qui est de **84.4 mg/l (38.49 g/t)**.

Ceci peut s'expliquer par la nature de la charge des rejets provenant des unités de raffinage ; d'une part en raison de la forte teneur en composés (par exemple : inhibiteurs de corrosion) qu'elles utilisent, et d'autre part en raison de l'ajout des nutriments pour la multiplication bactérienne en amont de traitement biologique (Urée) d'autre part.

### **Plomb**

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 13 : Variation de plomb en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs de plomb comprises entre 1.2 et 0.02 mg/l.

Les valeurs de plomb expliqués par :

**Tableau 12 : Explication des valeurs du Plomb.**

Désignation	Plomb (mg/L)	Discussion
Entrée ETP	1.2	Le pétrole algérien contient des teneurs faibles en plomb
Sortie DCI	1.2→1.09	La séparation par décantation n'est pas conçue pour l'élimination des métaux
Sortie DAF	1.09→0.03	Le taux d'abattement est de 97.24% dû aux éléments éliminés lors du processus C-F et enfin le passage par le racleur
Sortie clarificateur	0.03→0.02	Le plomb est à l'état de traces,

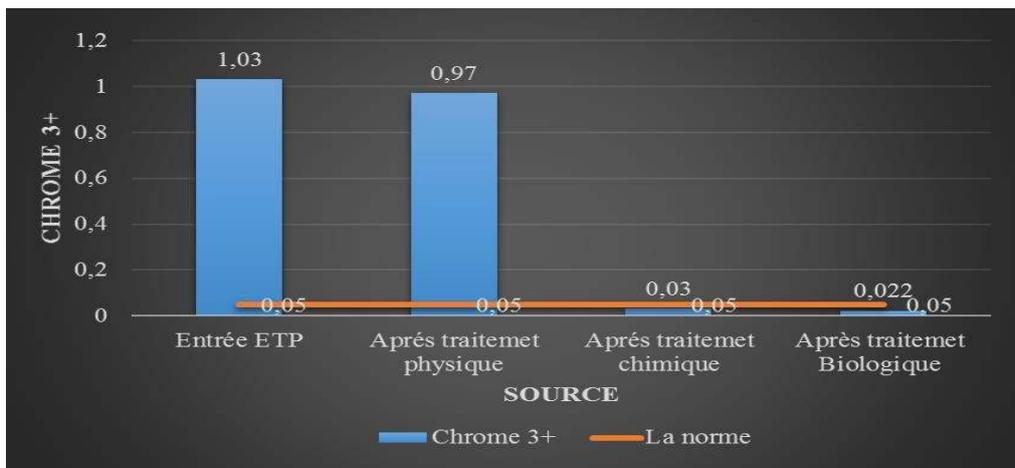
Les résultats d'effluents à l'entrée de l'ETP et à la sortie DCI, possèdent des teneurs élevées en plomb, qui peut expliquer par son utilisation pour augmenter l'indice d'octane pour obtenir une essence super.

Après le traitement chimique et biologique nous observons des réductions de plomb allant presque à son élimination de 1.2 mg/l jusqu'à 0,02 mg/l.

Nous remarquons d'après les résultats que les types de traitements répondent à la norme de rejet définie par le décret à une valeur de 0.5 mg/l.

### Chrome<sup>3+</sup>

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 14 : Variation du Chrome<sup>3+</sup> en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs de chrome<sup>3+</sup> entre 1.03 et 0.022 mg/L

Les valeurs du chrome<sup>3+</sup> expliquées par :

**Tableau 13 : Explication des valeurs de Chrome<sup>3+</sup>.**

Désignation	Chrome(mg/L) Cr <sup>+3</sup>	Discussion
Entrée ETP	1.03	Forte concentration des effluents en hydrocarbures
Sortie DCI	1.03→0,97	La séparation par décantation n'est pas conçue pour l'élimination des métaux

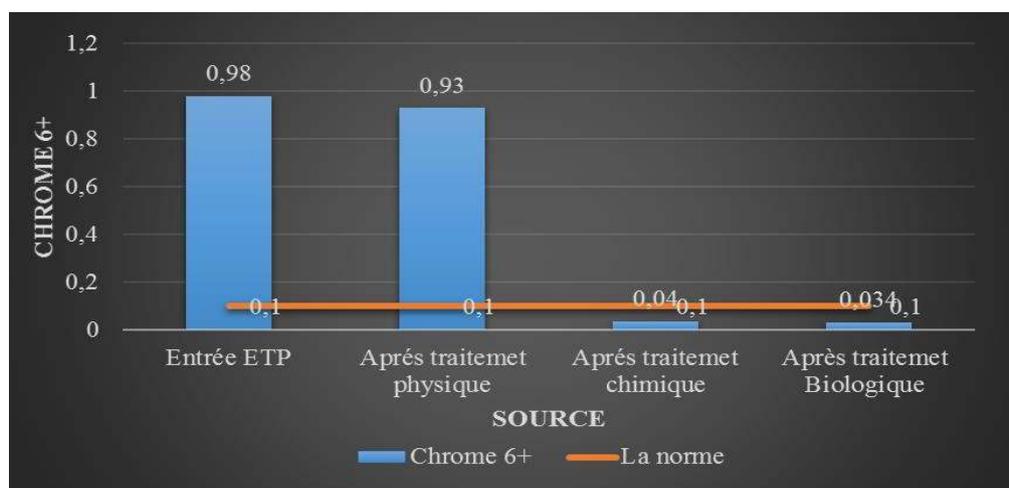
Sortie DAF	0.97→0.031	Le chrome est un puissant oxydant, peut être facilement réduit en présence d'un réducteur ( <b>Kleber and Helz, 1992 ; Hug et al, 1997</b> )
Sortie clarificateur	0.031→0.022	Traitement biologique faible ( <b>Xua et al, 2010, Abdel Nasser et al, 2011, Alejandro et al, 2007</b> ).

Les teneurs de  $Cr^{3+}$  à l'entrée de l'ETP et la sortie DCI sont plus élevées qu'après le traitement chimique et biologique.

Certains des composés de chrome sont ajoutés à l'eau de refroidissement industrielle en tant que composant anti- corrosion (**RODIER, 2009**).

### Chrome<sup>6+</sup>

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RAIG :



**Figure 15 : Variation du Chrome<sup>6+</sup> en amont et aval de chaque traitement.**

Les différentes étapes de traitement durant notre étude à l'entrée de l'ETP, après traitement physique (sortie DCI), après traitement chimique (Sortie DAF), après traitement biologique (sortie bassin biologique) ont montré des valeurs comprises entre 0.98 et 0.034 mg/l.

Les valeurs du chrome<sup>6+</sup> expliquées par :

**Tableau 14 : Explication des valeurs de Chrome<sup>6+</sup>.**

Désignation	Chrome(mg/L) Cr <sup>+6</sup>	Discussion
Entrée ETP	0.98	Forte concentration des effluents en hydrocarbures
Sortie DCI	0.98→0.93	La séparation par décantation n'est pas conçue pour l'élimination des métaux
Sortie DAF	0.93→0.036	Le chrome est un puissant oxydant, peut être facilement réduit en présence d'un réducteur ( <b>Kleber and Helz, 1992 ; Hug et al, 1997</b> )
Sortie clarificateur	0.036→0.034	Traitement biologique faible ( <b>Xua et al, 2010, Abdel Nasser et al, 2011, Alejandro et al, 2007</b> ).

D'après les résultats des analyses nous remarquons des valeurs élevées à l'entrée et à la sortie DCI de 0,98 et 0,93 mg/l, ceci peut être expliqué en utilisant des composés film similaire + anticorrosion riche en chrome.

Du point de vue de la vie aquatique, les organismes inférieurs (limite : 0,05 mg. L<sup>-1</sup> en chrome total) sont plus sensibles que les poissons (limite : 1 mg. L<sup>-1</sup> en chrome total) (**RODIER, 2009**)

Les traitements chimique et biologique ont aidé à éliminer une quantité des cr<sup>6+</sup> de 0,98 jusqu'à 0,034 mg/l qui sont efficaces pour obtenir une valeur du Cr<sup>6+</sup> répond largement à la norme de décret.

Nous remarquons d'après les résultats que les traitements répondent à la norme de rejet définie par le décret qui est fixée par une valeur de 0,1 mg. L<sup>-1</sup>.

### **Conclusion N°1**

Les résultats d'analyse des eaux traitées au niveau de l'ETP, montrent que celle-ci rejette une eau traitée non conforme par rapport à la réglementation et cela est dû à la concentration élevée de l'azote.

**Tableau 15 : représentation des valeurs d'azote total à la sortie d'ETP.**

Azote en mg/L	Azote en g/t	La valeur limite par le décret N° 06-141 (g/t)
84.4	38.49	20

### **Axe d'amélioration**

Pour lever cette non-conformité, nous avons pris cette eau et on l'a fait passer à travers :

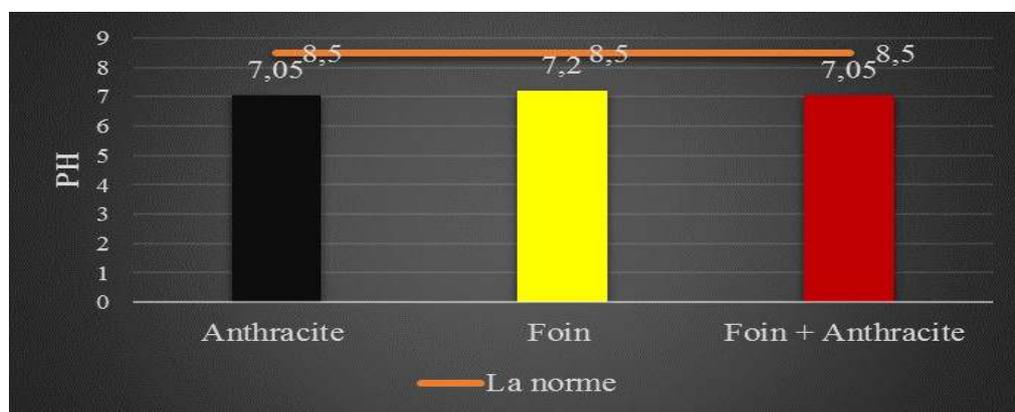
Un filtre à anthracite, un filtre à foin et en fin une combinaison des deux filtres.

En essayant par la suite de tester et comparer l'efficacité des deux matériaux dont le but est de réduire au maximum le taux de pollution engendrée.

Les résultats obtenus après la filtration :

#### **1 . Potentiel hydrogène**

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'anthracite et le foin et leur jumelage :



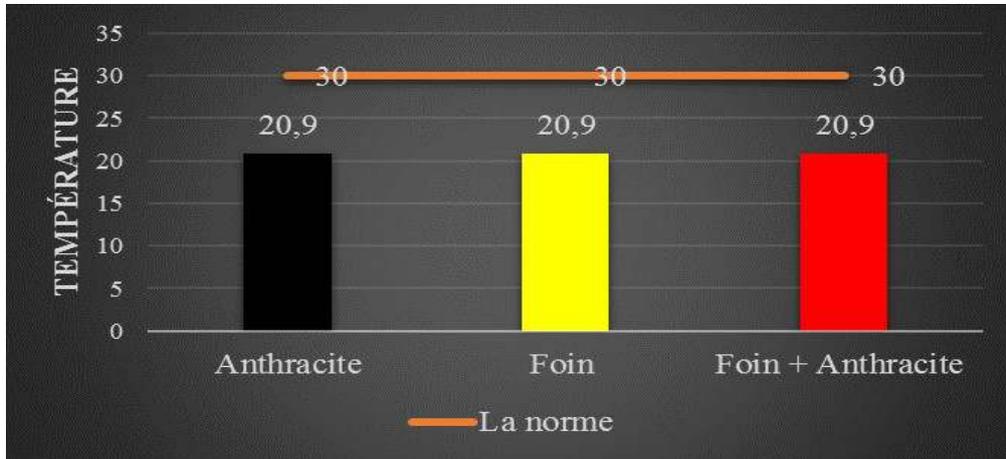
**Figure 16 : Variation du pH après la filtration par l'anthracite et le foin et leur jumelage.**

La filtration avec de l'anthracite et le foin et leur jumelage ont montré des valeurs de pH comprises entre 7.20 et 7.05 mg/l.

D'après les analyses effectuées en aval du foin et d'anthracite, nous constatons que le circuit du traitement permet d'équilibrer le PH (valeurs proches de la neutralité). Et l'anthracite a donné de bons résultats mieux que le filtre à foin.

## 2 . Température

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



**Figure 17 : Variation de la température après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.**

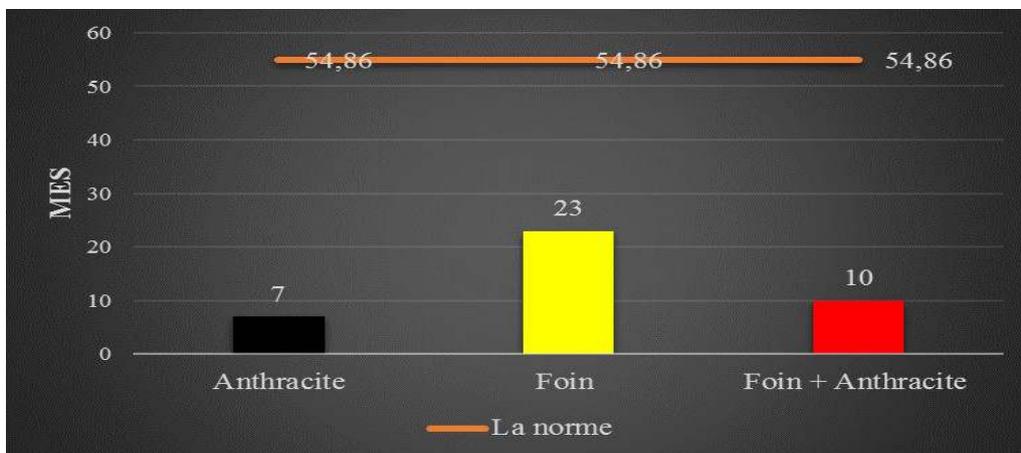
Après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage ont montré des valeurs constantes 20.9C°.

Les traitements par filtration ont aussi influé à sa diminution.

La plupart de valeurs obtenues après le traitement par l'antracite et le foin sont dans les normes.

## 3 . Matières en suspension

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



### Figure 18 : Variation des MES après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.

Après le traitement par l'antracite et le foin ont montré des valeurs de MES comprises entre 23mg/l et 7mg/l.

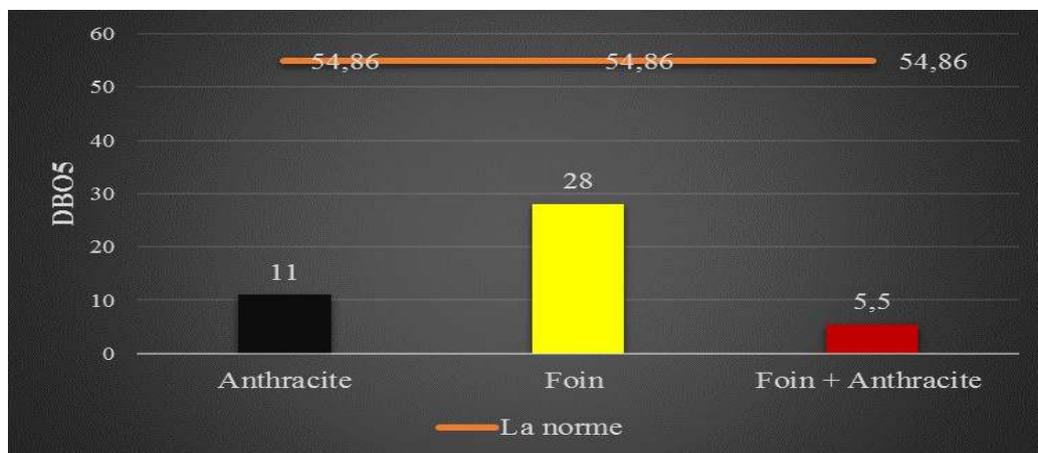
Et on peut dire aussi que la filtration par l'antracite et le foin, nous a aidé à éliminer les MES.

Le taux des MES après filtration par le foin est plus élevé que de l'eau en amont, car le renouvellement du foin a accumulé des particules en suspension comme la poussière et le sable...ce qui effectue les résultats obtenus.

Le rendement d'élimination de MES est de l'ordre de -21,05% pour le foin, et 63,16% pour l'antracite. Nous avons donc constaté que l'antracite à une meilleure filtration que le foin, de telle sorte que la valeur enregistrée répond fondamentalement à la norme.

#### 4 . Demande biologique en oxygène

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



### Figure 19 : Variation de la DBO<sub>5</sub> après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.

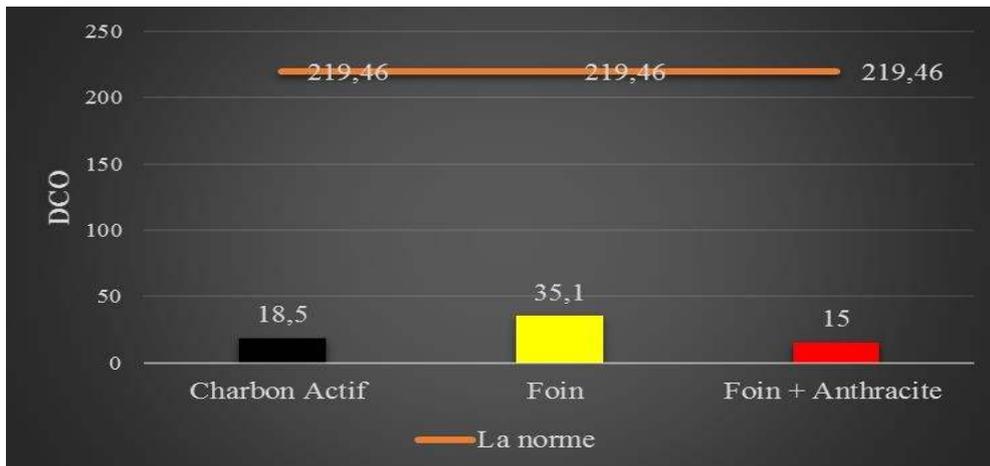
Après le traitement par l'antracite et le foin ont montré des valeurs de DBO<sub>5</sub> comprise entre et 28 mg/l.

D'après l'étude des valeurs de traitement par filtration, on observe que ce dernier a permis à cette charge organique de se réduire.

Et les résultats de l'analyse montrent que l'antracite est un bon filtrant en effectuant le piégeage de la charge organique par rapport au foin.

## 5 . Demande chimique en oxygène

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



**Figure 20 : Variation de la DCO après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.**

Après le traitement par l'antracite et le foin ont montré des valeurs de DCO comprise entre 15 et 35.1mg/l.

La teneur du DCO à encore diminuée après la filtration par l'antracite (18.5 mg/l) et le foin (35.1 mg/l) et leur jumelage (15 mg/l).et là on peut dire que la filtration par l'antracite est mieux que par le foin.

Le traitement par l'antracite a permis d'obtenir un rendement d'abattement de 65.03% de la DCO par rapport au foin qui présente un rendement d'abattement de 33.65%, et cela par rapport à la sortie ETP.

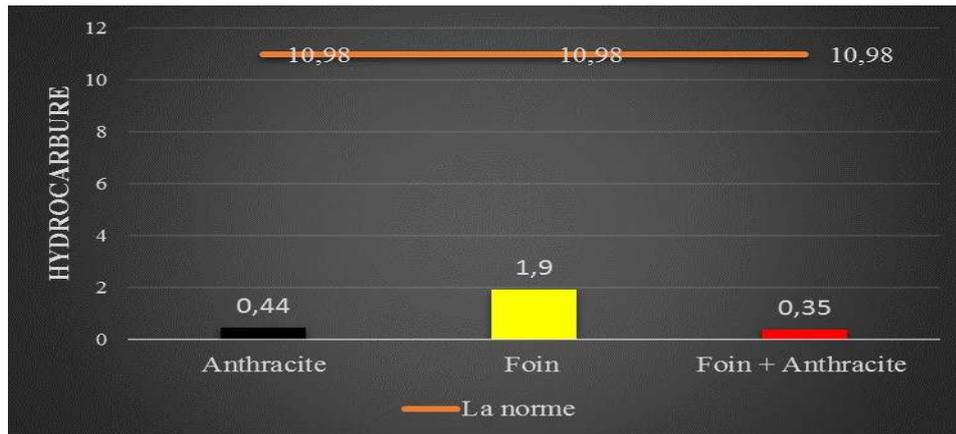
## 6 . Rapport DCO / DBO5

- Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> reste presque pareille en aval de l'antracite  $\frac{18.5}{11} = 1.68$ , et le foin  $\frac{35.1}{28} = 1.25$ .

- D'après ces valeurs obtenues qui sont proches à **1.5**, nous pouvons constater que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.

## 7. Hydrocarbures

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



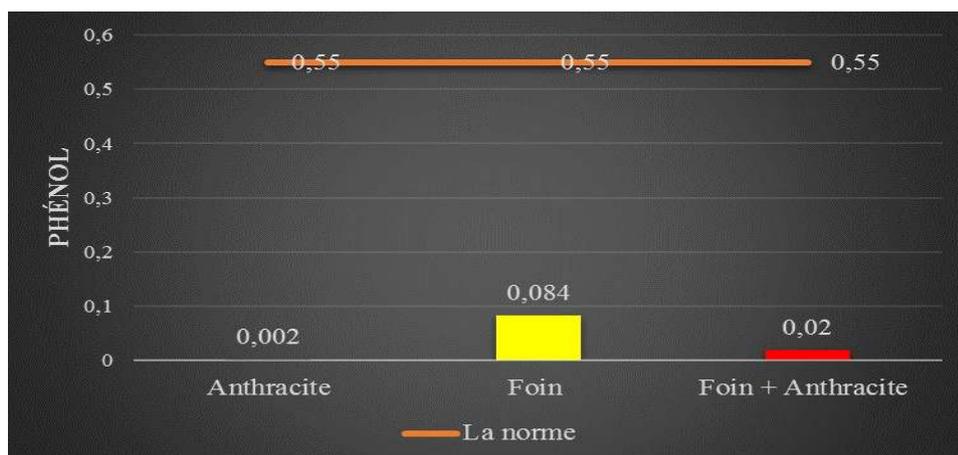
**Figure 21 : Variation des hydrocarbures après la filtration par l'anthracite et le foin et leur jumelage.**

Après le traitement par l'anthracite et le foin ont montré des valeurs des hydrocarbures compris entre 0.44 et 0.35mg/l.

La filtration par l'anthracite a diminué la teneur des HC jusqu'à 0.44 mg/l, beaucoup mieux que la filtration par le foin qui atteint 1.9 mg/l. le taux d'abattement est 88.4 % pour l'anthracite et 50% pour le foin.

## 7 . Phénol

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure 22 : Variation du phénol après la filtration par l’anthracite et le foin et leur jumelage.**

Après le traitement par l’anthracite et le foin ont montré des valeurs du phénol compris entre 0.02 et 0.002 mg/l.

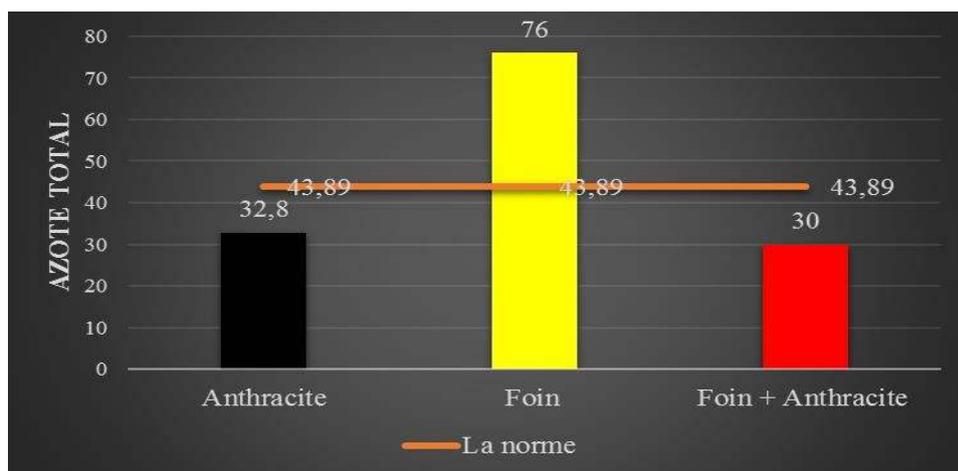
L’anthracite arrive à minimiser cette dernière jusqu’à 0.002 mg /l, contrairement au foin ou on a constaté une augmentation jusqu’à 0.084 mg/l.

On peut conclure donc que l’anthracite a une grande tendance à éliminer les composés oxygénés.

Les phénols s’oxydent faiblement, ils se fixent peu et filtrent facilement pour cette raison. Nous avons trouvé des valeurs élevées de phénols dans les eaux résiduaires industrielles à l’aval du traitement.

## 8 . Azote total

Les histogrammes qui vont suivre montrent l’évolution de ce paramètre dans chaque traitement dans la RA1G :



**Figure N°23 : Variation de l’Azote total après la filtration par l’anthracite et le foin et leur jumelage.**

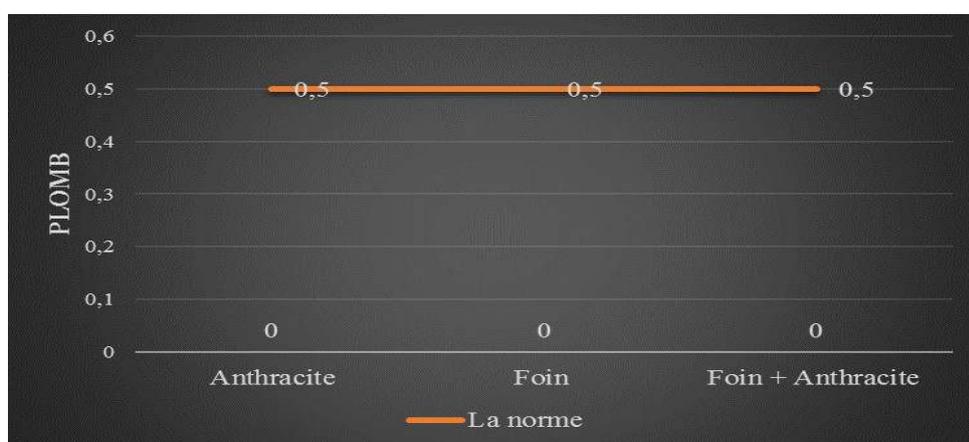
Après le traitement par l’anthracite et le foin ont montré des valeurs de l’AZOTE compris entre 30mg/l et 76mg/l.

La filtration par l’anthracite arrive à diminuer la quantité d’azote jusqu’à (32.8mg/l) (14.95g/t) qui respecte largement la valeur fixée par le décret N°06-141.par contre celle de foin (76mg/l) (34.65 g/t) qui est toujours hors la norme.

Et là on peut constater que la filtration par l’anthracite est beaucoup mieux que du foin.

## 9 . Plomb

Les histogrammes qui vont suivre montrent l’évolution de ce paramètre après filtration par l’anthracite et le foin et leur jumelage :



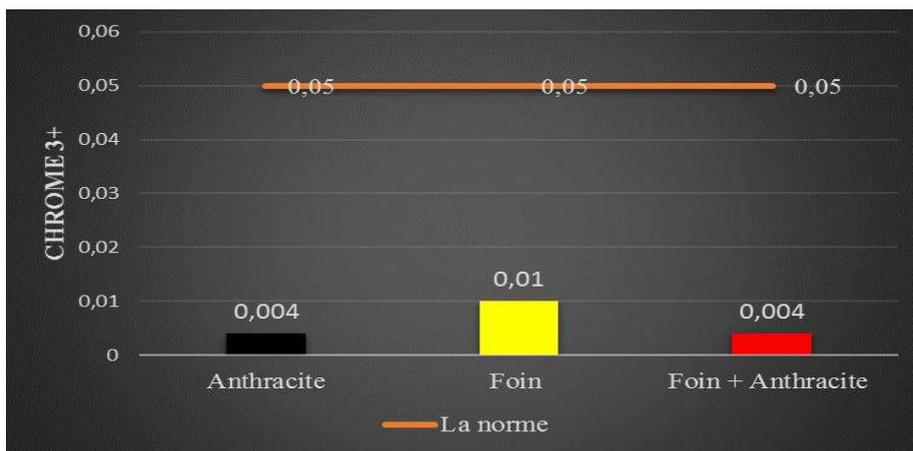
**Figure 24 : Variation du plomb après la filtration par l’anthracite et le foin et leur jumelage.**

Nous constatons d'après les résultats d'analyse de traitement par filtration avec du l'antracite et le foin une élimination total du plomb.

D'après les résultats d'analyse les valeurs du plomb répondent à la norme.

## 10 . Chrome <sup>3+</sup>

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



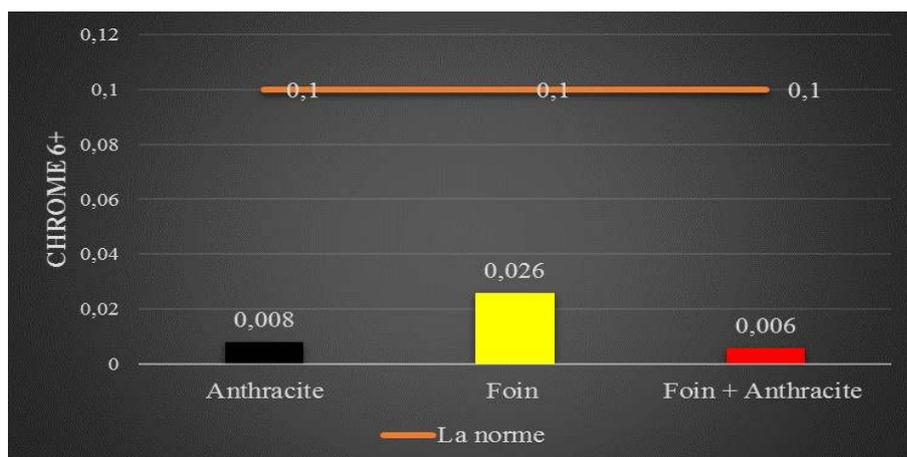
**Figure 25 : Variation du Chrome <sup>3+</sup> après la filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage.**

Après le traitement par l'antracite et le foin ont montrés des valeurs comprises entre 0.004 et 0.01 mg/l.

Après le traitement par l'antracite et le foin nous constatent une diminution des valeurs de 0.022 mg/l jusqu'à 0.004 mg/l ; avec une observation de filtration par l'antracite de 0.004mg/l plus efficace que par le foin 0.01 mg/l.

## 11 . Chrome <sup>6+</sup>

Les histogrammes qui vont suivre montrent l'évolution de ce paramètre après filtration par l'antracite et le foin et leur jumelage :



**Figure 26 : Variation du Chrome <sup>6+</sup> après la filtration par l’anthracite et le foin et leur jumelage.**

Après les traitements par l’anthracite et le foin ont montré des valeurs de chrome compris entre 0.026 et 0.006 mg/l.

La filtration par l’anthracite a fait diminuer les valeurs jusqu’à 0.006mg/l.

## 2. Evolution des paramètres (foin et anthracite)

Dans le but d’obtenir des résultats efficaces à propos des traitement physique, chimique, Biologique, nous avons aussi tester l’efficacité de traitement de filtration par l’anthracite et le Foin et leur jumelages, et cela en prélevant quatre échantillons de l’entrée de l’ETP (E<sub>1</sub>) et la Sortie DCI ( E<sub>2</sub>) et la sortie DAF ( E<sub>3</sub>) et la sortie Bassin biologique (E<sub>4</sub>) , après ces analyses Nous avons pris un échantillon de la sortie de l’ETP et le faire passer à une filtration effectuée par le Charbon actif et le foin au niveau de laboratoire , pour pouvoir déterminer les mêmes Paramètres précédemment évaluée.

Dans notre étude nous avons principalement visé à la détermination des paramètres de qualité Pour évaluer indirectement la charge des matières organique globale contenue dans les eaux De rejets industriels qui sont la DCO, DBO<sub>5</sub>, les matières en suspensions et les paramètres Spécifiques à la raffinerie qui sont les hydrocarbures et les phénols et l’azote.

Nous avons enregistré des taux d’élimination avec des rendements moyens des analyses après La filtration par le charbon actif de la DCO et la DBO<sub>5</sub> et les MES respectivement (65,03%, 70,74%, 63,16%) avec une élimination de l’ordre 88,42% des hydrocarbures et 92% des Phénols et 61,14% d’Azote. Et aussi après la filtration par le foin de la DCO et la DBO<sub>5</sub> et les MES Respectivement (33,65%, 25,53%, -21,05 %) avec une élimination de l’ordre 50% des

Hydrocarbures et -236% des phénols et 9,95% d'Azote. Et après le jumelage de ces deux filtrant, 85,37% de DBO<sub>5</sub> et 71,64% de DCO et 47,37% de MES avec l'élimination d'ordre des hydrocarbures et Des phénols et d'azote respectivement (90,79%, 20%, 64.45%).

Les résultats des analyses de la pollution inorganique par le plomb et le chrome hexavalent et Trivalent, montre des valeurs négligeables pour le Cr<sup>6+</sup> et le Cr<sup>3+</sup> et une absence totale du plomb.

Nous avons remarqué le record des effluents de leurs valeurs selon la norme de décret à Propos de la température et le pH ; nous n'avons pas observé de grand changement avec celles Déterminé pour d'autres traitements.

## **Conclusion**

En effet, les résultats de l'analyse globale des paramètres des effluents de la raffinerie RA1G, Montre qu'elle rejette une eau épurée de qualité satisfaisante.

D'après les résultats d'analyse des paramètres de la limites de la norme de rejets définis par le décret N°06-141, Toutes les analyses effectuées nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les paramètres physiques pH et T° sont jugés dans les normes ;
- Les phénols et les hydrocarbures restent dans les normes ;
- Le plomb et le chrome représentent des valeurs respectant largement la norme ;
- Les teneurs en matières en suspension dans les eaux de rejet sont dans norme, de ce fait la décantation a joué un rôle très important pour les faire diminuer ;
- Les valeurs des paramètres indicateurs de la matière organique biodégradable ou oxydable (DBO<sub>5</sub> et DCO), sont très importantes, mais respectant les normes. De ce fait, il a été constaté que cette eau résiduaire demande beaucoup d'oxygène pour l'oxydation des matières organiques et même pour leur dégradation biologique.
- Les teneurs en azote total sont très élevées par rapport à la norme, mais après filtration par anthracite ont diminué.

On peut dire à une eau qu'elle est conforme quand on sort par des résultats meilleurs et répondent régulièrement à la norme définie par le décret pour tous les paramètres.

Le foin est un bon filtrant et adsorbant, mais d'après les meilleurs résultats obtenus après le traitement par l'antracite, nous concluons que celui-ci est un excellent filtrant et adsorbant grâce à sa porosité ; permettant de piéger les différents polluants donc obtention des eaux bien épurées mieux que celles traitées par le foin.



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

La pollution va induire un effet néfaste sur l'environnement, pour cela Nous avons essayé de mettre en évidence une étude dont le but d'estimer le taux de pollution que contiennent les ER de la raffinerie d'Alger pour pouvoir évaluer ses impacts par rejet sur le milieu naturel, en faisant appel à la norme définie par le décret N°06-141, et de comparer les résultats des traitements physique, chimique et biologique avec une autre méthodes de la filtration par le foin et l'antracite et aussi la combinaison de ces deux derniers.

Tout d'abord, nous avons exploité les données bibliographiques qui nous ont permis de maîtriser les types et origines de la pollution industrielle ainsi que les principaux paramètres pouvant caractériser les ER, avec étude de leurs impacts sur l'environnement Ensuite la description du procédé du traitement (la station des effluents liquides) et ses unités et son mode de traitement des eaux. Nous avons par la suite abordé les analyses et le mode opératoire, en décrivant le prétraitement, l'étiquetage, échantillonnage, et en détaillant par la suite les étapes successives du protocole d'analyse permettant d'évaluer les paramètres physicochimiques à savoir la température, pH, DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, Pb, Cr, azote total, phénols et hydrocarbures ; ce qui nous a permis de tracer leurs évolutions en fonction des échantillons résumés dans le dernier chapitre résultats et discussion.

Après les résultats obtenus des échantillonnages et leurs interprétations des eaux résiduaires, nous avons conclu que :

- Les traitements utilisés dans la raffinerie ne sont pas une solution efficace pour avoir un bon traitement, à cause de l'arrêt de l'unité 570 (SRU) qui influence sur l'augmentation d'Azote, qui rend l'eau non conforme pour le rejetés dans l'environnement, d'après les normes qu'il faut respecte du décret N°06-141.
- Après les rendements d'éliminations de la filtration par le foin et l'antracite, nous observant que l'antracite respecte largement la norme définie par le décret.

L'antracite est un média connu pour ses propriétés adsorbantes sur plusieurs éléments organiques et minéraux, qui a une structure poreuse d'une grande surface spécifique.



A la fin de cette étude de l'efficacité des trois traitements physique, chimique et biologique Appliqué sur les eaux résiduaires de la raffinerie d'Alger, et après le passage de ces eaux des Filtres à foin et anthracite , nous proposons une recommandation d'ordre technique qui Pourrait être facilement effectuée au niveau de la raffinerie , qui aura sans doute des effets Bénéfiques sur le bon déroulement du complexe , a pour objectif principal l'amélioration de La qualité des eaux usées traitées (réduction des matières polluantes est optimum) au niveau De la STEP de la raffinerie d'Alger.

D'après les résultats des analyses on constate que les trois traitements physique et chimique et Biologique, nous donne une eau résiduaire non conforme, qui veut dire tous les paramètres Sont dans les normes du décret N°06-141 mais l'azote reste hors la norme.

Nous avons après proposé une méthode de filtration par l'anthracite et le foin, quelle nous a Donner des résultats efficaces concernent le filtre à l'anthracite.

Après tous ces résultats nous avons conçu que même si l'eau traité par la filtration par L'anthracite nous a donné une eau conforme, mais d'après les l'étude technico-économique de procédé ça reste qu'on ne peut pas ajouter un filtre a Anthracite après le filtre à sable utiliser dans l'unité 850 (la station de traitement des effluents Industriel), car l'anthracite et il est trop cher financièrement dans le domaine commercial.

Et pour cela nous avons recommandé de réparer le compresseur de l'unité 570 (SRU) qui ne Fonctionne pas est qui met l'unité hors service.

L'unité 570 (SRU) est conçue pour le traitement des eaux acides qui est une eau chargée de Sulfure d'hydrogène, d'ammoniac, de phénols, d'hydrocarbures et de composés soufrés de Faible masse moléculaire, produite par le procédé, qui provenant des unités RFCC, NHT, ADU ; et l'élimination de  $\text{NH}_3$  et  $\text{H}_2\text{S}$  par combustion.



***Références :***

- [1] : jean cantet Numéro 10 / Effluents industriels / mai 2007
- [2] : mémoire de zerrouk abdelkrim <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/article%2012.pdf>
- [3] : pesson p. (1976). Pollution des eaux continentales, édition bordas, paris. P 285
- [4] : G. Lacourly Les pollutions radioactives que faut-il en penser. Revue Forestière Française [en ligne], N° 23, p. 331-343
- [5] : ramade 2008 dictionnaire encyclopédique de l'eau, Edition dunod paris p 760.
- [6] : Jean-Pierre WAUQUIER 1994 institut français du pétrole
- [7] : TECHER, D. (2011). Réhabilitation de sols pollués par des HAP grâce aux bactéries associées à la rhizosphère de *Miscanthus x giganteus*. Thèse de doctorat. Toxicologie de l'environnement. France : Université Paul Verlaine de Metz
- [8] : WAUQUIER, J. (1994). Le raffinage du pétrole. Paris : Technip
- [9] : BERNE (1991), 4ème trimestre
- [10] : RODIER, J. et al (2005). L'analyse de l'eau. 8ème Edition. Paris : dunod..
- [11] : RODIER, J. (2009). L'analyse de l'eau. 9ème Edition. Paris : dunod
- [12] : RODIER, J., BAZIN, C., CHAMBON, P., BROUTIN, J-P., CHAMPSAUD, H., RODI, L. (1996). L'analyse de l'eau. 6é éd. Paris : Dunod
- [13] : GROSCLAUDE, G. (1999). L'eau : Usages et polluants [En ligne]. France : Quae [Consulté le 25 mars 2016].174p
- BERNE (1991), 4ème trimestre
- [14] : J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2009) 027 ; 21 – 37. Caractérisation par fractionnement gravimétrique de la matière organique contenue dans les eaux usées : application à l'étude de la biodégradabilité. (Le rapport DCO/DBO5).
- [15] : LEFEBVRE, G. (1978). Chimie des hydrocarbures [En ligne]. Paris : Technip et institut français du pétrole. [Consulté le 12 avril 2016].
- [16] : MESSROUK, H. (2011). Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région d'Ouargla : cas des composés phénolique [En ligne]. Mémoire de Magister. Chimie organique. Ouargla : Université Kasdi Merbah. [Consulté le 20 mai 2016].
- [17] : Panorama 2007 / 2008. La pollution de l'eau d'origine industrielle.
- [18] : H. Khelfaoui et al (2012) Rev. Sci. Technol., Synthèse 25 : 71- 81. Impacts des rejets industriels sur les eaux de la région de Berrahal (Nord Est Algérien).
- [19] : DEGREMONT, G. (1978). Mémento technique de l'eau. 8é éd. Paris : Lavoisier

[20] : DEGREMONT, G. (2005). Mémento technique de l'eau : Tome 1. 10<sup>e</sup> éd. Paris : Lavoisier.

[21] : VILAGINES, R. (2010). Eau, environnement et santé publique [En ligne]. 3<sup>e</sup> éd. Paris : Lavoisier. 205p [Consulté le 5 février 2016].

[22] : DES JARDINS, R. (1997). Le traitement des eaux. 2<sup>e</sup> éd. Montréal : Presses internationales polytechnique. 71p.

[23] : Institut national de recherche et de sécurité (inrs) (2004).

[24] : (AQUAREL,2018). Procédés biologiques aérobies, Les procédés biologiques anaérobies

[25] : Biodétériorations et conservation des foins humides Philippe Zwaenepoel [https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=62e627a2f7&attid=0.1&permmmsgid=msg-f:1701293653450246807&th=179c359060874a97&view=att&disp=inline&sadbat=ANGjdJ8ys59deyHD3hTcur4t3bSRbTZAUwkbAa0xyBfD9n9BLLhNyy8Xt0vjjHf8H3en1ZudjZlpic0CIkiB1FTpn30s2N6t7IMWsQK8vywwveSVOMNOfV2IxDodvN5nvxl7v\\_BrlAQAfpIegdpcQo7QFavNlByA1spj9Os9YZxjGpaInJes8oQDLde3F8xO7ZEtH98VyYVi47GS5UDW0zvWOGzr05wx5\\_9eFkb2\\_Ws45UahJJNHVP7bKFXHNoqAfY14IZQeL-BrMdxvvtlfvQNVD\\_LrhLJ4FgaZASyoSSx0NKKC0hylml6NA\\_Y\\_cb0sf9bjTKEQS0HD46C8d-95vH78bSicdTJakEeh78kMyhIDoLMYV3JlquYNwIC26\\_LgsnLBUAmx4vy3SFPwLQQOPiXrwxqaA50Z0QIFcyOsVI4Yk9D\\_aWNDhLgIhsMKHzWr\\_IzCw6LeliYv7ZRXC7yk5oUL-MD4kTxn1\\_d9jRxc9SSIZLK07ES-4gCHBby2yG1SIaXX75-wdErLCgy7vx6Qb6eqyeth1Ge41jsUFUqpwW1JskLBQyb4yr6msGcxUYZNT2I3-GXlp973w0oywGPLUrbzKMcKgqWdlGN\\_gUtdbnrQpVqMXFvRXcqUM0r5iEjzk1ipc1z9cdfJYxumdEqpuixN6oj926CV6GK1JBonSfwHKY7w-ETX0YkswnyqE](https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=62e627a2f7&attid=0.1&permmmsgid=msg-f:1701293653450246807&th=179c359060874a97&view=att&disp=inline&sadbat=ANGjdJ8ys59deyHD3hTcur4t3bSRbTZAUwkbAa0xyBfD9n9BLLhNyy8Xt0vjjHf8H3en1ZudjZlpic0CIkiB1FTpn30s2N6t7IMWsQK8vywwveSVOMNOfV2IxDodvN5nvxl7v_BrlAQAfpIegdpcQo7QFavNlByA1spj9Os9YZxjGpaInJes8oQDLde3F8xO7ZEtH98VyYVi47GS5UDW0zvWOGzr05wx5_9eFkb2_Ws45UahJJNHVP7bKFXHNoqAfY14IZQeL-BrMdxvvtlfvQNVD_LrhLJ4FgaZASyoSSx0NKKC0hylml6NA_Y_cb0sf9bjTKEQS0HD46C8d-95vH78bSicdTJakEeh78kMyhIDoLMYV3JlquYNwIC26_LgsnLBUAmx4vy3SFPwLQQOPiXrwxqaA50Z0QIFcyOsVI4Yk9D_aWNDhLgIhsMKHzWr_IzCw6LeliYv7ZRXC7yk5oUL-MD4kTxn1_d9jRxc9SSIZLK07ES-4gCHBby2yG1SIaXX75-wdErLCgy7vx6Qb6eqyeth1Ge41jsUFUqpwW1JskLBQyb4yr6msGcxUYZNT2I3-GXlp973w0oywGPLUrbzKMcKgqWdlGN_gUtdbnrQpVqMXFvRXcqUM0r5iEjzk1ipc1z9cdfJYxumdEqpuixN6oj926CV6GK1JBonSfwHKY7w-ETX0YkswnyqE)



## ANNEXE 1 :

### Valeurs Limites Des Paramètres De Rejets D'effluents Liquides Industriels :

2 - Industrie de l'Énergie :			
a - Raffinage de pétrole :			
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Débit d'eau	m <sup>3</sup> /h	1	1,2
Température	°C	30	35
pH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DBO <sub>5</sub>	g/l	25	30
DCO	°	100	120
MES	°	25	30
Azote total	°	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Pbénol	g/l	0,25	0,5
Hydrocarbures	g/l	5	10
Ploomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	°	0,05	0,3
Chrome 6+	°	0,1	0,5

## ANNEXE 2 :

Le Décret exécutif n° 06-141 du 19 Avril 2006, du journal officiel de la République Algérienne.

4	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26	24 Rabie El Aouel 1427 23 avril 2006
<b>DECRETS</b>		
<p><b>Décret exécutif n° 06-141 du 19 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.</b></p> <p>-----</p> <p>Le Chef du Gouvernement,</p> <p>Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,</p> <p>Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;</p> <p>Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;</p> <p>Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;</p> <p>Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;</p> <p>Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;</p> <p>Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 04-186 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;</p>	<p>En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.</p>	
<p><b>Décrets :</b></p> <p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 93-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.</p>	<p><b>SECTION 2</b></p> <p><b>DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS</b></p>	
<p><b>SECTION 1</b></p> <p><b>DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES</b></p>	<p>Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.</p>	
<p>Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.</p> <p>Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.</p> <p>Tantefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'amélioration des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.</p> <p>Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée.</p>	<p>Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.</p> <p>Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.</p>	
	<p><b>SECTION 3</b></p> <p><b>DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS</b></p>	
	<p>Art. 6. — Au titre de l'autosurveillance et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.</p> <p>Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.</p> <p>Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.</p> <p>Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopines des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à vérifier de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.</p> <p>Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.</p> <p>Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.</p>	

## ANNEXE 3 :

### LES MODES OPERATOIRES :

#### Analyse par spectrophotométrie UV-VIS :

Le spectrophotomètre UV-VIS DR 6000 (HACH) offre des performances optimales pour les procédures de routine en laboratoire et les applications de photométrie les plus exigeantes.

Ce système a été conçu en vue de l'efficacité du travail dans les laboratoires professionnels. Pour cela, un logiciel intelligent assiste le responsable de laboratoire dans ses tâches d'étalonnage, dans la gestion de l'assurance qualité et le développement d'applications personnalisées.

- Allumer le spectrophotomètre HACH.
- Entrer le numéro de programme mémorisé pour le paramètre à mesurer.
- Régler la longueur d'onde correspondant à ce paramètre.
- Placer le pilulier comportant le blanc dans l'adaptateur avec le logo HACH dirigé vers l'opérateur.
- Appuyer sur la touche ZERO.
- Enlever le blanc et placer le pilulier à échantillon dans l'adaptateur avec le logo HACH dirigé vers l'opérateur.
- Appuyer sur la touche READ, attendre l'affichage du résultat.



Figure : Spectrophotomètre HACH.

### Mesure du DBO mètre :

Les mesures de la DBO ont été effectuées en utilisant un DBO mètre de type OXITOP IS6 comme méthode manométrique selon les conditions suivantes :

- Echantillon.
- Conditions de mesure.



Figure : DBO mètre de type OXITOP IS6.

### Caractéristiques :

- Manipulation aisée, mobile, précis.
- Mesure de pression sans mercure.
- Mémoire de 5 jours.
- Valeur instantanée par simple pression.
- Fonction Auto Temp : démarrage différé de la mesure.
- Fonctionne 1 an avec 2 piles.

### Mesures du pH :

Les mesures du pH ont été effectuées en utilisant un pH-mètre HI 2211 muni d'une électrode en verre HI 1131.

Plongez la sonde dans la solution et agitez pendant 30 secondes (ou jusqu'à ce que le pH-mètre indique une valeur stable, système en option sur certains pH mètres) Lisez la valeur du pH. Rincez l'électrode avec de l'eau distillée.

### Mode opératoire du DBO<sub>5</sub> :

La DBO<sub>5</sub> est déterminée en utilisant un réacteur DBO<sub>5</sub>, du NaOH, des éprouvettes et une bouteille DBO<sub>5</sub>.

L'opération consiste à mettre l'échantillon dans une bouteille DBO<sub>5</sub>. La prise d'essai (généralement de 164 ml) est effectuée selon les conditions du Tableau Suivant :

CHARGE	DBO <sub>5</sub> présumé (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
Très faible	0-40	432	1
Faible	0-80	365	2
Moyenne	0-200	250	5
Plus que la moyenne	0-400	164	10
Un peu chargée	0-800	97	20

La DBO<sub>5</sub> est calculée selon la formule suivante :

$DBO_5 \text{ (mg/L)} = \text{Valeur lue sur DBO mètre} \times \text{Facteur correspondant à la prise d'essai.}$

Pour une prise d'essai de 164 ml, on multiplie par un Facteur de 10.

- Mettre la capsule qui contient de la soude (NaOH) ou la Potasse dans la bouteille, la mettre dans le BDO mètre.
- Le bouchon doit être ferme à moite pendant 15min. une fois le quart d'heure achevé serrer le bouchon et la cuvette de mesure.
- Régler le niveau de la règle à zéro et faire la lecture du premier jour après 24 heures et ainsi de suite jusqu'un cinquième jour.

### Mode opératoire du DCO :

La DCO est déterminée en utilisant un spectrophotomètre (HACH), un réacteur DCO, deux tubes à DCO (0 à 1500 mg/L), une pipette 2 ml.

- Allumer le réacteur à DCO et laisse la température se stabiliser à 150 c°.

- Faire un blanc en pipetant (0,1) ml d'eau distillée et les introduire dans le premier tube à DCO.
- Pipeter 0,1 ml d'eau à analyser et les introduire dans le deuxième tube à DCO.
- Mélanger le contenu de deux tubes pour avoir une solution homogène.
- Mettre les deux tubes dans le réacteur a 150 c° pendant deux heures.
- Sortir les tubes chauds et les laisser refroidir à température ambiante.
- Bien nettoyer l'extérieur du tube.
- Entrer le programme correspondant du DCO en appuyant sur 435 puis DEMARER.
- Insérer le tube du blanc dans le compartiment pour tube.
- Appuyer sur la touche ZERO.
- Insérer le tube d'échantillon dans le compartiment pour tube.
- Appuyer sur la touche MESURER. Les résultats sont indiqués en mg/L.

### **Mode opératoire des MES :**

La détermination des MES st effectuée en utilisant le matériel suivant :

- Disque de filtration.
- Entonnoir.
- Bécher.
- Eprouvette.

Le calcul est effectué selon l'équation suivante :

$$\text{MES (mg/L)} = \frac{F2-F1}{100} \times 1000$$

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée et laisser sécher dans l'étuve à 105 °C pendant quelques minutes.

- Sortir le filtre, le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable (p1).
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre sur le dispositif de filtration et verser le volume d'eau jusqu'à la filtration complète.
- Rincer l'éprouvette ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillée, faire passer sur le filtre cette eau du lavage.
- Récupère le filtre et remettre à l'étuve à 105 °C.
- Récupérer le filtre de l'étuve et le mettre dans le dessiccateur jusqu'au refroidissement total puis peser le filtre noter son poids (p2).

### **Mode opératoire du Plomb :**

Les concentrations du plomb et chrome sont déterminées par un spectrophotomètre d'absorption atomique HACH.

Le matériel et réactifs utilisés pour le Pb sont :

- Réactif pPb-1 Acide Solution de conservation.
- Solution de fixateur pPb-2.
- Solution de diluant pPb-3.
- Solution neutralisante pPb-4.
- Indicateur d'oreiller en poudre pPb-5.
- Solution de décoloration pPb-6.
- Éprouvette graduée.
- Bécher.
- Pipette de 25 ml.
- Extracteur de colonne.
- Piston de l'extracteur.

- Deux cuves de 25 mL.

**Méthode d'analyse :**

- Entrer sur le HACH le programme correspondant au Plomb (pb<sup>2+</sup>) en appuyant sur 283 puis DEMARER.
- Mesurer 100mL de l'échantillon au moyen d'une éprouvette graduée et les verser dans un bécher.
- Rajouter dans le bécher à l'aide d'une pipette en 1mL de réactif pPb -1 Acide Préservative solution, bien agité.
- Régler la minuterie à 2min.
- Au bip rajouté à l'aide d'une pipette 2mL de réactif pPb-2 Fixer solution, bien agiter.
- Monter extracteur de colonne sur un support au-dessous duquel on met un bécher.
- Verser doucement l'échantillon à travers extracteur de colonne lorsque le flux est complètement arrêté, comprimer le tampon absorbant dans l'extracteur avec le piston.
- Jeter le contenu du bécher et retirer lentement le piston de l'extracteur.
- Placer au-dessous de l'extracteur une cuve de 25mL.
- Verser dans Extracteur de colonne 25mL de pPb-3 diluant solution au moyen d'une éprouvette graduée de 25 ml.
- Insérer le piston et forcer doucement le reste du réactif comprimé complètement le tampon absorbant.
- Ajouter dans la cuve au moyen d'une pipette en plastique 1 ml de réactif pPb-4 neutralisé solution, bien agité.
- Puis ajouter le sachet ppb-5 indicateur de poudre d'oreiller, bien agiter.
- Diviser l'échantillon en remplissant deux cuves de 10mL.
- Régler la minuterie a 2min.

- Au bip ajouté 3gouttes de pPb-6 solution décolorante à l'un des cuves le fermer et bien agiter (pour le blanc).
- Insérez le blanc dans la porte cuve. Appuyez sur ZERO. L'affichage indique : 0,00 µg/L.
- Insérez l'échantillon préparé dans le porte-cuve. Appuyez sur MESURER.
- Les résultats sont indiqués en µg /L.

### **Mode opératoire du chrome hexavalent :**

Le matériel et réactifs utilisés pour le chrome sont :

- Deux cuves rondes

### **Méthode d'analyse :**

- Entrer le programme correspondant au chrome hexavalent Cr+6 en appuyant sur 90 puis DEMARER.

### **Préparation du blanc :**

- Remplir une cuve ronde de 10 ml jusqu'au trait avec l'échantillon.
- Essuyer l'extérieur de la cuve
- Insérez le blanc dans le porte-cuve. Appuyez sur ZERO. L'affichage indique : 0.00mg/l

### **Préparation du l'échantillon :**

- Remplir une deuxième cuve ronde de 10 ml jusqu'au trait avec l'échantillon puis rajouter le contenu d'un sachet de réactif **CHROMA VER 3**, bien agité.
- Essuyer l'extérieur de la cuve.
- Régler la minuterie à 5 minutes.
- Insérez l'échantillon préparé dans le porte-cuve. Appuyez sur MESURER.

Les résultats sont indiqués en mg/L.

### **Mode opératoire du phénol :**

L'appareil de dosage utilisé est un Spectrophotomètre HACH :

Le matériel et Réactifs utilisés sont :

- Hardness 1 buffer « solution tampon Ph10 ».
- Sachet phénol Réactif 2.
- Deux ampoules à décantation
- Pipette graduée.
- Deux cuves « 25mL »
- Eprouvette graduée

### **Méthode d'analyse :**

- Mesurer 300ml d'eau distillée qui servira de blanc et les transférer dans la première ampoule à décantation
- Dans chaque ampoule de décantation rajouter :
  - 5 ml de Tampon de dureté 1, et bien agité.
  - Réactif phénol, bien agité pour dissoudre le réactif
  - 2 Réactifs phénols bien agités pour dissoudre le réactif
  - 30ml de chloroforme, fermer les ampoules inverser chaque ampoule et ventiler pendant 30 secondes.
- Retirer les bouchons des ampoules, les mettre sur un support
- Insérer un bout de coton dans le tube de livraison inférieur des deux ampoules
- Récupérer la phase de chloroforme de chaque dans une cuve de 25ml.
- Entrer le programme 470 correspondant au phénol puis appuyant sur « DEMARER ».
- Essuyer l'extérieur des cuves

- Insérez le blanc dans le porte-cuve. Appuyer sur ZERO. L'affichage indique : 0.00 mg/l.
- Insérez l'échantillon dans le porte-cuve. Appuyer sur MESURER. Les résultats sont indiqués en mg/l.

### **Mode opératoire de l'azote :**

L'appareil de dosage utilisé est un Spectrophotomètre HACH

Le matériel et réactifs utilisés sont :

- Persulfate.
- Hydroxyde.
- Réactif A.
- Réactif B.
- Réactif C.
- Pipette graduée.

### **Méthode d'analyse :**

- Allumer le réacteur à DCO et laisser la température se stabiliser à 105°C.
- Ajouter le contenu d'un sachet de réactif PERSULFATE dans deux tubes de réactif HYDROXYDE pour azote total.
- Ajouter le contenu d'un sachet de réactif PERSULFATE dans deux tubes de réactif HYDROXYDE pour azote total
- Ajouter 2.0 ml d'échantillon a un tube et 2ml d'eau distillé à l'autre (blanc).
- Agiter vigoureusement les deux tubes et les placer dans le réacteur DCO pendant 30 minutes.
- Retirer les tubes chauds du recteur et laisser refroidir à la température ambiante.
- Ajouter le contenu d'un sachet de Réactif A à chaque tube. Agiter pendant 15 secondes.

- Ajouter le contenu d'un sachet de réactif B à chaque tube. Agiter pendant 15 secondes.
- Dans deux tubes de réactif C, ajouter 2 ml d'échantillon digéré traité a un tube et 2 ml de blanc de réactif digéré au second tube. Bien agité.
- Régler la minuterie à 3 minutes.
- Entrer le numéro de programme mémorisé (programme n°350). Appuyer sur « DEMARER »
- Essuyer l'extérieur des tubes
- Insérez le blanc dans le porte-tube. Appuyer sur ZERO. L'affichage indique : 0.00 mg/l.
- Insérez l'échantillon dans le porte-tube. Appuyer sur « MESURER ». Les résultats sont indiqués en mg/l.

**Les valeurs des paramétrés a Entrée ETP :**

<b>ENTREE ETP</b>	
DEBIT	190
pH	9,7
Température	24,7
DBO <sub>5</sub>	408
DCO	2281
MES	566
Azote Total	406
Phénol	19,6
Hydrocarbures	10000
Plomb	1,2
Chrome <sup>3+</sup>	1,03
Chrome <sup>6+</sup>	0,98

### Les valeurs des paramétrés à la sortie DCI :

SORTIE DCI			
Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	9,2	5,15%	5,15%
Température	24,4	1,21%	1,21%
DBO <sub>5</sub>	334	18,14%	18,14%
DCO	808	64,58%	64,58%
MES	271	52,12%	52,12%
Azote Total	218	46,31%	46,31%
Phénol	8,3	57,65%	57,65%
Hydrocarbures	2080	79,20%	79,20%
Plomb	1,09	9,17%	9,17%
Chrome <sup>3+</sup>	0,97	5,83%	5,83%
Chrome <sup>6+</sup>	0,93	5,10%	5,10%

### Les valeurs des paramétrés à la sortie DAF

SORTIE DAF			
Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	8,55	7,07%	6,70%
Température	24,30	0,41%	0,40%
DBO <sub>5</sub>	139,00	58,38%	47,79%
DCO	272,00	66,34%	23,50%
MES	140,00	48,34%	23,14%
Azote Total	110,00	49,54%	26,60%
Phénol	1,80	78,31%	33,16%
Hydrocarbures	36,80	98,23%	20,43%
Plomb	0,028	97,43%	88,50%
Chrome <sup>3+</sup>	0,031	96,80%	91,17%
Chrome <sup>6+</sup>	0,036	96,13%	91,22%

**Les valeurs des paramètres à la sortie bassin biologique :**

<b>SORTIE BASSIN BIOLOGIQUE</b>			
Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	7,26	15,09%	13,30%
Température	23,9	1,65%	1,62%
DBO <sub>5</sub>	37,6	72,95%	24,85%
DCO	52,9	80,55%	9,61%
MES	19	86,43%	21,38%
Azote Total	84,4	23,27%	6,31%
Phénol	0,025	98,61%	9,06%
Hydrocarbures	3,8	89,67%	0,33%
Plomb	0,02	28,57%	0,67%
Chrome 3+	0,022	29,03%	0,87%
Chrome 6+	0,034	5,56%	0,20%

**Les valeurs des paramètres de Traitement standard ETP :**

<b>Traitement standard ETP</b>	
Paramètre	Abattement / apport
pH	25,15%
Température	3,24%
DBO <sub>5</sub>	90,78%
DCO	97,68%
MES	96,64%
Azote Total	79,21%
Phénol	99,87%
Hydrocarbures	99,96%
Plomb	98,33%
Chrome <sup>3+</sup>	97,86%
Chrome <sup>6+</sup>	96,53%

**Les valeurs des paramètres après filtration par l'anthracite :**

**L'anthracite**

Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	7,05	2,89%	2,16%
Température	20,9	12,55%	12,15%
DBO <sub>5</sub>	11	70,74%	6,52%
DCO	18,5	65,03%	1,51%
MES	7	63,16%	2,12%
Azote Total	32,8	61,14%	12,71%
Phénol	0,002	92,00%	0,12%
Hydrocarbures	0,44	88,42%	0,03%
Plomb	0	100,00%	1,67%
Chrome <sup>3+</sup>	0,004	81,82%	1,75%
Chrome <sup>6+</sup>	0,008	76,47%	2,65%

**Les valeurs des paramètres après filtration par le foin :**

**FOIN**

Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	7,2	0,83%	0,62%
Température	20,9	12,55%	12,15%
DBO <sub>5</sub>	28	25,53%	2,35%
DCO	35,1	33,65%	0,78%
MES	23	-21,05%	-0,71%
Azote Total	76	9,95%	2,07%
Phénol	0,084	-236,00%	-0,30%
Hydrocarbures	1,9	50,00%	0,02%
Plomb	0	100,00%	1,67%
Chrome <sup>3+</sup>	0,01	54,55%	1,17%
Chrome <sup>6+</sup>	0,026	23,53%	0,82%

## Les valeurs des paramétrés après filtration par la combinaison du le foin et l'antracite

Foin + L'antracite			
Paramètre	Valeur	Abattement / apport	Élimination élément
pH	7,05	2,89%	2,16%
Température	20,9	12,55%	12,15%
DBO <sub>5</sub>	5,5	85,37%	7,87%
DCO	15	71,64%	1,66%
MES	10	47,37%	1,59%
Azote Total	30	64,45%	13,40%
Phénol	0,02	20,00%	0,03%
Hydrocarbures	0,35	90,79%	0,03%
Plomb	0	100,00%	1,67%
Chrome <sup>3+</sup>	0,004	81,82%	1,75%
Chrome <sup>6+</sup>	0,006	82,35%	2,86%

