



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et Géologie

# Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Génie Minier

Option : Valorisation des Ressources Minérales

Présenté par :

SADAoui Hanane

MANSOURI Chahra

## Thème

*Caractérisation des rejets liquides cas des bacs 4Y1 et 4F6 TC-Sonatrach-Bejaia*

Soutenu le 25/06 /2023 devant le jury composé de :

Président	Mme SOUCI. Z	M.C.A	U.A.M.B
Promoteur	Mme BOUNAB. S	M.C.A	U.A.M.B
Examineur	Mr AYADEN. B	M.C.B	U.A.M.B
Co-Encadrante	Mme BIR. H	A.R (attaché de recherche)	C.R.A.P.C

## REMERCIEMENTS

*Louange à ALLAH qui nous a donné la volonté, la force et la patience d'achever ce Modeste travail de recherche.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice M<sup>me</sup> BOUNAB.S de nous avoir encadré dans notre mémoire de fin d'études.*

*Nos vifs remerciements vont également à tous les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre mémoire en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous remercions également notre Co-promotrice M<sup>me</sup> Bir Bassiba pour tous Ses efforts, son aide et ses conseils.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous les responsables de l'entreprise « SONATRACH-BEJAJIA » et nous remercions les responsables de service laboratoire d'analyse de pétrole qui a bien voulu accepter pour effectuer un stage pratique. Finalement, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Un remerciement s'adresse à l'équipe de laboratoire ANALAB et CRAPC BOUSMAIL pour leur aide, leur collaboration.*

*Enfin nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail à tous ceux qui nous ont apporté leur aide.*

## *Dédicace*

*Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ce travail*

*À mes chers parents, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde gratitude pour leur amour, leur encouragement et leur soutien tout au long de mes études, que dieu les protège et les bénisse. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours pour vous. Merci pour vous être sacrifiée pour que vos enfants grandissent et prospèrent.*

*À la mémoire de mon grand-père BACHIR et ma grand-mère HOURIA, je souhaite que vous soyez avec moi aujourd'hui et partagé mon bonheur avec vous, j'avais besoin de vous et de vos prières constantes.*

*À mon chère frère AMINE et Mes Chers Sœurs LYDIA, IMANE, NOURHANE, je vous souhaite une vie pleine de bonheurs et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.*

*À mon cher ami SAHLI TAREK qui m'a aidé, que dieu vous protège et vous garde.*

*À mon oncle DJAMEL que j'aime, que dieu vous protège et vous garde.*

*À tous les membres de ma grande famille, mes tantes et mes cousines.*

*Sans oublier ma binôme CHAHRA pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*HANANE*

## DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. Ma mère pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie, Je lui dois une fière chandelle.*

*Mes frères « Halim, Tarik, Djamel et Samir » qui sans eux je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.*

*À mon adorable sœur « Zahia ».*

*À Mes Belles-sœurs que j'aime profondément*

*À MA Belle famille.*

*À Mes Chers Petits Neveux et Nièces :*

*Badis, Iles, Massil, Aris, Anel, Akşil, Lena, Rayna, Aylan et Remy.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me combent de bonheurs. Puisse Dieu vous garder, éclairer vos chemins et vous aide à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.*

*À ma binôme « Hanane » pour son soutien et sa famille et à tous mes amies qui ont toujours été présentes pour m'aider et m'encourager. À ceux qui m'ont soutenu dans les moments les plus difficiles de ma vie.*

*Une spéciale dédicace à cette personne qui compte énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect.*

*À toi Lyes*

*CHAHRA*

# SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GENERALE ..... 1

## **CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES GENERAL DES REJETS LIQUIDES**

I.1. Définition du rejet..... 2

I.2.Types de rejets ..... 2

I.2.1. Les rejets liquides ..... 2

I.2.1.1. Les eaux usées ..... 2

I.3. Caractéristiques des rejets de traitement du pétrole de la région transport centre du Bejaïa (RTC-BEJAIA) ..... 5

I.3.1. Rejets solides ..... 5

I.3.1.1. Boue de pétrole (sloops)..... 5

I.3.1.1.1. Différents types de boues ou de sloops ..... 5

I.3.2. Rejets liquides..... 5

I.3.2.1. Eaux de purge ..... 5

I.3.2.1.1. Compositions des eaux de purge ..... 6

I.3.2.1.2. Quantité des eaux purgées du terminal marin de Bejaïa..... 6

I.3.2.1.3. Les différents polluants des eaux de purge..... 6

I.4. Impacts des rejets liquides sur l'environnement..... 8

I.5. Les valeurs réglementations des rejets d'effluents liquides industriels..... 8

I.6. Conclusion ..... 9

## **CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

II.1. Présentation de la SONATRACH ..... 10

II.1.1. Description des principales activités de la SONATRACH ..... 10

II.1.2. Description du Réseau de transport..... 10

II.1.3. Domaine de l'activité transport ..... 11

II.2. Présentation et description de l'entreprise d'accueil..... 12

II.2.1. Présentation du site SONATRACH (RTC- Bejaïa) ..... 12

# SOMMAIRE

II.2.2. Présentation du terminal Marin de Bejaia (TMB).....	12
II.3. Fonctionnement du système réception du brut (remplissage) .....	13
II.4. Caractéristiques des produits stockés.....	14
II.4.1. Le parc de stockage dispose aussi de.....	14
II.5. Présentation des différentes structures de la RTC.....	14
II.5.1. Service environnement.....	15

## CHAPITRE III : METHODES ET ANALYSES DES EUX DE PURGE

III.1. Échantillonnage.....	17
III.2. Méthodes d'analyses .....	18
III.2.1. Paramètres physiques-chimiques .....	18
III.2.1.1. Détermination de PH et température.....	18
III.2.1.1.1. Définition .....	18
III.2.1.1.2. Appareillage .....	19
III.2.1.1.3. Mode opératoire .....	19
III.2.1.2. Conductivité (CE) .....	19
III.2.1.2.1. Appareillage .....	20
III.2.1.2.2. Mode opératoire .....	20
III.2.1.3. La turbidité.....	20
III.2.1.3.1. Appareillage .....	20
III.2.1.3.2. Calcul et expression des résultats .....	21
III.2.1.4. Matière en Suspension (MES) .....	21
III.2.1.4.1. Matérielle .....	21
III.2.1.4.2. Mode opératoire .....	21
III.2.2. Paramètres organiques .....	21
III.2.2.1. Demande chimique en oxygène (DCO).....	21
III.2.2.1.2. Appareillage .....	22
III.2.2.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	23
III.2.2.2.1. Principe .....	23

# SOMMAIRE

III.2.2.2.2. Appareillage .....	24
III.2.2.2.3. Expression des résultats .....	24
III.2.2.3. Hydrocarbures totaux.....	24
III.2.2.3.1. Principes.....	24
III.2.2.3.2. Appareillage .....	25
III.2.2.4. Le carbone organique total (COT).....	25
III.2.2.4.1. Définition .....	25
III.2.2.4.2. Matériel.....	25
III.2.2.4.3. Expression des résultats .....	26
III.2.3. Spectrophotométrie d’Absorption Atomique (SAA) .....	26
III.2.3.1. Définition .....	26
III.2.3.2. Principe .....	26
III.2.3.3. Appareillage .....	27
III.2.3.4. Mode opératoire.....	27
III.4. Conclusion .....	28

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques .....	29
IV.1.1. Le pH .....	29
IV.1.2. La Température (C°) .....	30
IV.1.3. La Conductivité électrique (CE) .....	30
IV.1.4. La Turbidité .....	31
IV.1.5. Matière en suspension (MES) .....	32
IV.2. Résultats des analyses des paramètres organiques.....	33
IV.2.1. Demande chimique en oxygène (DCO) .....	33
IV.2.2. Demande biochimique en oxygène .....	34
IV. 2.3. Hydrocarbure totaux .....	35
IV.2.4. Carbone organique total(COT).....	36
IV.3. Contamination des eaux de purge de SONATRACH Bejaïa par les métaux lourds.....	37

# SOMMAIRE

---

IV.3.1. Fer (Fe).....	37
IV.3.2. Plomb(Pb) .....	38
IV.3.3. Zinc (Zn) .....	39
IV.3.4. Cadmium (Cd).....	40
IV.3.5. Cuivre (Cu).....	41
IV.3.6. Manganèse (Mn) .....	42
IV.3.7. Chrome (Cr) .....	43
IV.3.8. Chlore (Cl).....	44
IV.3.9. Autre métaux lourds .....	45
IV.4. Indice de biodégradabilité .....	45
IV.5. Etude comparative.....	45
IV.6. Conclusion.....	46

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1: Composition des eaux usées et leurs effets être vivant .....	3
Figure II.1: Cartographie actuelle du réseau de transport .....	11
Figure II.2: Terminal sud et nord de SONATRACH .....	13
Figure II.3: Les différents sous- directions et départements de la RTC .....	15
Figure II.4: Organigramme de département HSE .....	16
Figure III.1: Points d'échantillonnage.....	17
Figure III.2: Les échantillons prélevés du rejet liquide (26Mars2023).....	18
Figure III.3: pH mètre .....	19
Figure III.4: pH mètre .....	20
Figure III.5: turbidimètre.....	20
Figure III.6: Bloc chauffant CR 3200(23.05.2023).....	22
Figure III.7: Spectrophotomètre 7600UV-VIS (23.05.2023).....	23
Figure III.8: un analyseur de la demande biochimique en oxygène.....	24
Figure III.9: analyseurs d'hydrocarbures .....	25
Figure III.10: Principe de fonctionnement de la spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA).....	25
Figure III.11: spectrométrie d'absorption atomique .....	27
Figure III.12: Echantillons pris pour la SAA .....	28
Figure IV.1: Les valeurs du PH dans les eaux de purge.....	29
Figure IV.2: Les valeurs du la température des eaux de purge .....	30
Figure IV.3: Les valeurs du la Conductivité électrique (CE) des eaux de purge .....	31
Figure IV.4: Les valeurs du la Turbidité dans les eaux de purge .....	32
Figure IV.5: Les valeurs du la matière en suspension dans les eaux de purge .....	33
Figure IV.6: Les valeurs du la DCO dans les eaux de purge .....	34
Figure IV.7: Les valeurs du la DBO5 dans les eaux de purge .....	35
Figure IV.8: Les valeurs de l'hydrocarbure totaux dans les eaux de purge .....	36
Figure IV.9: Les valeurs du COT dans les eaux de purge.....	37
Figure IV.10: Les valeurs de la concentration du fer dans les eaux de purge .....	38
Figure IV.11: Les valeurs de la concentration du Plomb dans les eaux de purge.....	39
Figure IV.12: Les valeurs de la concentration du Zinc dans les eaux de purge .....	40

## **LISTE DES FIGURES**

---

Figure IV.13: Les valeurs de la concentration du Cadmium dans les eaux de purge .....	41
Figure IV.14: Les valeurs de la concentration du Cuivre dans les eaux de purge.....	42
Figure IV.15: Les valeurs de la concentration du Manganèse dans les eaux de purge.....	43
Figure IV.16: Les valeurs de la concentration du Chrome dans les eaux de purge.....	44
Figure IV.17: Les valeurs de la concentration du chlore dans les eaux de purge.....	45

## LISTE DE TABLEAU

---

Tableau I.1: Quantité annuel des eaux purgées de la région transport centre de Bejaia .....	6
Tableau I.2: Différents effets nocifs de quelques métaux lourds sur la santé humaine .....	7
Tableau I.3: Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels .....	9
Tableau III.1: Valeurs typiques de DCO .....	22
Tableau IV.1: Résultats de l'analyse du pH des échantillons .....	29
Tableau IV.2: Résultats de mesure de la température des échantillons .....	30
Tableau IV.3: donne les résultats d'analyse de la conductivité des échantillons.....	30
Tableau IV.4: Résultats d'analyse de la turbidité bac des échantillons .....	31
Tableau IV.5: Résultats de la matière en suspension des échantillons .....	32
Tableau IV.6: Résultats de la DCO des échantillons. ....	33
Tableau IV.7: Résultats de la DBO <sub>5</sub> des échantillons .....	34
Tableau IV.8: Résultats hydrocarbure totaux des échantillons .....	35
Tableau III.9: Teneur en Carbone organique total .....	36
Tableau IV.10: Teneur en fer .....	37
Tableau IV.11: Teneur en plomb .....	38
Tableau IV.12: Teneur en zinc.....	39
Tableau IV.13: Teneur en cadmium.....	40
Tableau IV.14: Teneur en cuivre .....	41
Tableau IV.15: Teneur en manganèse .....	42
Tableau IV.16: Teneur en chrome.....	43
Tableau IV.17: Teneur en chlore.....	44
Tableau IV.18: Variation Indice de biodégradabilité.....	45

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

RT : Région de transport.

RTC : Région de transport centre Bejaia.

RTH : Région transport de Haoud El-Hamra.

RTI : Région de In amenas.

RTE : Région transport (Skikda).

RTO : région transport ouest (Azrew).

POP : Polluant organique toxique.

BPC : Bipheny poly-chlores.

COV : Composes organique volatils.

GNL : Gaz naturel liquéfié.

GPL : Gaz de pétrole liquéfié.

CDHL : Centre dispatching Hassi rmel Lagouat.

CNDG : Centre national de dispatching gaz.

HSE : Hygiène sécurité et environnement.

TMB : Terminal marin Bejaïa

PH : Potentiel hydrogène.

MES : Matière en suspension.

CE : Conductivité.

UTN : Unité de turbidité nephele métrique.

FTN : Unité de turbidité formazine.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DBO<sup>5</sup> : Demande biochimique en oxygène.

HT : Hydrocarbures totaux.

COT : Carbone organique total.

COP : Carbone organique particule.

COD : Carbone organique dissous.

SAA : Spectrophotométrie d’Absorption Atomique.

Ms/cm: L’unité de la conductivité (milli Siemens par centimeter).

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

NTU: Unite standard de mesure de la turbidité (Nephelometric turbidity unit).

OMS: L'organisation mondiale de la santé.

SOPEG: Société française du pétrole de gérances.

GEM : Gazoduc (Enrico Mattei) vers l'Italie via la Sicile.

# **Introduction générale**

L'industrie joue un rôle essentiel dans le développement économique, mais elle génère également diverses formes de pollution, notamment les rejets liquides. Les rejets liquides industriels comprennent les eaux usées, les effluents chimiques et les déchets liquides provenant des processus de production et des installations industrielles. Ces rejets peuvent contenir des substances nocives pour l'environnement et la santé humaine, ce qui nécessite une caractérisation précise afin de mettre en place des mesures de prévention et de traitement adéquates.

La région transport centre (RTC) et chargée du transport du pétrole brute et du condensat, reliant Haoud el Hamra (Hassi Messaoud) au terminal marin de Bejaia (TMB) pour assurer la livraison de ses produits: pétrole brut et condensat, destinés à l'exportation via le port de Bejaia, ce champs pétrolier produisent chaque jour des quantités importantes d'eaux qui sont généralement chargées en hydrocarbures totaux et en métaux lourds, pour cela cette ville demeure l'un des exemples les plus illustratifs de la pollution par les hydrocarbures du pays. [1]

La caractérisation des rejets liquides industriels consiste à évaluer leur composition chimique, leur quantité, leur toxicité et leur impact sur l'environnement. Cette caractérisation est essentielle pour comprendre les risques associés aux rejets liquides et pour déterminer les meilleures pratiques de gestion environnementale.

C'est donc dans ce cadre que cette étude intitulée « caractérisation des rejets liquide cas des bacs 4Y1 et 4F6 SONATRACH -Bejaia » a été proposée.

Face à cette situation précaire et pour une bonne préservation du milieu récepteur. Nous essayons au cours de ce travail, d'apprécier le degré de pollution des eaux de purge par l'analyse de différents paramètres (analyses physico chimiques, organique et métaux lourds). [1]

Le mémoire s'articule en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre présente une étude bibliographique sur les rejets industriels, leur origine et leurs impacts sur l'environnement d'une part, et, d'autre part, une étude de terrain sur les rejets de la SONATRACH (RTC Bejaïa).
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude.
- ✓ Dans le troisième chapitre comportera les conditionnements des échantillons prélevés et les méthodes et matériels utilisés pour élaborer les analyses.
- ✓ Le quatrième chapitre englobe tous les résultats des analyses physico-chimiques, organiques et métaux lourds des eaux de purge avec leurs discussions.
- ✓ Nous terminons ce manuscrit par une synthèse des différents résultats obtenus sous forme de conclusion générale et de recommandations.





**Chapitre I : Caractéristiques  
générales des rejets  
industrielles**

Ce chapitre reflète la définition du rejet et ses types ainsi qu'une étude sur le rejet de la SONATRACH (RTC-Bejaia).

### **I.1. Définition de rejets**

Le terme rejet désigne toute introduction de polluants dans l'environnement résultant d'une activité humaine, qu'elle soit délibérée ou accidentelle et qu'elle ait un caractère régulier ou non, notamment tout déversement, émission, écoulement, injection, évacuation ou mise en décharge, ou par le biais des réseaux d'égout sans traitement final des eaux usées. [2]

### **I.2. Type de rejets**

On distingue trois types de rejets :

- Rejet solide
- Rejet gazeux
- Rejet liquide

#### **I.2.1. Les rejets liquides**

Les rejets liquides définis comme eaux usées industrielles comprennent toutes les eaux provenant de locaux utilisés à des fins commerciales ou industrielles autres que les eaux usées domestiques et les eaux pluviales. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. Certains d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des Industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. [3]

##### **I.2.1.1. Les eaux usées**

L'eau usée non traitée désigne des eaux d'égout qui n'ont pas subi de transformation physique ou chimique visant à enlever les déchets solides et les contaminants. Ces eaux peuvent causer des problèmes de pollution comme la propagation de produits chimiques toxiques, de bactéries porteuses de maladies et la prolifération d'algues. [4]

L'eau usée est le synonyme de l'eau résiduaire. Les eaux usées domestiques se composent des eaux vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains. [4]

##### **a) Composition des eaux usées**

Les eaux usées sont théoriquement composées de 99% d'eau et de 1% de matières en suspension colloïdales et dissoutes. Bien que la composition exacte des eaux usées varie naturellement entre différentes sources et au fil du temps, l'eau demeure de loin son constituant principal.

Les eaux usées domestiques et municipales : sont susceptibles de contenir des charges bactériennes élevées, bien que la plupart des bactéries présentes dans les matières fécales humaines ne soient pas pathogènes en soi. Toutefois, lorsqu'une infection se produit, un grand nombre de microorganismes pathogènes (tels que les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes) sont répandus dans l'environnement par les matières fécales (Figure I.1) [4].

Les eaux usées issues d'activités industrielles et minières ainsi que de la gestion des déchets solides (par exemple la lixiviation des sites de décharge), peuvent également contenir des composés organiques toxiques tels que les hydrocarbures, les bi phényles les polys chlorés, les polluants organiques persistants, les composés organiques volatils et les solvants chlorés. De très petites quantités de certains composés organiques peuvent contaminer d'importantes quantités d'eau [5].

Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate peuvent être classées en trois catégories : les effets indésirables sur la santé associée à une réduction de la qualité de l'eau, les effets environnementaux négatifs en raison de la dégradation des ressources en eau et des écosystèmes et les effets potentiels sur les activités économiques [5].

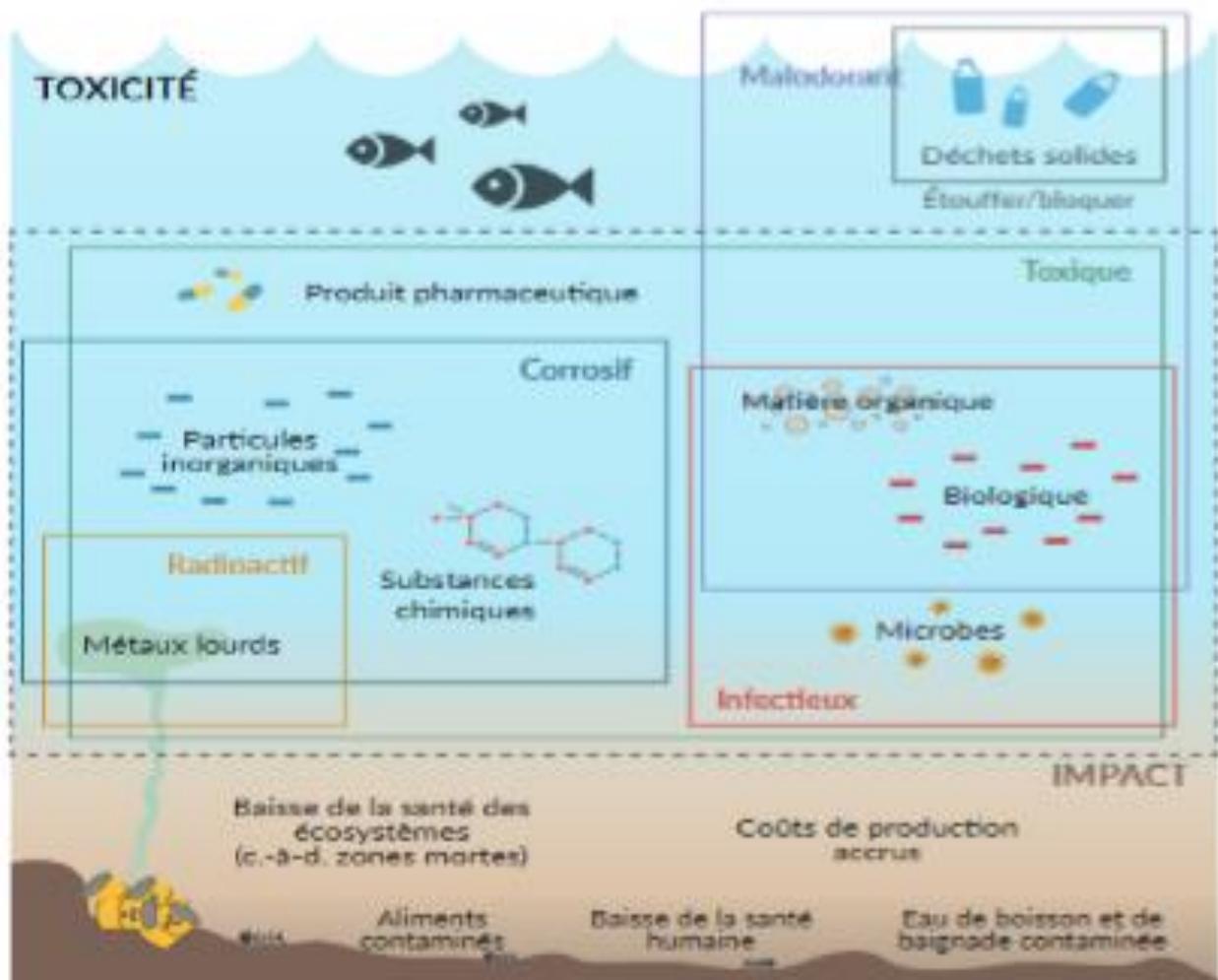


Figure I.1 : Composition des eaux usées et leurs effets être vivant [5].

#### b) Origine des eaux usées [4]

Selon l'origine des eaux usées, quatre grandes catégories sont distinguées :

- ✓ Les eaux usées domestiques.
- ✓ Les eaux pluviales.
- ✓ Les eaux agricoles.
- ✓ Les eaux usées industrielles.

### ❖ Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques se composent des eaux de vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains [4].

Les déchets présents dans ces eaux souillées par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Les réseaux d'eaux usées aboutissent à des stations d'épuration où les eaux sont traitées [4].

Elles proviennent essentiellement :

Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses :

- ✓ Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- ✓ Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées. [4]

### ❖ Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours. [4]

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toute sortes de déchets minéraux et organiques (de la terre, des limons, des déchets végétaux ... etc.) et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents ...etc.). [4]

### ❖ Les eaux usées agricoles

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

- ✓ Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation).
- ✓ Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides, ...etc.).
- ✓ Des eaux de vanne qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme [4].

### ❖ Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités

artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme [4].

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- ✓ Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...).
- ✓ Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...).
- ✓ Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...).
- ✓ Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...).
- ✓ Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. [6]

### **I.3. Caractéristiques des rejets de traitement du pétrole de la région transport centre du Bejaïa (RTC-BEJAIA)**

#### **I.3.1. Rejets solides**

##### **I.3.1.1. Boue de pétrole (sloops)**

L'utilisation pétrolière, tant au niveau de la production que du raffinage, produit des quantités importantes de résidus huileux qui s'apparentent à des boues de type (mayonnaise), appelés sloops. Ces sloops sont des émulsions inverses très stables dans le pétrole brut contenant des sédiments solides. La proportion de chacune des trois phases (eau, huile, solide) est très variable d'un sloop à l'autre, elles sont composées de 40 à 80% d'eau, de 20 à 50% d'hydrocarbures et de 1 à 10 % de matières en suspension de type minéral : sables, argiles, sels, ou organiques. Ces sloops proviennent, d'une part, du nettoyage des fonds de bacs de stockage. Une boue est caractérisée par sa concentration en éléments polluants et son pH. [1]

##### **I.3.1.1.1. Différents types de boues ou de sloops :**

On distingue [1] :

- Les boues d'hydrocarbures en fond de cuve issues du curage de cuves à fioul inutilisées
- Les boues de curage des séparateurs d'hydrocarbures, dégraisseurs situés notamment en prétraitement avant rejet au milieu naturel et/ou dans les réseaux des eaux pluviales.

#### **I.3.2. Rejets liquides**

##### **I.3.2.1. Eaux de purge**

Les eaux de production pétrolière, sont purgées régulièrement dans des réservoirs de stockage des hydrocarbures. Soumises à une décantation naturelle, Ces eaux sont

généralement chargées en hydrocarbures et en métaux lourds. Le traitement efficace d'un rejet liquide nécessite, au préalable, une bonne connaissance de la quantité et variations temporelles de la composition de l'effluent. Dans le processus de l'identification des caractéristiques des eaux de purge, la caractérisation physicochimique d'un procédé de traitement en outre, la connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau [1].

### I.3.2.1.1. Compositions des eaux de purge

Ces eaux huileuses stockées dans les bacs de stockage des hydrocarbures son des eaux qui peuvent contenir [1] :

- Des particules en suspension :
  - Minérales : argiles, silice, déferents précipités minéraux de calcium, de sulfate et de fer notamment, résidus de corrosion bactérienne comme le FeS, etc.
  - Organiques : émulsions résiduelles, bactéries, asphaltènes, etc.
- Des sels dissous de différentes natures.
- Des métaux lourds et radioactifs.
- Des produits organiques dissous.
- Des bactéries et des résidus de l'activité bactérienne.
- Des gaz dissous.

### I.3.2.1.2. Quantité des eaux purgées du terminal marin de Bejaia

Les eaux de production pétrolière de la région transport centre de Bejaia, sont stockées dans des réservoirs des hydrocarbures, il y'auras une séparation physique effectuée avant de purger ces derniers, et l'eau qui sort après la séparation sera conduite avec des pompes vers les canaux périphériques et jetée dans l'Oued Soummam [1].

Tableau I.1. Quantité annuelle des eaux purgées de la région transport centre de Bejaia [6].

Mois	Quantité en eaux purgées m <sup>3</sup> /mois
Mars.2023	81,416
Avril.2023	191,079

### I.3.2.1.3. Les différents polluants des eaux de purge

#### a) Les métaux lourds

##### ❖ Définition

Les métaux lourds peuvent être définis comme [1] :

- Tout métal ayant une densité supérieure à 5.
- Tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du Sodium (Z=11).
- Tout métal pouvant être toxique pour les systèmes biologiques.

Certains chercheurs utilisent des définitions plus spécifiques encore. Le géologue, par exemple, considérera comme métal lourd tout métal réagissant avec la pyrimidine ( $C_6H_5N$ ). [1]

Dans le traitement des déchets liquides, les métaux lourds nuisibles auxquels on s'intéresse principalement sont : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se), le zinc (Zn). [1]

Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn). [1]

#### ❖ Toxicité des métaux lourds

La complexité et la difficulté du contrôle des émissions de métaux lourds dans l'environnement résultent de la diversité des sources de rejets, de leur importante quantité et enfin de leur toxicité. Cela se traduit donc par une approche quantitative et qualitative du rejet. [1]

Tableau I.2 : Différents effets nocifs de quelques métaux lourds sur la santé humaine. [1]

Métal	Formes toxiques	Mode d'atteinte	Effets toxiques
Plomb	Inorganique (Dissous) ; Organique (tétrastyle Pb) ;	Par ingestion d'eau, de sol ou poussière contaminés ; Par contact avec la peau ; Par passage via la barrière placentaire,	-Toxique pour le système nerveux central et périphérique, induisant pour les enfants une encéphalopathie et des troubles du comportement. -Interfère dans la synthèse de l'hémoglobine. -Endommage-le fonctionnement du rein. -Classé avec ses dérivés comme
Chrome	Cr(VI), Toxique, Cr(III)	Inhalation ; Exposition de la peau.	-Irritation de l'appareil respiratoire jusqu'au stade cancer. -Effets circulatoires. -Effets sur l'estomac et le sang.
Cuivre	Sels solubles Fumées (soudure)	Ingestion ; Inhalation ;	-Intoxication graves : Vomissements et dysenterie entraînant un collapsus. -Fièvre du fondeur, accompagnée d'une fatigue, de douleurs Diffuses et de maux de tête. -Conjonctivites et rhinites atrophiques.
Zinc	Sels solubles	Ingestion ; Inhalation ;	-Irritation des muqueuses gastro intestinales. -Irritation des muqueuses respiratoires. -Dermatoses et ulcération de la muqueuse nasale, fièvre du fondeur.
Nickel		Ingestion ; Inhalation ;	-Cancer des poumons et du nez. -Stimulation du système immunitaire. -Arrêt cardiaque.

#### **I.4. Impacts des rejets liquides sur l'environnement**

Les rejets liquides ont des impacts significatifs sur l'environnement, affectant les écosystèmes terrestres et aquatiques, ainsi que la santé humaine. Voici quelques-uns des principaux impacts environnementaux des rejets liquides [3] :

- ✓ Pollution de l'eau : Les rejets liquides peuvent entraîner une pollution de l'eau, compromettant la qualité des sources d'eau douce telles que les rivières, les lacs et les nappes phréatiques
- ✓ Destruction des écosystèmes aquatiques : Les rejets liquides contenant des substances toxiques peuvent causer des dommages importants aux écosystèmes aquatiques
- ✓ Réduction de la biodiversité.
- ✓ Contamination des sols et des terres : Les rejets liquides peuvent contaminer les sols et les terres environnantes, entraînant une perte de fertilité et une dégradation des écosystèmes terrestres.
- ✓ Impact sur la santé humaine : Les rejets liquides contenant des substances toxiques peuvent également avoir un impact sur la santé humaine. Lorsque les eaux de surface ou les eaux souterraines sont contaminées, elles peuvent devenir une source d'eau potable dangereuse pour les communautés environnantes.
- ✓ Il est essentiel de mettre en place des réglementations environnementales strictes, de promouvoir des pratiques de gestion des déchets liquides durables, de développer des systèmes de traitement des eaux usées efficaces et de favoriser la sensibilisation et l'éducation environnementale pour minimiser l'impact des rejets liquides sur l'environnement et protéger la santé des écosystèmes et des populations humaines

#### **I.5. Les valeurs réglementations des rejets d'effluents liquides industriels**

Le Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les normes algériennes des rejets d'effluents liquides industriels [7].

Le tableau I.3 : illustre les normes algériennes des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels

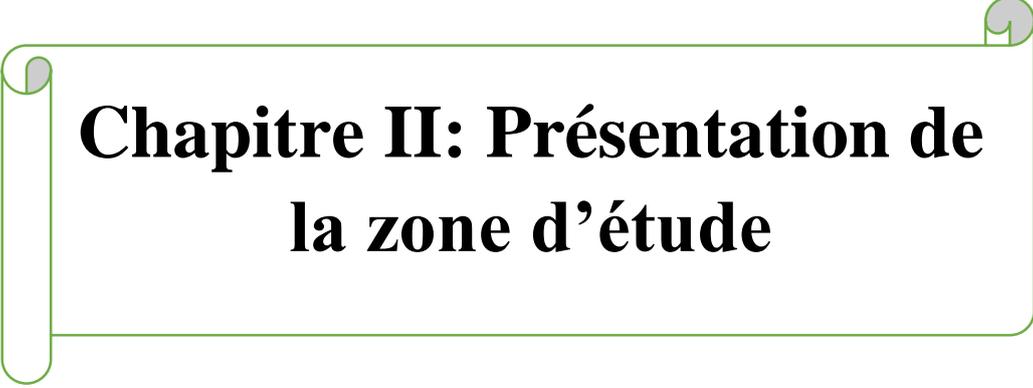
Tableau I.3. Les normes algériennes des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels. [7]

N°	PARAMETRES	Unité	Normes Algériennes
1	Température	°C	30
2	PH	-	6.5-8.5
3	MES	Mg/l	35
4	Azote kjeldahl	"	30
5	Phosphore total	"	10
6	DCO	"	120
7	DBO <sub>5</sub>	"	35
8	Aluminium	"	3
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0.005
10	Cyanures	"	0.1
11	Fluor et composes	"	15
12	Indice de phénols	"	0.3
13	Hydrocarbures totaux	"	10
14	Huiles et graisses	"	20
15	Cadmium	"	0.2
16	Cuivre total	"	0.5
17	Mercure total	"	0.01
18	Plomb total	"	0.5
19	Chrome total	"	0.5
20	Etain total	"	2
21	Manganèse	"	1
22	Nickel total	"	0.5
23	Zinc total	"	3
24	Fer	"	3
25	Composés organiques chlorés	"	5

## I.6. Conclusion

En conclusion, il est important de reconnaître qu'il existe différents types de rejets liquides, chacun ayant ses propres caractéristiques et impacts sur l'environnement.

Chaque type de rejet liquide présente des défis spécifiques en matière de gestion et de traitement pour réduire leur impact sur l'environnement. Les réglementations environnementales, les pratiques durables et la sensibilisation du public sont essentielles pour minimiser la pollution de l'eau, protéger les écosystèmes et préserver la santé humaine. Il est impératif de promouvoir une approche intégrée qui tienne compte de la diversité des sources de rejets liquides et de leurs caractéristiques pour assurer une gestion responsable et durable des ressources en eau.



## **Chapitre II: Présentation de la zone d'étude**

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### II.1. Présentation de la SONATRACH

SONATRACH, société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures, est une entreprise publique économique à caractères industriel et commercial. Elle a été créée en application du décret numéro 63 – 491 du 31/12/1963 modifié par décret numéro 66 – 296 du 29/09/1966. [6]

SONATRACH est la première entreprise du continent africain toutes catégories confondues et la première entreprise énergétique du bassin méditerranéen. Elle est actuellement classée au 12<sup>ème</sup> rang des compagnies pétrolières mondiales, 2<sup>ème</sup> exportateur de GNL et de GPL et 3<sup>ème</sup> exportateur du gaz naturel. C'est par le biais de l'activité Transport par Canalisation qu'elle assure le transport des hydrocarbures vers ses différents clients. [6]

L'activité Transport par Canalisation est en charge de l'acheminement des hydrocarbures, de pétrole brut, de Gaz, de GPL, et de condensat, à partir des zones de production vers les zones de stockage, les complexes GNL et GPL, les raffineries, les ports pétroliers ainsi que vers les pays importateurs. Elle constitue le noyau dynamique de la chaîne pétrolière du groupe SONATRACH. [6]

Ses missions consistent à définir, à réaliser, à exploiter, à maintenir et à faire évoluer le réseau de canalisations et des ouvrages pour répondre aux besoins de SONATRACH dans les meilleures conditions d'économie, de qualité, de sécurité, et de respect de l'environnement. [6]

L'activité transport par canalisation gère un réseau de canalisation d'une longueur de plus de 16000 km intégrant deux gazoducs destinés à l'exportation du gaz naturel. [6]

#### II.1.1. Description des principales activités de la SONATRACH

Les activités de SONATRACH s'articulent autour de quatre branches principales [8] :

- ✓ L'Activité Amont : Recouvre développement et de production hydrocarbure ;
- ✓ L'Activité Transport canalisation : assure acheminement des différents hydrocarbures par canalisation ;
- ✓ L'Activité Aval : A en charge le développement et l'exploitation des complexes hydrocarbures (liquéfaction, raffinerie.....) ;
- ✓ L'Activité Commercialisa stratégie commerciales de SONATRACH sur le marché national et international.

#### II.1.2. Description du Réseau de transport

Ce Réseau de Transport est composé de deux parties complémentaires [6] :

- Un réseau sud, qui assure le transport :
  - ✓ Des effluents issus des gisements vers Haoud El Hamra (CDHL) pour le pétrole brut et le Condensat et vers Hassi R'mel (CNDG) pour le Gaz naturel et le GPL.
- Un réseau nord, qui assure le transport :

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- ✓ Du pétrole brut du CDHL vers les raffineries et les ports d'exportation.
- ✓ Du Condensat du CDHL et du gisement de Hassi R'mel vers la raffinerie de Skikda et les ports d'exportation
- ✓ Du Gaz naturel du CNDG vers le marché national, les Gazoducs destinés à l'exportation et les complexes de liquéfaction
- ✓ Du GPL de Hassi R'mel vers les complexes de séparation.

### II.1.3. Domaine de l'activité transport

Il existe sept régions de l'activité de transport par canalisation [9] (figure II.1) :

- ✓ **RTC** : Région transport centre (Bejaia).
- ✓ **RTH** : Région transport de Haoud El-Hamra.
- ✓ **RTI** : Région de In amenas.
- ✓ **RTE** : Région transport (Skikda).
- ✓ **RTO** : région transport ouest (Azrew).
- ✓ **GEM** : Gazoduc (Enrico Mattei) vers l'Italie via la Sicile.

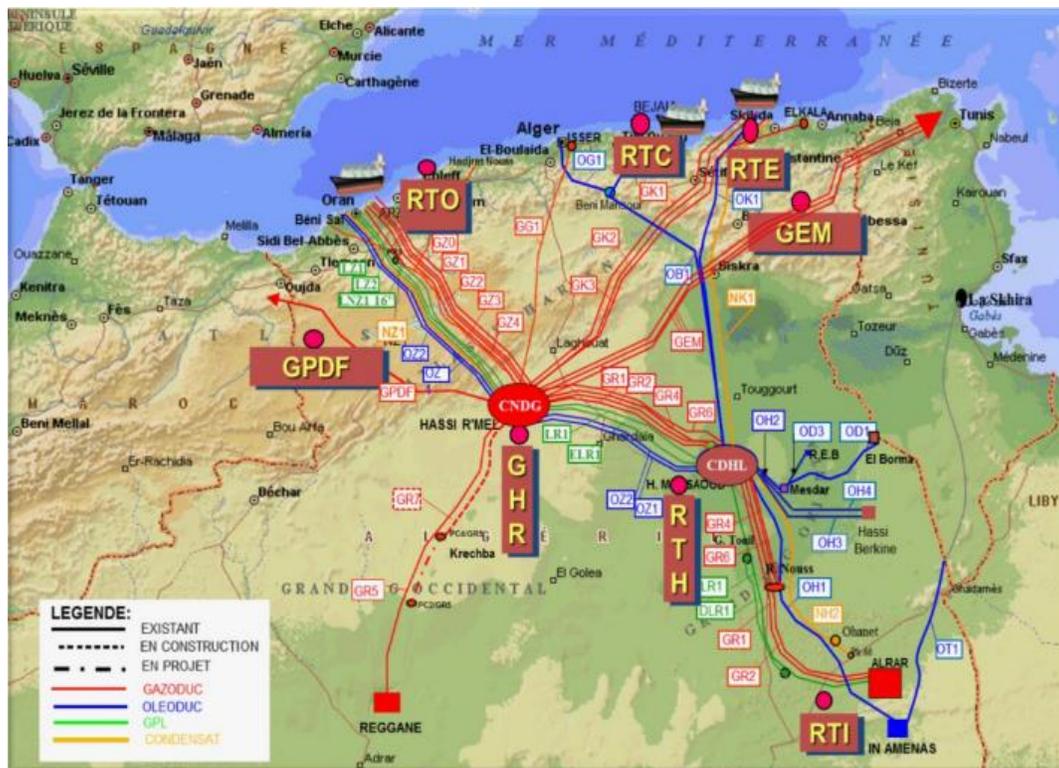


Figure II.1 : Cartographie actuelle du réseau de transport [8]

### II.2. Présentation et description de l'entreprise d'accueil :

#### II.2.1. Présentation du site SONATRACH (RTC- Bejaia)

Faisant partie de la branche transport par canalisation (RTC), la direction régionale de Bejaia (DRGB) constitue un pôle important en termes de stockage et de transport. Ceci de par son terminal marin TMB et son port pétrolier, d'où son appellation RTC (région transport centre), la direction RTC de Bejaia est située à 2km au sud-ouest de la ville de Bejaia, elle assure le transport et le stockage des hydrocarbures liquides provenant de Houde EL Hamra en vue de son exportation par voie maritime, son activité s'étend à la gestion de trois ouvrages du réseau de transport de SONATRACH [10] :

- L'oléoduc 24/22 " OB1 HEH-Bejaia.
- L'oléoduc 20 " DOG 1 – Béni Mansour- Alger.
- Le gazoduc 42 "GG1 –Hassi Rmel – Bordj Menail.

Le pipeline OB1 (HEH-BEJAIA) se compose de quatre stations de pompage pour un débit max de 2200 m<sup>3</sup>/H et qui sont [10] :

- Station de pompage SP1 bis : La station de pompage SP1 bis de Bejaia est une station située à une distance de PK 189,83 d'HEH au nord-ouest de djemaa (Biskra).
- Station de pompage de Biskra SP2 : La station de pompage SP2 est la deuxième station gérée par la direction régionale de Bejaia, elle est située au 350,489 au niveau de la ferme Driss Amor à 18 km au nord-ouest de Biskra.
- Station de pompage de M'Sila SP3 : La station de pompage SP3 est intermédiaire entre SP2 et SPM elle est située à PK 493,243m M'Sila ville sur une altitude de 465,20m.
- Station de pompage Béni Mansour : La station de pompage SBM est la station précédente le terminal marin de Bejaia c'est à son niveau qu'une bretelle l'oléoduc d'Alger OG1 20 " est piquée, permettant l'alimentation de la raffinerie de Sidi-Arsine en pétrole brut la station est située à proximité de Béni Mansour.

#### II.2.2. Présentation du terminal Marin de Bejaia (TMB) :

Mise en service en 1959 par la société française du pétrole de gérances (SOPEG), le TMB est constitué de deux parcs de stockage, qu'on nomme Terminal Nord et Terminal Sud [10] :

- Terminal Nord : constitué de 12 bacs de stockages à toit flottant de capacité 35.000 m<sup>3</sup>chacun et un bac à toit fixe de capacité 2900 m<sup>3</sup>. Ce bac est destiné à recevoir les produits issus de la gare racleur en cas de décharge des soupapes mais sert également à récupérer les purges des collecteurs et manifolds.

- Terminal Sud : constitué de quatre bacs à toit flottant de capacité de 50.000 m<sup>3</sup> chacun.



Figure II.2 : Terminal sud et nord de SONATRACH [8]

### II.3. Fonctionnement du système réception du brut (remplissage) :

Vu la différence d'altitude entre la région de Bejaia et Slatna qui est le point le plus haut, le fluide conduit par gravité ou il arrive au terminal avec une pression relativement faible d'environ 0,8 kgf/cm<sup>2</sup> (1kg/cm<sup>2</sup> = 0,98bar) l'importance de l'activité commerciale fait que le fluide n'est pas stocké pour longtemps par conséquent il y a toujours un ou plusieurs bacs vide près à remplir. [9]

Pour remplir un bac, l'opération doit ouvrir d'abord la vanne de pied de bac puis ouvrir celle de ligne qui correspond à l'unité dont le bac fait partie, les vannes sont commandées par des boutons tourner/pousser. [9]

S'il y a une ouverture de vanne accidentelle qui empêche l'écoulement du pétrole, le terminal dispose de soupapes de sécurité qui se déclenche lorsque la pression à l'intérieur des canalisations atteint 14 bar et devienne dangereuse. Le pétrole est évacué vers le bac de purge 4Y1 (bac à toit fixe) ce qui donne environs une heure aux personnes de la salle de dispatching pour régler le problème. [9]

### II.4. Caractéristiques des produits stockés :

Les hydrocarbures stockés sont des liquides inflammables à température et pression ambiante, qui émettent des vapeurs inflammables dans certaines conditions de températures, de pression et de concentration. La densité de ses vapeurs les plus fortes que celle de l'air : aussi tendent-elles à s'accumuler dans les parties basses. [10]

Les produits stockés dans le terminal marin de Bejaia sont de deux types :

- **Pétrole brut** : De latin « Petra deum », huile de pierre. Liquide huileux inflammable que l'on trouve dans les couches sédimentaires de l'écorce terrestre sous sa forme brute c'est-à-dire associé à des composés oxygénés, azotés ainsi qu'à des types de métaux particuliers.
- **Condensât** : Produit liquéfié par condensation à partir de sa vapeur. Le condensât est avant tout du gaz naturel sous forme liquide obtenu à  $-160^{\circ}\text{C}$ . Sa masse volumique est alors réduite de 600 fois. Cette transformation permet donc de transporter et/ou de stocker des quantités très importantes de gaz dont des volumes de manière globale les bacs du parc de stockage Nord et Sud sont dédiés au stockage du pétrole brut. [10]

Pour faire fonctionner le parc de stockage, le terminal marin de Bejaia dispose d'un manifold arrivé et de deux manifolds départ. L'installation du Sea Line a fait doter le terminal d'un troisième manifold pour le ravitaillement des pétroliers en mer. [10]

#### II.4.1. Le parc de stockage dispose aussi de :

- Une salle de contrôle (la tour).
- Une gare racleur -arrive.
- Onze (11) lignes de transfert bac à bac.
- Trois (3) lignes de chargement vers le port pétrolier.
- Une (1) ligne de chargement en mer.
- Trois (3) électropompes d'un débit de  $15000\text{m}^3/\text{h}$  pour le chargement. [10].

### II.5. Présentation des différentes structures de la RTC

La RTC est composée de trois sous-directions qui sont elles-mêmes décomposées en départements que nous allons décrire ci-dessous. Les différents sous- directions et départements de la RTC sont représentés sur l'organigramme. [8] (figure II.3)

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

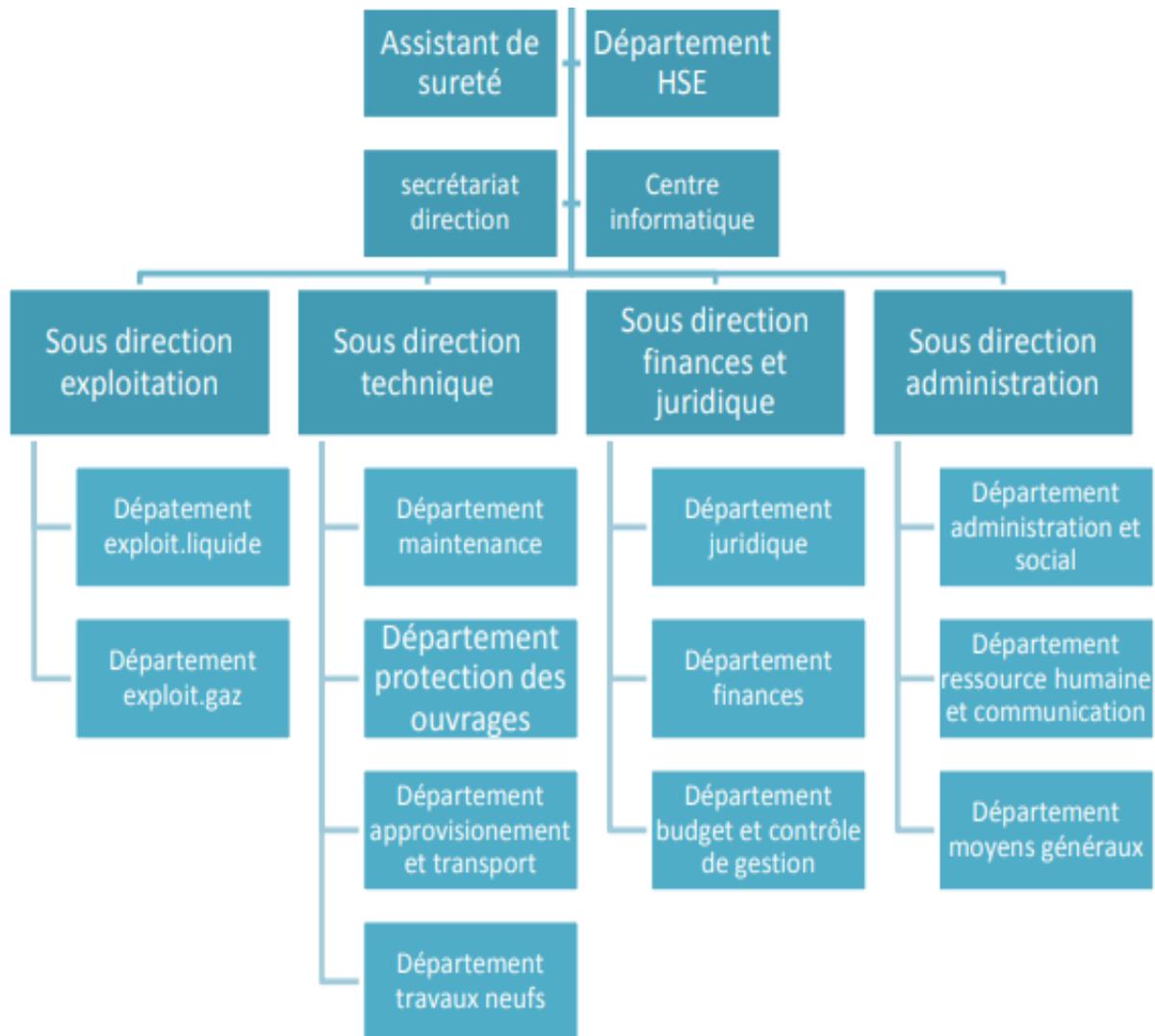


Figure II.3 : Les différents sous- directions et départements de la RTC [8]

### II.5.1. Service environnement

Le service environnement est l'un des services du département HSE, il est constitué d'un ingénieur un chef de service, son rôle est de contrôler, analyser, suivre les travaux et de préserver l'environnement de toute atteinte survenant par l'exploitation du terminal par l'émission, la dispersion, le rejet ou le dépôt de toute substances solide, liquide, ou gazeuse diffusées vers l'atmosphère. [11] (Figure II.4)

#### ❖ Principaux rôles du service

- ✓ Appliquer la politique du groupe SONATRACH en matière HSE.
- ✓ Appliquer le management HSE.
- ✓ Application et respect de la réglementation et des normes environnementales.
- ✓ Appliquer les procédures environnementales.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- ✓ Réaliser l'inspection au niveau des stations.
- ✓ Mise en œuvre des plans d'action environnementaux.
- ✓ Suivi des études : études d'impact et les audits environnementaux.
- ✓ Assurer le reporting journalier d'accidents et d'incidents.
- ✓ Gestion des crises (déversements et fuites accidentelles).
- ✓ Suivi du plan des déchets liquides et solides.

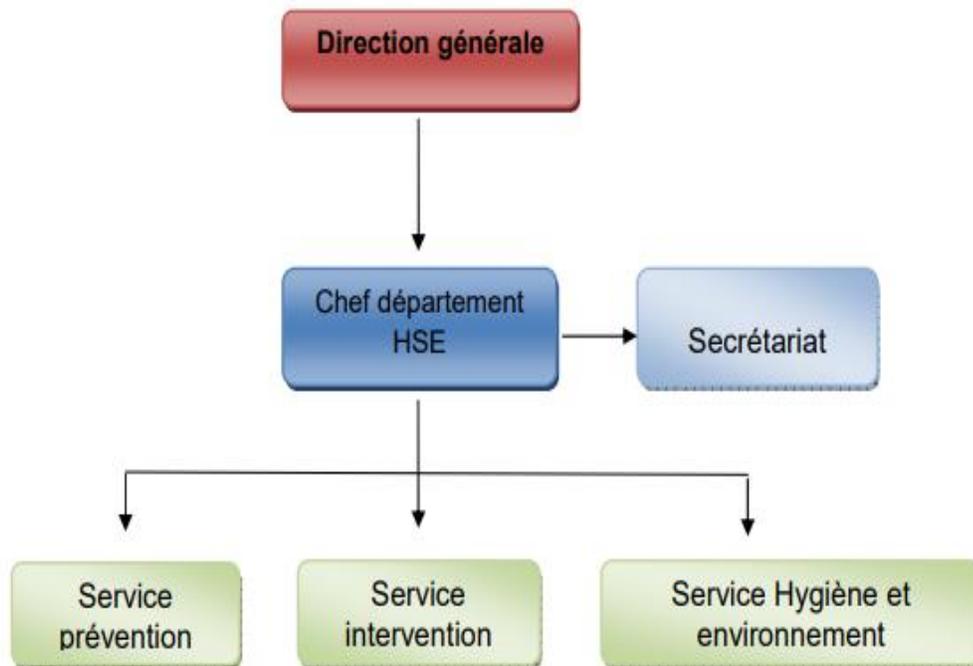


Figure II.4: Organigramme de département HSE (hygiène sécurité et environnement). [11]

## **Chapitre III : Méthodes et matériels**

Le but de ce chapitre est de présenter les techniques analytiques ainsi les protocoles expérimentaux utilisés.

### III.1. Échantillonnage

L'échantillonnage se définit comme une procédure dans laquelle une portion de substance de matériau ou du produit est prélevée pour fournir un échantillon représentatif de l'ensemble pour les besoins de l'analyse. L'échantillonnage ayant en général un but bien précis, la stratégie de prélèvement doit toujours être adoptée aux objectifs de l'étude. [12]

Les échantillons ont été prélevés sur deux bacs (Figure III.1)

-Le bac de décantation 4Y1 le 26 Mars 2023.

-Le bac 4F6 le 12 Avril 2023.



Figure III.1 : Points d'échantillonnage (Image prise par google earth)

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en verre d'une capacité d'un (1) litre, après avoir rincée avec de l'eau distillée et étiquetée. (Figure III.2)



Figure III.2 : Les échantillons prélevés du rejet liquide (26 Mars 2023)

### III.2. Méthodes d'analyses

Les différentes analyses effectuées sur les rejets liquides ont été analysées dans plusieurs laboratoires

1-Laboratoire SONATRACH Bejaia

2-Laboratoire centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques BOUSMAIL.

3-Laboratoire d'analyses et de contrôle de qualité ANALAB Bejaia.

#### III.2.1. Paramètres physiques-chimiques

##### III.2.1.1. Détermination de pH et température

###### III.2.1.1.1. Définition

###### a. Le pH (potentiel en hydrogène)

Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. La valeur 7 correspond à la neutralité. Le domaine entre 0 et 7 constitue le milieu acide, et entre 7 et 14 le milieu est basique. Le pH renseigne sur l'origine de l'eau. [1]

###### b. La température

La température de l'eau est mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre incorporé à un instrument de mesure (pH mètre). Elle renseigne sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

Elle est aussi indispensable pour la correction des autres paramètres d'analyse qui lui sont étroitement dépendants (conductivité, pH...). [1]

#### III.2.1.1.2. Appareillage

Un pH mètre de marque KNICKPORTAVO-multi (PH. COND.OXY). (FigureIII.3)



Figure III.3 : pH mètre multifonctions

#### III.2.1.1.3. Mode opératoire

Faire les mesures des échantillons en plongeant l'électrode dans l'échantillon et laisser stabiliser pendant quelques secondes, noter la valeur du pH et de la température de l'échantillon.

Le pH et la température a été mesuré directement sur place.

Faire les mesures des échantillons en plongeant l'électrode dans l'échantillon et laisser stabiliser pendant quelques secondes, noter la valeur de la température de l'échantillon.

#### III.2.1.2. Conductivité (CE)

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la température et est reliée à la concentration et à la nature des substances ionique. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique et colloïdale, qui conduit peu. Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans les autres cas, elle permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau et d'estimer le volume d'échantillon nécessaire pour certaines déterminations chimiques. [12]

**III.2.1.2.1. Appareillage**

Nous avons mesuré la conductivité avec un conductivimètre.



Figure III.4 : Conductivimètre.

**III.2.1.2.2. Mode opératoire**

On allume l'appareil, puis en plongeant l'électrode dans l'échantillon, et laisser stabiliser pendant quelques secondes, on a noté les valeurs de la conductivité des échantillons. [1]

**III.2.1.3. La turbidité**

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de  $90^\circ$  par rapport au faisceau de la lumière incidente. [12]

**III.2.1.3.1. Appareillage**

L'appareil est un turbidimètre de marque WTW turb550 / turb550IR.



Figure III.5. Turbidimètre [1].

### III.2.1.3.2. Calcul et expression des résultats

Les résultats sont exprimés en UTN (unités de turbidité NEPHELEMETRIQUE) ou bien FTU (unité de turbidité FORMAZINE) et sont affichés directement par l'appareil. [1]

### III.2.1.4. Matière en Suspension (MES)

Les solides en suspension sont constitués par la matière en suspension dans l'eau. Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques. Les eaux avec des niveaux élevés de solides en suspension peuvent provoquer des inconvénients dans certains procédés industriels. Il existe plusieurs règlements ou guides ayant une norme pour les solides en suspension. De plus, certains guides suggèrent de mesurer les solides en suspension après décantation des particules. [12]

#### III.2.1.4.1. Matérielle [14]

- Rampe de filtration et entonnoir à filtration.
- Papier filtre.
- Etuve à une température de 105°C.
- Balance analytique dont la sensibilité est de 0.1 g.
- Bécher pour la décantation des solides.

#### III.2.1.4.2. Mode opératoire

Nous avons suivi les étapes suivantes [12]

- La Peser de papier filtre à l'aide d'une balance analytique (immédiatement avant de l'utiliser).
- L'Homogénéiser de l'échantillon.
- Filtrer 100 ml d'échantillon homogène à travers le papier filtre.
- Laver le cylindre et l'entonnoir avec 3 portions de 10 ml d'eau que l'on videra sur le filtre en s'assurant que tout le filtre soit bien rincé. Attendre que l'eau soit filtrée avant l'ajout d'une autre portion de 10 ml.
- Lorsque la filtration est terminée, on a séché à l'étuve à 105 °C pendant 24 h.
- on laisse le papier filtre refroidir et le peser (papier filtre + solide), est-on calcul la matière en Suspension.

### III.2.2. Paramètres organiques

#### III.2.2.1. 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. [13]

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation, etc., il est bien évident que la reproductibilité des résultats et leur interprétation ne pourront être satisfaisantes que dans des conditions de méthodologie bien définies et strictement respectées. [13]

Dans la technique, le rôle du catalyseur est de faciliter l'oxydation mais celle-ci n'est cependant pas totale en présence de composés organiques stables. Il est préférable d'effectuer les prélèvements dans des récipients en verre, les flacons en matière plastique pouvant entraîner la présence de contaminants organiques. Pratiquer la détermination de la DCO très rapidement après le prélèvement qui doit être représentatif et homogénéisé. Cependant, on peut conserver un certain temps l'échantillon s'il a été acidifié par l'acide sulfurique à  $\text{pH} < 2$ . (Tableau III.1) [13]

Tableau III.1. : Valeurs typiques de DCO. [1]

DCO (en mg/l)	Type d'eaux usées/substrat
5...20	Eaux courantes
20...100	Eaux usées communales après épuration biologique
300...1000	Eaux usées communales non épurées
22000	Eaux d'infiltration de décharges

### III.2.2.1.2. Appareillage

- Bloc chauffant, capable de maintenir une température de  $150\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  sans provoquer de surchauffe locale du contenu des tubes soumis à l'essai. [14] (Figure III.6)
- Spectrophotomètre 7600UV-VIS. (Figure III.7)



Figure III.6 : Bloc chauffant CR 3200 (23.05.2023) [14]



Figure III.7. Spectrophotomètre 7600UV-VIS (23.05.2023) [14]

### III.2.2.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biochimique en oxygène 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. [13]

#### III.2.2.2.1. Principe

La teneur en oxygène de l'eau est déterminée immédiatement après le prélèvement, puis à nouveau après un temps d'incubation de n jours à 20 °C. La différence entre les deux mesures correspond à la consommation d'oxygène, considérée dans ces conditions comme la demande biochimique en oxygène. Aucun apport de nutriments ou ensemencement par des micro-organismes n'est apporté à l'échantillon lors de cet essai. [13]

#### III.2.2.2.2. Appareillage

Nous avons utilisé un analyseur de la demande biochimique en oxygène pour déterminer de la DBO<sub>5</sub> dans les eaux de purge. (Figure III.8)



Figure III.8 : un analyseur de la demande biochimique en oxygène

### III.2.2.2.3. Expression des résultats

La demande biochimique en oxygène après  $n$  jours, exprimée en mg d'oxygène par litre correspond à [13] :

$$DBO_n = C_0 - C_n$$

$n$  = nombre de jours d'incubation (5 ou 7).

$C_0$  = concentration en oxygène dissous dans l'échantillon au temps 0.

$C_n$  = concentration en oxygène dissous dans l'échantillon après incubation de  $n$  jours.

### III.2.2.3. Hydrocarbures totaux

#### III.2.2.3.1. Principes

La méthode d'analyse utilisée est l'extraction au solvant et chromatographie en phase gazeuse. Son principe repose sur la somme des concentrations des composés extractibles par un solvant hydrocarbure, dont le point d'ébullition est compris entre 36°C et 69°C, non absorbés par le Floribil et dont les temps de rétention en chromatographie sont compris entre ceux du  $n$ -décone et du  $n$ -tétracotane. Les substances conformes à cette définition sont des hydrocarbures aliphatiques à longue chaîne ou ramifiés, aromatiques ou aromatiques substitués. [6]

#### III.2.2.3.2. Appareillage

L'appareil utilisé pour analyser un échantillon d'hydrocarbure totaux est un analyseur qui détermine la teneur en hydrocarbures dans les eaux de rejet industriel. (Figure III.9)



Figure III.9: Analyseurs d'hydrocarbures

#### III.2.2.4. Le carbone organique total (COT)

##### III.2.2.4.1. Définition

Est constitué d'une grande diversité de matières organiques dont certaines peuvent être présentes sous forme particulaire (COP). Une filtration des échantillons (sur une membrane filtrante de  $0,45 \mu\text{m}$ ) permet d'éliminer cette fraction non dissoute et d'analyser spécifiquement le carbone organique dissous (COD). [13]

##### III.2.2.4.2. Matériel [13]

- Appareillage pour la détermination du carbone organique comportant :
  - Une unité d'oxydation,
  - Un analyseur infrarouge
  - Éventuellement un système d'élimination du carbone inorganique, s'il n'est pas inclus dans l'appareillage.
    - Verrerie courante de laboratoire soigneusement lavée et si possible passée au four à  $-500^\circ\text{C}$  pendant 3 heures pour éliminer toute trace de matière organique.
    - Dispositif de filtration sur membrane (porosité  $0,45 \mu\text{m}$ ) pour séparer si nécessaire le carbone particulaire.
    - Oxygène pur (exempt de dioxyde de carbone ou d'hydrocarbures).

##### III.2.2.4.3. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en milligrammes de carbone par litre d'eau.

La majorité des appareils présents sur le marché possède un système de traitement et d'acquisition des données (calcul de la concentration à partir des valeurs d'étalonnage, moyenne, écarts type). [13]

### III.2.3. Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (SAA)

#### III.2.3.1. Définition

La spectrométrie d'absorption atomique est une technique qui s'est largement développée ces dernières années mais dont le phénomène de base était connu depuis très longtemps. Les séduisantes possibilités de la méthode et en particulier sa rapidité, l'ont fait adapter au dosage d'un certain nombre d'éléments rencontrés dans les eaux. [13]

#### III.2.3.2. Principe

Pour un atome à l'état libre, le passage de l'état fondamental à l'état excité est conditionné à la fourniture d'un quantum d'énergie correspondant la différence d'énergie entre le niveau excité  $E_n$  et le niveau fondamental  $E_0$ . En spectrométrie d'absorption atomique (SAA) on utilise un générateur de photons dont la fréquence correspond à l'élément à doser. Une population d'atomes, générée par un atomiseur à partir de l'échantillon, est éclairée par ce rayonnement lumineux de longueur d'onde donnée. Les atomes absorbent cette énergie incidente pour passer du niveau fondamental au niveau énergétique excité et le nombre de photons absorbés dans ce rayonnement incident peut être relié à la concentration par la relation :  $A = k C$

$A$  = absorbance,

$C$  = concentration de l'élément considéré dans la solution à analyser,

$k$  = coefficient spécifique à chaque élément.

Cette relation permet la quantification de l'élément en procédant préalablement à un étalonnage avec des solutions de concentrations connues (Figure III.10). [13]

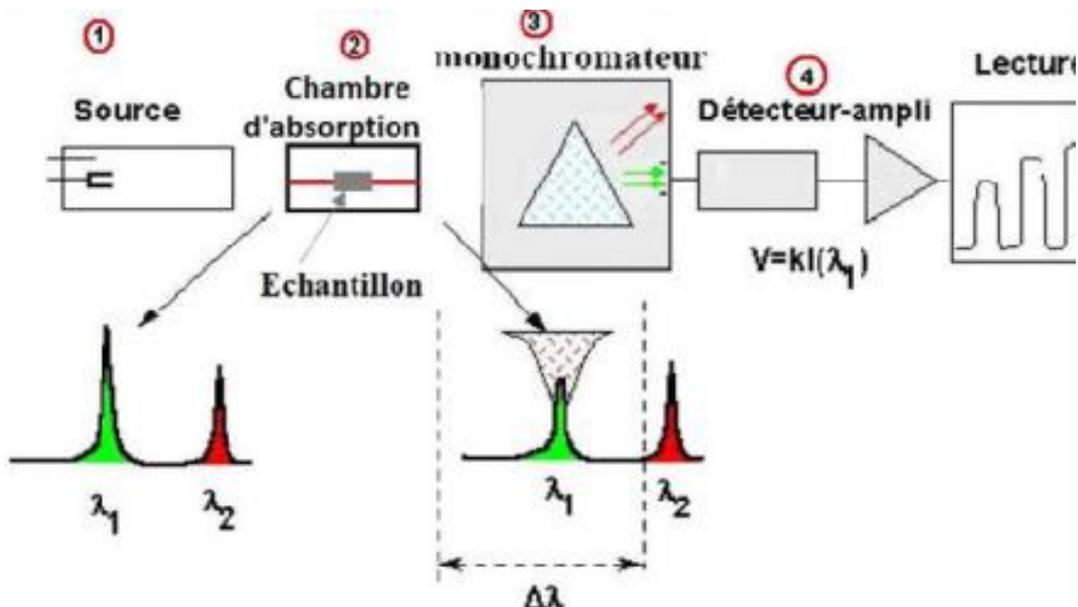


Figure III.10: Principe de fonctionnement de la spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA). [1]

### III.2.3.3. Appareillage



Figure III.11 : spectrométrie d'absorption atomique. [1]

### III.2.3.4. Mode opératoire

- ❖ Métaux lourds déterminés par Spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA) (Figure III.12)

- Préparation des échantillons



Figure III.12 : Echantillons pris pour la SAA [1]

- Nous avons filtré échantillons avec un papier filtre, ensuite avec des filtres a seringue de 45 $\mu$ m.

- Nous avons ajouté 1ml d'acide nitrique HNO<sub>3</sub>, concentré à 53%, pour chaque 20 ml d'échantillons. [1]

### **III.3. Conclusion**

Les méthodes et le matériel utilisé pour la caractérisation des rejets liquides de SONATRACH doivent être fiables et rigoureux. Ils jouent un rôle clé d'évaluation de l'impact sur l'environnement.

A decorative border resembling a scroll, with a light green outline and rounded corners. The top and bottom edges are slightly curved, and there are small circular accents at the corners.

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

Ce chapitre présente les résultats d’analyses des paramètres physicochimiques, les paramètres de pollution organique et les métaux lourds dans des eaux de purge SONATRACH Bejaia. Les résultats obtenus feront l’objet d’une interprétation qui permettra de vérifier la qualité de ces rejets (la présence et le degré de la pollution) ainsi que le respect de la réglementation en vigueur .....

**IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques**

**Remarque :**

A=Avant la séparation 4Y1

A’=Après la séparation 4Y1

B= Avant la séparation 4F6

B’= Apres la séparation 4F6

**IV.1.1. Le pH**

On constate de ces résultats que le pH varie entre 6,675 et 6.99 pour le bac 4F6 et varie entre 6,97 et 6.93 pour le bac 4Y1. Ces valeurs respectent la norme algérienne des rejets industriels, et de ce fait les résultats des eaux purges traitées sont conformes au norme (TableauIV.1) (Figure IV.1)

Tableau IV .1. Résultats de l’analyse du pH.

BAC	pH			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A’	B	B’
Valeur	6.97	6.93	6.675	6.99
Norme algérienne [7]	6.5 à 8.5			

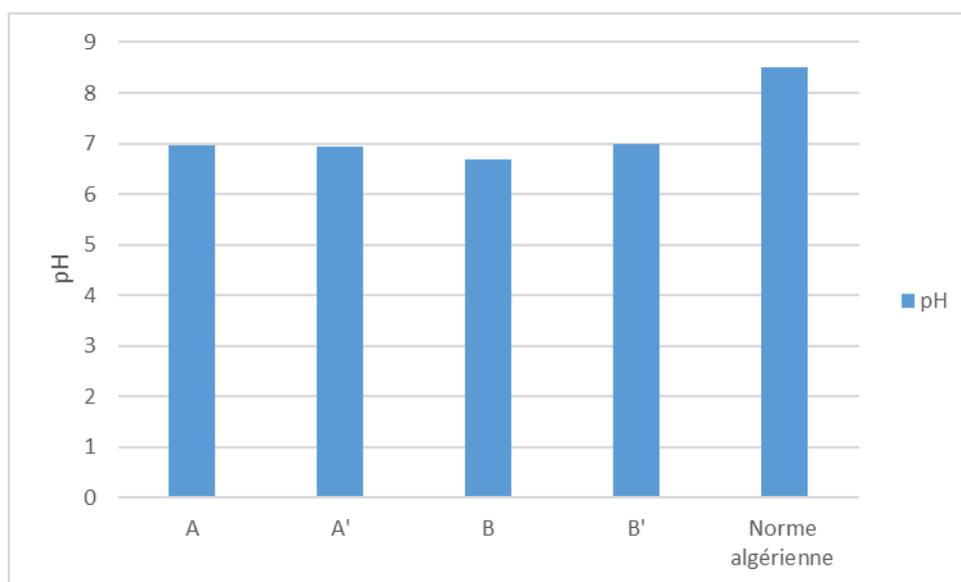


Figure IV.1 : Les valeurs du pH dans les eaux de purge (2023).

**IV.1.2. La Température (C°)**

La température des échantillons varie entre 20.05C°et 24.25C°, et elle est on dessous des valeurs limites maximale de température exigée par la norme algérienne des rejets industriels qui est 30 C°. (Tableau IV.2) (Figure. IV.2)

Tableau IV.2: Résultats de mesure de la température.

BAC	Température C°			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	28.2	20.05	21.01	24.25
Norme algérienne [7]	30			

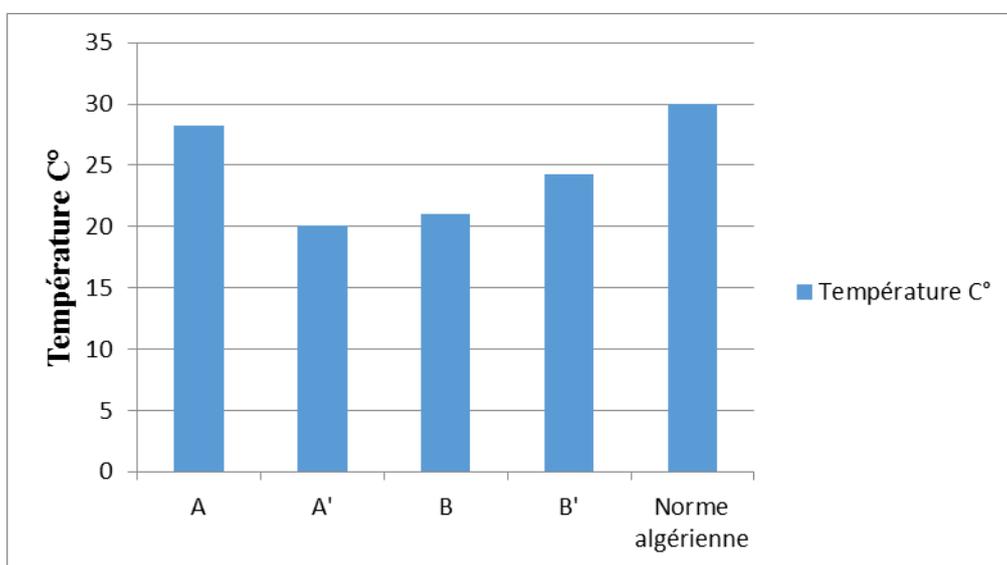


Figure. IV.2 : Les valeurs du la température des eaux de purge (2023).

**IV.1.3. La Conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique (CE) des eaux de purges dépasse la norme algérienne 2.8 mS/cm pour les quatre échantillons, cela est dû à la minéralisation des eaux de purges. (Tableau IV.3) (Figure.IV.3)

Tableau IV.3 : Résultats d’analyse de la conductivité électrique (CE)

BAC	Conductivité (ms/cm)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	80.11	27.69	33.9	19.9
Norme algérienne[7]	2.8			

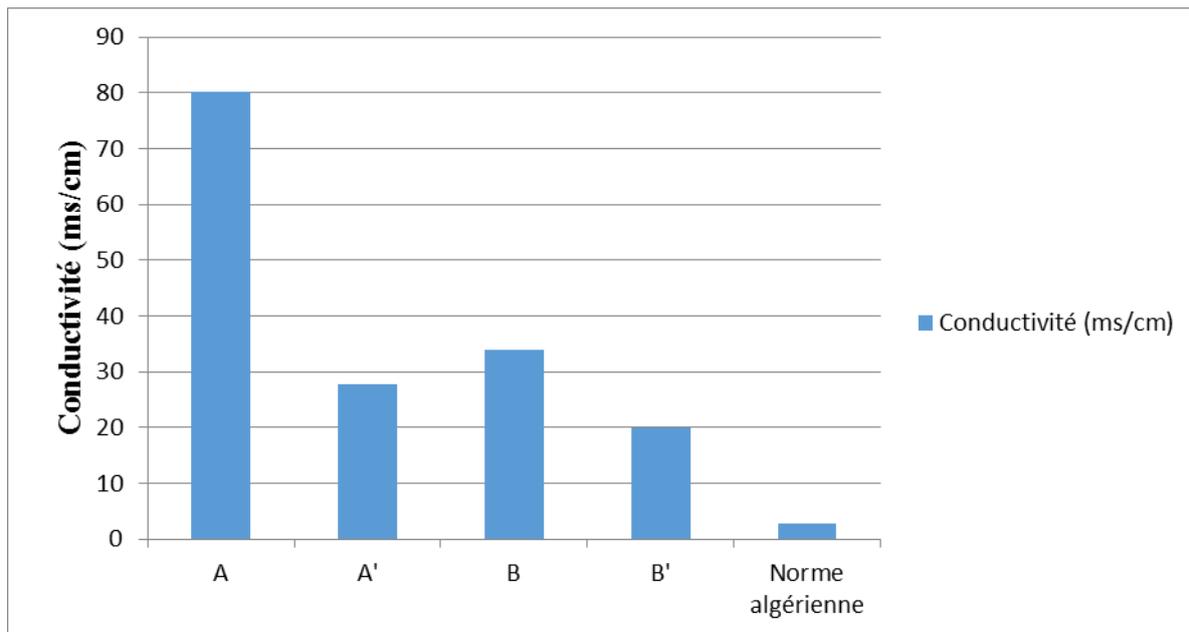


Figure. IV.3 : Les valeurs du la Conductivité électrique des eaux de purge c(2023).

#### IV.1.4 La Turbidité

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans les eaux de purge, varient entre 5.66 t 245.9 UTN, la valeur la plus élevée a été observer dans l'échantillon de bac 4Y1 avant la séparation (245.9UTN), elle dépasse largement la norme d'OMS qui varient entre 5 à 30 UTN.

Donc y a une grande concentration des matières en suspension. Mais à la sortie de la séparation les valeurs des deux échantillons répondent à la norme de l'OMS, on conclut que la séparation effectué est efficaces. (Tableau IV.4) (Figure. IV.4)

Tableau IV.4. Résultats d'analyse de la turbidité.

BAC	Turbidité(UTN)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	245.9	6.99	22	5.66
Norme OMS[1]	5 a30			

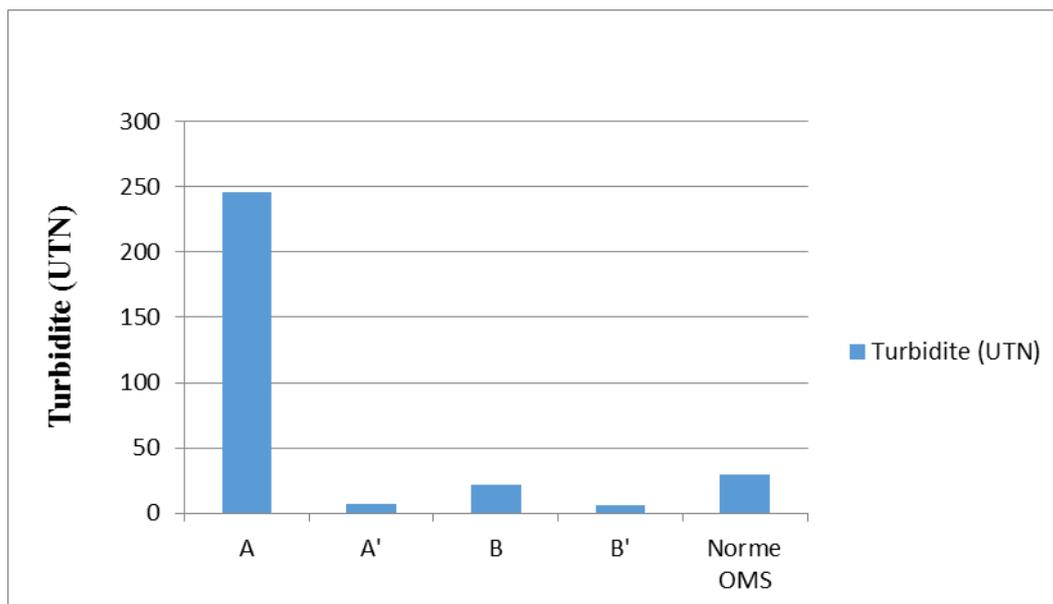


Figure. IV.4 : Les valeurs du la Turbidité dans les eaux de purge (2023).

#### IV.1.5 Matière en suspension (MES)

La concentration en matière en suspension dépasse le seuil des valeurs admissibles, limité à 35 mg/l exigée par les normes algériennes des rejets, cela peut être dû à la présence des huiles lourdes de grands poids moléculaire [1]. Ces teneurs élevées de matière en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. (Tableau IV. 5) (Figure. IV.5)

Tableau IV. 5 : Résultats d’analyse de la matière en suspension (MES)

BAC	Matière en suspension (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	5640	335	600	105
Norme algérienne[7]	35			

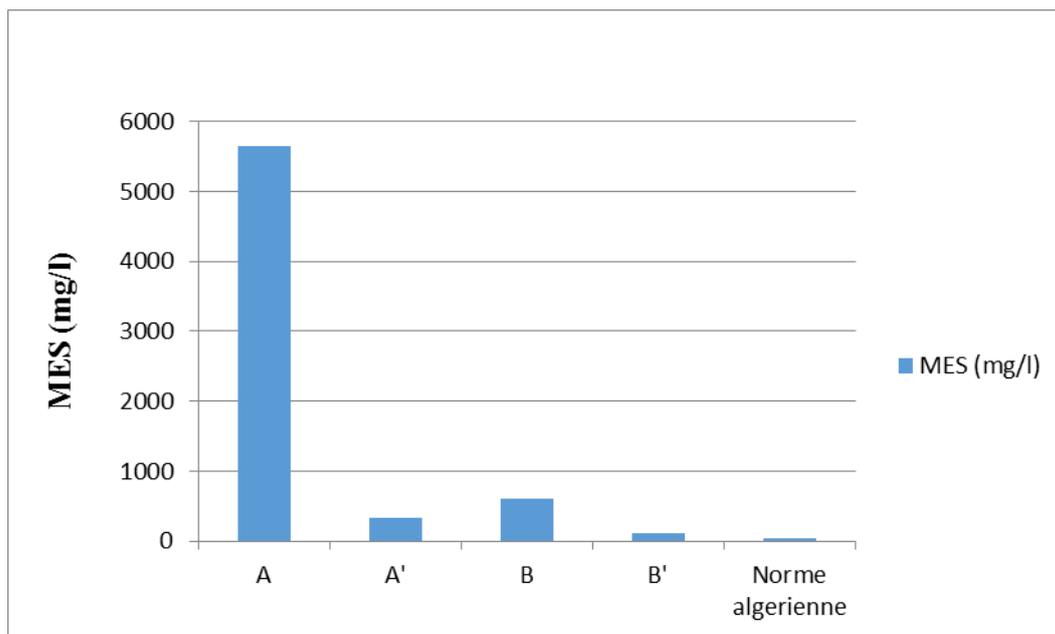


Figure. IV.5 : Les valeurs de la matière en suspension dans les eaux de purge (2023).

## IV.2. Résultats des analyses des paramètres organiques

### IV.2.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les résultats d'analyse de la DCO des eaux de purges à l'entrée de la séparation sont supérieurs aux normes algériennes des rejets 120 mg/l, par contre à la sortie de la séparation ces résultats sont conforme à la norme. Cela justifier l'efficacité du traitement. Les valeurs élevées indiquent une forte pollution organique des eaux de purge. (Tableau IV. 6)(Figure. IV.6)

Tableau IV. 6 : Résultats de la DCO.

BAC	DCO (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	561.29	39.80	8567.91	30.62
Norme algérienne [7]	120			

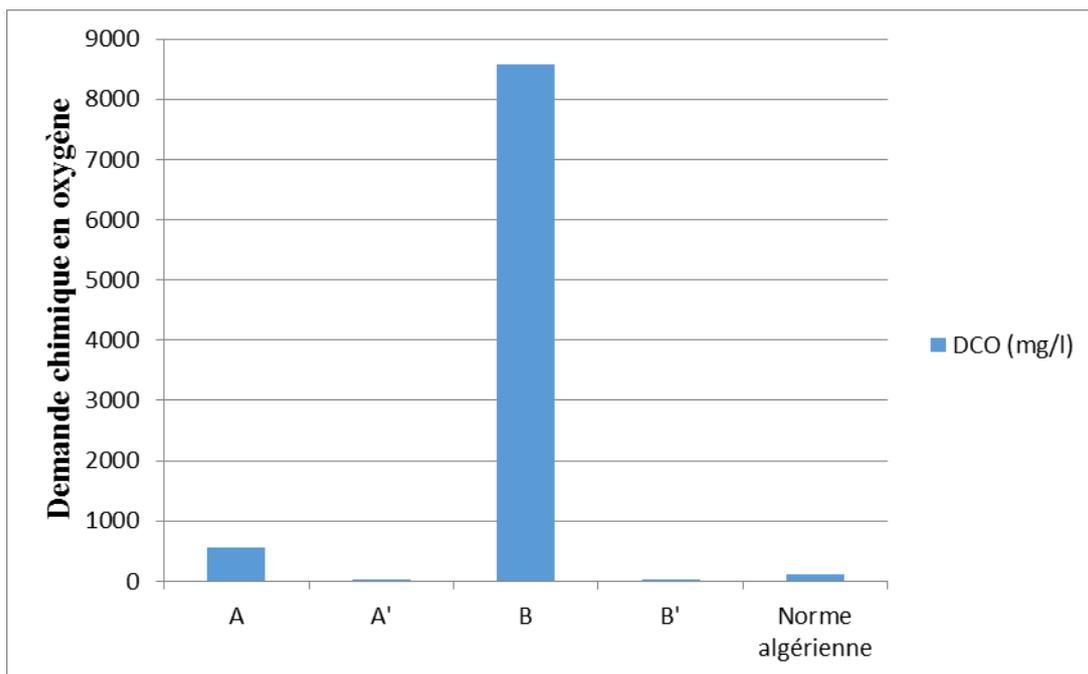


Figure IV.6: Les valeurs du la DCO dans les eaux de purge (2023).

#### IV.2.2. Demande biochimique en oxygène

Les résultats d’analyse sont admissibles, et répond à la norme algérienne 35mg/l.

Les résultats conformes donc il n’y a pas de pollution organique pour ce paramètre. (Tableau IV.7) (Figure. IV.7)

Tableau IV .7 : Résultats de la DBO<sub>5</sub>.

BAC	DBO <sub>5</sub> (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	28	25	57	24
Norme algérienne [7]	35			

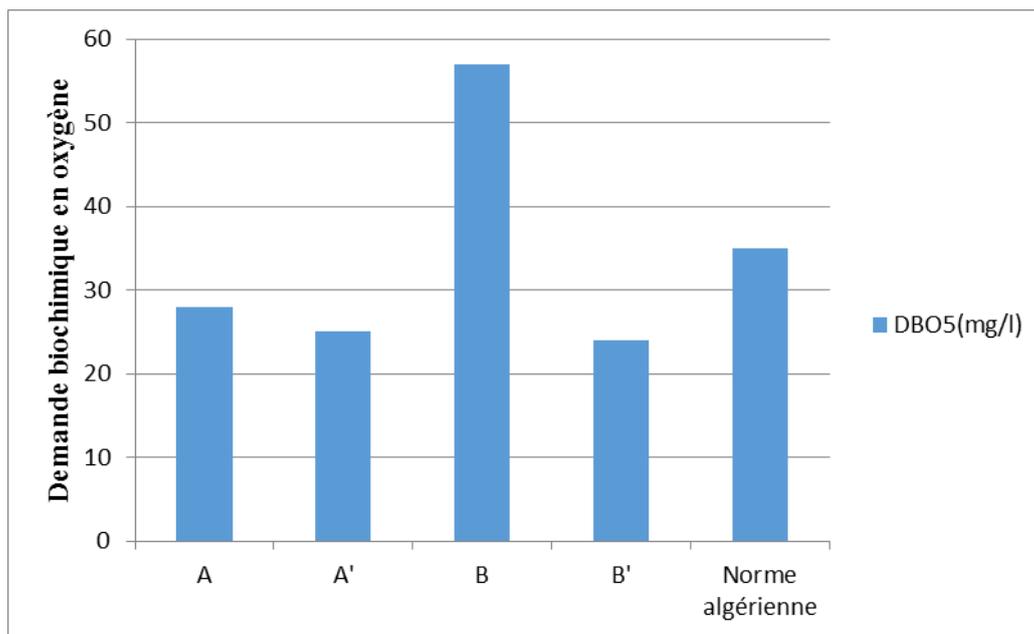


Figure. IV.7 : Les valeurs du la DBO5 dans les eaux de purge (2023).

### IV. 2.3. Hydrocarbure totaux

Les résultats d'analyse varient entre 15 et 114, elles ne sont pas conforme et cela du probablement a une fuite de pétrole et fais référence à la présence d'une quantité excessive ou inapproprié des hydrocarbures dans les échantillons.

Cela est considère comme un polluant et peut avoir des effets néfastes sur l'écosystème aquatique et la santé humaine.

Des mesures atténuations appropriée doivent être prise pour diminuer la contamination et l'impact sur l'environnement. (Tableau IV. 8)(Figure. IV.8)

Tableau IV. 8 : les Résultats d'analyse des hydrocarbures totaux.

BAC	HT(mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	57	23	114	15
Norme algérienne [7]	10			

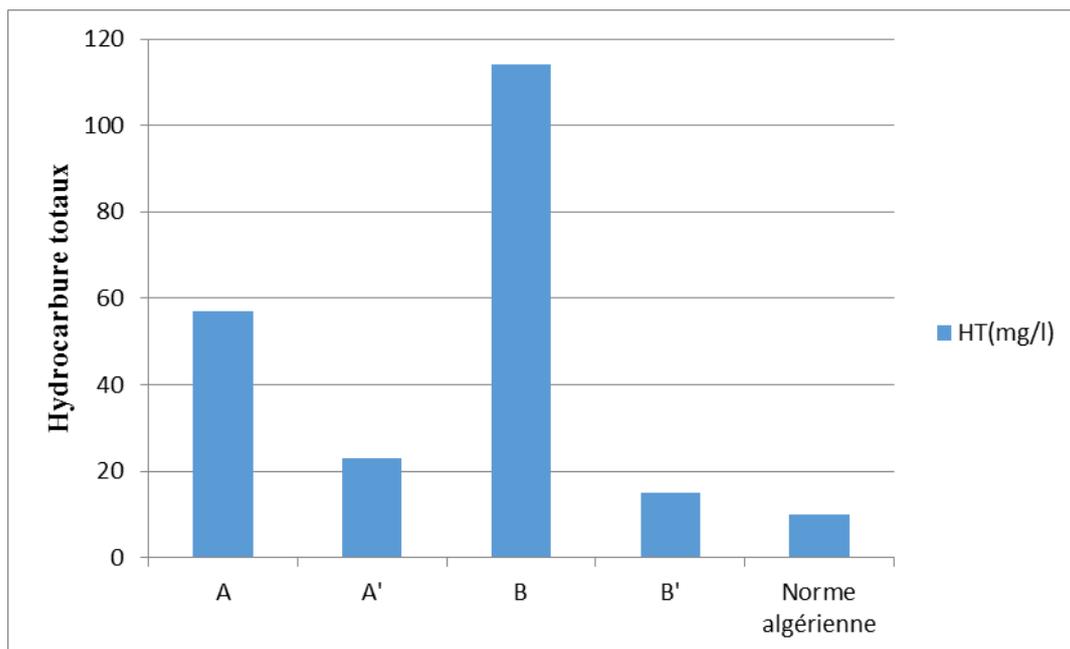


Figure. IV.8: Les valeurs de l’hydrocarbure totaux dans les eaux de purge (2023)

#### IV.2.4. Carbone organique total(COT)

D’après les résultats illustrés sur le Tableau IV.9, on remarque que les valeurs de concentration en COT dépassent largement la norme algérienne 0.1mg/l, la valeur la plus élevée enregistrée avant la séparation dans échantillon de bac 4Y1. Après la séparation la concentration en COT diminue de 129.7mg/l pour échantillon de bac 4F6 et à 133 mg/l pour échantillon de bac 4Y1.

Mais ça reste qu’elle dépasse largement la norme citée précédemment, et les eaux rejetées dans la nature sont riche en COT ce que représente une pollution pour l’environnement. (FigureIV.9)

Tableau III.9 : Variation des teneurs en Carbone organique total.

BAC	COT(mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	144.7	133	139.9	129.7
Norme algérienne [7]	0.1			

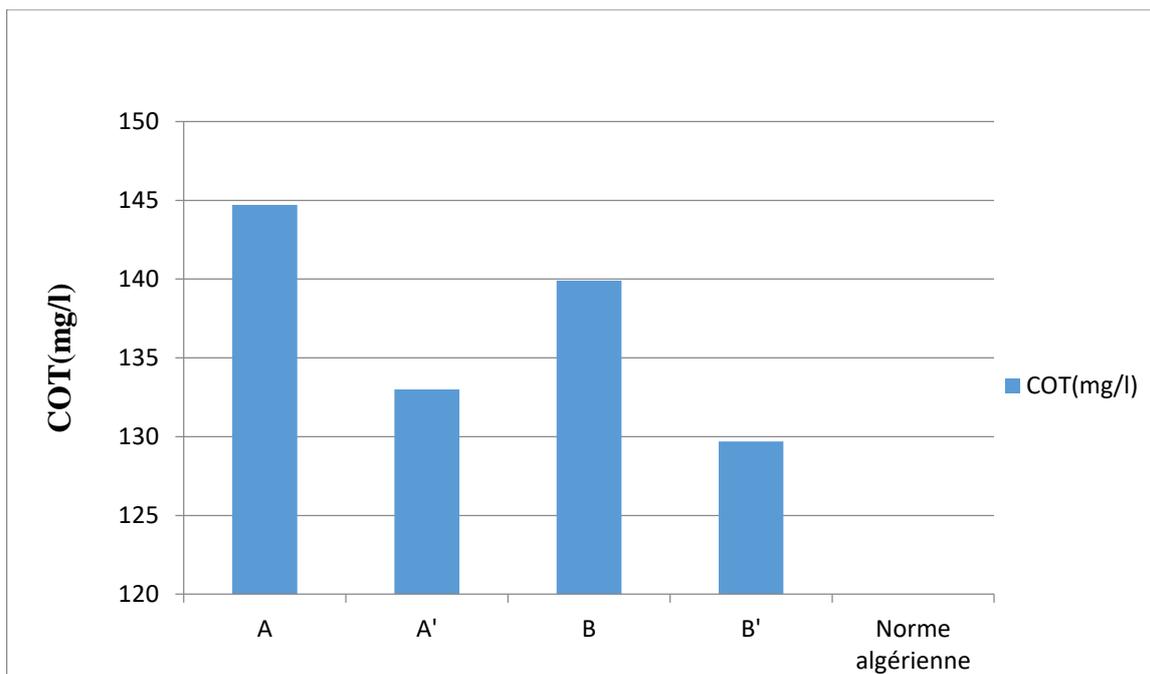


Figure IV.9: Les valeurs du COT dans les eaux de purge (2023).

### IV.3. Contamination des eaux de purge de SONATRACH Bejaïa par les métaux lourds

Les résultats de caractérisation des eaux de purge par la technique d'analyse SAA, sont illustrés ci-dessous.

#### IV.3.1. Fer (Fe)

D'après les résultats illustrés sur le Tableau IV.10, on remarque que les valeurs de concentration en fer dépassent largement la norme algérienne 3 mg/l, la valeur la plus élevée enregistrée avant la séparation dans échantillon de bac 4F6 cela peut être due à une fuite de pétrole brut lors de l'ouverture de réservoir. Dans l'échantillon après la séparation la concentration en fer diminue de 109mg/l pour échantillon de bac 4F6 et à 199 mg/l pour échantillon de bac 4Y1. Ces teneurs dépassent largement la norme citée précédemment, et les eaux rejetées dans la nature sont riche en fer ce que représente un danger pour l'environnement et la santé humaine [1]. (Figure. IV.10)

Tableau IV.10 : Teneur en fer dans les eaux de purge.

BAC	Fe (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	399	199	451	109
Norme algérienne [7]	3			

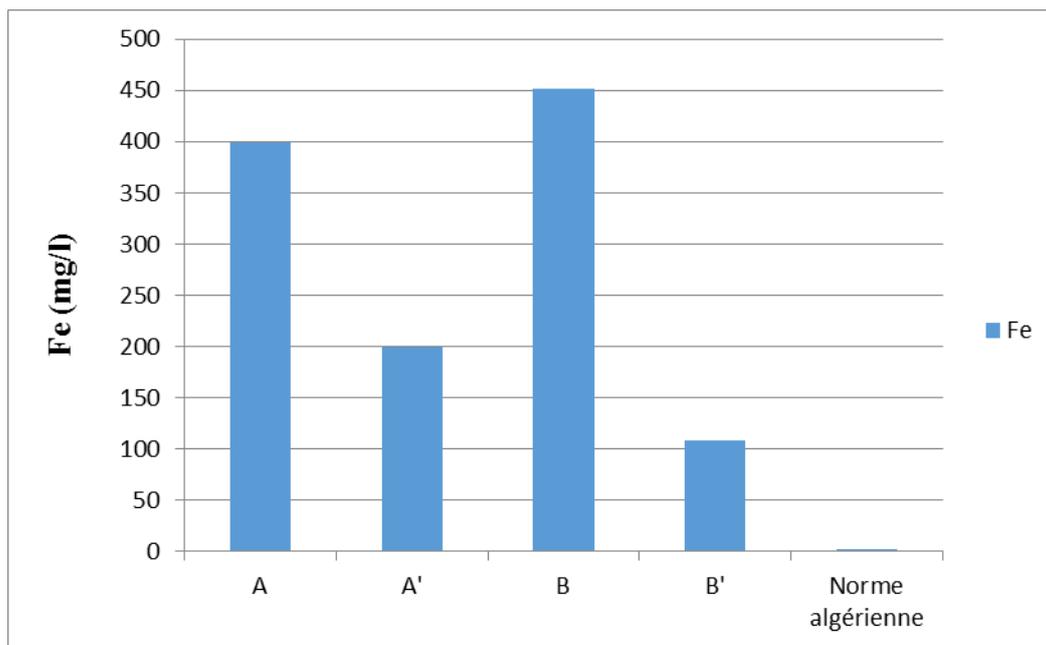


Figure. IV.10: Les valeurs de la concentration du fer dans les eaux de purge (2023).

### IV.3.2. Plomb(Pb)

Les résultats illustrés dans le tableau IV.11 montrent que les concentrations en plomb n'est pas conforme dépassent la norme algérienne qui est 0.5mg/l.

Les eaux de purge sont charge en plomb ce métal lourd est nocif pour l'environnement et la sante humain. (Figure. IV.11)

Tableau IV.11: Teneur en plomb.

BAC	Pb(mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	0.8	0.64	0.69	0.51
Norme algérienne [7]	0.5			

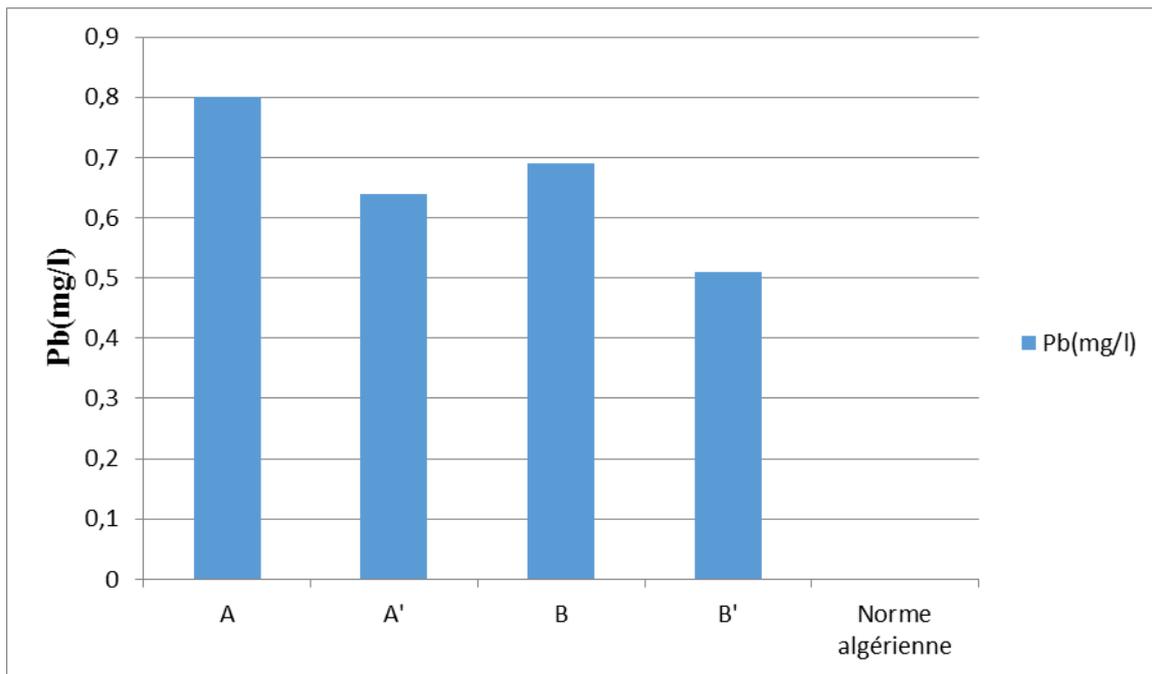


Figure. IV.11: Les valeurs de la concentration du Plomb dans les eaux de purge (2023).

### IV.3.3. Zinc (Zn)

Les résultats d’analyses des eaux de purge montrent que les teneurs en Zn ne dépassent pas la norme algérienne des rejets industriels (3 mg/l),

On remarque qu’après la séparation la concentration de Zinc diminue, donc le traitement est efficace, et que l’eau de purge n’est pas contaminée par le zinc. (Tableau IV.12) (Figure.IV 12)

Tableau IV.12: Teneur en zinc.

BAC	Zn(mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	0.56	0.09	0.1	0.07
Norme algérienne [7]	3			

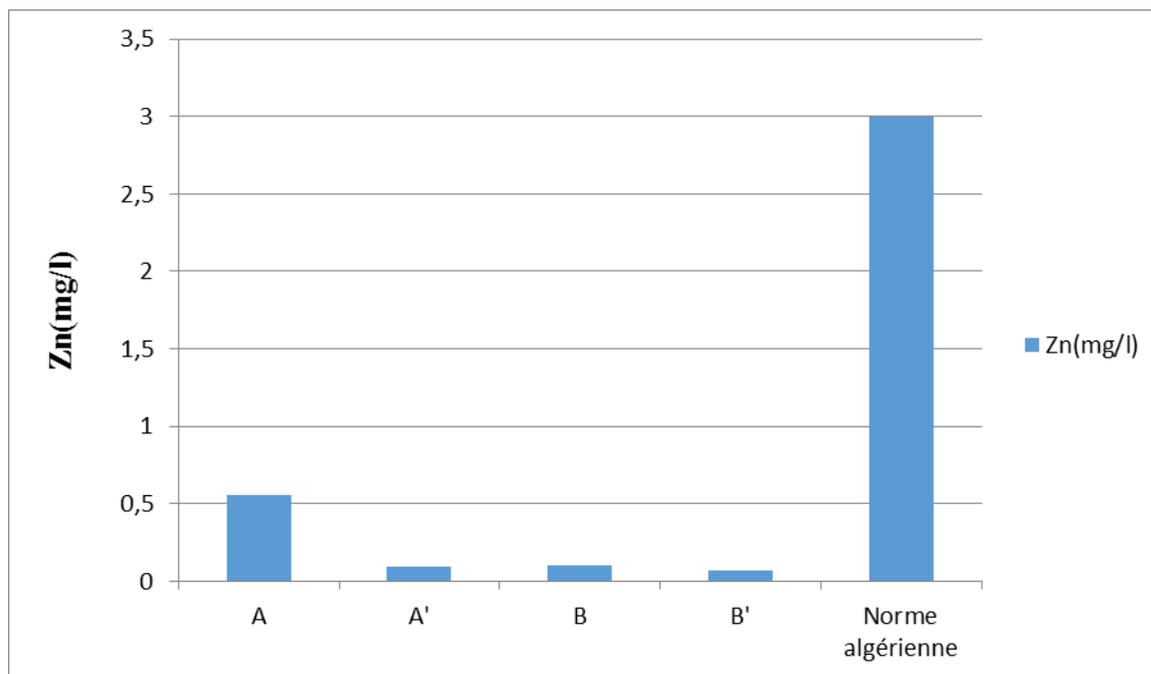


Figure. IV.12: Les valeurs de la concentration du Zinc dans les eaux de purge (2023).

#### IV.3.4. Cadmium (Cd)

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau IV.13 montrent que la concentration en Cd dans l'échantillon de bac 4F6 avant la séparation est de 0.4mg/l dépasse la valeur limite algérienne (0.2 mg/l), cela peut être due à une fuite de pétrole brut lors de l'ouverture de réservoir. Après la séparation on observe une élimination totale de concentration de cadmium, représentées par des valeurs nul.

On constat que les eaux de purge après traitement ne sont pas chargées en cadmium et la séparation effectuée est efficace. (Figure IV 13)

Tableau IV.13 : Teneur en Cadmium.

BAC	Cd (mg/l)			
	1		2	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	0.4	0	0.19	0
Norme algérienne [7]	0.2			

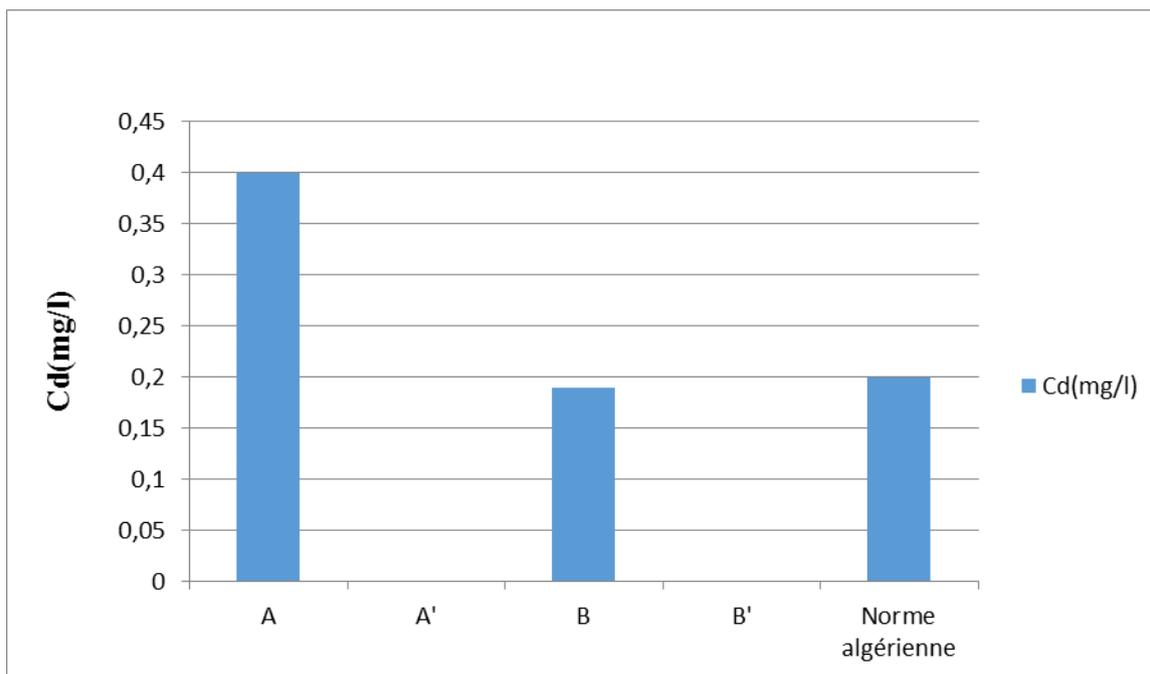


Figure IV.13 : Les valeurs de la concentration du Cadmium dans les eaux de purge (2023).

#### IV.3.5. Cuivre (Cu)

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en cuivre sont conformes. La valeur la plus élevée enregistrée avant la séparation est de 0,2 mg/l, après la séparation la concentration diminue à 0.005 mg/l, ce qui explique l'efficacité de traitement, pour cela on conclut que l'eau de purge n'est pas chargée en cuivre. (Tableau IV.14) (Figure IV.14).

Tableau IV.14 : Teneur en cuivre

BAC	Cu (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	0.2	0.019	0.04	0.005
Norme algérienne [7]	0.5			

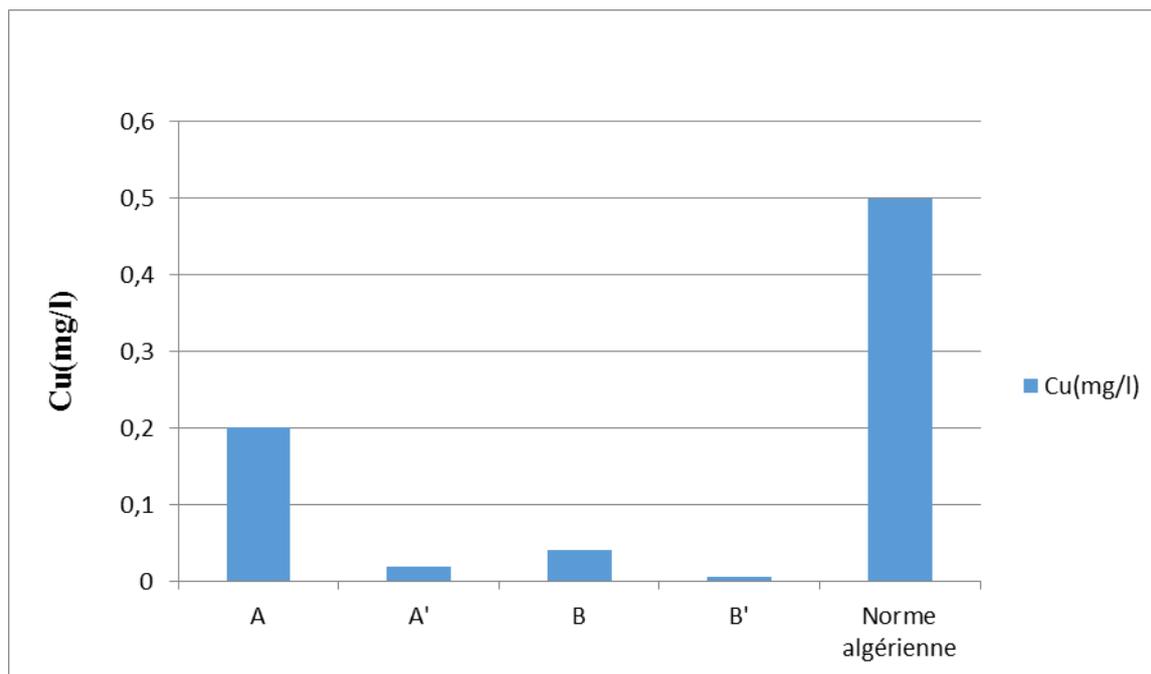


Figure IV.14 : Les valeurs de la concentration du Cuivre dans les eaux de purge (2023).

#### IV.3.6. Manganèse (Mn)

La concentration la plus élevée en Mn est enregistré dans l'échantillon de bac 4Y1 après la séparation 106.7mg/l, après traitement de bac 4Y1 après la séparation la concentration diminue à 2.095 mg/l, mais reste supérieure à la norme algérienne des rejets industriels (1mg/l). Dans les échantillons de bac 4F6 après et avant la séparation la concentration en Mn est conforme à la norme Algérienne des rejets industriels. (Tableau IV.15) (Figure IV.15)

Tableau IV.15 : Teneur en Manganèse.

BAC	Mn (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	106.7	2.095	8.95	0.05
Norme algérienne [7]	1			

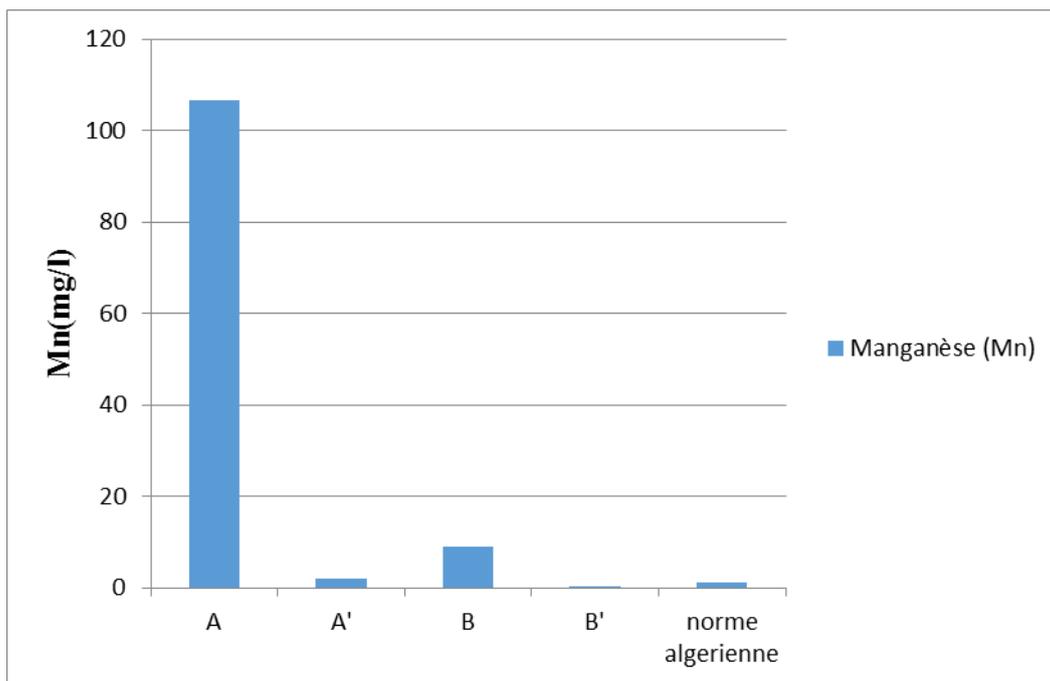


Figure IV.15: Les valeurs de la concentration du Manganèse dans les eaux de purge (2023).

#### IV.3.7. Chrome (Cr)

Les résultats d'analyse montrent que les teneurs en Chrome sont conformes à la norme Algérienne de rejets industriels. La concentration la plus élevée enregistrée dans les échantillons de bac 4Y1 de bac 4F6 avant la séparation. Après traitement la concentration diminue à 0.06 mg/l, ce qui explique l'efficacité de traitement, pour cela on conclut que l'eau de purge n'est pas chargée en Chrome. (Tableau IV.16) (Figure IV.16)

Tableau IV.16 : Teneur en Chrome.

BAC	Cr(mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	0.111	0.01	0.09	0.006
Norme algérienne [7]	0.5			

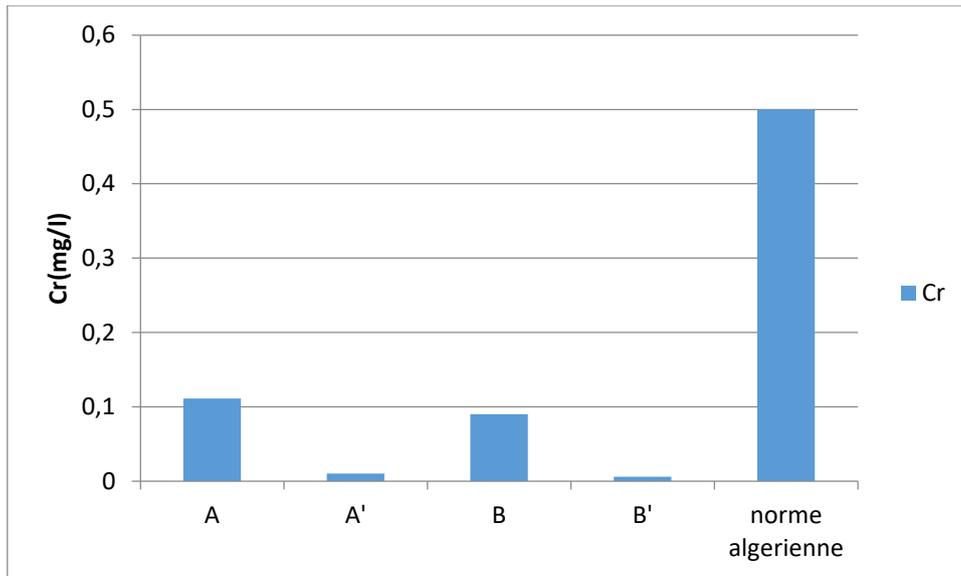


Figure IV .16 : Les valeurs de la concentration du Chrome dans les eaux de purge (2023).

**IV.3.8. Chlore (Cl<sup>-</sup>)**

D’après le Tableau IV.17 on remarque que les concentrations en Chlore dépassent largement la norme de l’OMS pour les rejets industriels (0.5 mg/l), la concentration la plus élevée enregistrée avant la séparation dans échantillon de bac 4Y1 avant la séparation. Après la séparation la concentration en Chlore diminue légèrement mais ça reste supérieur à la norme citée précédemment. (Figure IV.17)

Les teneurs élevés en chlore pose des problèmes environnementaux, il est très toxique pour l’organisme aquatique et à la sante humain.

Des mesures atténuations appropriée doivent être prise pour diminuer la contamination et l’impact sur environnement

Tableau IV.17 : Teneur en Chlore.

BAC	Cl <sup>-</sup> (mg/l)			
	4Y1		4F6	
Echantillons	A	A'	B	B'
Valeur	7038	6999	7020	6987
Norme algérienne [7]	0.2 à 0.5			

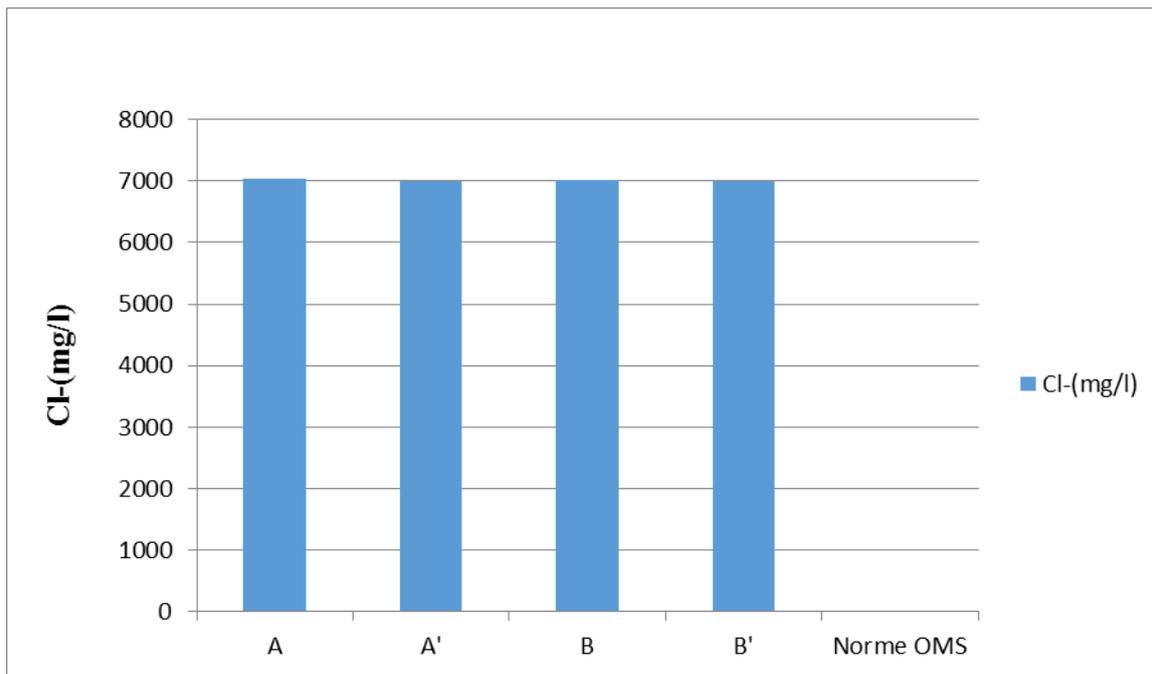


Figure IV.17: Les valeurs de la concentration du chlore dans les eaux de purge (2023).

**IV.3.9. Autre métaux lourds**

Les résultats d’analyse d’autres métaux lourds tels que le Polonium, Sulfate, Ammonium, Nitrate et Nitrite sont inférieure à la valeur limite.

**IV.4. Indice de biodégradabilité :**

On peut également confirmer la qualité des effluents industriels par l’indice de biodégradabilité DCO/DBO. [1]

Les résultats obtenues dans le tableau IV.18 montrent que le rapport DCO/DBO >1, cela suggère une proportion plus importante de matière organique non biodégradable dans l’eau. Cela peut indiquer une pollution organique. Une variation élever peut-être le résultat de la présence des substances chimique ou de composes organique résistent à la biodégradation.

Dans ce cas, des méthodes de traitement plus avancées peuvent être nécessaires.

Tableau IV.18 : Variation Indice de biodégradabilité

Echantillon	A	A'	B	B'
DCO/DBO	20.04	1.592	150.31	1.27

**IV .5. Etude comparative**

On compare notre étude avec une étude réalisée en 2021/2022 de thème ‘Caractérisation Des Eaux De Purge De La Région Transport Centre De SONATRACH Bejaia’ sur d’autre rejets de la même entreprise on a constaté que la conformité et la qualité pour les paramètres physico-chimies et les métaux lourds.

Par contre la différence est enregistrée au niveau de la qualité organique (DCO et DBO5) des rejets.

#### **IV .6. Conclusion**

D'après les résultats de chlore on conclut que le chlore est injecté par l'entreprise pour faire le traitement.

On conclut aussi que les eaux de purges SONATRACH Bejaïa rejetées dans la nature, sont chargées en métaux lourds (Fe, Pb, Zn, Cd, Cu, Mn, Cr, Cl<sup>-</sup>) et représente une pollution organique. Cela peut influencer sur l'environnement et la sante humain.

Des mesures atténuations appropriée doivent être prise et mettre en place des systèmes de traitement adéquats pour réduire la pollution et l'impact sur environnement.

# **Conclusion générale**

## CONCLUSION GENERALE

La caractérisation des eaux de purges de Sonatrach de Bejaia est une étape importante pour évaluer la qualité et l'impact de ces rejets sur l'environnement. Les eaux de purge sont générées du nettoyage de bac après la décantation de la brute.

La caractérisation des eaux de purge implique l'analyse de divers paramètres physico-chimique et organique afin de déterminer le degré de la pollution des ressources en eau et sur la santé humaine.

D'après les résultats obtenus lors de notre caractérisation on remarque que :

- La matière en suspension dans les échantillons est élevée cela montre la présence des huiles lourdes de grands poids moléculaire.
- La conductivité n'est pas conforme indique la minéralisation des eaux de purges
- Les valeurs élevées hydrocarbure totaux indiquent la présence d'une quantité excessive ou inapproprié hydrocarbure dans l'échantillon.
- Élévation du Carbone organique total.
- L'analyse des échantillons par la technique de la SAA, montre que la concentration en fer et en chlore dépassent largement la norme exigée (la norme algérienne des rejets, et la norme de l'OMS).

A travers ces résultats, il s'avère que les eaux de purge représentent une forte pollution à la fois organique et minérale (métaux lourds) et le traitement effectués sur les eaux de purge peuvent être réalisés pour certains polluants [1].

Il est essentiel de prendre des mesures pour minimiser la génération d'eaux de purge et mettre en place des systèmes de traitement adéquats pour réduire la pollution et l'impact sur l'environnement.

La caractérisation joue un rôle clé dans cette démarche en fournissant des données objectives pour évaluer des mesures de prévention et de gestion mises en œuvre.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] GHANEM.S et AMRAOUI S. (2021). Caractérisation des eaux de purge de la région transport centre de SONATRACH (Bejaia). Mémoire master. Université de Bejaia.
- [2] Protocole sur les registres des rejets et transferts de polluants.
- [3] BENHACINE.Z S. (2017). Comparaison des rejets liquides de deux industries de la wilaya de Constantine. Mémoire master. Université de Constantine.
- [4] TEBIB F. (2020). Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Groupement Reggane Nord GRN. Université Ahmed Draïa Adrar – master académique.
- [5] Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 Les eaux usées une ressource inexploitée. (<https://unesdoc.unesco.org>).
- [6] Rapport de l'entreprise (SONATRACH de Bejaia 2022).
- [7] Décret exécutif 06-141.
- [8] YEKKEN K., ALOUACHE C. (2021-2022). Contamination du sol par les rejets de SONATRACH – RTC-Bejaia. Mémoire de Master. Université de Bejaia.
- [9] Rapport de l'entreprise (SONATRACH de Bejaia 2018/2019).
- [10] Rapport de l'entreprise (SONATRACH de Bejaia 2020/2021).
- [11] Gueguen L. Martin A. (2001). Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Paris : Tec et Doc-Lavoisier p.131-140.
- [12] HASSANI A., LARACI A. (2015). Evaluation et essais de traitement des eaux souterraines de la zone TM Bejaïa(SONATRACH). Master en Génie des Procédés. Université de Bejaia.
- [13] RODIER J. (2005). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8e éd. Paris : DUNOD technique.
- [14] ANALAB (2021). Qualité de l'eau. Détermination de l'indice de demande chimique en oxygène (ST-DCO).



## ANNEXE

### Annexe I : Principe de la demande chimique en oxygène

Les échantillons sont oxydés de manière standard par digestion avec l'acide sulfurique et le dichromate de potassium en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure(II). L'argent fait office de catalyseur pour oxyder les matières organiques les plus réfractaires. Le mercure réduit l'interférence causée par la présence d'ions chlorure. La quantité de dichromate utilisée lors de l'oxydation de l'échantillon est déterminée par mesurage de l'absorbance du Cr(III) formé à une longueur d'onde de  $600 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$  pour une gamme allant jusqu'à  $1\ 000 \text{ mg/l}$ . Les mesurages d'absorbance sont réalisés dans un tube de digestion, qui fait office de cuve, et sont convertis en valeur ST-DCO.

Pour la gamme d'étalonnage réduite allant jusqu'à  $150 \text{ mg/l}$ , une longueur d'onde alternative de  $440 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$  peut être utilisée. Pour une gamme d'étalonnage encore plus réduite allant jusqu'à environ  $50 \text{ mg/l}$ , une longueur d'onde alternative de  $348 \text{ nm} \pm 15 \text{ nm}$  peut être utilisée. À  $348 \text{ nm}$  et  $440 \text{ nm}$ , l'absorbance de l'excès de chrome(VI) est mesurée.

Pour les échantillons turbides ou présentant une couleur atypique après digestion, un titrage avec une solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium est utilisé. [14]

### Annexe II : Mode opératoire de la DCO

-Contrôler soigneusement tous les tubes de digestion récemment fermés pour s'assurer qu'ils n'ont pas de défaut.

-Vérifier si la solution contenue dans le tube est devenue verte, si c'est le cas, rejeter le tube.

-La méthode est applicable aux concentrations en chlorure allant jusqu'à  $1\ 000 \text{ mg/l}$ . Il est conseillé aux utilisateurs de vérifier la concentration maximale en chlorure acceptable pour leur système, par exemple en dopant une solution étalon de ST-DCO de  $20 \text{ mg/l}$  (hydro génophthalate de potassium) avec du chlorure de sodium (Na Cl).

-Mettre sous tension le bloc chauffant et préchauffer à  $150 \text{ }^\circ\text{C}$

-Enlever le bouchon d'un tube de digestion.

-Agiter avec précaution, homogénéiser l'échantillon puis introduire immédiatement à l'aide d'une pipette  $2,00 \text{ ml} \pm 0,02 \text{ ml}$  de l'échantillon dans le tube de digestion. Pour tout échantillon dont la valeur de ST-DCO est présumée supérieure à  $1\ 000 \text{ mg/l}$ , introduire à l'aide d'une pipette dans le tube digesteur  $2,00 \text{ ml}$  d'une prise d'essai de l'échantillon dilué de façon appropriée.

-Effectuer un essai à blanc avec de l'eau pour chaque série d'analyses.

-Replacer fermement le bouchon et mélanger le contenu en renversant doucement le tube à plusieurs reprises.

-Essuyer l'extérieur du tube à l'aide d'un papier absorbant.

-Placer le tube dans le bloc chauffant.

-Porter le contenu à ébullition sous reflux à  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  pendant  $2 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$ .

-Enlever les tubes du bloc chauffant et laisser refroidir à  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  ou moins.

-Mélanger le contenu en renversant avec précaution chaque tube encore chaud, à plusieurs reprises. Puis laisser refroidir les tubes à température ambiante, avant de mesurer l'absorbance.  
 -Détection photométrique Si les échantillons digérés refroidis se révèlent clairs (c'est-à-dire absence de toute turbidité visible), mesurer l'absorbance à 600 nm à l'aide du photomètre.

-Les résultats sont obtenus directement par la lecture de l'instrument ou par comparaison avec une courbe d'étalonnage. [14]

### Annexe III : Mode opératoire de la DBO<sub>5</sub>

Le volume de l'échantillon dépend de la valeur de la DBO cible de l'échantillon. Il en résulte une plage de mesure DBO (sans dilution de l'échantillon) allant de 0 à 4000 mg. [6] (Tableau.III.1)

Tableau.III.1 : Plage de mesure de la DBO. [6]

Plage de mesure DBO en mg/l	Volume d'échantillon en ml	Dosage de inhibiteur de nitrification ATH
0-40	428	10 goutte
0-80	360	10 goutte
0-200	244	5 goutte
0-400	157	5 goutte
0-800	94	3 goutte
0-2000	56	3 goutte
0-4000	21.7	1 goutte

La plage de mesure doit être sélectionnée de manière à ce que les résultats attendus se trouvent dans la moitié supérieure de la plage de mesure Si la valeur cible D80 est inconnue, on peut supposer que la valeur cible D80s des eaux domestiques correspond à environ 80 % de la valeur DCO.

a) Préparation de l'échantillon d'eau :

1. Contrôler le pH de l'échantillon d'eaux usées. Le pH optimal se situe entre 6.5 et 7.5 Toute déviation importante conduit à une faible valeur DBO Un pH trop élevé peut être neutralisé avec de l'acide chlorhydrique dilué (1 molaire) ou de l'acide sulfurique dilué (1 molaire), et un pH trop faible peut être neutralisé avec une solution d'hydroxyde de sodium (1 molaire).

2. Bien mélangé l'échantillon d'eau selon les indications, le laisser brièvement reposer et ensuite le filtrer ou l'homogénéiser

3. Mesurer avec précision la quantité d'échantillon requise à l'aide d'une fiole jaugée adaptée et la verser dans le flacon d'échantillonnage (si nécessaire utiliser un entonnoir) Les volumes d'échantillons prescrits doivent être impérativement respectés afin de garantir la précision des mesures. Il est important de veiller à une répartition homogène des matières en suspension. Nous vous recommandons d'effectuer l'essai sur deux ou trois échantillons identiques. Des échantillons identiques mais contenant des concentrations de matières en suspension différentes fournissant des résultats différents. Si les résultats sont trop dispersés, il faut répéter la mesure.

4. Pour inhiber la nitrification, nous vous conseillons d'ajouter inhibiteur de nitrification B Cela s'applique en particulier pour la plage de mesure basse allant de 0 à 40 mg/l par exemple dans

les stations d'épuration. Le dosage optimal d'inhibiteur de nitrification B (allylthio-urée /ATH) dépend de la plage de mesure (voir le tableau ci-dessus)

5. Placer un agitateur magnétique propre dans chaque flacon d'échantillonnage et re le réservoir avec 3 à 4 gouttes d'hydroxyde de potassam a 45 (mert a ler e dove de carbone) Poser ensuite le réservoir dans le flacon d'achantonage

6. Avant le démarrage de la mesure réchantilion doit être porte a la temperature se (par exemple 20 °C 1°C) Pour ce faire, on peut procéder à une aptationrepute de réchantillon sur le système d'agitation par induction de la chambre thermostatique. [6]

#### **Annexe IV : Mode opératoire de hydrocarbures totaux**

1) Allumer l'appareil et laisser-le se préchauffer pendant au moins 1 heure avant de commencer la calibration ou la mesure.

2) Laver les mains avant de commencer. Si de l'huile des doigts entre en contact avec la cuve d'extraction ou de la verrerie, la valeur mesurée sera affectée.

3) Nettoyer la verrerie avec le solvant (S-316) et laisser-la sécher complètement à l'air. Si la verrerie ne peut pas sécher complètement, purger-la 3 ou 4 fois avec le solvant.

4) Placer les béciers pour le drainage, puis effectuer la calibration de l'appareil (voir Procédure de calibration Horiba OCMA-500).

5) Si l'échantillon contient des impuretés, filtrer-le à l'aide d'un papier filtre.

6) Appuyer sur « MEAS » ou sur les boutons « < haut ou bas » jusqu'à l'affichage de «< Auto Measurement ».

7) A l'aide de l'éprouvette, verser 8 ml de solvant dans la cuve d'extraction, puis ajouter une goutte de HCl (6 mol/L) par la pipette compte-gouttes.

8) Utiliser l'autre éprouvette pour verser 16 ml d'échantillon, puis fermer la cuve d'extraction

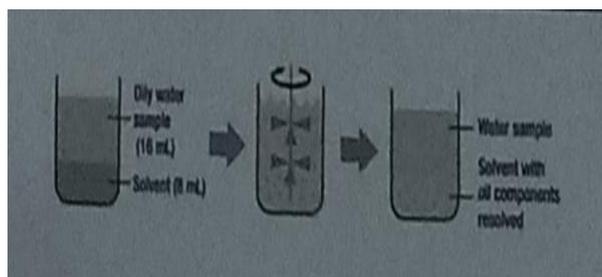
9) Appuyer sur « ENT » pour démarrer l'analyse. La séquence de purge démarre et le processus change au fur et à mesure de la progression de la séquence

Extraction > Layer Separation>FillCell> Drainage

Lorsque la séquence de purge se termine, l'écran « **Auto Measurement**»> revient.

10) Répéter les étapes (7) à (9) jusqu'à ce que « **Number of Purge**» devient «< 0 »>. La séquence de mesure démarre et le processus change au fur et à mesure que la séquence progresse

Extraction> Layer Separation>FillCell>Measure



11) Une fois le résultat affiché, le liquide de mesure est vidangé (l'écran indique « Drainage »).

12) A la fin de la mesure, rincer l'appareil comme suit :

a) Appuyer sur << SET >> et sélectionner <<Measurement Setting >>

b) Dans « Meas. Mode », choisir le mode de mesure << MANUAL >>

c) Appuyer sur << MEAS >> ou sur le bouton « < haut ou bas > » jusqu'à ce que l'écran indique « ManualMeasurement>>

d) Verser 8 ml de solvant dans la cuve d'extraction, puis ajouter 16 ml d'eau distillée ;

e) Fermer la cuve d'extraction et appuyer sur « ENT >> ;

f) Fermer la vanne de vidange (LowerV : CLOSE) et ouvrir la vanne de remplissage de la cellule (UpperV : OPEN) Le remplissage de la cellule commence ;

g) Après environ 60 s, ouvrir les deux vannes (LowerV : OPEN) et (UpperV : OPEN). Le drainage liquide commence :

h) Une fois le drainage du liquide terminé, fermer les vannes : (LowerV : CLOSE) / (UpperV : CLOSE), puis appuyer sur <<ESC>> pour revenir au mode <<ManualMeasurement >> :

i) Répéter les étapes (d) à (h) au moins 2 fois. [6]

## **Annexe V : Mode opératoire du carbone organique total**

Se reporter à la notice d'utilisation du matériel utilisé.

### ➤ Étalonnage de l'appareil

L'appareillage sera étalonné en suivant les indications du constructeur à l'aide des solutions filles d'hydrogénophthalate de potassium de concentrations adaptées. L'eau ultra-pure utilisée pour la préparation des solutions servira de blanc.

### ➤ Détermination

Si l'échantillon est homogène et ne présente pas de particules en suspension, on pourra procéder à l'analyse du carbone organique total (COT). Une filtration préalable sur une membrane filtrante d'une porosité de 0,45 µm (adaptée à la détermination du carbone pour éviter le relargage de matières organiques) permet la détermination du carbone organique dissous (COD).

L'analyse de l'échantillon est précédée d'une élimination du carbone inorganique, en suivant la notice du constructeur si l'appareil dispose d'une unité adaptée, ou en procédant comme suit :

- Dans un tube à essai, introduire 10 à 20 ml d'échantillon.
- Acidifier (pH < 2) avec 2 à 3 gouttes d'acide concentré (acide phosphorique concentré, – sauf indication contraire du constructeur).
- Dégazer par barbotage pendant 10 à 15 minutes sous courant gazeux (azote ou oxygène exempt de dioxyde de carbone).
- L'échantillon ainsi traité est alors injecté dans l'appareillage pour analyse. [13]

## Résumé

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la caractérisation des rejets liquides industriels de SONATRACH dans l'objectif de mettre en évidence la nature de la pollution engendrée.

Pour l'atteinte de cet objectif, quatre prélèvements ont été effectués sur deux bacs. Les paramètres étudiés sont les paramètres physico-chimiques (la température, les MES le pH et la conductivité électrique, la turbidité) les paramètres de pollution organique (la DCO, la DBO<sub>5</sub>, COT) et les métaux lourds (Fer, Pb, Zn, Cd, Mn, Cu, Cr, Cl)

Les résultats d'analyses obtenus, ont pu montrer que ces rejets sont chargés en hydrocarbures totaux, Carbone organique total, en fer, en Pb, en Mn et en Chlore. La concentration de ces paramètres ne répond pas aux normes de rejets recommandées.

**Mots clés :** Caractérisation des rejets industriels ; SONATRACH ; pollution organique ; métaux lourds ; Paramètres Physico-chimiques

## Abstract

In This work we are interested in the characterization of industrial liquid discharges from Sonatrach with the aim of highlighting the nature of the pollution generated.

To achieve this objective, four samples were taken from two tanks. The parameters studied are the physico-chemical parameters (temperature, suspended solids, pH and electrical conductivity, turbidity) organic pollution parameters (COD, BOD<sub>5</sub>, TOC) and heavy metals (Iron, Pb, Zn, Cd, Mn, Cu, Cr,Cl)

The results of the analyzes obtained have shown that these discharges are loaded with total hydrocarbons, total organic carbon, iron, Pb, Mn and chlorine. The concentration of these parameters does not meet the recommended discharge standards.

**Keywords:** Characterization of industrial discharges; Sonatrach; organic pollution; heavy metals ; Physico-chemical parameters

## ملخص

في هذا العمل، نحن مهتمون بتوصيف التصريفات السائلة الصناعية من سوناطراك بهدف تسليط الضوء على طبيعة التلوث الناتج.

لتحقيق هذا الهدف، تم أخذ أربع عينات من دبابتين. المعلمات التي تمت دراستها هي المعلمات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، المواد الصلبة العالقة، درجة الحموضة والتوصيل الكهربائي، التعكر) معاملات التلوث العضوي (طلب الأكسجين الكيميائي، الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي، إجمالي الكربون العضوي، إجمالي الهيدروكربونات) والمعادن الثقيلة (الحديد، الرصاص، الزنك، الكاديوم، المنغنيز، النحاس، الكروم، الكلور) أظهرت نتائج التحليلات التي تم الحصول عليها أن هذه التصريفات محملة بمجموع الهيدروكربونات والكربون العضوي الكلي والحديد والرصاص والمنغنيز والكلور. تركيز هذه المعلمات لا يفي بمعايير التفريغ الموصى بها.

الكلمات المفتاحية: توصيف التصريفات الصناعية. سوناطراك. تلوث عضوي؛ معادن ثقيلة؛ المعلمات الفيزيائية والكيميائية