

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA Bejaïa
Faculté de technologie
Département des Mines et Géologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mines
Option : Valorisation des Ressources Minérales

Présenté par

M^{elle} GHANEM Siham

M^{me} AMRAOUI Sara

Thème

**Caractérisation des eaux de purge de la région transport centre de
Sonatrach (Bejaia)**

Devant le jury composé de :

Présidente M^{me} SOUICI Zahia

Promotrice M^{me} BOUNAB Samia

Examineur Mr AYADEN Brahim

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier dieu, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous les professeurs qui nous ont aidés tout au long de notre cursus universitaire.

En particulier notre promotrice M^{elle} BOUNAB. S pour ses conseils, sa compréhension, et ses connaissances.

Nous remercions l'entreprise SONATRACH du Bejaia, de nous avoir acceptés pour le stage qui était important pour réaliser notre mémoire.

Nous voudrions aussi exprimer toute notre gratitude, notre profond respect et nos remerciements aux membres de jury M^{me} SOUICI.Z et Mr AYADEN.B qui ont pris la peine d'examiner ce travail.

Finalement, à tous ceux qui ont participés de près et de loin à la finalisation de ce travail.

Merci.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, mon exemple de réussite ; pour leur soutien, leur aide et surtout leur amour ; que dieu vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.

A la mémoire de mes grands-pères et grands-mères.

A mes chères frères : fateh, et bilel.

A mes chères sœurs : fahima, bahia et samia.

A tous mes amis.

A toute personne que je connais et que j'aime.

Siham

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GENERALE..... 1

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Présentation de la région transport centre de Bejaia (RTC-Bejaia)	2
I.1.1 Présentation de la SONATRACH.....	2
I.1.1.1 Organisation de l'activité transport.....	2
I.1.2 La région transport centre de Bejaia	3
I.1.2.1 Description du terminal marine de Bejaia.....	3
I.1.2.2 Composition du terminal marine.....	3
I.1.2.3 Organigramme de département HSE	4
I.1.2.4 Service environnement.....	4
I.2 Généralités sur le pétrole	5
I.2.1 Définition du pétrole	5
I.2.2 Historique sur le pétrole.....	5
I.2.3 formation du pétrole.....	5
I.2.4 Composition du pétrole.....	6
I.2.4.1 Hydrocarbures.....	6
I.2.4.2 Non hydrocarbures.....	6
I.2.5 Types de pétrole.....	6
I.2.6 Les propriétés du pétrole.....	7
I.2.6.1 La Densité	7
I.2.6.2. La tension de vapeur (TVR).....	8
I.2.6.3. La recherche de la teneur en eau et des impuretés (BSW).....	9
I.2.6.4 La salinité.....	9
I.3. Caractéristique des rejets de traitement du pétrole de la région transport centre du bejaia (RTC-BEJAIA).....	11
I.3.1. Rejets solides	11
I.3.1.1 Boue de pétrole (slops)	11
I.3.1.1.1 Différents types de boues ou de slops :.....	11
I.3.1.1.2 Processus de gestion des boues (slops) à la RTC.....	11
I.3.2 Rejets liquides	13

I.3.2.1 Eaux de purge	13
I.3.2.1.1 Compositions des eaux de purge.....	13
I.3.2.1.2 Quantité des eaux purgée de terminal marin de Béjaia.....	14
I.4 Conclusion	16

CHAPITRE II : METHODES ET MATERIELS

II.1 Caractérisation physico-chimique des eaux de purge.....	18
II.1.1 Échantillonnage	18
II.1.2 Méthodes d'analyse	19
II.1.2.1 Détermination de pH et température.....	19
II.1.2.1.1 Définition.....	19
II.1.2.1.2 Appareillage.....	19
II.1.2.1.3 Mode opératoire.....	20
II.1.2.2 Mesure de la conductivité.....	20
II.1.2.2.1 Définition.....	20
II.1.2.2.2 Mode opératoire.....	21
II.1.2.2.3 Appareillage.....	21
II.1.2.2.4 Calcul et expression des résultats.....	21
II.1.2.3 La turbidité	22
II.1.2.3.1 Définition.....	22
II.1.2.3.2 Appareillage.....	22
II.1.2.3.3 Calcul et expression des résultats	23
II.1.2.4 Matière en Suspension (MES).....	23
II.1.2.4.1 Principe.....	23
II.1.2.4.2 Appareillage.....	23
II.1.2.4.3 Mode opératoire.....	23
II.1.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	24
II.1.2.5.1 Définition.....	24
II.1.2.5.2 Principe.....	24
II.1.2.5.3 Matériaux et réactifs	24
II.1.2.5.4 Mode opératoire.....	25
II.1.2.6 Demande chimique en oxygène (DCO).....	26
II.1.2.6.1 Définition.....	26
II.1.2.6.2 Principe.....	27
II.1.2.6.3 Matériaux et réactifs	27
II.1.2.6.4 Mode opératoire.....	28
II.1.2.7 Spectrométries d'absorption atomique à flamme (SAA).....	29

II.1.2.7.1 Définition.....	29
II.1.2.7.2 Principe.....	29
II.1.2.7.3 Appareillage.....	30
II.1.2.7.4 Mode opératoire.....	31
II.2 Conclusion.....	36

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Caractérisations physico-chimique et organique des eaux de purge.....	37
III.1.1 PH.....	37
III.1.2 Température.....	37
III.1.3 Conductivité (CE).....	37
III.1.4 La turbidité.....	38
III.1.5 Matière en suspension (MES).....	38
III.1.6 Demande chimique en oxygène.....	39
III.1.7 Demande biochimique en oxygène.....	40
III.2 Contamination des eaux de purge de SONATRACH Bejaia par les métaux lourds.....	40
III.2.1 Cadmium (Cd).....	40
III.2.2 Zinc (Zn).....	42
III.2.3 Plomb (Pb).....	44
III.2.4 Cuivre (Cu).....	45
III.2.5 Fer (Fe).....	47
III.3 Conclusion.....	49
CONCLUSION GENERALE.....	50

Liste des abréviations

RTC	région transport centre
RTH	Région Transport de Haoud - El - Hamra
RTI	Région Transport de In Amenas
RTE	Région Transport Est (Skikda)
RTO	Région Transport Ouest (Arzew)
GEM	Gazoduc (Enrico Mattei) vers l'Italie via la Sicile
GPDF	Gazoduc (Pedro Duran Farel) vers l'Espagne via le Maroc
HSE	hygiène sécurité et environnement
TVR	La tension de vapeur
BSW	La recherche de la teneur en eau et des impuretés
HCl	chlorure d'hydrogène
ENPEC	l'entreprise nationale des produits électrochimiques
pH	potentiel hydrogène
OMS	organisation mondiale de la santé
SAA	spectroscopie d'absorption atomique
UTN	unités de turbidité néphélométrique
MES	Matière En Suspension
DBO	Détermination de la demande biochimique en oxygène
DCO	Détermination de la demande chimique en oxygène

Listes des figures

Figure I.1. 1 Carte montrant le réseau de transport du pétrole brut (RTC)	3
Figure I.1. 2 Organigramme de département HSE (hygiène sécurité et environnement)	4
Figure I.2. 1 Les principales familles d'hydrocarbures et autres composés d'un pétrole avec quelques exemples de molécules	7
Figure I.2. 2 Appareil de mesure de la densité	8
Figure I.2. 3 Appareil de mesure de la tension vapeur	8
Figure I.2. 4 La centrifugeuse	9
Figure I.2. 5 Appareil de mesure de salinité.....	9
Figure I.3. 1 Situation des bourbiers (source google earth)	12
Figure II.1. 1 Vue de point d'échantillonnage RTC-Bejaia (extrait google maps).....	18
Figure II.1. 2 pH mètre de marque HANNA	20
Figure II.1. 3 Conductimètre de type WTW, Cond 720.....	21
Figure II.1. 4 Analyse d'échantillon par un turbidimètre WTW, turb 550.	22
Figure II.1. 5 Filtration des échantillons.	24
Figure II.1. 6 Echantillons pris pour la DBO ₅	26
Figure II.1. 7 Digesteur (thermoréacteur)	28
Figure II.1. 8 Photo d'un spectrophotomètre.	28
Figure II.1. 9 Les échantillons aux cours d'analyse par la DCO	29
Figure II.1. 10 Principe de fonctionnement de la spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA).	30
Figure II.1. 11 Spectromètre d'absorption atomique.	30
Figure II.1. 12 Echantillons pris pour la SAA.	31
Figure II.1. 13 Etalon de plomb	33
Figure II.1. 14 Etalon de cadmium.....	34
Figure II.1. 15 Etalon de zinc.....	35
Figure II.1. 16 Etalon de cuivre	36
Figure III.1. 1 Les valeurs de la DCO des eaux de purge	39
Figure III.1. 2 Courbe de tendance du cadmium (Cd)	41
Figure III.1. 3 Courbe de tendance du zinc (Zn).....	42
Figure III.1. 4 Evolution de la concentration de zinc dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.	43
Figure III.1. 5 Courbe de tendance du plomb.	44
Figure III.1. 6 Evolution de la concentration de plomb dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.	45
Figure III.1. 7 Courbe de tendance des étalons du cuivre.....	46
Figure III.1. 8 Evolution de la concentration de cuivre dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.	47
Figure III.1. 9 Courbe de tendance des étalons de fer.	47
Figure III.1. 10 Evolution de la concentration de fer dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.	49

Liste des tableaux

Tableau I.1. 1 Les propriétés de pétrole brut de terminal Bejaia juin 2021	10
Tableau I.2. 1 Quantité annuel des eaux purgées de la région transport centre de Bejaia	14
Tableau I.3.1 Différents effets nocifs de quelques métaux lourds sur la santé humaine	16
Tableau II.1. 1 Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine.	21
Tableau II.1. 2 Table de dilution selon le type d'oxytop.	26
Tableau II.1. 3 Valeurs typiques de DCO.....	27
Tableau II.1. 4 étalons de plomb.....	32
Tableau II.1. 5 étalons de cadmium	33
Tableau II.1. 6 étalons de zinc	34
Tableau II.1. 7 étalons de cuivre.....	35
Tableau II.1. 8 étalons de fer	36
Tableau III.1. 1 Résultats de l'analyse du pH.....	37
Tableau III.1. 2 Résultats de mesure de la température.....	37
Tableau III.1. 3 Variation de la conductivité dans les eaux de purge.....	37
Tableau III.1. 4 Résultats d'analyse de la turbidité	38
Tableau III.1. 5 Résultats de la matière en suspension.....	39
Tableau III.1. 6 Variation de la DBO ₅ des eaux de purge	40
Tableau III.1. 7 Teneur en cadmium	41
Tableau III.1. 8 Teneur en zinc.....	43
Tableau III.1. 9 Teneur en plomb	44
Tableau III.1. 10 Teneur en cuivre	46
Tableau III.1. 11 Teneur en fer.....	48

INTRODUCTION GENERALE

Depuis le début du siècle dernier, l'exploitation des gisements de pétrole par l'homme n'a cessé de croître ; l'extraction, le transport et l'utilisation de cette énergie présentent un risque de pollution de l'environnement, pouvant affecter l'équilibre écologique et conduire parfois à la destruction de l'écosystème.

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]

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 de caractérisation de ces derniers.

Pour aboutir à notre objectif, le travail présenté comportera trois grands chapitres :

Le premier chapitre concerne une synthèse bibliographique, rassemble des généralités sur le pétrole, présentation de l'organisme d'accueil et leurs méthodes d'analyse et la présentation des rejets du pétrole de la RTC-Bejaia.

Alors que le deuxième chapitre, sera consacré à la présentation de l'ensemble des protocoles expérimentaux utilisés au cours de ce travail pour la caractérisation des eaux de purge par différentes méthodes d'analyses.

Et le troisième chapitre on représentera les résultats obtenus et leurs discussions. Le mémoire s'achève avec une conclusion.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Présentation de la région transport centre de Bejaia (RTC-Bejaia)

I.1.1 Présentation de la SONATRACH

SONATRACH est une compagnie nationale algérienne d'envergure internationale ; c'est la clé de voute de l'économie algérienne. Elle est une entreprise internationale par son domaine d'activité d'industrie pétrolière, est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique. Elle intervient dans l'exploitation, la production, le transport par canalisation, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés c'est ça l'objet de sa création. Elle se développe également dans les activités de pétrochimie, de génération électrique, d'énergie nouvelle et renouvelable, de dessalement d'eau de mer et d'exploitation minière.

Considère comme la première entreprise de continent africain, est classée 12^{ème} parmi les compagnies mondiales, 2eme exportateur de GNL et de GPL. Ses activités constituent environs 30 % du PIB de l'Algérie.

Organisée en quatre activités qui sont comme

- ✓ Activités amont,
- ✓ Activités transport par canalisation,
- ✓ Activité aval,
- ✓ Activité commercialisation,

I.1.1.1 Organisation de l'activité transport

Il existe sept régions de l'activité de transport par canalisation :

- 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.
- GPDF : Gazoduc (Pedro Duran Farel) vers l'Espagne via le maroc.[1]

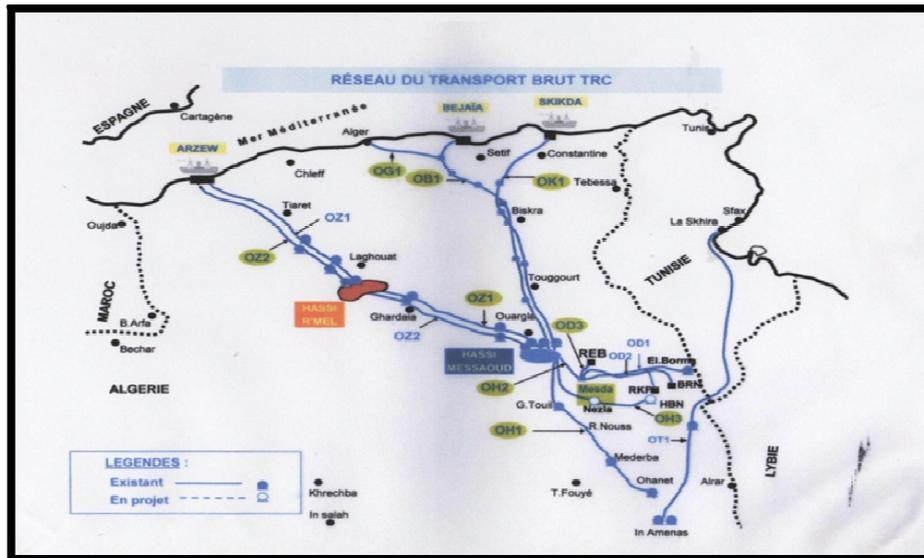


Figure I.1. 1 Carte montrant le réseau de transport du pétrole brut (RTC).[2]

I.1.2 La région transport centre de Bejaia

La région transport centre de Bejaia l'une des sept régions opérationnelles qui comporte l'activité de transport par canalisations des hydrocarbures avec les régions, d'AZREW, SKIKDA, HAUD ELHMRA, elle se situe à 2 km au sud-ouest de la ville de Bejaia, elle comporte d'un gazoduc (GC1) et deux oléoduc (OB1 et OG1).

La direction de Bejaia est chargée de concevoir, de coordonner et de contrôler les actions liées à la gestion et au développement de l'entreprise.[1]

I.1.2.1 Description du terminal marine de Bejaia

Le Terminal marine de Bejaia relève de la Région Transport Centre. Il est situé à 2Km au sud –ouest de la ville de bejaia. Le terminal marin est limite à l'Est par le golf de Bejaia et oued Seghir, au sud par Oued Soummam et à l'ouest par la route Nationale N°9 et au nord par la voie ferrée. Altitude Nord : 36°45'24', Longitude Est : 05°05'50'', il est constitué de plusieurs structures dirigeantes organisées d'une façon efficace et assez importante, ce qui lui permet de bien gérer et bien mener les différentes taches de l'entreprise.

I.1.2.2 Composition du terminal marine

Le terminal marine de Bejaia se compose de :

A. Terminal nord ;

Il occupe une surface de 360510 m², il compose de :

- Parc de stockage ;
- Manifold ;

- Tour de contrôle ;

B. Terminal sud ;

Il occupe une surface de 132925 m², il compose de :

- Parc de stockage ;
- Salle électrique ;
- Manifold ;

I.1.2.3 Organigramme de département HSE

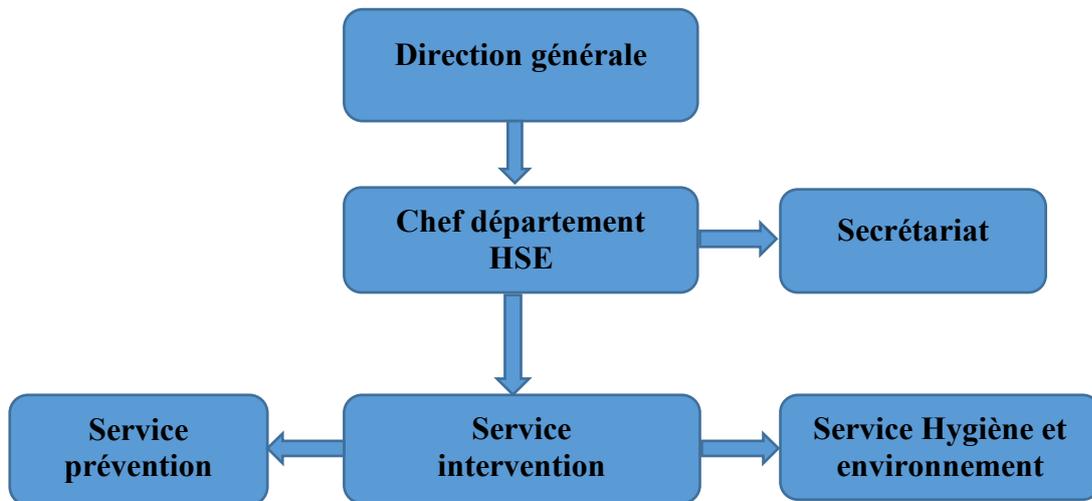


Figure I.1. 2 Organigramme de département HSE (hygiène sécurité et environnement). [2]

I.1.2.4 Service environnement

Le service environnement est l'un des services du département HSE, 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 Reger ou le dépôt de toute substances solide, liquide, ou gazeuse diffusées vers l'atmosphère.

- 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 ;
- Réaliser l'inspection au niveau des stations ;
- Mise en œuvre des plans d'action environnementaux ;
- Suivi du plan des rejets liquides et solide ;

- Assurer le rapport journalier d'accidents et d'incidents ;
- Gestion des crises (déversements et fuites accidentelles) ;

I.2 Généralités sur le pétrole

I.2.1 Définition du pétrole

Le pétrole brut est un liquide d'origine fossile [3], qui est composé d'un mélange complexe constituant principalement en hydrocarbures et contenant le soufre, l'azote, l'oxygène et l'hélium en tant que constituants mineurs. Les propriétés physicochimiques de pétrole brut varient considérablement et dépendent de la concentration des divers types des hydrocarbures et de constituants mineurs. Actuellement, dans un gisement, l'huile est généralement associée à une quantité plus ou moins importante de gaz. Ce gaz constitue pour l'essentiel d'un mélange des hydrocarbures les plus légers. [4]

I.2.2 Historique sur le pétrole

Le pétrole est connu et utilisé depuis la plus haute antiquité ; il forme des affleurements dans les lieux où il est abondant. En sous-sol, ces affleurements ont été utilisés de nombreuses façons : calfatage des bateaux ; ciment pour le pavage des rues, source de chauffage et d'éclairage, et même produit pharmaceutique.

Le pétrole a été découvert dans tous les continents sauf en Antarctique, le 27 août 1859, Edwin L. Drake à Titusville en Pennsylvanie occidentale, à procéder à des forages pour trouver la (nappe mère) ce qui fait l'origine des affleurements du pétrole.

I.2.3 formation du pétrole

Le pétrole s'est formé à la surface de la terre suite à la décomposition d'organismes marins. La kérogène, couche de sédiments riches en matières organiques, s'est formée par l'accumulation et le mélange de la boue et du limon suite aux restes des innombrables végétaux, microorganismes, planctoniques déposés au fond des océans. L'accumulation continue de sédiments enfouis ces couches organiques à grandes profondeurs, sous l'effet de la compression, celles-ci se transforment en roches qui deviennent des réservoirs du pétrole. Ces roches sont appelées « roche mère ».

Restant piégés dans le réservoir d'une roche poreuse et saline ; les chaînes carbonées longues forment le pétrole et celles courtes le gaz. Le plus courant des pièges à pétrole est l'anticlinal. Le gaz constitue pour l'essentiel d'un mélange des hydrocarbures les plus légers.

I.2.4 Composition du pétrole

I.2.4.1 Hydrocarbures

A. Les Gaz

Ce sont de mélanges complexes hydrocarbures ; contenant essentiellement les premiers éléments de la série paraffine qu'à savoir

- Le méthane CH_4
- L'éthane C_2H_6
- Le propane C_3H_8
- Le butane C_4H_{10}

Ces éléments gazeux dans la condition atmosphérique ; ils peuvent contenir en outre d'autres hydrocarbures ; de l'azote ; d'hydrogène ; de gaz carbonique et de l'hydrogène sulfures.

B. Huiles

Les pétroles bruts sont mélanges d'hydrocarbures lourds ils sont principalement constitués de :

- Pentane C_5H_{12}
- Hexane C_6H_{14}
- Heptane C_7H_{16}
- Octane C_8H_{18}

I.2.4.2 Non hydrocarbures

- Eau
- Sulfures d'hydrogène mercure, arsenic contaminants métallique toxiques
- Anhydride carbonique gaz acides,
- Azote, hélium, Argon

I.2.5 Types de pétrole

Le terme de pétrole recouvre un ensemble de produits dont les compositions peuvent être très différentes, la diversité de composition des brutes repose principalement sur leur provenance.

En effet, les conditions de formation d'un vont influencer l'importance relative de chacune des familles de constituants citées précédemment. Cependant ; des bruts issus d'une région donnée peuvent présenter des différences importantes liées aux conditions importantes de résines et d'asphaltées par rapport aux hydrocarbures saturée. Au contraire, les bruts légers sont très riches en hydrocarbures saturés et très pauvres en asphaltées. [3]

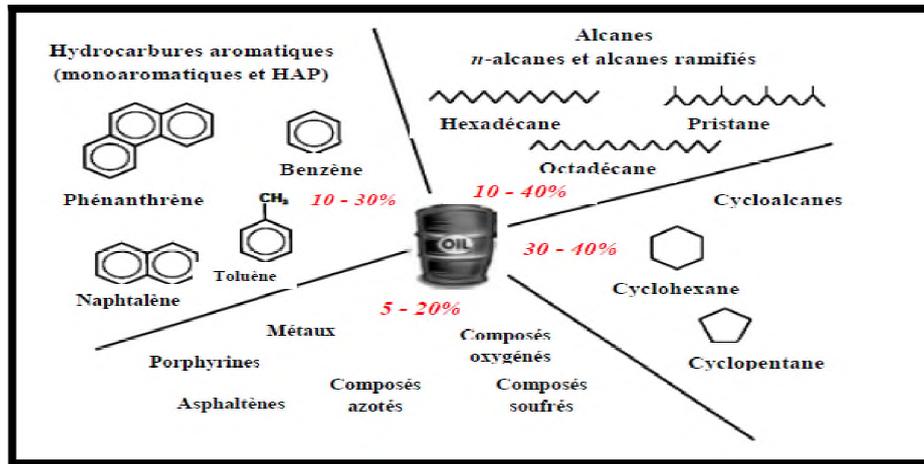


Figure I.2. 1 Les principales familles d'hydrocarbures et autres composés d'un pétrole avec quelques exemples de molécules.

I.2.6 Les propriétés du pétrole

I.2.6.1 La Densité

La masse volumique d'un fluide est le rapport de la masse par son volume l'unité utilise est le Kg/m^3 . Précisons que la densité d'une matière est le rapport de la masse volumique de cette matière sur la masse volumique de l'eau. Ce qui nous donne un nombre sans dimensions, sans unité, qui est la densité de cette matière.

La masse volumique d'un produit pétrolière s'exprime généralement à une température de 15°C et le résultat doit respecter les normes c'est-à-dire comprise entre 0.7902 a 0.8082. [1]



Figure I.2. 2Appareil de mesure de la densité. [1]

I.2.6.2. La tension de vapeur (TVR)

Le point d'ébullition des hydrocarbures varie entre 162°C pour le méthane et plus de 400°C pour les molécules les plus lourdes dans une citerne chargée ,si la température est suffisante, une partie du liquide s'évaporera .Ce phénomène se produit d'autant plus aisément que l'hydrocarbure est de faible densité.si la citerne est hermétique ,l'évaporation cesse d'elle-même lorsque la concentration de vapeur au-dessus du liquide a atteint son maximum, c'est-à-dire lorsque l'espace libre est saturée de vapeur ,la quantité de vapeur présente au-dessous de la phase liquide ,et donc la volatilité, est caractérisée par la tension de vapeur saturante(ou la pression de vapeur REID qui est mesurée à l'appareil REID a 100°F/37.8°C en unité psi)la pression atmosphérique correspond à 14 .7psi .la tension de vapeur varie en fonction de la température . [1]



Figure I.2. 3Appareil de mesure de la tension vapeur. [1]

I.2.6.3. La recherche de la teneur en eau et des impuretés (BSW)

C'est la détermination de la quantité du résidu ainsi que la quantité d'eau refermée dans l'échantillon (%vol). On détermine la B.S.W à l'aide d'une centrifugeuse, (la détermination de la teneur en eau et sédiments dans le pétrole).



Figure I.2. 4La centrifugeuse. [1]

I.2.6.4 La salinité

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux, (détermination des chlorures (NaCl) dans le pétrole brut en utilisant du nitrate d'argent (AgNO_3)).



Figure I.2. 5Appareil de mesure de salinité. [1]

Tableau I.1. 1Les propriétés de pétrole brut de terminal Bejaia juin 2021. [1]

TESTS	Densité à 15C Kg/L	T.V.R à 37.8 C G/Cm ²	Sel % POIDS	B.S.W %VOL
NORME ASTM	D1298-99	D323	D6470	D4007-95
NORME IP	IP 160	IP 69	Dosage potentiel- métrique	IP 75
NORMES contractuelles	0.7902 Mini 0.8082 Max	738 Max	0.0080 Max	0.5 Max
01	0.8018	572	0.0013	Traces
02	0.8030	583	0.0014	Traces
03	0.8027	557	0.0013	Traces
04	0.8023	561	0.0013	Traces
05	0.8018	574	0.0013	Traces
06	0.8022	593	0.0013	Traces
07	0.8018	572	0.0013	Traces
08	0.8018	587	0.0014	0.01
09	0.8018	602	0.0015	0.01
10	0.8019	571	0.0013	0.01
11	0.8026	569	0.0012	0.01
12	0.8022	586	0.0012	Traces
13	0.8014	588	0.0011	Traces
14	0.8029	585	0.0013	Traces
15	0.8025	593	0.0013	Traces
16	0.8020	591	0.0013	Traces
17	0.8021	581	0.0013	Traces
18	0.8017	577	0.0012	Traces
19	0.8020	562	0.0013	Traces
20	0.8015	585	0.0012	0.01
21	0.8020	571	0.0015	0.01
22	0.8020	567	0.0011	Traces
23	0.8017	562	0.0014	Traces
24	0.8006	582	0.0014	Traces
25	0.8000	580	0.0014	Traces
26	0.8014	553	0.0012	Traces
27	0.8014	591	0.0016	0.01
28	0.8013	576	0.0013	Traces
29	0.8016	576	0.0016	0.01
30	0.8022	558	0.0014	0.01
MINIMUM	0.8000	553	0.0011	Traces
MOYENNE	0.8019	577	0.0013	0.01
MAXIMUM	0.8030	602	0.0016	0.01

Suivant l'interprétation de la RTC-Bejaia les résultats obtenus sont dans les normes.

I.3. Caractéristique des rejets de traitement du pétrole de la région transport centre du bejaia (RTC-BEJAIA)

I.3.1. Rejets solides

I.3.1.1 Boue de pétrole (slops)

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 slops. Ces slops 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 slop 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 slops proviennent, d'une part, du nettoyage des fonds de bacs de stockage. [2]

Une boue est caractérisée par sa concentration en éléments polluants et son pH.

I.3.1.1.1 Différents types de boues ou de slops :

On distingue :

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

I.3.1.1.2 Processus de gestion des boues (slops) à la RTC

Les slops existent au sein de la RTC sous forme de boue stockée dans des bourniers. Ces derniers sont des espaces creusés dans le sol sous forme d'une piscine à ciel ouvert avec une plate-forme en béton armé ou de géo membranes pour empêcher la perméabilité des slops au fond du sous-sol et éviter la contamination des nappes phréatiques.

Au sein de la RTC existent 5 bourniers qui sont repartis comme suit :

- 2 situés derrière la clôture sud du terminal sud ;
- 1 situé à l'intérieur du terminal sud ;
- 2 situé à l'intérieur du terminal nord,

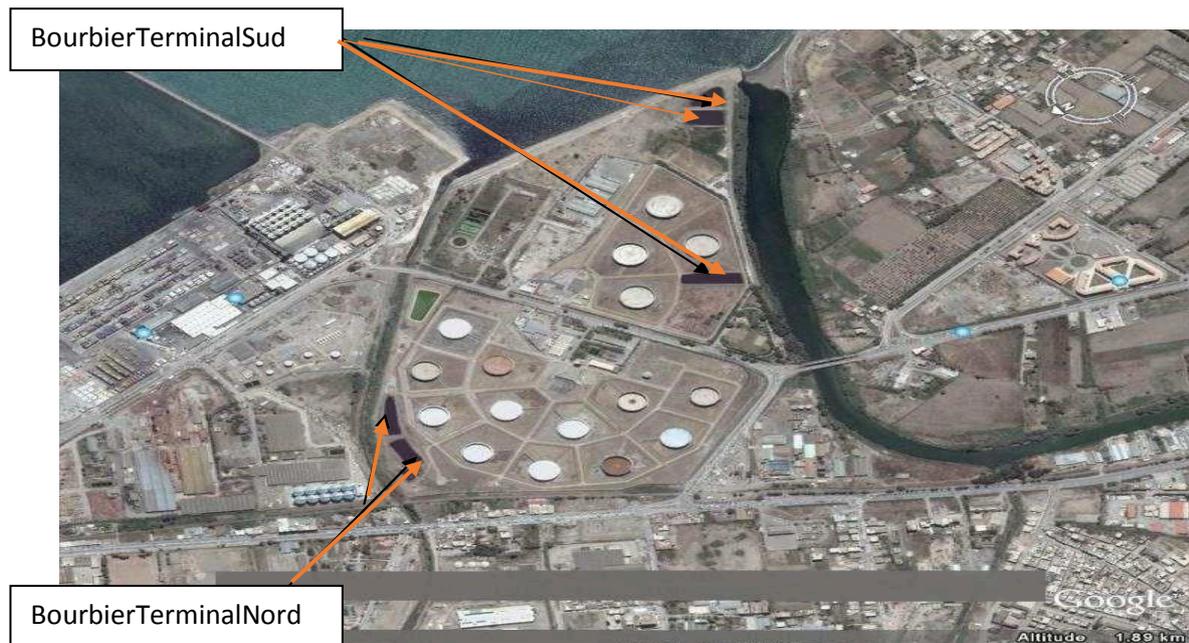


Figure I.3. 1 Situation des bourbiers (source googleearth)

Ce rejet est le résultat des opérations de réhabilitation, de nettoyage et la remise en état des bacs. Cette action se fait chaque 10 an, le processus comporte les étapes suivantes :

➤ **Aération du bac :**

L'aération consiste à l'ouverture des trous d'homme pour le dégazage du bac ainsi l'utilisation des extracteurs. Le toit flottant équipé des pieds sur lesquels il se dépose à un niveau permettant aux agents du prestataire de nettoyage des bacs de circuler librement à l'intérieure du bac.

➤ **Nettoyage du bac**

A côté du bac les agents du prestataire de nettoyage des bacs creusent un petit bourbier pour recevoir la boue raclée. Une fois le bac est dégazé, les agents du prestataire de nettoyage des bacs équipés des tenues de travail spéciales seront prêts à entrer à l'intérieur pour racler manuellement la boue pour le petit bourbier en utilisant des pelles et des racleurs.

➤ **Transport**

Un camion spécial doté d'une pompe à boue aspire la boue à partir du petit bourbier à l'intérieur du camion pour la transporter.

➤ **Stockage**

La boue transportée est acheminée au grand bournier, pour son stockage et son entreposage final à ciel ouvert.

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 physico-chimique 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 [5].

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 :

- Des particules en suspension (TSS) :
 - Minérales : argiles, silice, déférents 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 (TDS) de différentes natures ;
- Des métaux lourds et radioactifs ;
- Des produits organiques dissous ;
- Des bactéries et des résidus de l'activité bactérienne (biofilm, FeS etc..) ;
- Des gaz dissous (CO₂, O₂, H₂S, etc...).

Les eaux de production pétrolière ont longtemps été considérées comme un sous-produit gênant. Après un traitement plus au moins poussé en fonction de leur destination, elles sont rejetées dans l'environnement, ce qui pousse à y réfléchir.

Les préoccupations liées au changement climatique, et à la nécessité à économiser les ressources en eau, aux volumes à traiter et qui sont en constante augmentation ce qui pousse les organismes à la réversion et à l'extension des normes environnementales. Des programmes ambitieux de gestion des eaux de production ont été mis en place au sein de toutes les compagnies dans le but de faire un bon usage [5].

I.3.2.1.2 Quantité des eaux purgée de terminal marin de Béjaia

Les eaux de production pétrolière de la région transport centre de Bejaia, sont stockée dans des réservoirs des hydrocarbures, il y'auras une séparation physique effectuée avant de purgée ces dernier, et l'eau qui sortit après la séparation il sera conduit avec des pompes vers les canaux périphérique et jeté dans le oued sommâmes.

Tableau I.2. 1Quantité annuel des eaux purgées de la région transport centre de Bejaia. [1]

Années	Quantité en m ³
2018	7291,097
2019	9567,586
2020	2549,533

I.3.2.1.2 Les différents polluants des eaux de purge

➤ Les métaux lourds

– Définition

Les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser.

D'un point de vue purement scientifique et technique, les métaux lourds peuvent être également définis comme :

- 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 (C₆H₅N).

Dans le traitement des déchets liquides, les métaux lourds indésirables 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).

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).

Enfin, dans l'industrie en général, on considère comme métal lourd tout métal de densité supérieure à 5, de numéro atomique élevé et présentant un danger pour l'environnement et/ou pour l'homme [6].

– 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 importance quantités et enfin de leur toxicité. Cela se traduit donc par une approche quantitative et qualitative du rejet.

L'appellation métal lourd est entrée dans les usages et dans de nombreuses législations [7]. La toxicité d'un métal est directement liée à sa réactivité avec la matière vivante. [8], à l'état de trace, la plupart des métaux considérés comme toxique sont en fait indispensables à la vie [9], et de ce fait, le contrôle des émissions de métaux lourds sont dangereux pour les systèmes vivants car :

- Ils ne sont pas dégradables au cours du temps ;
- Ils sont toxiques à des très faibles concentrations ;
- Ils ont tendance à s'accumuler dans les organismes vivants et se concentrer au cours des transferts de matière dans les chaînes trophiques.

[10]

Tableau I.3.1 Différents effets nocifs de quelques métaux lourds sur la santé humaine.[6,11]

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.	Irritations des muqueuses gastro intestinales; - Irritations 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 Conclusion

La région transport centre (RTC) est la première unité opérationnelle chargée du transport du pétrole brute, reliant haoud el hamra (hassimessaoud) au terminal marin de bejaia (TMB), pour assurer la livraison de se produit ; il est destinés à l'exportation via le port de bejaia, le pétrole brute est un liquide d'origine fossile qui est composé d'un mélange complexe constituant principalement en hydrocarbure et contenant le soufre d'azote, oxygène et hélium.

La question des rejets industriels est devenue aujourd'hui un sujet de préoccupation de notre société, ces rejets risquent non seulement de dégrader les paysages mais aussi de

contaminer l'environnement et d'exposer la santé humaine aux dangers, le cas de la région transport centre de bejaia qui produisent chaque jour des quantités importantes de rejets qui sont généralement chargées en hydrocarbures et en métaux lourds, pour cela cette ville demeure l'un des exemples les plus illustratifs de la pollution par les hydrocarbures du pays.

CHAPITRE II : METHODES ET MATERIELS

Dans ce chapitre, nous aborderons les différentes d'analyses effectuées sur les eaux de purge de site pétrolier de Bejaia. (Région transport centre de Bejaia) dans le but de les caractériser.

II.1 Caractérisation physico-chimique des eaux de purge

Les eaux de production pétrolière, sont purgées régulièrement dans des réservoirs de stockage des hydrocarbures. Ces eaux sont généralement chargées en hydrocarbures et en métaux lourds.

II.1.1 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 général un but bien précis, la stratégie de prélèvement doit toujours être adoptée aux objectifs de l'étude [12].



Figure II.1. 1 Vue de point d'échantillonnage RTC-Bejaia (extrait googlemaps)

Dans le but de caractériser les eaux de purge et d'évaluer leurs degré de pollution et leur impact sur l'environnement et la santé humaine, nous avons étudié 4 point d'échantillonnage avant la séparation, pendant la séparation, après la séparation et dans le bassin de décantation, les échantillons ont été prélevé à partir du bac 4D3 dans des flacons opaque d'une capacité de 250 ml. Avant le prélèvement, les flacons ont été rincés avec de l'eau distillée et étiquetés.

Les dosages des métaux lourds dans l'eau nécessitent, au préalable, la filtration de la solution pour supprimer toute suspension susceptible de contenir des contaminants organiques hydrophobes [13].

II.1.2 Méthodes d'analyse

Les différentes analyses effectuées sur les eaux de purge ont été réalisées dans plusieurs laboratoires :

- La détermination du pH et température, la mesure de la conductivité, la turbidité et la SAA ont été effectuées au laboratoire du génie des procédés.
- La préparation des échantillons et des étalons pour la SAA et la mesure de la matière en suspension ont été effectuées au laboratoire de département.
- La DCO et la DBO₅ ont été effectuées dans un laboratoire privé.

II.1.2.1 Détermination de pH et température

II.1.2.1.1 Définition

a. Le pH (potentiel 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 est acide, et entre 7 et 14 le milieu est basique. Le pH renseigne sur l'origine de l'eau. Par exemple, les eaux de surface ont un pH compris entre 7 et 8. Les eaux souterraines ont un pH situé entre 5,5 et 8. Un pH très basique témoigne d'une évaporation intense. Le pH d'un lac ou d'un étang dépend de son âge et des déchets déversés. Lors de sa formation, un lac a un pH basique (ou alcalin) et progressivement il s'acidifie (fermentation de matériaux organiques, dissolution de dioxyde de carbone avec formation d'ions bicarbonates) [14].

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 (eau souterraine ou eau de surface). Elle est aussi indispensable pour la correction des autres paramètres d'analyse qui lui sont étroitement dépendants (conductivité, pH...). [14]

II.1.2.1.2 Appareillage

- pH mètre de marque HANNA instruments.



Figure II.1. 2pH mètre de marque HANNA

II.1.2.1.3 Mode opératoire

Étalonnage de l'appareil, on a fait les mesures des échantillons à $T = 20^{\circ}\text{C}$ en plongeant l'électrode dans l'échantillon et on a laissé stabiliser pendant quelques secondes ; puis on a noté la valeur du pH de l'échantillon [15].

II .1.2.2 Mesure de la conductivité

II.1.2.2.1 Définition

Elle renseigne sur la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. On se sert d'un appareil appelé conductimètre muni de deux électrodes. La mesure de la conductivité renseigne sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement. La température de l'eau influence la conductivité qui sera d'autant plus importante que la température est élevée. Les résultats de mesure de la conductivité sont toujours présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. La conductivité doit être mesurée dans le terrain. Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau. La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$). [14].

Tableau II.1. 1 Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine.

Conductivité à 20°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

II.1.2.2.2 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.

II.1.2.2.3 Appareillage

Nous avons mesuré la conductivité avec un conductimètre de type WTW, Cond 720.



Figure II.1. 3 Conductimètre de type WTW, Cond 720

II.1.2.2.4 Calcul est expression des résultats

Si le conductimètre possède une sonde de température qui corrige la conductivité à 25°C, les résultats sont lus directement sur le cadran et sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$. [16]

Si le conductimètre ne corrige pas la conductivité à 25°C, la conductivité lue est corrigée à 25°C à l'aide de l'équation suivante [16] :

$$A = (B * F)$$

D'où

- A : conductivité de l'échantillon ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- B : lecture du conductimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- F : facteur de correction due à la température ;

Le facteur F est déterminé à l'aide de l'équation suivante : $F = 1 - (T-25) * 0.02$

D'où

- F : facteur de correction
- T : température de l'échantillon

II .1.2.3 La turbidité

II.1.2.3.1 Définition

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° par rapport au faisceau de la lumière incidente [17].

II.1.2.3.2 Appareillage

L'appareil utilisé dans ce travail est un turbidimètre de marque WTW turb550 / turb550IR, ou on mesure turbidité a une température ambiante (10°C à 40°C).



Figure II.1. 4 Analyse d'échantillon par un turbidimètre WTW, turb 550.

II.1.2.3.3 Calcul et expression des résultats

Les résultats sont exprimés en UTN (unités de turbidité néphélométrique) ou bien FTU (unité de turbidité formazine) et sont affichés directement par l'appareil [17].

II.1.2.4 Matière en Suspension (MES)

II.1.2.4.1 Principe

Pour apprécier la qualité d'une eau, il est toujours nécessaire d'évaluer quantitativement sa charge en matière dissoute et particulaire, les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux [18]. La détermination des solides en suspension est faite en filtrant une portion d'échantillon au travers d'un filtre « Whatman 934 AH » préalablement pesé. Lorsque la filtration est terminée, le résidu est séché à 105 °C et pesé de nouveau. Le poids de solides en suspension est obtenu par différence des poids [19].

II.1.2.4.2 Appareillage

- 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.
- Coneimhoff ou béccher pour la décantation des solides.

II.1.2.4.3 Mode opératoire

Nous avons suivi les étapes suivantes

- 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 sécher 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.



Figure II.1. 5 Filtration des échantillons.

II .1.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

II.1.2.5.1 Définition

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant 5 jours, à 20 °C et dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique. La mesure de la quantité d'oxygène consommée est suivie dans une solutionensemencée ou non. [14].

II.1.2.5.2 Principe

Mesure de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C.

II.1.2.5.3 Matériaux et réactifs

- Têtes mesureurs (DBO senseurs) ;
- Ampoules de mesures marronnes ;
- Agitateurs magnétiques ;
- Pince ;
- Carcasse de gomme pour les goulots des ampoules ;
- Lentilles de NaOH ;
- Armoire thermostatique de température constante à 20°C ;
- Inhibiteur de la nitrification ;

- Récipients et pipettes de plusieurs mesures ;
- Eau distillée ;
- Tablettes de calibration pour les contrôles des systèmes OXITOP : D (+) glucose $C_6H_{12}O_6$ et acide L-glutamique $C_5H_9NO_4$.

II.1.2.5.4 Mode opératoire

Pour bien profiter de la carcasse de mesure, il faut sélectionner un volume d'échantillon Correspondante à la DBO qui on espère obtenir ;

- Nous avonsnettoyé les ampoules et éclairci avec de l'eau distillée ;
- Nous avons éclairci l'ampoule de mesure marron avec l'eau résiduaire d'échantillon ;
- Nous avons ajouté une quantité de l'échantillon homogénéisée et un agitateur magnétique dans chaque ampoule.
- Nous avons poséune carcasse de gomme sur le goulot de l'ampoule.
- Nous avons ajouté avec la pincedes lentilles de NaOH et rempli le bouchon jusqu'à la limite sans dépasser ;
- Nous avonsfermé l'ampoule de mesure avec la tête du senseur DBO ;
- Nous avons colloqué les ampoules dans l'agitateur ;
- Nous avons introduit l'équipe d'agitation dans l'incubateur avec la température choisie par l'échantillon de DBO (20°C). et nous avons connecté le câble du réseau à la prise intérieure de l'incubateur et appuyé sur l'interrupteur de courant interne ;
- Nous avons serré les boutons S et M à la fois pendant 2 secondes, pour recommencer l'oxytop ;
- Après 5 jours (DBO_5), nous lisons les valeurs mémorisées.



Figure II.1. 6Echantillons pris pour la DBO₅

Tableau II.1. 2Table de dilution selon le type d'oxytop.

Mesure DBO estimé (mg/l)	Volume d'échantillon (ml)	Factor dilution
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43,5	50
0-4000	22,7	100

II .1.2.6 Demande chimique en oxygène (DCO)

II.1.2.6.1 Définition

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). [20]

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. 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 (urée, pyridine, dérivés aromatiques, composés aliphatiques à longue chaîne carbonée), ce qui est le cas de notre eau [21].

Tableau II.1. 3 Valeurs typiques de DCO. [21]

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
22 000	eaux d'infiltration de décharges

II.1.2.6.2 Principe

Le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort(acide) à température élevée et par le dichromate de potasse.

Les substances oxydables réagissent avec une solution d'acide sulfurique et de bichromate de potassium en présence de sulfate d'argent en tant que catalyseur. La présence de chlorure est masquée avec le sulfate de mercure. On mesure la diminution de la coloration jaune du Cr^{6+} .

Le résultat obtenu peut être considéré une mesure de la demande théorique d'oxygène, voilà donc les unités utilisées pour exprimer les résultats, mg /l (ppm). L'oxydation de la matière organique sera plus ou moins complète selon l'origine de l'échantillon.

II.1.2.6.3 Matériaux et réactifs

- Kits mesure DCO (exemple) : LCK 314 15-150 ppm/LCK 114 150-1000 ppm ;
- Eau distillée (nettoyage ou dissolution) ;
- Digesteur DRB-200 ;
- Spectrophotomètre DR 2800 ;
- Gardette support ;
- Pipette graduée 2 ml ;
- Aspirateur pipettes 2 ml.

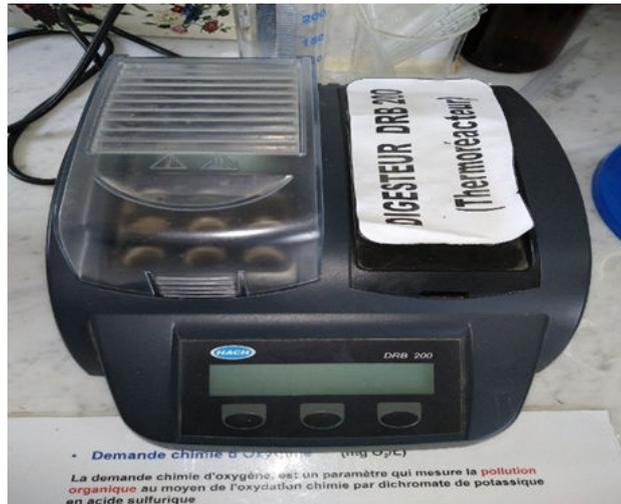


Figure II.1. 7 Digesteur (thermoréacteur)



Figure II.1. 8 Photo d'un spectrophotomètre.

II.1.2.6.4 Mode opératoire

- Nous avons sélectionné le programme de la DCO ;
- Préparations des cuves ;
 - Nous avons mélangé le contenu Kit pour avoir une solution homogène ;
 - Nous avons pipeté 2 ml d'échantillon avec précaution ;
 - Nous avons fermé la cuve et nettoyé l'extérieur de celle-ci puis mélanger ;
- Nous avons chauffé le thermostat jusqu'à atteindre la température définie ; deux signaux sonores indiquent que la température requise est atteinte ;
- Nous avons placé les cuves dans un bloc de chauffage et nous avons refermé le couvercle de protection, puis chauffé dans le digesteur DCO classique : 2h à 148-150°C ;

- 3 signaux sonores indiquent la fin du programme de température. Le thermostat refroidit ;
- Nous avons enlevé la cuve chaude et inversé avec prudence 2 fois ;
- Et nous avons laissé refroidir à température ambiante dans le support de cuve ;
- A la fin nous avons bien nettoyé l'extérieur de la cuve et mesuré avec programme spectrophotomètre HACH.

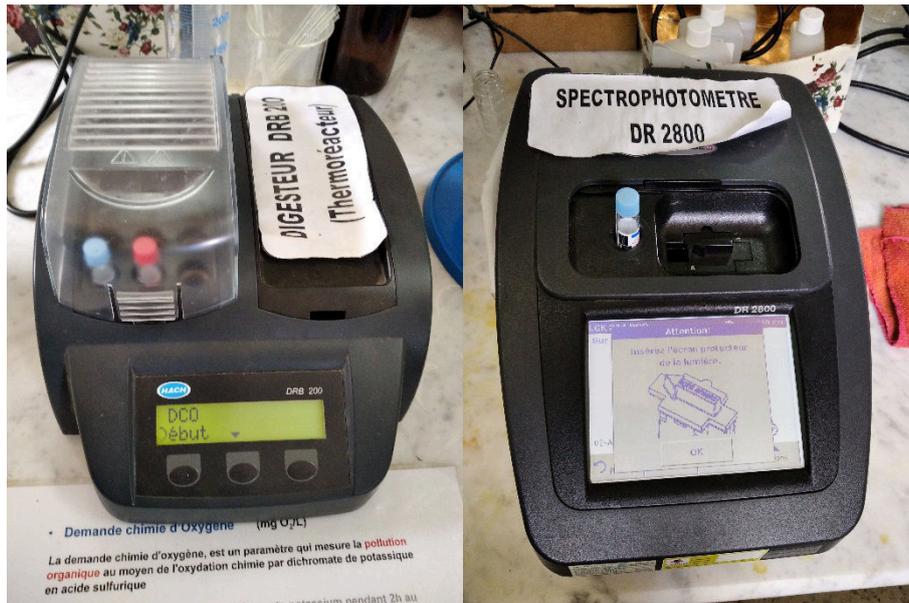


Figure II.1. 9 Les échantillons aux cours d'analyse par la DCO

II .1.2.7 Spectrométries d'absorption atomique à flamme (SAA)

II.1.2.7.1 Définition

C'est une méthode d'analyse physico-chimique qualitative qui englobe une large gamme d'applications en particulier la chimie minérale. Elle permet de doser plus de soixante-dix (70) éléments, métalliques et non métalliques, à l'état de trace (p.p.m) et même d'ultra traces (p.p.b). [22]

Cette méthode est basée sur la mesure de l'absorbance des atomes à l'état ionisé de l'élément, soumis à une lumière de longueur d'onde spécifique de l'élément à doser. [23]

II.1.2.7.2 Principe

La figure II.1.10 ci-dessous présente le principe de fonctionnement de la Spectrométrie d'Absorption Atomique à flamme (SAA) où le faisceau lumineux issu de la source (1) traverse la chambre d'absorption (flamme ou four) (2) dans laquelle l'élément se trouve porté à l'état atomique, avant d'être focalisé sur la fente d'entrée d'un monochromateur (3) qui

sélectionne un intervalle très étroit de longueur d'onde. Le trajet optique se termine sur la fenêtre d'entrée du détecteur (4). [22] On mesure ainsi l'affaiblissement du rayonnement.

Les longueurs d'onde et les intensités énergétiques absorbées sont fonctions de la nature et de la concentration de l'élément. Ce qui nous permet de déceler (analyse qualitative) et/ou de doser (analyse quantitative) les éléments. [24]

Absorption = Atome fondamental + $h\nu$ absorbé \rightarrow Atome excité.

Où A est l'absorbance de l'échantillon à l'état de vapeur atomique. [22].

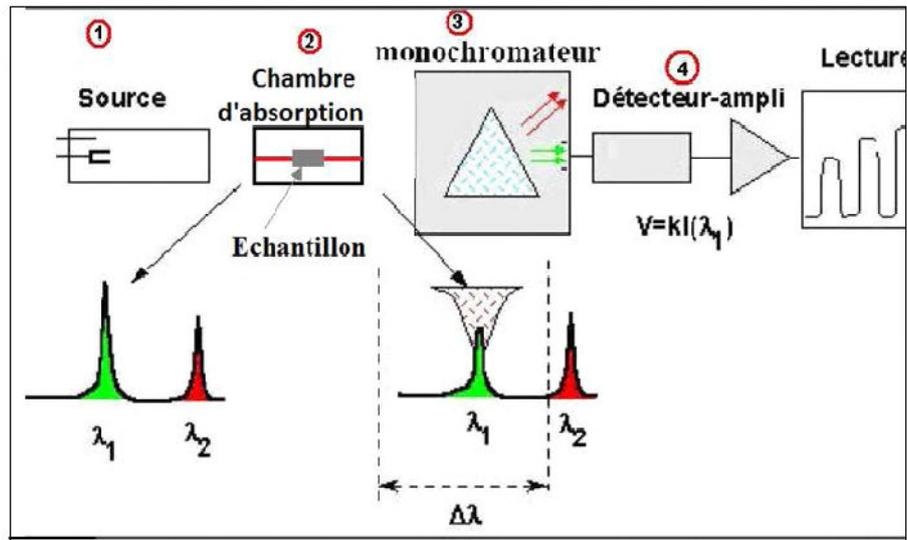


Figure II.1. 10 Principe de fonctionnement de la spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA).

II.1.2.7.3 Appareillage



Figure II.1. 11 Spectromètre d'absorption atomique.

II.1.2.7.4 Mode opératoire

❖ Métaux lourds déterminés par Spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA)

➤ Préparation des échantillons

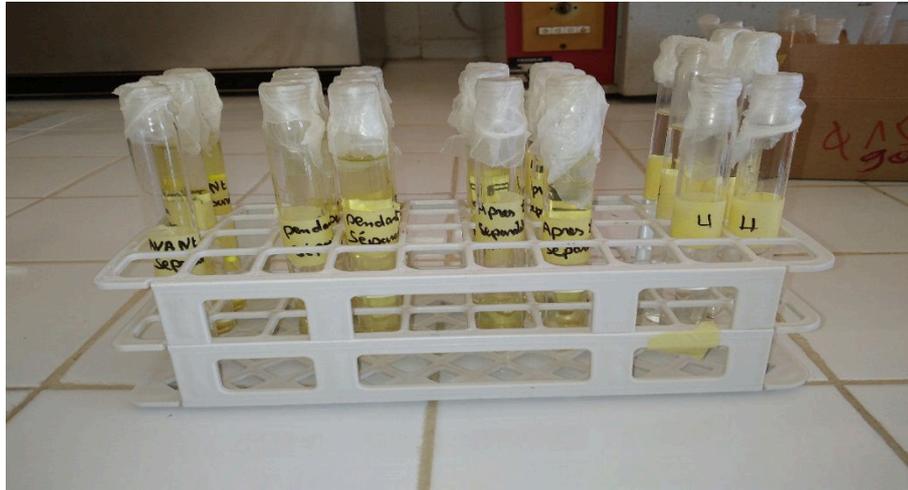


Figure II.1. 12 Echantillons pris pour la SAA.

- Nous avons filtrés échantillons avec un papier filtre, ensuite avec des filtres a seringue de 45 μ m.
- Nous avons ajouté 1ml d'acide nitrique HNO₃, concentré à 53%, pour chaque 20 ml d'échantillons.

➤ Préparation des étalons

- Nitrate de plomb :

Préparation d'une solution mère en Plomb, de concentration 1g/L, et de volume de 500 ml :

On dissout une quantité de 0.8073 de Pb (NO₃)₂ dans 500mL d'eau distillée dans une fiole jaugé de 500mL.

Pour la masse de 0.803 du solide Pb (NO₃)₂ il a été calculé comme suit :

- Données sont :

Cmassique = 1g/L, et de volume de 500mL :

1- On calcul la concentration molaire :

Cmolaire = Cmassique / Mm (Masse molaire du Pb)

Cmolaire = 1(g/L) / 207.2 (Pb g/mol)

Cmolaire = 0.004826 mol/L

2-Calcul de la masse à prélever de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

$$n=m/M (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$$

$$m=n*M$$

$$C_{\text{molaire}}=n/V$$

$$n=C_{\text{molaire}}*V$$

$$m=C_{\text{molaire}}*V*M (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$$

$$m=0.004826*0.5*331.2$$

$$m=0.7992277949 \text{ g}$$

3- Prendre en considération la pureté qu'est de 99 %=0.99

$$m' = m/P$$

$$m' = 0.7992277949/0.99$$

$$m' = 0.8073 \text{ g}$$

Préparation d'une solution fille en Plomb, de concentration 20mg/L, et de volume de 100mL : dans une fiole jaugée de 100mL, on met 2mL de la solution mère à 1g/L et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Tableau II.1. 4étalons de plomb

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Pb (II)] mg/L	0.5	1	2.5	3	5	10	15	20
V_p (ml) (à partir de la solution fille	0.5	1	2.5	3	5	10	15	20
Veau distillée (ml)	19.5	19	17.5	17	15	10	5	0



Figure II.1. 13 Etalon de plomb

- Nitrates de cadmium :

- Préparation d'une solution mère en cadmium, de concentration 1g/L, et de volume de 500mL :

On dissout une quantité de 1.3929g de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans 500mL d'eau distillée dans une fiole jaugé de 500mL. Les calculs sont présentés dans annexe I.

Tableau II.1. 5 étalons de cadmium

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
[Cd (II)] mg/L	0.3	0.5	1	2	3	4	5	7
V_p (ml) (à partir de la solution fille	0.6	1	2	4	6	8	10	14
Veau distillée (ml)	19.4	19	18	16	14	12	10	6



Figure II.1. 14 Etalon de cadmium

- Nitrates de Zinc :

Préparation d'une solution mère en Zinc, de concentration 1g/L, et de volume de 500mL :
On dissout une quantité de 2.3214g de $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ dans 500mL d'eau distillée dans une fiole jaugé de 500mL. Les calculs sont présentés dans annexe I.

Tableau II.1. 6 étalons de zinc

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
[Zn (II)] mg/L	0.1	0.3	0.5	1	1.5	2	3	3.5
V_p (ml) (à partir de la solution fille	0.2	0.6	1	2	3	4	6	7
Veau distillée (ml)	19.8	19.4	19	18	17	16	14	13



Figure II.1. 15 Etalon de zinc

- Nitrates de Cuivre :

Préparation d'une solution mère en Cuivre, de concentration 1g/L, et de volume de 500mL :

On dissout une quantité de 2.3214g de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dans 500mL d'eau distillée dans une fiole jaugé de 500mL. Les calculs sont présentés dans annexe I.

Tableau II.1. 7 étalons de cuivre

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Cu (II) mg/L	0.5	1	2	4	6	8	14	20
V_p (ml) (à partir de la solution fille)	0.5	1	2	4	6	8	14	20
Veau distillée (ml)	19.5	19	18	16	14	12	6	0



Figure II.1. 16 Etalon de cuivre

- Nitrate de fer

Préparation d'une solution mère en fer, de concentration 1g/L, et de volume de 500mL :

On dissout une quantité de 2.20965g de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, dans 500mL d'eau distillée dans une fiole jaugé de 500mL. Les calculs sont présentés dans annexe I.

Tableau II.1. 8 étalons de fer

N°	1	2	3	4	5	6
fer (II) mg/L	0.5	1	4	8	12	20
V_p (ml) (à partir de la solution fille	0.5	1	4	8	12	20
Veau distillée (ml)	19.5	19	16	12	8	0

II.2 Conclusion

Dans le but de l'appréciation de degré de pollution des eaux de purge de la région transport centre de Bejaia, nous avons effectuée des déférentes paramètres de caractérisation telle que le pH, conductivité, turbidité, température, matière en suspension(MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène (DBO_5) et spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA).

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Caractérisations physico-chimique et organique des eaux de purge

III.1.1 PH

Tableau III.1. 1 Résultats de l'analyse du pH

Échantillons	pH
Avant la séparation	6.73
Pendant la séparation	7,08
Après la séparation	6,58
Bassin de décantation	7.30
Norme algérienne	6,5 à 8,5

Les valeurs illustrées sur le tableau III.1.1, montrent que le pH est neutre dans tous les échantillons. Et ces valeurs sont dans l'intervalle des valeurs limites maximale du pH des eaux des rejets industriels ou le pH est compris entre 6,5 et 8,5.

III.1.2 Température

Tableau III.1. 2 Résultats de mesure de la température

Échantillons	Température C°
Avant la séparation	25,3
Pendant la séparation	25,7
Après la séparation	25,8
Bassin de décantation	25,9
Norme de l'OMS	30

La température des échantillons égale à la température ambiante, et elle est en dessous des valeurs limites maximale de température exigée par la norme des rejets industriels qui est de l'ordre de 30 C°.(tableau III.1.2)

III.1.3 Conductivité (CE)

Le tableau III.1.3 donne les résultats d'analyse de la conductivité de nos échantillons.

Tableau III.1. 3 Variation de la conductivité dans les eaux de purge.

Echantillons	Conductivité (ms/cm)
Avant la séparation	79,5
Pendant la séparation	37,1
Après la séparation	29,07
Bassin de décantation	21,01
Norme algérienne	2,8

Les valeurs de la conductivité varient entre 21,01ms/cm et 79,5 ms/cm. La valeur la plus élevée est observée au niveau du l'échantillon avant la séparation. Toutes ses valeurs dépassent la norme algérienne fixée à 2.8 ms/cm. Les valeurs relativement élevées des conductivités indiquent le caractère très minéralisé des eaux de purge (conductivité ≥ 1000 $\mu\text{S/cm}$). [25]

III.1.4 La turbidité

Tableau III.1. 4 Résultats d'analyse de la turbidité

Echantillons	Turbidité (UTN)
Avant la séparation	251
Pendant la séparation	21,2
Après la séparation	7,03
Bassin de décantation	5,39
Norme de l'OMS	5 à 30

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans les eaux de purge, varient entre 4,39 et 251 UTN, la valeur la plus élevée a été enregistrer dans l'échantillon avant la séparation qui est de 251 UTN et elle dépasse largement la norme d'OMS qui varient entre 5 à 30 UTN ceci permet de conclure que l'eau de purge avant la séparation est trouble.

Dans les échantillons pendant et après la séparation et dans le bassin de décantation les valeurs situées dans l'intervalle des normes d'OMS. Pour cela ont conclu que la séparation effectué est efficaces.

III.1.5 Matière en suspension (MES)

- Calcul et expression des résultats

$$E = (A - B) * \frac{1000000}{D}$$

E= quantité de matières en suspension (mg/L) ;

A= poids du filtre + solide (g) (après 105°C ;

B= poids du filtre vierge (g) ((avants 105°C) ;

D= volume échantillon utilisé (ml).

Tableau III.1. 5Résultats de la matière en suspension

Échantillons	Matière en suspension mg/l
Avant la séparation	5800
Pendant la séparation	500
Après la séparation	300
Bassin de décantation	100
Norme algérienne	35

Les résultats d'analyse des matières en suspension (MES), montrent que la concentration en matière en suspension dépassent le seuil des valeurs admissibles, limité à 35 mg/l exigée par les normes algériennes des rejets et celle de l'OMS, cela peut être due à la présence des huiles lourdes de grands poids moléculaire. Ces teneurs élevées de matière en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution.

III.1.6 Demande chimique en oxygène

La figure III.1.1 montre la variation de la DCO des eaux de purge

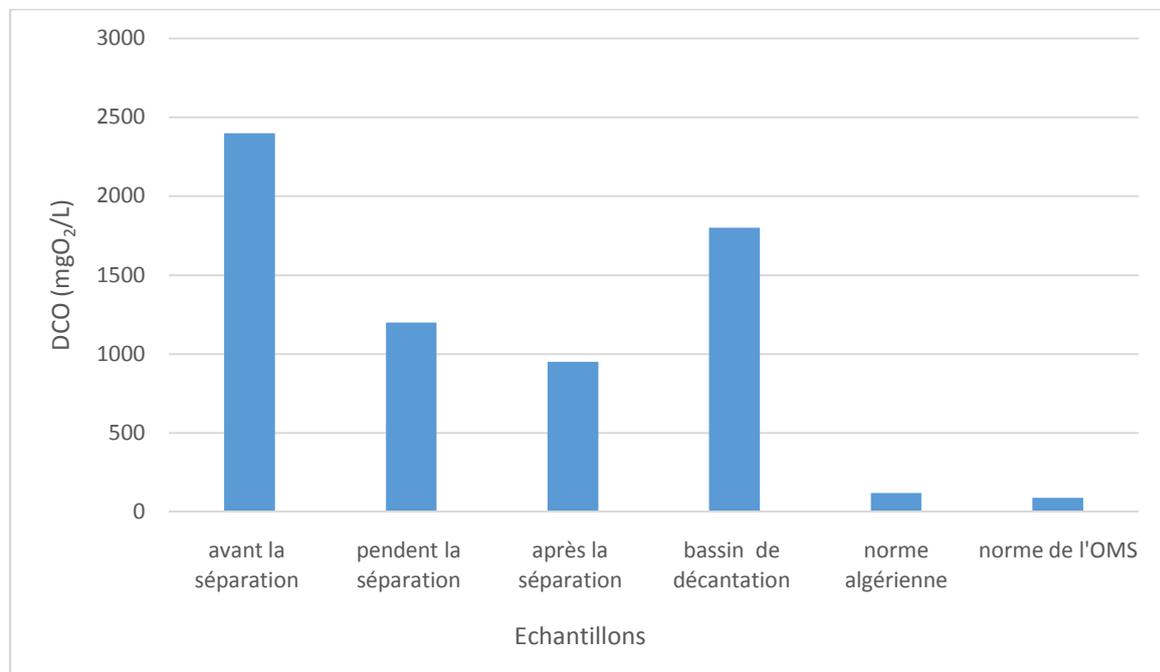


Figure III.1. 1Les valeurs de la DCO des eaux de purge.

Les valeurs de la DCO des eaux de purge illustrées sur la figure III.1.1 sont supérieures aux normes algériennes des rejets 120 mg/l, et à celle du journal officiel de la communauté européenne 125 mg /l ainsi qu'aux normes de l'OMS 90 mg /l.

Ces valeurs élevées indiquent une forte pollution organique des eaux de purge.

III.1.7 Demande biochimique en oxygène

Tableau III.1. 6 Variation de la DBO₅ des eaux de purge

Échantillons	DBO₅ (mg/l)
Avant la séparation	200
Pendant la séparation	60
Après la séparation	40
Bassin de décantation	100
Norme algérienne	35
Norme de l'OMS	30

Les résultats d'analyse des eaux de purge montrent que la DBO₅ dépasse le seuil des valeurs admissibles, limité à 35 mg/l exigée par les normes algériennes des rejets et celle de l'OMS limité à 30 mg/l.

Ceci permet de conclure que les eaux de purge représentent une pollution organique.

III.2 Contamination des eaux de purge de SONATRACH Bejaia par les métaux lourds

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

III.2.1 Cadmium (Cd)

Après le passage de nos étalons dans l'appareil de la SAA, on a obtenu une courbe de tendance avec un coefficient de détermination $R^2 = 99,92\%$.

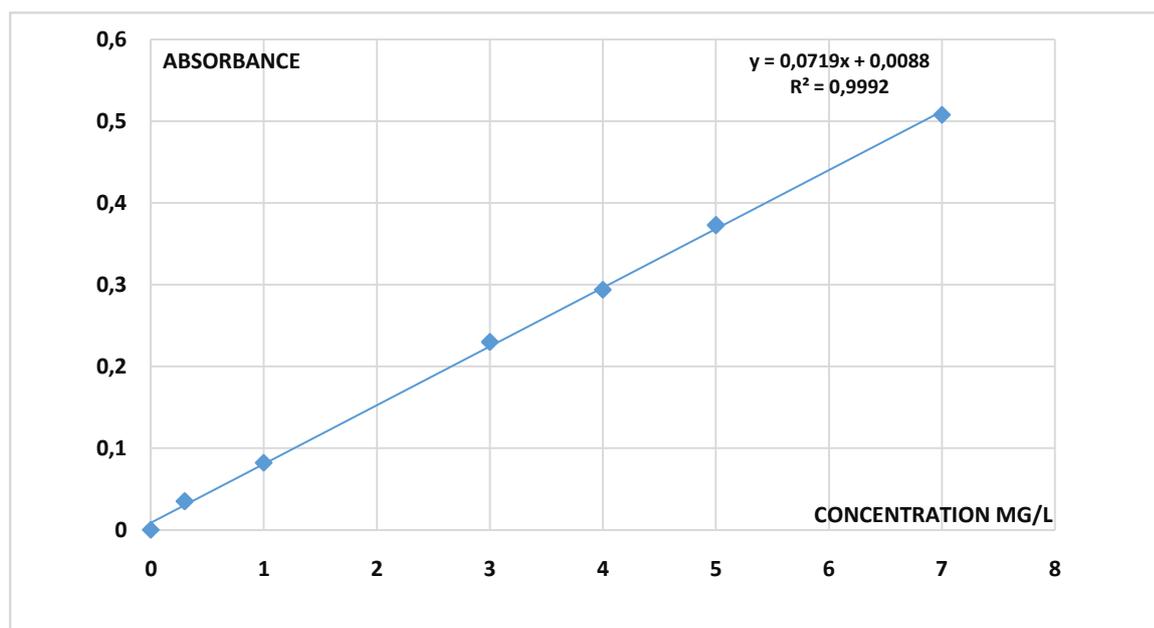


Figure III.1. 2 Courbe de tendance du cadmium (Cd)

Tableau III.1. 7 Teneur en cadmium

Nom de l'échantillon	Signal	Concentration
Cd	Abs	mg/l
Blanc	-0,0000	0,0000
Étalon 1	0,035	0,3000
Étalon 2	0,082	1,0000
Étalon 3	0,230	3,0000
Étalon 4	0,294	4,0000
Étalon 5	0,373	5,0000
Étalon 6	0,508	7,0000
Avant la séparation	0,037	0,3822
Pendant la séparation	0,038	0,3996
Après la séparation	0,004	-0,0813
Bassin de décantation	0,004	-0,0718
Norme algérienne	/	0,2

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau III.1.7. montrent que les échantillons avant et pendant la séparation représentent une concentration de l'ordre de 0,3822 et 0,3996 respectivement, dépassent la valeur limite de (journal officiel de la république algérienne, 2006), qui est de l'ordre de 0,2 mg/l, et on note une légère élévation de la concentration pendant la séparation cela peut être due à une fuite de pétrole brut lors de l'ouverture de réservoir, ce qui indique que les échantillons avant et pendant la séparation sont chargés par le cadmium.

Dans les échantillons, après la séparation et dans le bassin de décantation, on observe une diminution du taux de concentration de cadmium, représentés par des valeurs négatives défini par des concentrations inférieure à 0.3 mg/l ou nul, ces concentrations sont en dessous de la norme citée précédemment.

La concentration en cadmium dans l'échantillon après la séparation ne dépasse pas la norme. On conclut que les eaux de purge après traitement ne sont pas chargées en cadmium et la séparation effectuée est efficace.

III.2.2 Zinc (Zn)

Après le passage de nos étalons dans l'appareil de la SAA, on a obtenu une courbe de tendance avec un coefficient de détermination $R^2 = 99,79 \%$.

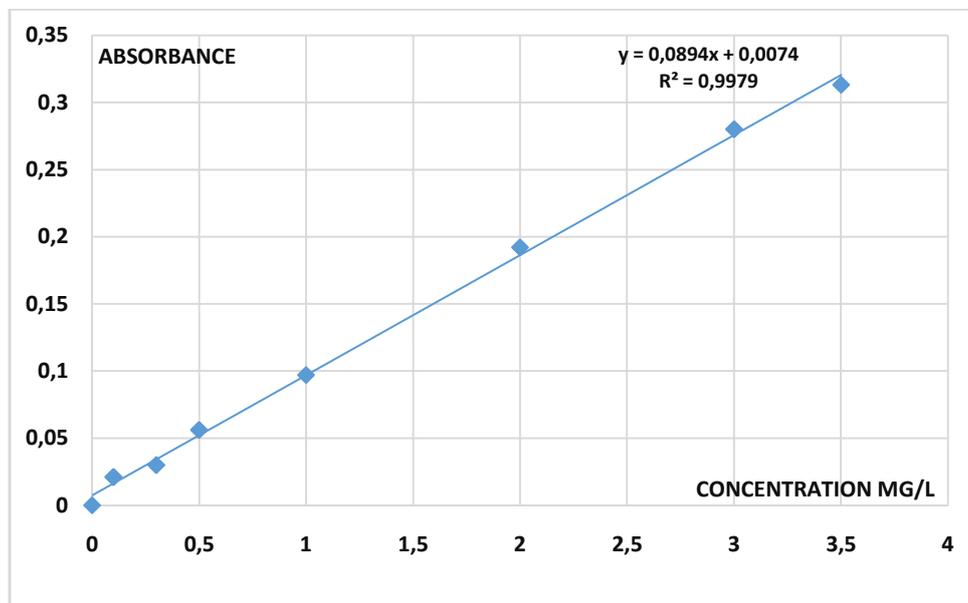


Figure III.1. 3 Courbe de tendance du zinc (Zn)

Tableau III.1. 8Teneur en zinc

Nom de l'échantillon	Signal	Concentration
Zn	Abs	mg/l
Blanc	-0,0000	0,0000
Étalon 1	0,021	0,1000
Étalon 2	0,030	0,3000
Étalon 3	0,056	0,5000
Étalon 4	0,097	1,0000
Étalon 5	0,192	2,0000
Étalon 6	0,280	3,0000
Étalon 7	0,313	3,5000
Avant la séparation	0,057	0,5591
Pendant la séparation	0,015	0,0968
Après la séparation	0,013	0,0885
Bassin de décantation	0,04	0,0677
Norme algérienne	/	3
Norme de l'OMS	/	2

Les résultats d'analyses des eaux de purge montrent que les valeurs des échantillons avant, pendant et après la séparation et dans le bassin de décantation représentent des concentrations de l'ordre (de 0.5591, 0.0968, 0.0885, 0.0677) respectivement ne dépassent pas la norme algérienne des rejets qui est de l'ordre (3mg/l), et la norme de l'OMS qui est de l'ordre 2mg/l.

On remarque qu'après la séparation la concentration de Zinc diminue(de 0,5591mg/l à 0,0885mg/l), qui explique l'efficacité de traitement, et que l'eau de purge n'est pas contaminée par le zinc.

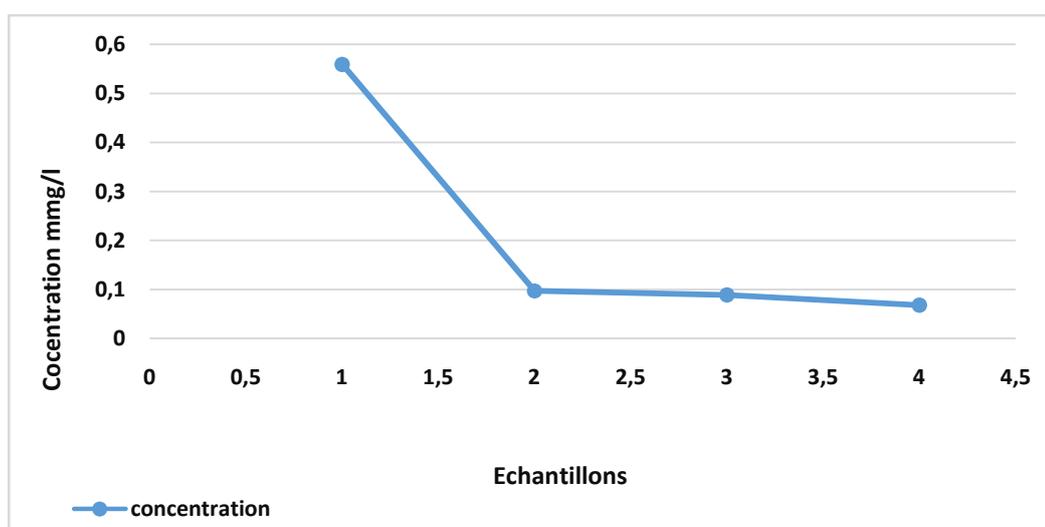


Figure III.1. 4 Evolution de la concentration de zinc dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.

III.2.3 Plomb (Pb)

Après le passage de nos étalons dans l'appareil de la SAA, on a obtenu une courbe de tendance avec un coefficient de détermination $R^2 = 99,80 \%$.

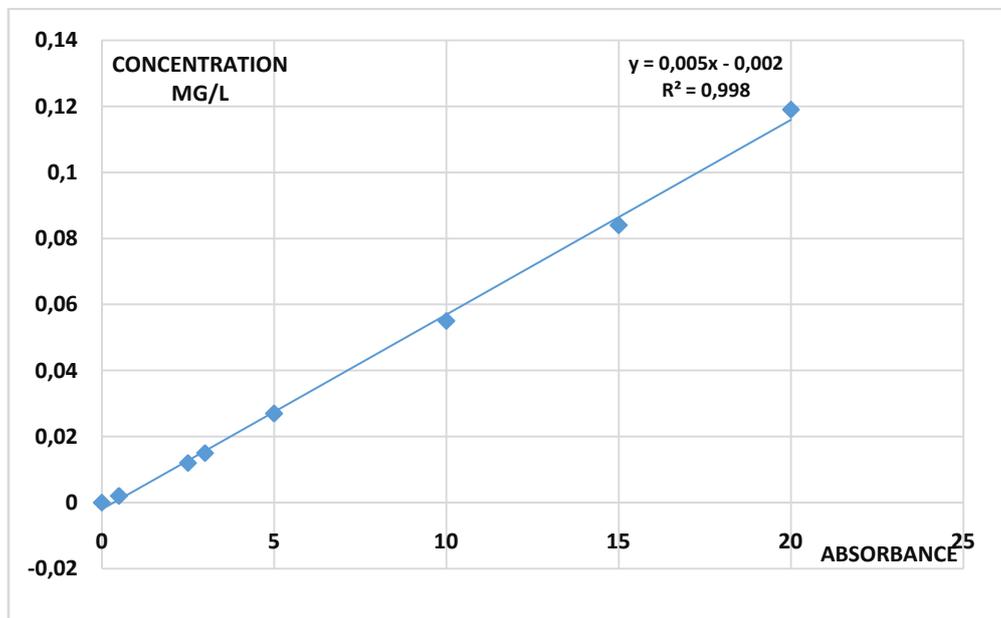


Figure III.1. 5 Courbe de tendance du plomb.

Tableau III.1. 9 Teneur en plomb

Nom de l'échantillon	Signal	Concentration
Pb	Abs	mg/l
Blanc	-0,0000	0,0000
Étalon 1	0,002	0,5000
Étalon 2	0,012	2,5000
Étalon 3	0,015	3,0000
Étalon 4	0,027	5,0000
Étalon 5	0,055	10,0000
Étalon 6	0,084	15,0000
Étalon 7	0,119	20,0000
Avant la séparation	0,004	0,9517
Pendant la séparation	0,002	0,7214
Après la séparation	0,002	0,6955
Bassin de décantation	0,001	0,5389
Norme algérienne	/	0,5

Les résultats illustrés sur la figure III.1.9, montrent que les concentrations en plomb varient d'un échantillon à un autre et dépassent la norme algérienne des rejets 0,5 mg/l. La

concentration la plus élevée est enregistrée au niveau del'échantillon avant la séparation, elle est d'ordre de 0,9517 mg/l.

On observe une diminution de la concentration en plomb dans les échantillons pendant et après la séparation, et dans le bassin de décantation, mais les valeurs dépassent toujours la norme citée précédemment.

D'après les résultats, on remarque que les eaux de purge sont chargées en plomb, qui est un métal lourd nocif pour l'environnement et la santé humaine.

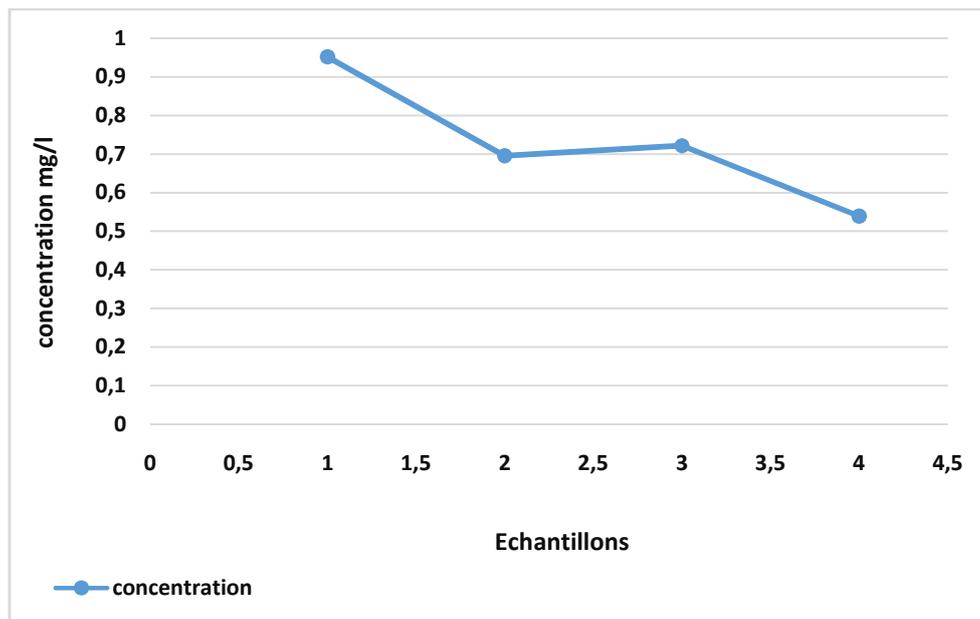


Figure III.1. 6 Evolution de la concentration de plomb dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.

III.2.4 Cuivre (Cu)

Après le passage de nos étalons dans l'appareil de la SAA, on a obtenu une courbe de tendance avec un coefficient de détermination $R^2 = 99,73 \%$.

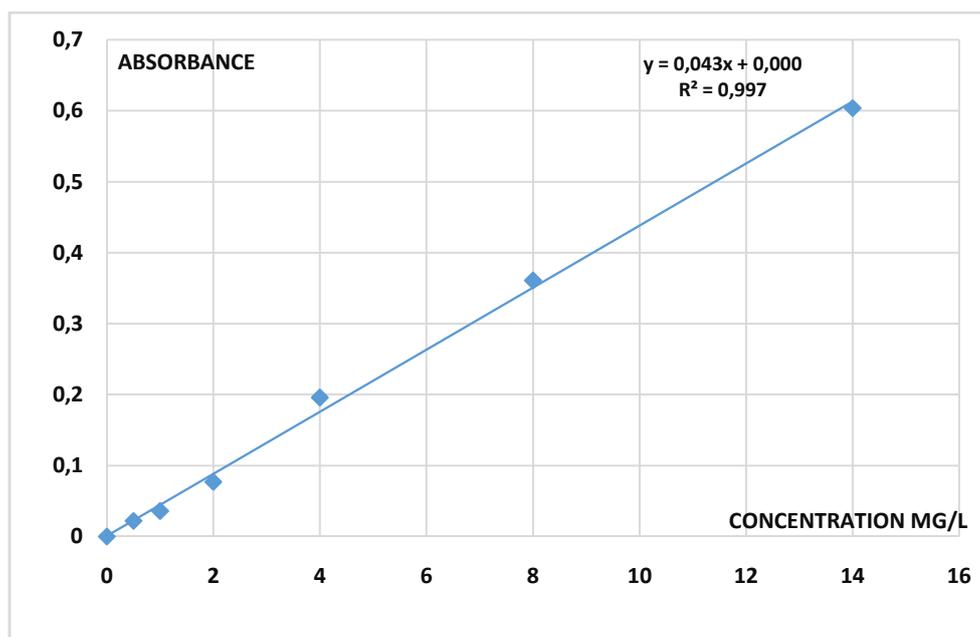


Figure III.1. 7 Courbe de tendance des étalons du cuivre.

Tableau III.1. 10 Teneur en cuivre

Nom de l'échantillon	Signal	Concentration
Cu	Abs	mg/l
Blanc	-0,0000	0,0000
Étalon 1	0,022	0,5000
Étalon 2	0,036	1,0000
Étalon 3	0,077	2,0000
Étalon 4	0,196	4,0000
Étalon 5	0,361	8,0000
Étalon 6	0,604	14,0000
Avant la séparation	0,011	0,2371
Pendant la séparation	0,001	0,0360
Après la séparation	0,002	0,02
Bassin de décantation	0,001	0,0046
Norme algérienne	/	0,5

Le tableau III.1.10 illustre les concentrations du cuivre dans les eaux de purge, ces résultats montrent que les teneurs en cuivre rependent à la norme qui est de l'ordre de 0,5 mg/l. la valeur le plus élevé enregistré avant la séparation 0,2371 mg/l et on observe qu'après la séparation la concentration diminue 0.02 mg/l, ce qui explique l'efficacité de traitement, pour cela on conclut que l'eau de purge n'est pas chargée en cuivre.

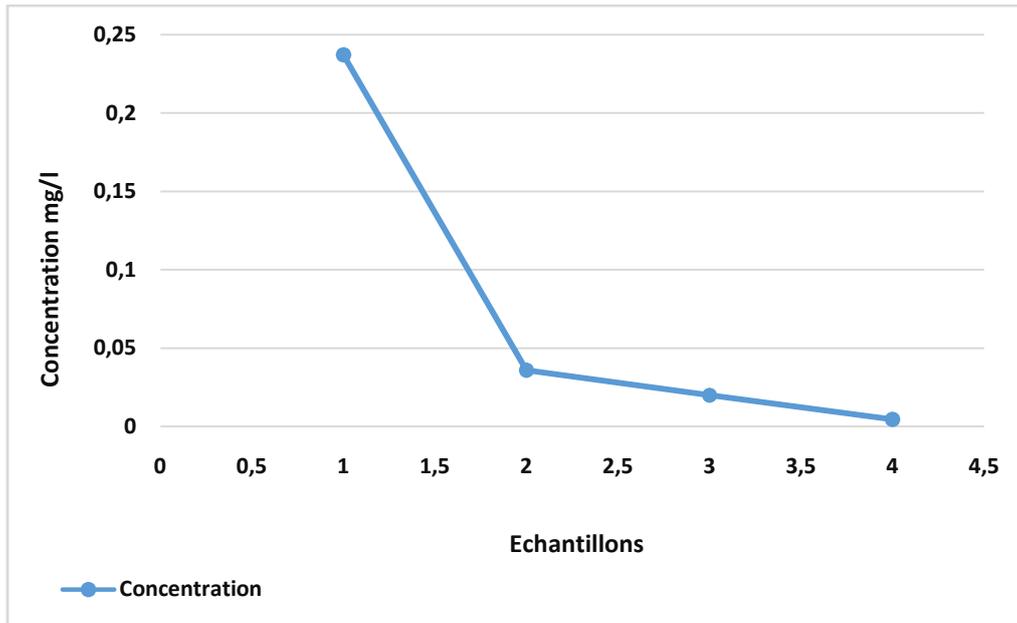


Figure III.1. 8 Evolution de la concentration de cuivre dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.

III.2.5 Fer (Fe)

Après le passage de nos étalons dans l'appareil de la SAA, on a obtenu une courbe de tendance avec un coefficient de détermination $R^2 = 99,83 \%$.

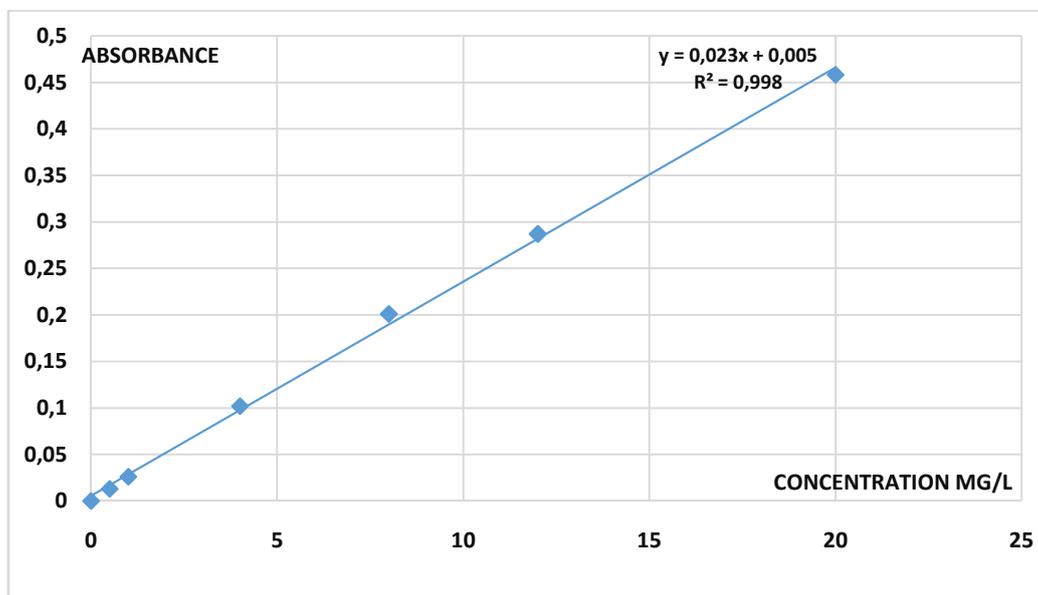


Figure III.1. 9 Courbe de tendance des étalons de fer.

Tableau III.1. 11 Teneur en fer

Nom de l'échantillon	Signal	Concentration
Fe	Abs	mg/l
Blanc	-0,0000	0,0000
Étalon 1	0,013	0,5000
Étalon 2	0,026	1,0000
Étalon 3	0,102	4,0000
Étalon 4	0,201	8,0000
Étalon 5	0,287	12,0000
Étalon 6	0,458	20,0000
Avant la séparation	0,239	406,3
Pendant la séparation	0,269	458,452
Après la séparation	0,124	206,98
Bassin de décantation	0,082	133,668
Norme algérienne	/	3

D'après les résultats illustrés sur le tableau III.1.11, on remarque que les valeurs de concentration en fer varient d'un échantillon à l'autre, ces valeurs dépassent largement la norme algérienne 3 mg/l, la valeur la plus élevée enregistrée pendant la séparation 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 406,3 mg/l à 133,668 mg/l dans le bassin de décantation mais ça reste qu'elle dépasse largement la norme citée précédemment, donc la séparation elle n'est pas efficace pour cet élément, et les eaux rejetées dans la nature sont riches en fer ce que représente un danger pour l'environnement et la santé humaine

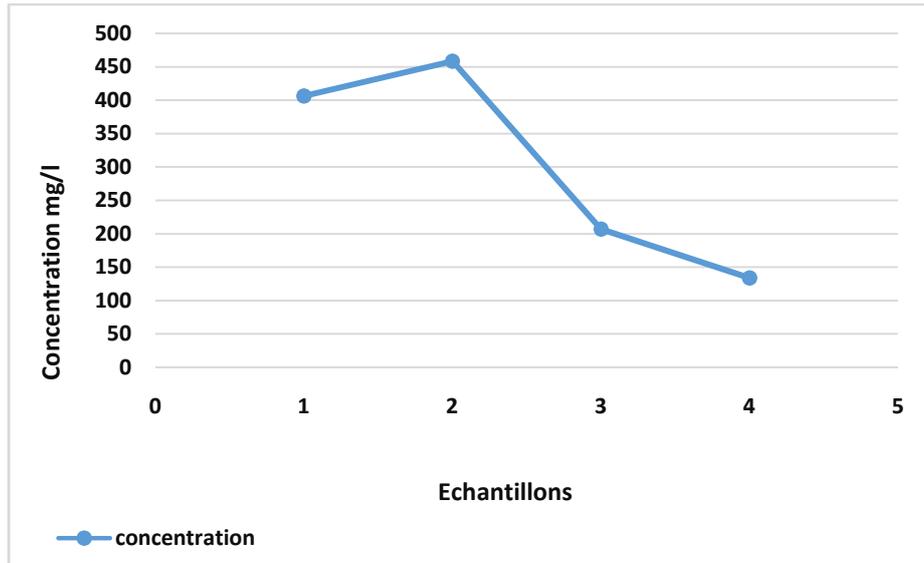


Figure III.1. 10 Evolution de la concentration de fer dans les eaux de purge de la région transport centre de Bejaia.

III.3 Conclusion

En terme de cette étude, on conclut que les différentes techniques de caractérisation utilisées à savoir l'évolution des paramètres physico-chimiques, organiques et métaux lourds, démontrent que les échantillons des eaux de purge (Sonatrach Béjaia), sont chargés en matières organique et en métaux lourds, ce qui expose l'environnement et la santé humaine en danger. A cet effet, un traitement supplémentaire de ces rejets est nécessaire.

CONCLUSION GENERALE

Les rejets des eaux de purge chargées en différents polluants dans le milieu naturel, provoque une dégradation de l'environnement et représente ainsi un danger pour la santé humains et les animaux. Pour évaluer le degré de cette pollution une caractérisation de ces rejets est effectuée.

A la lumière des résultats obtenues, on conclut que :

- L'analyse de la matière en suspension dans les échantillons, montre des teneurs élevées, indiquant la présence des huiles lourdes de grands poids moléculaire.
- Les valeurs élevées de la conductivité indiquent le caractère très minéralisé des eaux de purge.
- Les résultats d'analyse des paramètres organique, la DCO et la DBO₅ sont supérieures aux normes algériennes des rejets et à celle du l'OMS, dévoilant la présence d'une pollution organique.
- L'analyse des échantillons par la technique de la SAA, montre la présence des métaux lourds (plomb, cuivre, zinc, cadmium et fer), indiquant un caractère polluant, avec des concentrations en plomb et en fer 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 n'est pas efficace pour certaine polluants.

Les traitements des eaux de purge peuvent être réalisés dans une station d'épuration.

En perspective, un traitement supplémentaire de ces rejets et la réalisation d'une station d'épuration est nécessaire.

ANNEXE

Annexe I : Réactifs chimiques utilisés pour la préparation des étalons

Nitrates de plomb :

Tableau I.1 Caractéristique du nitrate de plomb

Nom	Formule chimique	Marque	Masse molaire	Solubilité	Pureté
Nitrates de plomb	Pb (NO ₃) ₂	-	331,2 g/mol	Soluble	99%

Nitrates de cadmium :

Tableau I.2 Caractéristique du nitrate de cadmium

Nom	Formule chimique	Marque	Masse molaire	Solubilité	Pureté
Nitrates de cadmium	Cd (NO ₃) ₂ , 4H ₂ O	-	308,47	Soluble	98,5%

Nitrates de Zinc :

Tableau I.3 Caractéristique du nitrate de zinc

Nom	Formule chimique	Marque	Masse molaire	Solubilité	Pureté
Nitrates de zinc	Zn (NO ₃) ₂ , 6H ₂ O	-	297,48 g/mol	Soluble	98%

Nitrate de cuivre :

Tableau I.4 Caractéristique du nitrate de cuivre

Nom	Formule chimique	Marque	Masse molaire	Solubilité	Pureté
Nitrates de cuivre	Cu (NO ₃) ₂ , 3H ₂ O	-	241,60 g/mol	Soluble	98%

Nitrate de fer :

Tableau I.5 Caractéristique du nitrate de fer

Nom	Formule chimique	Marque	Masse molaire	Solubilité	Pureté
Nitrates de fer	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3, 3\text{H}_2\text{O}$	-	241,86 g/mol	Soluble	98%

➤ Préparation des étalons

- Etalon de cadmium

Pour la masse de 1.3929 du solide $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2, 4\text{H}_2\text{O}$ il a été calculé comme suit :

- Données sont :

$C_{\text{massique}} = 1\text{g/L}$, et de volume de 500mL :

3- On calcule la concentration molaire :

$C_{\text{molaire}} = C_{\text{massique}} / M_m$ (Masse molaire du Cd)

$C_{\text{molaire}} = 1(\text{g/L}) / 112,41$ (Cd g/mol)

$C_{\text{molaire}} = 0.008896$ mol/L

4- Calcul de la masse à prélever de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2, 4\text{H}_2\text{O}$

$n = m/M$ ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2, 4\text{H}_2\text{O}$) $\implies m = n \cdot M$

$C_{\text{molaire}} = n/V \implies n = C_{\text{molaire}} \cdot V$

$m = C_{\text{molaire}} \cdot V \cdot M$ ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2, 4\text{H}_2\text{O}$)

$m = 0.008896 \cdot 0.5 \cdot 308,47$

$m = 1.3720\text{g}$

5- Prendre en considération la pureté qui est de 98.5 % = 0.985

$m' = m/P$

$m' = 1.3720/0.985$

$m' = 1.3929$ g

➤ Préparation d'une solution fille en Cadmium, de concentration 10mg/L, et de volume de 100mL :

Dans une fiole jaugée de 100mL, on met 1mL de la solution mère à 1g/L et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- **Etalon de zinc**

Pour la masse de 2.3214g du solide $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ il a été calculé comme suit :

- Données sont :

$C_{\text{massique}} = 1\text{g/L}$, et de volume de 500mL :

6- On calcul la concentration molaire :

$C_{\text{molaire}} = C_{\text{massique}} / M_m$ (Masse molaire du Zn)

$C_{\text{molaire}} = 1(\text{g/L}) / 65,38$ (Zn g/mol)

$C_{\text{molaire}} = 0.01529$ mol/L

7- Calcul de la masse à prélever de $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2, 6\text{H}_2\text{O}$

$n = m/M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2, 6\text{H}_2\text{O}) \implies m = n * M$

$C_{\text{molaire}} = n/V \implies n = C_{\text{molaire}} * V$

$m = C_{\text{molaire}} * V * M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2, 6\text{H}_2\text{O})$

$m = 0.01529 * 0.5 * 297,48$

$m = 2.2750$ g

8- Prendre en considération la pureté qu'est de 98 % = 0.98

$m' = m/P$

$m' = 2.2750/0.98$

$m' = 2.3214$ g

➤ Préparation d'une solution fille en Zinc, de concentration 10mg/L, et de volume de 100mL :

Dans une fiole jaugée de 100mL, on met 1mL de la solution mère à 1g/L et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- **Etalon de cuivre**

Pour la masse de 2.3214g du solide $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O}$ il a été calculé comme suit :

- Données sont :

$C_{\text{massique}} = 1\text{g/L}$, et de volume de 500mL :

9- On calcul la concentration molaire :

$C_{\text{molaire}} = C_{\text{massique}} / M_m$ (Masse molaire du Cu)

$C_{\text{molaire}} = 1(\text{g/L}) / 63,546$ (Cu g/mol)

$C_{\text{molaire}} = 0.015736$ mol/L

10- Calcul de la masse à prélever de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O}$

$$n=m/M (\text{Cu} (\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O}) === m=n*M$$

$$C_{\text{molaire}}=n/V===n=C_{\text{molaire}}*V$$

$$m=C_{\text{molaire}}*V*M (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O})$$

$$m=0.015736 *0.5*241,60$$

$$m=1.900 \text{ g}$$

11- Prendre en considération la pureté qu'est de 98 %=0.98

$$m' = m/P$$

$$m' = 1.900 / 0.98$$

$$m' = 1.93978 \text{ g}$$

➤ Préparation d'une solution fille en Cuivre, de concentration 20mg/L, et de volume de 100mL :

Dans une fiole jaugée de 100mL, on met 2mL de la solution mère à 1g/L et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- Etalon de fer

Pour la masse de 2.20965g du solide $\text{Fe} (\text{NO}_3)_3, 3\text{H}_2\text{O}$ il a été calculé comme suit :

- Données sont :

$C_{\text{massique}} = 1\text{g/L}$, et de volume de 500mL :

12- On calcul la concentration molaire :

$$C_{\text{molaire}} = C_{\text{massique}} / M_m (\text{Masse molaire du Fe})$$

$$C_{\text{molaire}} = 1(\text{g/L}) / 55,845(\text{Fe g/mol})$$

$$C_{\text{molaire}} = 0,017906706 \text{ mol/L}$$

13- Calcul de la masse à prélever de $\text{Fe} (\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O}$

$$n=m/M (\text{Fe} (\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O}) === m=n*M$$

$$C_{\text{molaire}}=n/V===n=C_{\text{molaire}}*V$$

$$m=C_{\text{molaire}}*V*M (\text{Fe} (\text{NO}_3)_2, 3\text{H}_2\text{O})$$

$$m=0,017906706*0,5*241,86$$

$$m=2,16545\text{g}$$

14- Prendre en considération la pureté qu'est de 98 %=0.98

$$m' = m/P$$

$$m' = 2,16545 / 0,98$$

$$m' = 2,20965 \text{ g}$$

➤ Préparation d'une solution fille en fer, de concentration 20mg/L, et de volume de 100mL :

Dans une fiole jaugée de 100mL, on met 2mL de la solution mère à 1g/L et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Annexe II : Les normes des paramètres physico-chimiques dans les eaux

➤ Les normes algériennes de rejet des effluents

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain dépendage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993, de journal officiel de la République Algérienne réglementent les rejets d'effluents liquide dans son chapitre I, article 2, fixe, en son annexe 1, les valeurs limites de ce rejet. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le décret exécutif n°06-141 du Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3. Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau 2254.

Avant qu'elle soit rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, les eaux usées doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre tout type de pollution.

Tableau 1 :valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	°C
pH	6.5à8.5	-
MES	35	mg/l
DBO ₅	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	0.2	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0.1	mg/l
Aluminium	3	mg/l
Cadmium	0.2	mg/l
Fer	3	mg/l
Manganèse	1	mg/l
Mercure total	0.01	mg/l
Nickel total	0.5	mg/l
Plomb total	0.5	mg/l
Cuivre total	0.5	mg/l
Zinc total	3	mg/l
Huiles et grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	0.3	mg/l

Indice phénol	0.3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	2	mg/l
Composés organiques chlorés	5	mg/l
Chrome total	0.5	mg/l
(*)Chrome III ⁺	3	mg/l
(*)Chrome VI ⁺	0.1	mg/l
(*)Solvants organiques	20	mg/l
(*)Chlore actif	1	mg/l
(*)PCB	0.001	mg/l
(*)Détergents	2	mg/l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg/l

(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993.

Tableau 2 : les normes physico-chimiques de rejets de l’OMS (1989)

Paramètres	Normes	Unités
T	30	C°
pH	6.5-8.5	-
O ₂	5	mg/l
DBO ₅	30	mg/l
DCO	90	mg/l
MES	30	mg/l
Zinc	2	mg/l
Azote total	50	mg/l
Phosphates	2	mg/l
Hydrocarbures	10	mg/l
Détergents	1	mg/l
Huiles et graisses	20	mg/l

Références bibliographiques

- [1] Rapport de l'entreprise (sonatrach de bejaia 2021).
- [2] BRAZANE. A ; Conformité réglementaire sur la gestion des déchets à sonatrach(direction dejaia) ; mémoire master II ; écologie et environnement.2013
- [3] MiguelR, Influence de la formulation physico-chimique et des propriétés interfaciales sur la stabilité des émulsions asphaltènes-eau-huile. Application à la déshydratation du pétrole, these de doctorat, académie de BORDEAUX, 2006.
- [4] ChaabiF,Z,Caractérisation physico-chimique d'un désémulsifiant le chimec R 899 mémoire de master,universitékasdi merbah-OUARGLA2011.
- [5] R. SALGHI, Différents filières de traitement des eaux, cours préparés. Ecole nationale des sciences appliquées d'Agadir, (2010).
- [6] ANDRES,Y et all, Elinimation des ions métalliques et des métalloïdes dans l'eau. techniques de l'ingénieur (m 8000), pp. 1-14.(2007).
- [7] Gérard Miquel, M, Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. session ordinaire de 2000-2001 n° 261.senat.
- [8] ThiMy Dung, H, Impacts des métaux lourds sur l'interaction plante/v er de terre / microflore tellurique. thèse de doctorat université pris est (2009).
- [9] Viala A, Elément de toxicologie, editeurlavoisier. (1998).
- [10] Laffont, L, Fractionnement des isotopes stable de mercure bolivienne et dans les cheveux de populations humaines exposées. thèse de doctorat université de toulouse.(2009).
- [11] Keck, T,O et pacyna, J.M, Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace elements. nature 333. (1988).
- [12] Gueguen, L & Martin, A, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, paris : tec et doc-lavoisier.p.131-140, (2001).
- [13] Philippe Q, Du programme d'action de 1996 sur les eaux souterraines à la directive de 2006 : évolution et exigences de législation européennes, 17^{ème} journée technique de cfh, paris france, 25 novembre 2010.

- [14] RODIER, Jean. LEGUBE, B. MERLET N. COLL. L'Analyse de l'eau. 9eme édition. Dunod. Paris, 2009. 1526p. ISBN : 978-2-10-054179-9.
- [15] Centre d'expertise en analyse environnementale du québec.détermination du ph : méthode électrométrique, ma. 100 – ph 1.1, rév. 2, ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du québec, 2010, 11 p.
- [16] Abdellatif HAKMI « traitement de l'eau de source bousferoran», université des sciences et de la technologie oran - licence 2006
- [17] Centre d'expertise en analyse environnementale du québec, détermination de la conductivité: méthode électrométrique, ma. 115 – cond. 1.0, rév. 4, ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du québec, 2010, 8 p.
- [18] Rodier J., Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^{ème} édition, dunot, paris. (1984).
- [19] La 21e édition de « standard methods for the evaluation of water and wastewater ».
- [20] El Zahaby M., Contribution à la définition d'une norme des sites pollués. élaboration d'une méthodologie pour l'évaluation de la contamination d'un sol par éléments traces, thèse inpl. nancy : inpl, 210p, (1998).
- [21] G.H JEFFERY, J. BASSET, J.MENDHAM, R.C.DENNEY; “new edition vogel's textbook of quantitative chemical analysis fifth edition.
- [22] Frejsek., Analyse de l'eau: aspect réglementaire et technique, p358, édition crdp d'aquitaine france, (2002).
- [23] Rouessac, F, Rouessac, A & Cruche D, Analyse chimique ; méthodes et techniques instrumentales modernes, livre, édition dunod, (2004).
- [24] P. KAMOUN, Livre, méthode d'analyses, édition: flammariion, 1993.
- [25] TALANTIKITE. M Analyse physico-chimique et contrôle de la composition des eaux de purge traitées par flottation ; mémoire master ii en génie des procédés.2012

Résumé :

Le champ pétrolier de Terminal Marin de Bejaia produit chaque jour des quantités importantes d'eaux résiduaires. Ces eaux peuvent être chargées en hydrocarbures et en métaux lourds dont les teneurs qui dépassent les normes. Cependant la prise en charge de cette problématique afin d'éviter la pollution de terminal marin de Bejaia est l'un des objectifs majeurs de notre étude.

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 telle que le pH, température, conductivité, turbidité, MES, DCO, DBO₅, SAA.

À travers la caractérisation de ces eaux, les résultats montrent que, le rejet final est riche en matière organique et en métaux lourds, indiquant un caractère polluant, avec des concentrations en DCO, DBO₅, Plomb et en Fer dépassent largement la norme exigée (la norme algérienne des rejets, et la norme de l'OMS).

Abstract:

The Bejaia Marine Terminal oil field produces large quantities of wastewater every day. This water can be loaded with hydrocarbons and heavy metals whose contents exceed the standards. Addressing this issue in order to avoid pollution of the Bejaia marine terminal is one of the major objectives of our study.

Faced with this precarious situation and for a good preservation of the receiving environment, we try during this work to assess the degree of pollution of the purge water by analyzing various parameters.

Through the characterization of these waters, the results show that the final discharge is rich in organic matter and heavy metals, indicating a polluting nature, with concentrations largely exceeding the required standard (the Algerian discharge standard, and the WHO standard).