

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche scientifique
جامعة أمحمد بوقرة – بومرداس
Université M'Hamed BOUGARA Boumerdès



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie
Domaine : Science de la nature et de la vie
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Biodiversité et environnement

Thème :

Gestion des déchets issus des bacs de stockage des hydrocarbures "cas terminal départ in amenas de la région de transport"

Présenté par :

BOUGUETTAYA Djedjiga
MOSBAHI Nadjoua
ZERROUKI Ghania

Soutenu le :20/09/2023

Devant les membres de jury composé de:

Mme GUERRACHE N.	Maître de conférences B à l'UMBB	Présidente
Mme CHERFOUH N.	Maître assistant A à l'UMBB	Examinatrice
Mme REGGAM A.	Maître de conférences B à l'UMBB	Promotrice

Année universitaire : 2022/2023

Résumé

Le pétrole et le gaz naturel jouent un rôle essentiel et fondamental dans l'économie nationale Algérienne. Ils constituent la plus importante source d'énergie et d'une matrice incomparable. Ils sont destinés aux unités de la société SONATRACH.

La station de pompage SP1 est l'un des unités de la région de transport in *aminas* c'est un parc de stockage et de livraison de produits des hydrocarbures, Il est situé dans un environnement sensible, En raison de la nature de l'installation et des opérations de ce région d'une part, et de la présence des déchets dangereux traités, la RTI pourrait présenter un grand danger pour l'environnement et la population de la ville de *in aminos*.

Notre étude consiste à identifier et évaluer les risques liés au stockage des HC afin d'éliminer leur impact sur l'environnement par la planification de la gestion des déchets issus des bacs de stockage des hydrocarbures, Cette dernier est appliqué au laboratoire et sur le terrain.

Les résultats de suivi spatio-temporel de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole a fourni que les concentrations au niveau les deux sites d'étude ont dépassé les normes algériennes.

On peut dire que SONATRACH prend en considération toutes les composantes de l'environnement et le niveau de conformité avec les exigences légales et réglementaire est acceptable, mais nous constaté que la culture environnementale reste globalement insuffisante.

Mot clé : Pétrole brut, GNL, GPL, Environnement, impact, déchet des hydrocarbures.

Abstract

Oil and natural gas play an essential and fundamental role in the Algerian national economy. They constitute the most important source of energy and an incomparable matrix. They are intended for the units of the SONATRACH company.

The SP1 pumping station is one of the units of the in *aminas* transport region it is a storage and delivery park for hydrocarbon products, It is located in a sensitive environment, Due to the nature of the installation and operations of this region on the one hand, and the presence of the hazardous waste treated,

the ITR could pose a great danger to the environment and the population of the city of in aminos.

Our study consists in identifying and evaluating the risks related to the storage of HC in order to eliminate their impact on the environment by planning the management of waste from hydrocarbon storage tanks, the latter is applied in the laboratory and in the field.

The results of spatio-temporal monitoring of some physico-chemical parameters of oil discharge water provided that the concentrations at the two study sites exceeded Algerian standards.

We can say that SONATRACH takes into account all the components of the environment and the level of compliance with legal and regulatory requirements is acceptable, but we have found that the environmental culture remains insufficient overall.

Key word: Crude oil, LNG, LPG, environment, impact, hydrocarbon waste.

ملخص

يلعب النفط والغاز الطبيعي دورا أساسيا وأساسيا في الاقتصاد الوطني الجزائري. كما يشكل أهم مصدر للطاقة الغير متجددة .

تخصص وحدات شركة سوناطراك في انتاجه ونقله. تعتبر محطة الضخ إحدى وحدات منطقة النقل بأميناس، وهي عبارة عن منطقة لتخزين وتسليم المنتجات الهيدروكربونية، وتقع في بيئة حساسة، نظرا لطبيعة التركيب والعمليات التي تشهدها هذه المنطقة من ناحية، ووجود النفايات الخطرة المعالجة من ناحية اخرى ، يمكن أن تشكل خطرا كبيرا على البيئة وسكان مدينة ان اميناس .

ترتكز دراستنا على تحديد وتقييم المخاطر المرتبطة بتخزين الهيدروكربونات من أجل القضاء

على تأثيرها على البيئة، من خلال التخطيط لإدارة النفايات من صهاريج تخزين المواد

الهيدروكربونية، ويتم تطبيق هذا الأخير في المختبر وفي الميدان.

أظهرت نتائج الرصد المكاني والزمني لبعض المعايير الفيزيائية والكيميائية لمياه تصريف النفط

التراكيز في موقعي الدراسة تجاوزت المعايير المنصوص عليها في القانون الجزائري.

يمكننا القول أن سوناطراك تأخذ بعين الاعتبار كافة مكونات البيئة ومستوى الالتزام بالمتطلبات القانونية والتنظيمية مقبول، لكننا لاحظنا أن الثقافة البيئية تظل غير كافية بشكل عام.

الكلمات المفتاحية: النفط الخام، الغاز الطبيعي المسال، غاز البترول المسال، البيئة، التأثير، النفايات

الهيدروكربونية



Pensées pieuses à Dieu, qui a éclairé notre chemin et conduit à l'achèvement de cette humble œuvre.

Nous tenons à remercier la promotrice Dr. REGGAM Asma pour son aide, le temps qu'elle nous a accordé et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Nous adressons également nos remerciements aux membres du jury qui nous honoreront en jugeant cette œuvre, Mme GUERRACHE et Mme CHARFOUH, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont soutenus et encouragés à mener à bien ce travail, en particulier nos familles et nos amis proches.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué au succès de notre formation

Nous tenons à remercier sincèrement les encadrants de la formation pratique. Mr Mansour Mohamed Reda, Chef du Département de HSE et Mlle MACHI iman, et tous les agents du Département d'HSE, et Mr Madkour Nouredine l'ingénieur du laboratoire.

Enfin, Nous remercions la personale de Sonatrach, et le Directeur de Zone à RTI. l'Administration Régionale et le Directeur de RTI de nous avoir permis d'effectuer notre formation au sein du Laboratoire d'Analyse des hydrocarbure,



DEDICACES

Ce rapport a été réalisé avec l'aide de Dieu Tout-Puissant

la sincérité

A une fleur qui ne fanera jamais dans mon cœur, à une grande dame qui a su faire de moi la femme que je suis, à toi ma chère

Mère ;

A celui qui m'a toujours encouragée à continuer à combattre les périls de la vie ; celui qui a tant sacrifié et qui continue à sacrifier pour moi, sans lui je ne serais pas ce que je suis, à toi mon cher

Père ;

La sincérité

A À l'âme de mon cœur, ma fille bien-aimée

Et à mon cœur, mon mari, Muhammad, qui m'a donné une vie heureuse.

À mes frères et sœurs, à mes belles-sœurs, et à toutes les filles, à toute ma famille.

Et tous les amis

chers

À tous ceux qui m'ont soutenu pour devenir qui je suis.

Mes collègues de spécialité Biodiversité et environnement 2023.

GHANIA



DEDICACES

Mon première remerciement s'adresse à Allah qui m'a donné la force et les moyens pour préparer ce travail.

A la raison de mon existence et de ma réussite est celle sur la quelle je m'appuie dans chaque grande et petite chose, mon cher père ;

A une fleur qui ne fanera jamais dans mon cœur, à une grande dame qui a su faire de moi la femme que je suis, à toi ma chère Mère ;

A celui qui je considère comme un deuxième père : à toi mon cher frère Ali

A ma chère sœur Lina

A mon mari Nabil

A ma chère copine Chahira

À tous ceux qui m'ont soutenu pour devenir qui je suis.

Mes collègues du Département Biodiversité et environnement 2023.

Je dédie enfin ce mémoire à toute personne ayant un rêve ou ils veulent réaliser.

Djidjiga



DEDICACES

Ce rapport a été réalisé avec l'aide de Dieu Tout-Puissant

la sincérité

A une fleur qui ne fanera jamais dans mon cœur, à une grande dame qui a su faire de moi la femme que je suis, à toi ma chère

Mère Fatima ;

A celui qui m'a toujours encouragée à continuer à combattre les périls de la vie ; celui qui a tant sacrifié et qui continue à sacrifier pour moi, sans lui je ne serais pas ce que je suis, à toi mon cher

Père Salah ;

À mes frères et sœurs, et à toutes les filles, à toute ma famille.

Et tous les amis

chers

À tous ceux qui m'ont soutenu pour devenir qui je suis.

Mes collègues de spécialité Biodiversité et environnement 2023.



Nedjoud

Sommaire

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Dédicace	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des sigles et abréviation	
Introduction générale	1

Chapitre 01: Généralité

Partie 01: Présentation de la Région Transport In Amenas (RTI)

1.1. Présentation de la Région Transport In-Amenas	3
1. Définition de la région Transport In-Amenas	3
2. Situation géographique.....	3
3. Description du réseau de transport par canalisation des hydrocarbures... ..	3
4. Parc de stockage	13
1.2. Présentation de la station de pompage SP1	06
1. Historique du site station de pompage SP1	06
2. Localisation du la zone du projet	06
3. Géologie du Site (SP1)	07
4. Faune et Flore	08
5. Climat	08
1.3. Les produits à analyser par la Région RTI	
1. Pétrole brut.....	09
2. Condensat	09
3. Les huile	10
4. Les eaux de rejets	10
Partie 02 :	
2.1. Stockage des hydrocarbures.....	12
2.1.1. Stockage du pétrole brut	12
2.1.1.1. Définition du Parc de stockage.....	12
2.1.1.2. Différents types de réservoir	13
2.2. Les Risques liés au stockage des hydrocarbures	15
2.2.1. Risque technologique.	16
2.2.2. Risque physiologiques.....	16
2.2.3. Risques environnementaux	17
2.2.3.1. Effet sur les propriétés du sol	18
2.2.3.2. Pollution de l'eau	18
2.2.3.3. Pollution de l'air.....	18
2.2.3.4. Effets sur la faune et la flore.....	19

2.2.4. Effet d'hydrocarbures sur la santé de l'homme	20
2.3. Planification de la Gestion des déchets issus des bacs de stockage des hydrocarbures	21
2.3.1. Processus de gestion des déchets	21
2.3.1.1. Phase 1 (Planification)	21
2.3.1.2. Phase 2 (Mise en œuvre)	24

Chapitre 02 : Matériels et Méthode

3.1. Description des points de prélèvement de l'eau de pétrole brute	28
3.2. Méthode et matériels de prélèvement de l'eau de pétrole l'eau de rejet	
3.2.1. Méthodes d'échantillonnage de l'eau de rejet(l'eau de pétrole) de Séparateurs	31
3.3. Méthodes d'échantillonnage de l'eau de rejet Le bourbiers.....	33
3.4.1. les paramètres physico- chimiques mesurables	
3.4.2. Méthodes d'analyse	34
A. Mesure du pH et Température.....	34
B. Mesure de DBO5.....	35
C. Mesure des matières en suspension (MES)	37
D. Test Teneur des hydrocarbures	38
E. Mesure de la teneur en carbone organique total (COT)	38
F. Mesure de la conductivité des Eaux	38

Chapitre 03 : Résultats et discussion

4.1. Résultats	44
4.1.1. Résultats d'analyse physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole brute	44
4.1.1.1. Les variations mensuelles.....	44
4.1.1.2. Les variations annuelles	51
4.2. Discussion.....	58
Conclusion générale.....	61
Références bibliographiques	62
Annexes	

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Chapitre 01		
01	Les données techniques du parc de stockage RTI .	06
02	Valeurs moyennes mensuelles de température, de pluviométrie et de vitesse du vent - 2007 - Région d'In Aménas .	10
03	Résumé des connaissances des impacts potentiels sur la faune, les habitats et les écosystèmes.	19
04	Résultats d'analyse de l'eau de rejet de pétrole brute	42-43
Chapitre 03		
05	Résultats d'analyse de l'eau de rejet de pétrole brute	44
06	Moyennes annuelles de HC dans l'eau de rejet de pétrole brute	51
07	Moyennes annuelles de MES dans l'eau de rejet de pétrole brute	52
08	Moyennes annuelles de COT dans l'eau de rejet de pétrole brute	53
09	Moyennes annuelles de DBO5 dans l'eau de rejet de pétrole brute	54
10	Moyennes annuelles de PH dans l'eau de rejet de pétrole brute	55
11	Moyennes annuelles de température dans l'eau de rejet de pétrole brute	56
12	Moyennes annuelles de conductivité dans l'eau de rejet de pétrole brute	57

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Chapitre 01		
01	Situation géographique du champ In Aminas .	03
02	Image satellite TERMINAL DEPART « SP1 » in aminas	06
03	Plan de situation – Terminal SP1	07
04	Réservoirs à toit fixe	14
05	Réservoir à toit flottant	15
06	Stratégies de Gestion des Déchets	21
07	Exemples d'Objectifs en matière de Gestion des Déchets	24
Chapitre 02		
08	Les eaux de purges	28
09	Séparateur-décanteur	29
10	composition physique de pétrole brute	30
11	Echantillonnage de l'eau de rejet de séparateur	31
12	Bourbier de l'eau de rejet in amenasSP1	32
13	Echantillonnage de bourbier	34
14	pH mètre	35
15	DBO -mètre	36
16	Analyseur portable Multi-paramètres	41
Chapitre 03		
17	Variations mensuelles de teneur de HC des eaux de rejets de pétrole.	45
18	Variations mensuelles de MES des eaux de rejets de pétrole.	46
19	Variations mensuelles De COT des eaux de rejets de pétrole.	47
20	Variations mensuelles De DB05 des eaux de rejets de pétrole.	48

21	Variations mensuelles De PH des eaux de rejets de pétrole.	49
22	Variations mensuelles De T(C°) des eaux de rejets de pétrole.	50
23	Variations mensuelles de la conductivité des eaux de rejets de pétrole.	51
24	Variations annuelles des HC pour l'eau de rejet de pétrole	52
25	Variations annuelles de la MES pour l'eau de rejet de pétrole.	53
26	Variations annuelles des COT pour l'eau de rejet de pétrole.	54
27	Variations annuelles des DBO5 pour l'eau de rejet de pétrole.	55
28	Variations annuelles de pH pour l'eau de rejet de pétrole.	56
29	Variations annuelles des T(C°) pour l'eau de rejet de pétrole.	57
30	Variations annuelles de conductivité pour l'eau de rejet de pétrole.	58

Liste des abréviations

HC : Hydrocarbure

pH : Potentiel d'hydrogène

TRC : La Direction Transport par Canalisation

CDHL : Le Centre de Dispatching d'Hydrocarbures Liquides

CNDG : Le Centre National de Dispatching Gaz

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

GNL : Gaz naturelle liquéfié

SONATRACH: Société Nationale pour le Transport, la Transformation et la Commercialisation des Hydrocarbures.

MES : Matières en suspension

COT : Carbone organique total

RTI : Région Transport In-Amenas.

SP : Station de Pompage.

SC : Station de Compression.

STC : Systèmes de Transport par Canalisation.

HSE : Hygiène Sécurité Environnement.

RTE : Réseau de Transport d'Electricité

Introduction générale

Introduction générale

Le développement de l'industrie pétrolière a engendré beaucoup des problèmes environnementaux qui contribuent ainsi à la dégradation de quelques écosystèmes naturels, à savoir les nappes des eaux souterraines. Les lois de l'environnement exigent des traitements adéquats de ces déchets industriels afin d'éviter une éventuelle dégradation **(Boukhalfa, et Tordjemani,, 2017)**.

Le règlement de l'environnement nécessite des traitements adaptés aux déchets industriels et cela pour éviter une dégradation de quelques écosystèmes naturels. La région de in amenas est caractérisée par une industrie pétrolière très forte, ce qui a résulté des déchets industriels avec des éléments désastreux. Pendant les opérations de forage et de l'exploitation des unités de production et de raffinage, ce génèrent de grandes quantités de rejets industriels de type liquide et solide. Ces rejets renferment des produits toxiques principalement, les métaux lourds et les polluants organiques. Ces derniers résultent des problèmes qui menacent l'homme, les animaux et les plantes **(Loukil L., 2015)**.

À partir de l'année 1990, l'Algérie et la société SONATRACH, cherchent une stratégie pour éliminer les rejets pétroliers causés par les borbiers des forages pétroliers. C'est pourquoi l'Algérie a développé une législation nationale pour protéger son environnement et a alloué d'importantes dépenses financières pour trouver des solutions à ces rejets. Mais jusqu'à présent, il reste encore une quantité liquide de rejets qui pénètrent dans la nappe phréatique. En revanche, plusieurs pays comme le Qatar et l'Angola ont trouvé des solutions définitives à ces rejets **(Loukil L., 2015)**.

L'objectif de ce travail est basé sur la connaissance des procédures législatives appliquées pour le transport du pétrole brut et la protection de l'environnement contre les dangers auxquels il est confronté, tels que la pollution de l'environnement, et la manière d'éliminer les déchets, en particulier les déchets chimiques. Et la Conservation des ressources biologiques.

Le manuscrit que nous proposons s'organise de la façon suivante:

- ❖ Dans le premier chapitre, nous verrons l'histoire et la situation Géologie de la région RTI d'In Amenas,

Ensuite nous définissons le stockage du pétrole brut et les marécages et voyons quelques images de la pollution et de la toxicité de l'écosystème causées par les résidus pétroliers.

- ❖ La deuxième chapitre décrit une description des points de prélèvement et les protocoles expérimentaux.
- ❖ Dans le dernier chapitre, nous connaissons le degré de pollution des eaux pétrolières brutes et une comparaison de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole avec d'autres eaux , ainsi que la recherche de solutions pour l'État algérien et la Sonatrach face à cette pollution.
- ❖ Enfin, on terminera le travail par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I

I.1. Présentation de la Région Transport In-Amenas

1. Définition de la région Transport In-Amenas

In-Amenas est une région qui se trouve au sud d'Algérie à une distance de 1700km d'environ de la capitale Alger. Elle a été créée le 18 juin 1988 suite à la réorganisation de la Division Transport. Cette région a pour mission de transporter les quatre produits d'hydrocarbures: **pétrole brut** et le **condensat** vers le CDHL, **GPL** et **gaz naturel** vers le CNDG.

2. Situation géographique

La Région d'In-Amenas est située à 1600 Km au sud-est d'Alger, à 820 Km d'Ouargla et à 240 Kms au Nord-Nord-Est du chef-lieu de la wilaya Illizi (**Fig. 01**). Des points de vue coordonnés géographiques, la région d'In-Amenas est limitée:

- ✓ Au Nord par la parallèle 28° 28' selon l'axe (d'Est en Ouest) Ouan-Taradjeli (OTL), Taouratine (TRN), Irlalene (IRL) et West-Ihansatene (WIH).
- ✓ Au Sud par la parallèle 26° 30' selon l'alignement des petites structures, d'Est en Ouest : Amenaned (AMD), In-Teria (IT), Tin-Mezoratine (TMZ), Assekaifaf (AS), Tihigaline (TXH) et Le Couloir (CLR).
- ✓ A l'Est par la frontière Algéro-lybienne au niveau du méridien 10°.
- ✓ A l'Ouest par le méridien 8° passant par l'Erg ISSAOUANE. Elle a une superficie d'environ 30.000 km²



Figure 01:Situation géographique du champ In Amenas (**Audit environnemental du Terminal Brut OH1/OT1 d’In Amenas ,2008**)

3. Description du réseau de transport par canalisation des hydrocarbures

SONATRACH (**Fig. 02**) exploite un réseau de transport par canalisation des hydrocarbures (**Pétrole Brut, Condensat, Gaz Naturel et Gaz Pétrole Liquéfié**) composé de 22 **Systèmes de Transport par Canalisation(STC)** d’une longueur totale de **21 190 km**

Un **STC** est constitué d’une ou plusieurs canalisation(s) transportant des Hydrocarbures, y compris les installations intégrées, et les capacités de stockage liées à ces ouvrages, notamment les stations de compression, les stations de pompage, les postes de coupure, les postes de sectionnement, les lignes d’expédition, les postes de chargement à quai et en mer ainsi que les systèmes de protection cathodique, de comptage, de régulation, de télécommunications et de télé-contrôle(**MENSOUR,r-spa, 2015**).

➤ **Missions du service laboratoire**

- Assurer les analyses du pétrole brut, condensat et les huiles lubrifiantes des machines tournantes, l’eau de rejet de séparateur et de borbier
- Interpréter les résultats d’analyse des différents produits réceptionnés et expédiés ;
- Etablir les rapports d’analyse mensuels ;
- Gérer et entretenir les équipements d’analyses ;

- Gérer le stock des produits chimiques ;
- Suivre la qualité du gaz injecté, pétrole brut, condensat et GPL

➤ **Missions principales**

La branche transport par canalisations a pour mission:




- Réception, Stockage et décantation des hydrocarbures liquides ;
- Contrôle de qualité des produits avant expédition ;
- Comptabilité matière ;
- Expédition des hydrocarbures (Brut, Condensat et GPL) ;
- Réalisation des investissements notifiés ;
- Maintenance des installations et infrastructures ;
- Réhabilitation des canalisations et des bacs de stockage ;
- Sécurité du patrimoine, des installations et protection de l'environnement
- La gestion et l'exploitation des ouvrages et canalisations de transport des hydrocarbures ;
- La coordination et le contrôle de l'exécution des programmes de transport arrêtés en fonction des impérative de production et de commercialisation ;
- La maintenance, l'entretien et la protection des ouvrages et canalisation ainsi que l'exécution des révisions générales des machines tournantes et équipements y afférents ;
- La conduite des études, la réalisation et la gestion des projets de développement des ouvrages et canalisations (**Chahad f., 2019**).

4. Parc de stockage

Le **tableau 01** indique le nombre des bacs qui se situent au niveau du site **SP1** 10bacs et leurs capacité **1800 m³** et leur diamètre **44m** et leur hauteur **1305m**, soit en site **OPS1Ohanet** 4bacs et leurs capacité **3500 m³** et leur diamètre **57m** et leur hauteur **15m**.

Tableau01: Les données techniques du parc de stockage RTI[4]

Site	Nombre des bacs	Capacité/unité (m3)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
SP1(TD)/In-Amenas	10	20 000	44	1305
OPS1 (TD)/Ohanet	04	3500	57	15

		
<p>15 Bacs de Stockage Capacité Design Totale : 355 000 m³</p>	<p>09 Canalisations Longueur Totale : 4300 km</p>	<p>09 Stations de Compression 03 Stations de Compression 06 Stations de Pompage</p>

1.2. Présentation de la station de pompage SP1

1.2.1. Historique du site station de pompage SP1

Le site du terminal SP1 a été exploité comme station de stockage et de transport d'hydrocarbures depuis le début des années 60(**Fig.02**).

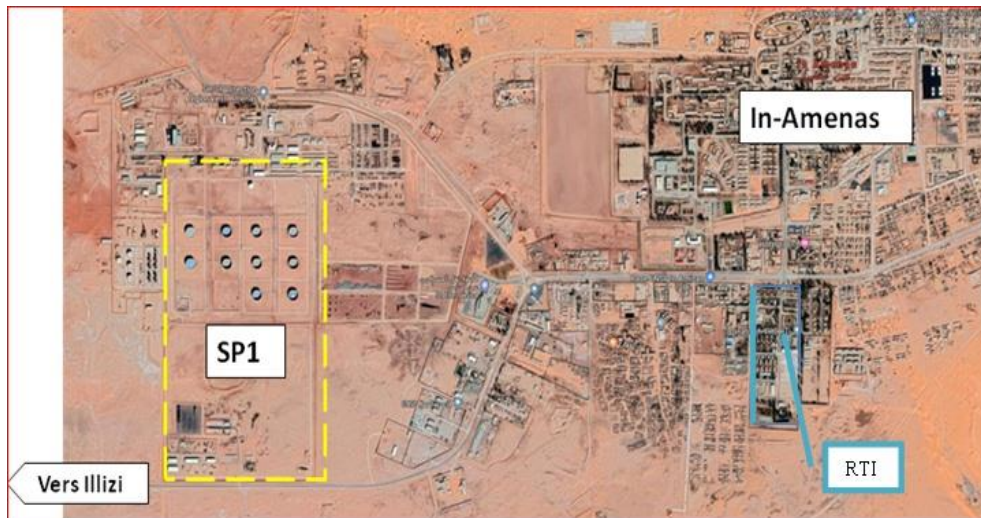


Figure 02: Image satellite TERMINAL DEPART « SP1 » in aminas

1.2.2. Localisation du la zone du projet

Le terminal OH1/OT1, d'une superficie d'environ 35 hectares, s'étend sur la commune d'In Amenas. In Amenas est une commune d'Algérie dans la wilaya d'Illizi. Le terminal est entièrement inscrit dans la zone industrielle

Les coordonnées géographiques du site sont environ :

- ✓ Latitude = 28°03' Nord
- ✓ Longitude = 09°38' Est

Le terminal et les principales installations à proximité de celui-ci, sont localisés sur une distance de plus de 5 km des lots résidentiels de la ville (Plan de situation – Terminal SP1)(SH RTI, 2009) (Fig. 03).

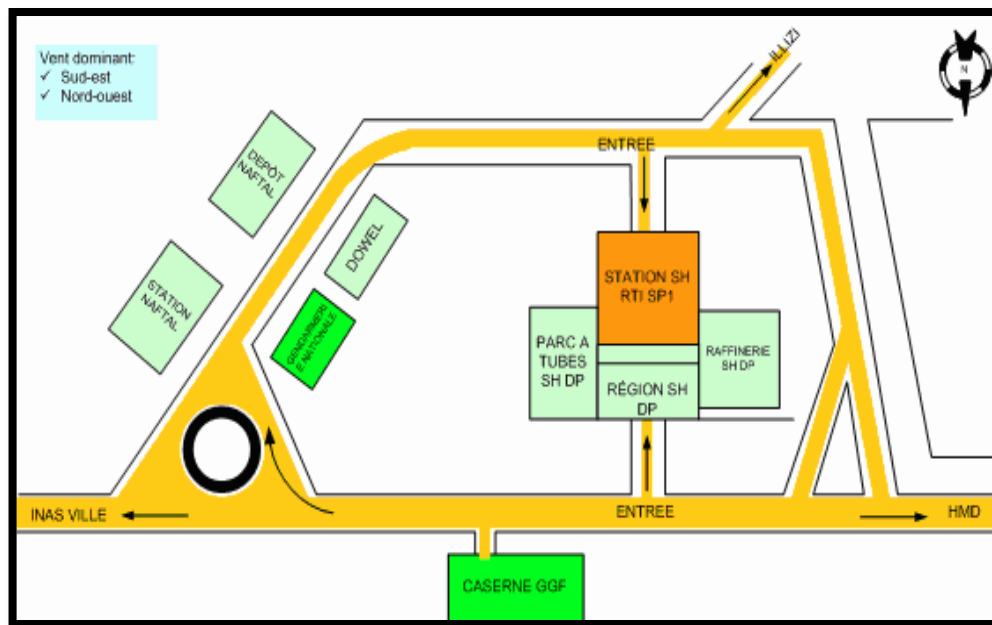


Figure 03:Plan de situation – Terminal SP1(Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009).

1.2.3.Géologie du Site (SP1)

Dans le cadre de la construction du futur siège SONATRACH RTI à In Amenas, une étude poussée du sol. Le site présente une physionomie monotone à surface plane. La surface du terrain est sablo-argileuse de couleur rougeâtre. L'aspect de terrain est aride et caillouteux. Parailleurs, la région d'In Amenas est réputée pour être à sols potentiellement gonflants.

Des sondages carottés effectués dans l'enceinte du site ont permis l'élaboration des coupes stratigraphiques.

Les creusements ont permis de mettre en avant le fait que le sol, bien consolidé à l'état naturel, il s'effrite et fend au contact d'eau abondante. La structure lithologique du terrain est en résumé :

- Une couche sablo-argileuse visiblement altérée en surface. L'examen visuel et au toucher montre qu'il s'agit en réalité d'une argile altérée par des dépôts éoliens et alluvionnaires. Cette couche superficielle atteint la profondeur de 2,5 m par endroits.
- Une couche plutôt argileuse mais à structure très variée. Elle est bariolée en quasiment toutes les couleurs. De plus, elle est sommairement teintée d'une matrice violacé ou verdâtre. Elle contient des modules gris blanchâtres semblant plus compacts.

L'état de compacité du sol à l'état sec offre une excellente portance. Cependant, l'humidification du sol pourrait lui faire perdre ces qualités et pourrait amorcer un phénomène de gonflement (**Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009**).

1.2.4. Faune et Flore

A proximité immédiate du site d'étude, il n'y a pas de zone remarquable, protégées ou non vis à vis de la faune et de la flore.

Nous pouvons toutefois noter la fréquentation par la faune.

Zone fréquentée par la faune :

- ✓ de l'érge BOUGHARHAT en contournant la ville par le sud vers le terminal OH1/OT1,
- ✓ de zarzaitine, vers nord de la zone agricole (oued in amenas).

Dans la wilaya d'Illizi, deux zones protégées sont présentes (mais toutefois distantes de plusieurs dizaine de kilomètres du site) :

- ✓ Le parc national de Tassili,

La vallée d'Iherir. (**Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009**).

1.2.5. Climat

Le climat est typiquement saharien, un climat aride, un été chaud et sec avec des températures élevées et un hiver relativement doux (**Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009**).

Le tableau ci-dessous donne les valeurs moyennes mensuelles **de température,de pluviométrie** et de vitesse du vent pour 2007 (valeurs extrêmes de températures entre parenthèses). Les températures moyennes évoluent entre 11,6 (Décembre) et 33,3°C (Août) avec des pics de -1,2 (**Janvier**) et 45,3°C (**Juillet**). Les **précipitations** ne sont enregistrées qu'en décembre (2 mm).

Les vents sont généralement modérés (**16 km/h en moyenne**). Toutefois, des conditions de vent très violent (> 120 km/h) apparaissent occasionnellement de **Février** à **Avril**, en accompagnement de tempêtes de sable.

Tableau 02: Valeurs moyennes mensuelles de température, de pluviométrie et de vitesse du vent - 2007 - Région d'In Aménas(Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009).

).

	TEMPERATURE (°C)	PRECIPITATIONS (MM)	VENTS (KM/H)
JANVIER	11,9 (-1,2 - 32,6)	0	14,7
FEVRIER	15,3 (4,8 -30,8)	0	16,9
MARS	16,9 (1,0 - 21,4)	0	19,4
AVRIL	24,3 (11,7 - 37,5)	0	17,9
MAI	27,8 (11,4 - 2,4)	0	19,5
JUIN	32,8 (16,7 -43,7)	0	18,8
JUILLET	32,4 (20,9 -45,3)	0	18,6
AOUT	33,3 (22,5 - 4,4)	0	17,6
SEPTEMBRE	30,1 (17,8 41,0)	0	15,7
OCTOBRE	24,4 (8,8 - 38,6)	0	13,6
NOVEMBRE	17,3 (2,6 - 33,2)	0	13,4
DECEMBRE	11,6 (0,1 - 26,4)	2,03	14,5

1.3. Les produits à analyser par la Région RTI

1. Pétrole brut

Le pétrole est un mélange d'hydrocarbures (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène) et de molécules qui contiennent également d'autres atomes, principalement du **soufre**, de l'**azote** et de l'**oxygène**. Certains de ses composants sont des **gaz**, **des liquides** et parfois des **solides** à température et pression ambiantes.

Le pétrole contient des milliers de molécules différentes qui doivent être décomposées et transformées chimiquement pour produire des produits utiles.

2. Condensat

Les condensats sont des hydrocarbures liquides récupérés lors de l'extraction de gaz en tête de puits la diminution de pression et de température en surface provoque une condensation de certains des hydrocarbures les plus lourds du gisement gazier. Ils sont constitués de molécules comportant 5 à 15 atomes de carbone

3. Les huiles

L'huile est un terme générique désignant des matières grasses qui sont à l'état liquide à température ambiante et qui ne se mélangent pas à l'eau, mais, il est cependant plus léger que l'eau les eaux de rejets suivi des modifications.

4. Les eaux de rejets

Il s'agit des eaux de purge issues de la décantation des bacs de stockage de pétrole brut et qui feront une nouvelle décantation naturelle au niveau du séparateur par différence de densité eau/ brut afin d'éliminer le maximum de traces d'hydrocarbures.

Cette eau sera rejetée vers **le bournier** conçu à cet effet. Cette dernière est analysée à chaque fois, à l'aide des analyses physico - chimique pour veiller au maintien de la concentration normalisée

L'eau séparée du pétrole brut constitue une menace importante à l'environnement. Cette dernière est chargée en métaux toxiques et en traces d'hydrocarbures. Elle est envoyée dans des bourniers.

Les phénomènes d'évaporation et de filtration participent activement à la contamination de l'atmosphère et des nappes phréatiques.

Dans le présent travail, on se propose d'utiliser les eaux de rejet, après traitement, dans le maintien de la pression des champs pétroliers. En effet, l'eau de rejet séparée du pétrole est chargée en élément barium, strontium et calcium. (**Archive de sonatrach la région RTI**).

II.1. Stockage des hydrocarbures

2.1.1. Stockage du pétrole brut

Le pétrole brut, également connu sous le nom de "brut", est une forme de pétrole telle qu'elle est extraite avant d'être raffinée ou transformée. Les réservoirs de gaz naturel qui contiennent des pentanes et des hydrocarbures lourds sont désignés sous le terme de "condensats". En pratique, on traite le condensat de la même manière que le pétrole brut. En outre, il est possible d'extraire des hydrocarbures liquides plus légers tels que le propane et le butane des réservoirs de pétrole, qui sont classés comme du gaz naturel liquéfié (GNL). Il est nécessaire de séparer et modifier chimiquement les milliers de molécules présentes dans le pétrole afin d'obtenir des produits utilisables (**Senagria, 2022**).

Les réservoirs de stockage sont nécessaires à l'exploitation des champs pétroliers pour que la production ne soit pas interrompue suite à des arrêts du cheminement de pétrole brut vers les bacs de stockages des terminaux qui se trouve sur les côtes ou près des unités de transformation de ces hydrocarbures.

Le transport et le stockage sont des secteurs stratégiques dans l'industrie pétrolière. Le stockage joue le rôle de régulation des systèmes de transport des hydrocarbures par canalisation ou autre moyens de transport et en plus du traitement pour décantation qui consiste à éliminer l'eau et comptabiliser la quantité du pétrole brut à expédier. Le choix de la capacité d'un parc de stockage est fait en fonction du débit véhicules et des capacités des moyens de transport (**Kardache et Lounis, 2015**).

2.1.1.1. Définition du Parc de stockage

Dans l'industrie des champs de pétrole et de gaz, le stockage des hydrocarbures consiste à immobiliser temporairement certains volumes de fluides (pétrole ou de gaz) dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoirs ou bacs, selon le produit stocké. Ils peuvent être de différente ou de même capacité. Ils sont bien sur connectés à une canalisation d'entrée et une autre de sortie et «éventuellement connectés entre eux. Il a pour but de :

- ✓ La mise du produit au repos suivi d'une opération de décantation avant l'expédition (élimination de l'eau et résidus) et l'élimination naturelle des gaz indésirables.
- ✓ Le contrôle de la qualité de produit à expédier.
- ✓ Le traitement préalable du brut afin de minimiser les problèmes d'incendie ou de corrosions des bacs et des canalisations car ces installations sont très coûteuses.
- ✓ La continuité de la production et de l'exploitation tout en assurant un stockage permanent (**Kardache et Lounis, 2015**)

Le parc de stockage des hydrocarbures du Terminal Départ In-Amenas joue un rôle essentiel dans le processus de gestion et de stockage des produits pétroliers tels que le pétrole brut. Son rôle principal est de fournir un espace sûr et fonctionnel pour stocker de grandes quantités de liquides inflammables ou combustibles (**Tab.3**).

Voici quelques-uns des rôles clés d'un bac de stockage des hydrocarbures :

Stockage sécurisé : Le bac de stockage est conçu pour contenir les hydrocarbures de manière sûre et étanche, afin de minimiser les risques de fuites, de déversements et d'incendies. Il est construit avec des matériaux résistants aux produits chimiques et aux conditions environnementales spécifiques.

Gestion des stocks : Le bac de stockage permet de stocker de grandes quantités de produits pétroliers, ce qui facilite la gestion et la distribution des hydrocarbures.

Séparation des phases : La séparation des phases (par la différence de densité) qui permettent de séparer les substances indésirables telles que l'eau ou les sédiments, qui peuvent s'accumuler dans les hydrocarbures. Cela contribue à préserver la qualité du produit et à éviter les problèmes de performance ou de sécurité.

2.1.1.2. Différents types de réservoir

A. Les Réservoirs à toit fixe

Ils sont pourvus d'un toit fixe et permettent donc une meilleure conservation des produits peu volatils, dangereux ou polluants (**Fig.4**).

Ce toit permet d'empêcher leur contamination par des agents extérieurs (pluie, poussières,...). On classe les réservoirs à toit fixe en deux catégories:

- Réservoirs à toit appuyé : ces toits sont constitués d'une charpente appuyée par un ou plusieurs poteaux (pour les diamètres supérieurs à 25 mètres) contre le fond du réservoir.
- Réservoir à toit autoportant : de forme conique ou sphérique [5].

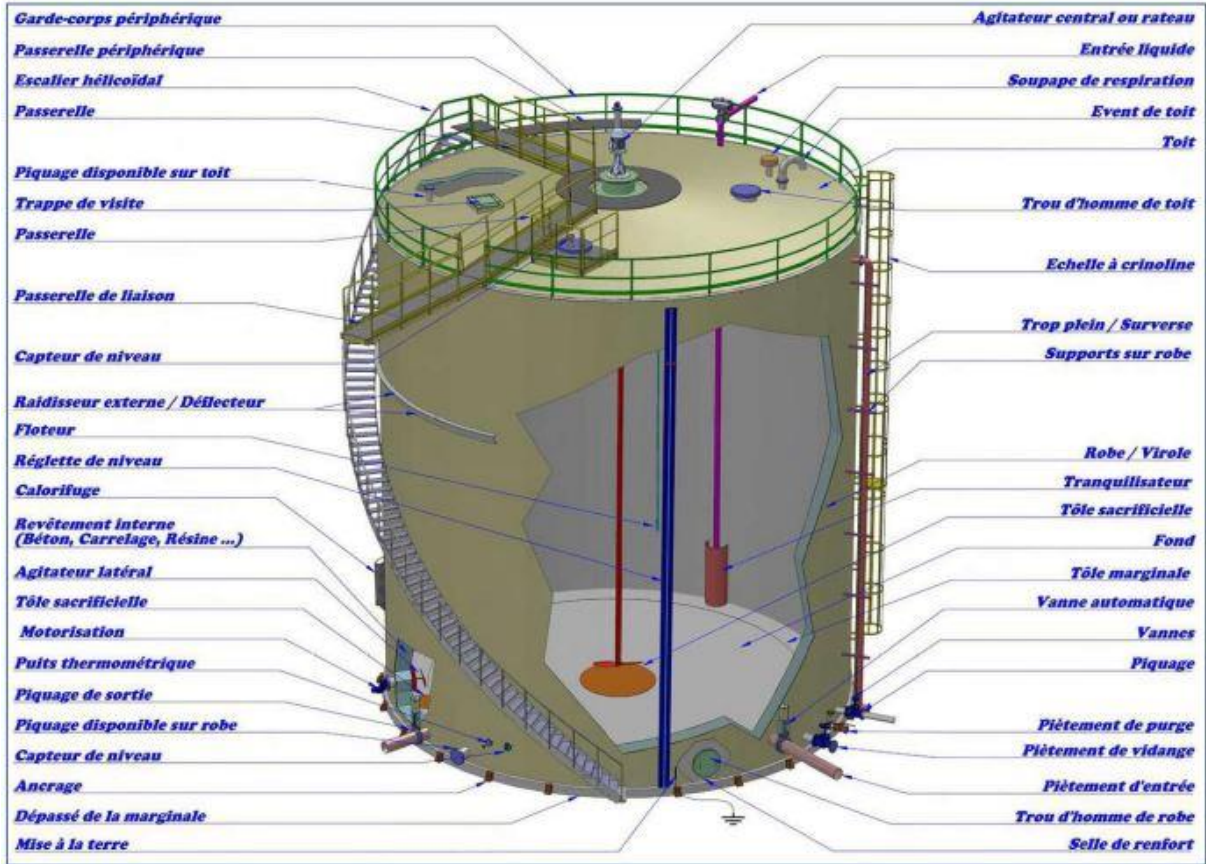


Figure 4 : Réservoirs à toit fixe (COPACE, 2016).

B. Réservoir à toit flottant

Ils sont utilisés pour stocker des produits volatils (pétrole brut, condensat, carburant automobile, etc.). Identique au réservoir à toit fixe, seulement différent dans la conception du toit, la capacité du type de réservoir est plus de 35 000 m³.

Le toit dans ce cas repose directement sur le liquide et flotte au-dessus de celui-ci grâce au double fond formant des poches d'air indépendantes, réduisant ainsi la densité de l'ensemble du toit par rapport à la densité du liquide. Le périmètre de l'auvent est scellé avec des élastiques qui glissent sur la paroi interne de la chemise du réservoir, ce qui réduit les pertes dues à l'évaporation du produit [5].

Les toits flottants peuvent être de deux types : le flotteur simple et le double flotteur.

Il existe deux types de réservoirs à toit flottant :

- Bacs à toit flottant externe: Le toit du réservoir est installé à l'extérieur dans le réservoir ouvert. La face inférieure du toit est complètement mouillée par le liquide sur lequel flotte

le toit. Pratiquement aucun espace de vapeur n'existe, ce qui réduit considérablement les pertes par évaporation et les risques d'incendie.

- Bacs à toit flottant interne : Il s'agit d'un réservoir à toit fixe dans lequel est installé un simple toit flottant, également appelé écran flottant. (Drissi, M, .2020).
- Bacs à toit flottant interne : Il s'agit d'un réservoir à toit fixe dans lequel est installé un simple toit flottant, également appelé écran flottant. (Drissi, M, .2020).



Figure 5: Réservoir à toit flottant (Bouguettaya, D., *et al.*, 2023)

2.2. Les Risques liés au stockage des hydrocarbures

La Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques ou DPPR du Ministère d' Aménagement du Territoire et de l'Environnement en France définit le risque majeur comme la confrontation d'un aléa (probabilité d'un événement qui peut affecter le système considéré) avec des confrontations d'un aléa (probabilité d'un événement qui peut affecter le système considéré) avec des préjudices ou des dommages) (DPPR, 1990).

En effet, un événement ne mène à un état potentiellement dangereux que s'il s'applique à une zone où des enjeux humains, économiques ou environnementaux sont en présence.

Les différents types de risques auxquels nous pouvons être exposés de manière individuelle ou collective sont regroupés en grandes familles, nous en dénombrerons 3 principales :

- ✓ Les risques naturels,
- ✓ Les risques technologiques (incluant les risques de transport et les risques sanitaires)

- ✓ Les risques diffus ou risques de la vie quotidienne.

Le risque majeur ou risque collectif se caractérise par une faible fréquence et une forte gravité. Ainsi, seuls les risques naturels et les risques technologiques en font partie (les risques liés aux conflits armés, que nous n'abordons pas, sont également caractérisés de la sorte et peuvent donc être assimilés aux risques majeurs) (Nichan, 2006).

2.2.1. Risque technologique

Ils sont la conséquence directe et perverse d'un stockage peu réglementée mais aussi des systèmes de transport de matières premières, de produits dangereux, et d'endommagement comme :

- ✓ Les explosions, les incendies.
- ✓ Les accidents routiers ou maritimes.
- ✓ Le risque industriel.
- ✓ Le risque nucléaire.
- ✓ Le risque du transport de matières dangereuses.

2.2.2. Risque physiologiques

Certains produits pétroliers peuvent provoquer des désordres physiologiques par contact ou inhalation. Les vapeurs d'hydrocarbures, à l'exception des vapeurs aromatiques, ne sont pas toxiques. Néanmoins, elles peuvent provoquer l'anoxie ou l'asphyxie par manque d'oxygène. Les malaises pouvant entraîner la mort commencent à apparaître lorsque la proportion d'oxygène est inférieure à 17 % (proportion normale dans l'air : 21 %).

Hormis l'asphyxie, les accidents de santé dus aux hydrocarbures ont pour conséquence le benzolisme et le saturnisme (Douma et Kabkoub., 2020)

2.2.3. Risques environnementaux

2.2.3.1. Effet sur les propriétés du sol

A. Propriétés physiques

Les études concernant les effets des hydrocarbures sur les propriétés physiques d'un sol sont très limitées, cependant, Mettauer et ses collaborateurs (1987) cités par Fezzani et Khider (2007), soutiennent l'idée que la présence des hydrocarbures améliore la stabilité structurale d'un sol, accroît sa rétention en eau et réduit sa mouillabilité.

B. Propriétés chimiques

Les effets des hydrocarbures sur les propriétés chimiques du sol généralement consistent en :

- ✓ Une augmentation de la concentration du sol en élément chimiques à l'état de trace tel que le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le fer (Fe) (**Sauchelli, 1969 in Fezani et Khider, 2007**).
- ✓ Une augmentation de la conductivité électrique (CE) entraînant l'inhibition de certaines plantes très sensibles à la présence des sels (**Karaginnidis, 1999**).
- ✓ Une légère acidification du sol (2 à 3 dixième) qui traduit sans doute l'apparition de faibles quantités d'acide résultant soit de l'oxydation des n-alcanes, soit de celle de composés provenant de la rupture du noyau aromatique. Il y a peu de variation de composition chimique en ce qui concerne les éléments majeurs du sol. Tout fois une teneur en soufre légèrement plus importante peut être attribuée aux hydrocarbures. Les métaux sont retenus dans l'horizon superficiel (**Bergue et Mérienne, 1986**).
- ✓ L'évolution du carbone des hydrocarbures légers est décelée par chromatographie dans l'atmosphère environnante : méthane-éthane-propane-butane. Ces gaz n'étant pas présents dans les produits polluants se forment donc dans le sol. De la matière organique fraîche se trouve synthétisée à partir de carbone et d'azote.
- ✓ Les synthèses organiques s'accomplissent grâce à la source d'énergie qui est le carbone des hydrocarbures. Le CO₂ étant le terme final de l'oxydation de carbone il peut être pris comme indice des activités globales des microorganismes; et le calcul de la quantité totale du carbone perdue sous cette forme permet de connaître la quantité d'hydrocarbures dégradés (**Bergue et Mérienne, 1986**).
- ✓ L'azote organique augmente de façon continue dans les parcelles traitées. Cet enrichissement est la conséquence du déséquilibre carboné provoqué par l'apport d'hydrocarbures (le rapport C /N voisin de 45). Il traduit l'activité d'une microflore capable de métaboliser les déchets hydrocarbonés en utilisant une source d'azote autre que celle des réserves insuffisantes du sol (**Rouquerol et al., 1987**).

C. Propriétés biologiques

Les effets des hydrocarbures sur l'activité biologique du sol dépendent de leur nature, de leur concentration dans le sol et d'autres facteurs liés au milieu (**Duchaufour, 1991**).

Les composés organiques contaminants peuvent inhiber la croissance des microorganismes et leur métabolisme. Cette inhibition est liée à des interactions avec la

membrane cellulaire de ces composées fortement hydrophobes et à la formation de métabolites toxiques (**Girart, 2005**).

2.2.3.2. Pollution de l'eau

Elle peut apparaître soit :

- À la suite d'un déversement direct dans un cours d'eau.
- Par ruissellement des eaux en contact avec des hydrocarbures.
- Par infiltration directe des hydrocarbures ou d'eau polluée.

Les deux premiers modes de pollution touchent les eaux de surface, l'infiltration atteint surtout les nappes souterraines. Les hydrocarbures étant plus légers que l'eau et généralement non miscibles, flottent à la surface. Ils ont un effet nuisible sur la faune et la flore et rendent les eaux impropres à la consommation humaine. Ce problème est d'autant plus aigu qu'il suffit d'une infime quantité d'hydrocarbure pour polluer l'eau (**Douma et Kabkoub., 2020**)

2.2.3.3. Pollution de l'air

Elle est due à l'évaporation des fractions légères des hydrocarbures laissés ou rejetée à l'air libre, les fractions lourdes n'étant pas volatiles. Cette vaporisation est d'autant plus forte que la température ambiante est élevée.

Cette pollution présente deux types de dangers :

- Dangers physiologiques
- Dangers d'incendie et d'explosion

L'acuité de ces dangers dépend du milieu, de l'ampleur de la pollution et bien entendu, de la nature de l'hydrocarbure.

En règle générale :

En plein air, les dangers d'explosion et d'incendie sont d'autant plus importants que l'hydrocarbure est plus léger. Par contre, les dangers physiologiques peuvent être évités en se plaçant sous le vent. (**Douma et Kabkoub., 2020**)

2.2.3.4. Effets sur la faune et la flore

A. En période de construction

Compte tenu de l'emplacement choisi pour la station de traitement, terrain nu et situé dans une zone d'activité industrielle, le projet est éloigné de toute présence de flore ou de faune.

B. En phase d'exploitation

L'eau utilisée pour le lavage des équipements et l'eau de déshydratation des boues, sont renvoyées vers le bassin tampon.

Le déversement d'eau traitée à l'extérieur du Terminal SP1 devrait créer une zone favorable au développement de la végétation aquatique (phragmites), ainsi que l'établissement successif d'espèces animales aquatiques (zooplancton; oiseaux et reptiles). L'importance de la colonisation de la zone humide par les espèces végétales/animales sera évidemment liée au maintien de la qualité des eaux rejetées.

A l'inverse, le stockage final des boues d'hydrocarbures dans des rétentions étanchéistes constituerait une zone d'exclusion au développement biologique. L'effet phytotoxique des hydrocarbures dans le sol engendre une diminution du taux de germination du végétal ainsi que les retards de sa croissance (**Chaineau et al., 1997**).

- ✓ Une modification du comportement des animaux et une fragmentation du territoire suite aux activités d'exploration et d'exploitation.
- ✓ Des impacts sur les écosystèmes synergiques des diverses sources de pollution.

Toutefois, de nombreux autres impacts n'ont soit pas pu être évalués, soit évalués que de façon générique ou qualitative (**Tab. 3**).

Tableau 3 : Résumé des connaissances des impacts potentiels sur la faune, les habitats et les écosystèmes (**Georges, G., 2014**).

	Effets sur la faune et les habitats			Effets sur les écosystèmes
	Sources d'effets potentiels	Effets potentiels	Évaluation de l'ampleur des Effets potentiels à la zone d'étude	Ampleur des conséquences sur les écosystèmes
Hydrocarbure				
Pétrole brute	Changements climatiques globaux.	Diminution de la biodiversité.		Les écosystèmes seront affectés de façon négative. Il est pour l'instant
GNL	Modification,			

<p>GPL</p>	<p>fragmentation et réduction de la taille des habitats -Possible destruction du couvert forestier et remplacement par une végétation invasive. - Émissions de substances écotoxiques. -Mise en place d'infrastructures (pipelines...)</p>	<p>Modification du comportement des animaux. Dégradation des habitats.</p>	<p>Non</p>	<p>impossible d'évaluer cette ampleur puisque plusieurs impacts potentiels n'ont été évalué que qualitativement. De nombreux impacts indirects demeurent à déterminer tout comme les effets synergiques, multiplicatifs et cumulatifs.</p>
-------------------	---	---	------------	---

2.2.4. Effet d'hydrocarbures sur la santé de l'homme

L'impact des hydrocarbures sur la santé humaine dépend du temps d'inhalation, du contact cutané et de la possible consommation de produit qui sont contaminés par une pollution. Ainsi que d'autres manifestations ont été signalées au moment du nettoyage des milieux de diversément qui peuvent causer des douleurs aux jambes et des troubles de sommeil.

Les contacts avec les HAP à long terme provoquent des troubles neurologiques. Le contact cutané le plus courant avec les hydrocarbures concerne les mains et il provoque érythèmes (**Fattal, 2008**).

La toxicité des hydrocarbures dépend des paramètres suivants :

- De la volatilité de la molécule, les composés les plus légers et donc les plus volatils de chaque classe sont ainsi les plus toxiques.
- De la concentration, de la fréquence et de la durée d'exposition.
- De la voie d'exposition (respiratoire, cutanée, oculaire, digestive).
- Des combinaisons entre les produits.
- De la sensibilité individuelle (**Julien et Jean., 2008**)

2.3. Planification de la Gestion des déchets issus des bacs de stockage des hydrocarbures

2.3.1. Processus de gestion des déchets

La gestion des déchets s'intègre nécessairement dans un processus général dédié au Management de l'Environnement, communément désigné, Plan de Management de l'Environnement (**Fig.6**). Au niveau d'un site opérationnel, le choix d'un modèle de gestion des déchets, doit reposer sur des critères objectifs, et répondre à des besoins préalablement identifiés. Le modèle en question est un processus dynamique, qui doit reposer sur les principes de l'amélioration continue (**SONATRACH, 2019**).

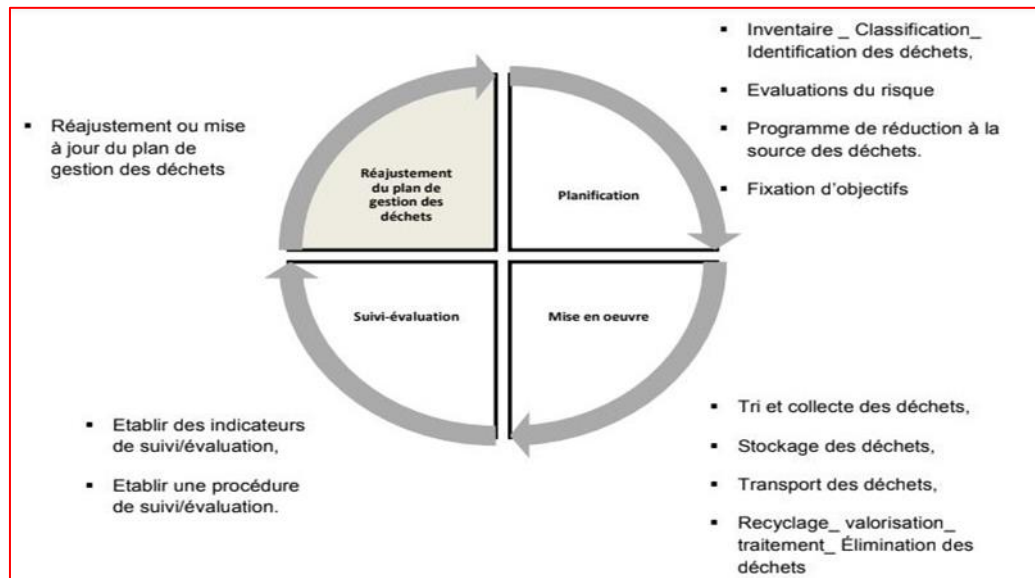


Figure 6: Stratèges de Gestion des Déchets (**SONATRACH, 2019**).

2.3.1.1. Phase 1 (Planification)

À la Société pétrolière SONATRACH la gestion des déchets nécessite au préalable une planification spécifique à chaque Direction opérationnelle selon son activité et la nature des déchets susceptibles d'être générés.

A ce titre, Directeur de site opérationnel de bacs de stockage des hydrocarbures (RTI), en collaboration avec le responsable HSE, ainsi que l'ensemble des structures génératrices des déchets, est responsable de la mise en œuvre de la phase de planification de la gestion des déchets.

La phase planification sera spécifique à chaque site opérationnel, en fonction notamment:

- ✓ De la nature de son activité industrielle et son cycle de vie.
- ✓ Du contexte économique et organisationnel.

- ✓ De la fragilité de l'écosystème et des milieux récepteurs
- ✓ De la proximité de l'activité humaine et de son importance.

A. Inventaire

Le responsable HSE du site doit réaliser de façon périodique et documentée un inventaire des déchets avec le concours des autres structures génératrices des déchets au niveau du site afin d'identifier et caractériser correctement l'ensemble des flux de déchets.

B. Classification

Le responsable HSE du site opérationnel est responsable de la classification des déchets, laquelle doit être effectuée selon la nomenclature définie en annexe.

Types de déchets de soins selon le DE 03-478 :

- Des déchets anatomiques : Sont qualifiés déchets anatomiques, tous les déchets anatomiques et biopsiques humains issus des blocs opératoires et des salles d'accouchement.
- Déchets infectieux : Sont qualifiés déchets infectieux, les déchets contenant des micro-organismes ou leurs toxines, susceptibles d'affecter la santé humaine.
- Des déchets toxiques : Sont qualifiés déchets toxiques, les déchets constitués par :
 - ✓ Les déchets résidus et produits périmés des produits pharmaceutiques, chimiques et de laboratoire ;
 - ✓ Les déchets contenant de fortes concentrations en métaux lourds ;
 - ✓ Les acides, les huiles usagées et les solvants.

C. Identification des déchets

Le Directeur de site opérationnel est responsable de faire en sorte que chaque contenant de déchet, ou zone de stockage des déchets, soient clairement identifiables, par un affichage approprié.

L'affichage ou l'étiquetage, doivent être conforme aux standards en vigueur, en termes notamment, de couleur, de qualité du support, de la taille de la police, ou du pictogramme utilisé. S'agissant des déchets spéciaux dangereux, ils doivent obéir aux dispositions de l'Arrêté interministériel du 2 septembre 2013, fixant les caractéristiques techniques des étiquettes (SONATRACH, 2019).

D. Évaluation et gestion des risques

L'ensemble des activités associées au management des déchets doit faire l'objet d'un examen documenté afin d'identifier les risques potentiels, dont :

- ✓ Risques d'incendies ou d'explosions résultant de la présence de matières inflammables ou combustibles dans les déchets ou d'une incompatibilité entre différents composés chimiques.

✓ Risques de dégagement de substances toxiques ou dangereuses résultant d'incompatibilité lors de la collecte, du stockage ou du transport des déchets.

✓ Risques de dégagement ou de rejets à l'environnement de matières polluantes, toxiques ou dangereuses.

✓ Risques à la santé et à la sécurité pour le personnel affecté à la collecte et la manipulation des déchets.

E. Programme de réduction à la source des déchets

L'identification et la classification des déchets générés par le site doit permettre au Directeur de site opérationnel de (RTI), en collaboration avec le responsable HSE et les responsables des structures génératrices de déchets au niveau du site de mettre en œuvre un programme de réduction à la source des déchets.

Dans ce cadre, les lois prescrites, impose des mesures à prendre par tout générateur et/ou détenteur de déchets, tel que :

- L'adoption et l'utilisation des techniques de production plus propres, moins génératrices de déchets.

L'élaboration du programme de réduction à la source des déchets doit comprendre au préalable :

- L'identification des opportunités de réduction à la source des déchets applicable aux activités du site ;

- La priorisation des opportunités de réduction à la source des déchets.

- Sélection des mesures qui seront en place à court, moyen et long terme.

F. Objectifs en matière de gestion des déchets

Les objectifs de gestion des déchets sont résumés dans la figure sous dessus (**fig.7**)

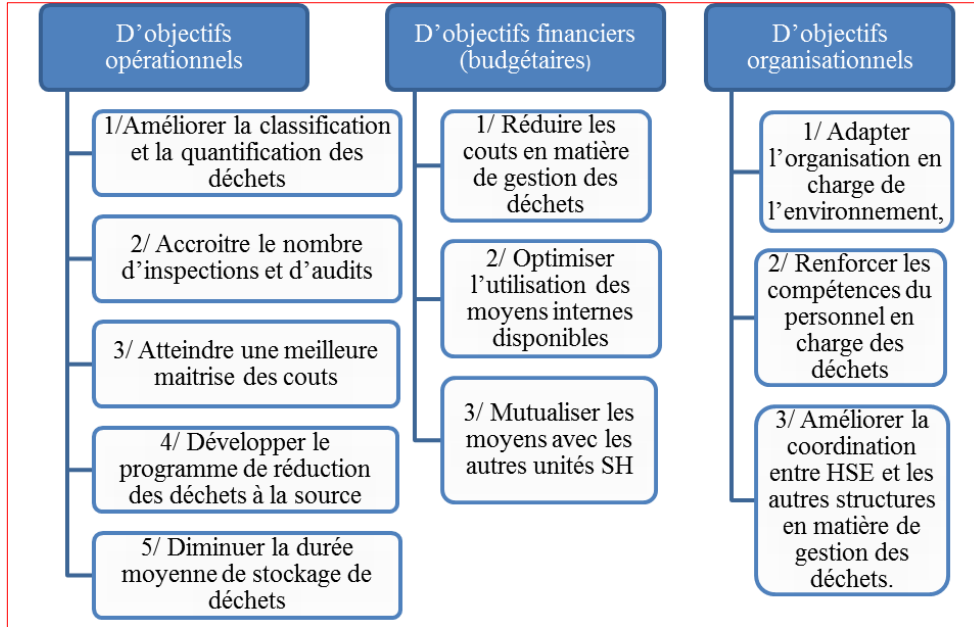


Figure 7: Exemples d'Objectifs en matière de Gestion des Déchets.

2.3.1.2. Phase 2 (Mise en œuvre)

Le responsable HSE aura la charge de mettre en place tous les outils de gestion, et dispositifs de suivi et de contrôle. Seront associés à cette opération, l'ensemble des structures génératrices de déchets.

L'ensemble des déchets inventoriés au niveau d'un site opérationnel, doivent être pris en charge, de leur génération jusqu'à leur valorisation/recyclage, ou élimination ultime.

La phase de mise en œuvre ou dite phase opérationnelle, du plan de gestion des déchets, doit couvrir l'ensemble des dispositions prévues par la réglementation en vigueur.

A. Tri et collecte des déchets

❖ Tri des déchets

Les activités de tri de déchets doivent être organisées et planifiées par catégories de déchets et selon les modes de gestion (valorisation ou élimination) disponibles. Lorsque cela est possible, le tri des déchets doit permettre de favoriser la valorisation et réduire l'élimination. Pour cette raison, le tri des déchets devrait autant que possible être effectué dès leur génération pour éviter les mélanges.

Même si le tri des déchets est normalement établi en fonction des filières de gestion de déchets disponibles, il peut être nécessaire dans certains cas, de stocker temporairement et de

façon sécuritaire des déchets, surtout si aucune solution n'existe pour leur valorisation ou élimination (**SONATRACH, 2019**).

❖ **Collecte des déchets**

La collecte des déchets, selon leurs catégories respectives, doit être programmée dans le temps, conformément à la réglementation (par exemple déchets de soins à risque infectieux), lorsque les quantités sont prévisibles et que les filières de valorisation ou d'élimination existent. Au besoin, la consolidation de déchets de mêmes catégories et provenant de plusieurs sites opérationnels peut être envisagé pour réduire les coûts de collecte et de transport des déchets.

La programmation de la collecte des déchets peut aussi être établie en fonction de la capacité de stockage disponible et sécuritaire pour un site opérationnel (**SONATRACH, 2019**).

B. Stockage des déchets

L'aire de stockage doit être conçue, aménagée et gérées en fonction de (s) :

- La nature, des caractéristiques, et du niveau de danger des déchets.
- Besoins de ségrégation des différentes matières selon le mode de gestion prévue, comme par exemple, la valorisation et recyclage.
- Conditions d'accès et de circulation à l'intérieur de l'aire de stockage.
- La proximité ou non, d'installations ou de produits sensibles.
- La durée prévue du stockage.

❖ **Stockage des déchets ménagers et assimilés**

Lorsque les modes de gestion appropriés sont en place, les aires de stockage des déchets non dangereux (incluant les déchets ménagers et assimilés et déchets inertes) doivent être aménagées de façon à permettre la ségrégation des matières recyclables des matières non recyclables, et par type de matière recyclable (par exemple métaux, carton, bois, verre, papier, etc.).

Les contenants prévus pour le stockage des matières recyclables doivent être clairement identifiés au moyen d'une affiche ou d'une étiquette (**SONATRACH, 2019**).

Les déchets ménagers et assimilés doivent être placés dans des contenants étanches et adaptés au mode de collecte et de transport de ces déchets. Ces contenants doivent être placés sur une surface plane et de façon à ne pas être une source de nuisances tant pour les employés

et prestataires que pour la population riveraine lorsque les déchets sont entreposés à l'extérieur du site.

Les déchets inertes de gros tonnages ou volumineux, doivent être stockés dans une aire d'entreposage adaptée, et accessible aux camions ou engins de levage. Les déchets inertes dont le volume est réduit, ou dont l'état physique les rend susceptibles à la dispersion (ex. : vent) devraient, dans la mesure du possible, être stockés dans des contenants fermés selon les mêmes principes que les déchets ménagers et assimilés.

❖ **Stockage des déchets spéciaux dangereux**

Les déchets spéciaux dangereux doivent être stockés dans des conteneurs étanches et fermés et disposant d'une signalisation adéquate, conformément à la réglementation et standards en vigueur. L'aire de stockage des spéciaux dangereux doit répondre à un certain nombre de règles de sécurité spécifiques, et disposer des équipements de prévention et d'intervention, nécessaires.

A titre non exhaustive, ci-dessous, quelques mesures à prendre pour aménager et gérer les spéciaux dangereux, durant leur stockage (**Fiche thématique 02**) :

✓ Bâtiment fermé, à l'intérieur d'un conteneur ou d'un abri (disposant d'un toit, d'un plancher et d'au minimum de 3 côtés) afin de fournir une protection contre la lumière directe du soleil, et les éléments naturels.

✓ Disposer d'un système de ventilation pour le stockage des déchets volatils (ex. : solvants usés).

✓ Les déchets spéciaux dangereux doivent être clairement séparés des autres types de déchets (de leur point de génération jusqu'au lieu de stockage, et jusqu'à leur collecte pour recyclage, valorisation, traitement ou élimination hors site).

✓ Aucun réservoir de stockage souterrain ne doit être utilisé pour le stockage des déchets spéciaux dangereux liquides.

✓ L'Aire de stockage doit être conçue de manière, à prévenir tout déversement ou contamination des milieux récepteurs (**SONATRACH, 2019**).

C. Le transport des déchets

Doit s'assurer que les conditions de transport soient conformes à la réglementation en vigueur. Cette obligation est d'autant plus importante, quand il s'agit, de déchets spéciaux dangereux.

Les conditions de transport couvrent notamment, les aspects suivants : **(Fiche thématique 01)**

- Les caractéristiques du véhicule de transport.
- L'habilitation du conducteur.
- La signalisation du véhicule.
- Les autorisations de transport.
- La nature du déchet transporté.
- Les moyens d'intervention en cas de déversement accidentel.
- Le conditionnement et l'étiquetage des déchets.
- L'escorte et les mesures de sécurité, si exigé par la réglementation **(SONATRACH, 2019)**.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

3.1. Description des points de prélèvement de l'eau de pétrole brute :

Lorsque l'eau sort du réservoir bac de stockage, elle se dirige vers le séparateur pour isoler l'huile restante avec l'eau puis se dirige vers le bournier par un canal qui transporte cette eau. Ils sont distants d'environ 200 mètres. Ci-dessous, nous identifions l'eau de pétrole, le carter et le séparateur, et prélevons un échantillon d'eau des deux.

Les eaux de purge seront acheminées vers un séparateur, est un équipement utilisé dans l'industrie pétrolière pour séparer le pétrole brut de l'eau.

1. l'eau de purge (les eaux de rejet)= l'eau + Une petite quantité de pétrole brute

Pour prélever un échantillon d'eau contaminée par du pétrole, il faut l'isoler du réservoir de pétrole dans lequel elle est condensée pendant 48 heures afin que l'on puisse la séparer complètement des pétroles (pétrole brut). Certains réservoirs de drainage contiennent des traces de pétrole brut,

Le circuit de vide à l'intérieur du bloc d'entrée s'écoule vers un bassin de rétention en un point situé à la base au niveau de la porte, de la boîte de retour et des sorties de vidange en circuit fermé (**Figure08**). Conduites multiples, pollution à l'émission vers la station d'épuration (**séparateur**) De là, nous avons prélevé un échantillon d'eau pour étudier le degré de sa contamination par le pétrole brut et les sédiments qui se déposent dans le séparateur et dans les canaux et forment des bouchons.



Figure08:Les eaux de purges (Bouguettaya, D., *et al.*, 2023)

Le Terminal SP1 est doté d'un réseau séparatif de purge enterré reliant tous les bacs vers le séparateur, par des conduites secondaires et principales de diamètres respectifs 20 et 40 cm. Les inconvénients de ce réseau sont les risques de corrosion et de colmatage par les sédiments de fonds de bacs. Le réseau est relié par écoulement gravitaire aux bassins de traitement(**séparateurs**)(**Sophie k., Gérard I .,2008**)

2. Séparateurs API

Deux séparateurs existent actuellement à SP1, mais seul le séparateur le plus récent reçoit les eaux de purge(**Fig 09**). Le premier séparateur a est constitué de quatre cuves en béton armé. Les deux premières cuves reçoivent le mélange eau/huile, et ont un volume de **114m³**chacune. Les cuves à eau et huile ont une même capacité de **68 m³**. L'eau passe par des chicanes en fond de cuve, du premier compartiment au troisième. Le brut est recueilli dans le quatrième compartiment. La séparation brut/eau est basée uniquement sur une séparation par effet de densité des deux phases. Le brut est récupéré par siphons actionnés mécaniquement vers une conduite dirigée vers le quatrième compartiment, et est renvoyé vers les bacs de stockage par pompage. L'eau est renvoyée automatiquement par pompage vers le borbier situé à l'extérieur de la station (Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009).



Figure09: Séparateur-décanteur n° 2 en activité(**Bouguettaya, D., et al., 2023**)

3. Stockage des boues de fon de bac bourbiers

Les résidus de fond de bac proviennent de la décantation de **sédiments** charriés avec du pétrole dans les réservoirs de stockage du terminal. La fréquence de nettoyage d'un réservoir est d'environ tous les 4 à 5 ans.

Les boues de fond de bac ainsi que les terres souillées de brut ou d'huile sont déposées dans une installation dénommée «**bourbier**» :

- **Un ancien bourbier (I21)** situé à l'intérieur du site d'une superficie de 30 000 m² qui contient 16 000 m³ de sédiment. Son activité a été arrêtée en 2005;
- **2 bourbiers contigus de 75 000 m³** chacun destinés à recevoir les eaux de purge et les sédiments souillés;
- **Une extension de 23 040 m²** destinée à recevoir les eaux de purge une fois les bourbiers 1 et 2 pleins;
- **Un bourbier à sédiment** construit en 2006 d'une superficie de 6200 m² contenant actuellement 390 m³ de sédiment (Sophie k., Gérard l .,2008)

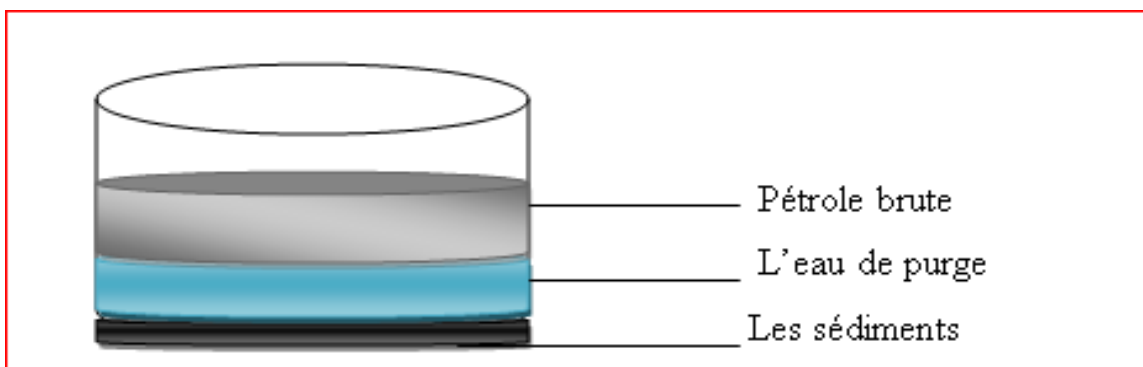


Figure 10 : composition physique de pétrole brut

4. Les sédiments

L'opération de réhabilitation des bacs de stockage des hydrocarbures, qui se déroule généralement une fois tous les **10 ans**, est un processus crucial pour maintenir l'intégrité et la sécurité des installations de stockage. Lors de cette opération, un prestataire spécialisé est chargé de nettoyer le bac et d'éliminer les sédiments accumulés au fil du temps.

La première étape de ce processus consiste à préparer le site en prenant toutes les mesures de sécurité nécessaires. Cela peut inclure l'isolation du bac, la mise en place de barrières de protection et l'utilisation d'équipements appropriés tels que des aspirateurs industriels et des dispositifs de confinement.

Une fois le site préparé, le prestataire procède au nettoyage du bac en utilisant des méthodes spécifiques et des techniques de nettoyage adaptées à la nature des résidus présents.

Une fois le bac propre, les sédiments retirés sont stockés dans des espaces spécialement conçus à cet effet. Ces espaces sont des installations de stockage temporaires, conçues pour garantir une manipulation sûre des sédiments et éviter toute contamination environnementale. Il est essentiel de se conformer aux réglementations environnementales en vigueur.

Le stockage des boues de pétrole jusqu'à ce qu'un contrat d'élimination approprié soit trouvé est une étape importante pour garantir une gestion sûre et responsable de ces déchets. Lorsque l'on recherche un prestataire pour l'élimination des boues, il est essentiel de s'assurer qu'il possède les agréments nécessaires dans ce domaine (Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009).

3.2. Méthode et matériels de prélèvement de l'eau de pétrole (l'eau de rejet)

3.2.1. Méthodes d'échantillonnage de l'eau de rejet(l'eau de pétrole)de séparateur

A l'aide d'une bouteille en bronze attachée à deux fils, un fil pour le bouchon et un fil pour la bouteille. Après avoir retiré le couvercle de la salle souterraine, on descend le flacon en bronze, et lorsqu'il atteint une certaine hauteur, on tire sur le fil relié au bouchon pour prélever un échantillon d'eau, et lorsque le flacon est plein, on tire vers le haut comme indiqué sur la(**Figure11**).



Figure11 : Echantillonnage de l'eau de rejet de séparateur (Bouguettaya, d., *et al.*, 2023)

Nous avons transféré l'eau du flacon en bronze au flacon en plastique stérile d'une capacité de 1 litre tout en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm entre les surfaces du liquide et le bouchon, ce qui facilite l'homogénéisation de l'échantillon au niveau du moment de l'analyse en laboratoire. Nous évitons de placer les doigts ou tout autre objet à l'intérieur du goulot et du couvercle du récipient. Minimiser l'exposition à l'extérieur du contenant pendant l'échantillonnage.

Nous avons écrit l'heure et le lieu sur l'échantillon à l'aide d'une étiquette adhésive pré-collée sur la bouteille Stylo à encre indélébile.

Nous avons couvert soigneusement et hermétiquement tous les conteneurs après l'assemblage.

2. Le bourbier

Dans le domaine de l'exploitation pétrolière, une panoplie des produits chimiques est employée dans la formulation des boues de forage. Ces composés de natures différentes et dont la toxicité et la biodégradabilité sont des paramètres mal définis, sont cependant déversés dans la nature. En plus des hydrocarbures (HC, tels que le gazole) constituant majeur des boues à base d'huile, on note les déversements accidentels du pétrole, ainsi que d'une variété d'autres produits et additifs spéciaux (tensioactifs, polymères, ..) qui peuvent exister sur les sites de forage. Ces rejets sont généralement stockés dans des endroits appelés bourbiers (**Boukhalfa, z., et Tordjemani, y., 2017**).

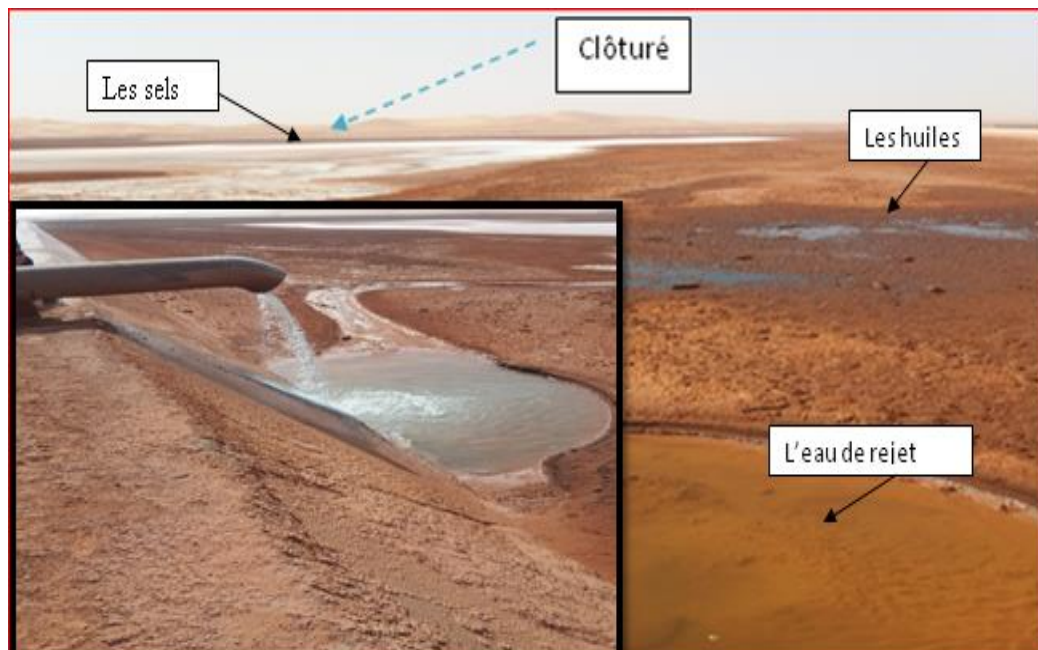


Figure 12: Bourbier de l'eau de rejet in amenasP1 (**Bouguettaya, D., et al., 2023**)

Le bournier est une fosse septique sans toit qui est étanché par un plastique (liner) imperméable qui joue le rôle d'une plateforme pour le bournier, cette architecture qui est inadéquate à cause de la possibilité de pénétration des métaux lourds au sol d'une part et avoir des vapeurs des hydrocarbures voisines du sol d'autre part (**Fig. 12**). (**Boukhalfa, z., et Tordjemani, y., 2017**).

2. Méthodes d'échantillonnage de l'eau de rejet (l'eau de pétrole) de bournier

Nous avons installé la bouteille en plastique dans la tige, Nous avons appelé l'autorité via le téléphone de l'entreprise pour ouvrir le canal (purger) d'eau de rejet. Canal d'eau (l'eau coule lorsque le stockage de pétrole brut est vidé). Le canal reliant le stockage au séparateur à Bournier (Débit et température) (**Fig.12**) avec une odeur nauséabonde et la présence de vents qui font que l'eau se disperse à la sortie du canal

- Nous laissons couler l'eau pendant cinq minutes avant de prendre une commande d'échantillon ;
- Nous nous sommes assurés que l'eau prélevée représente celle circulant d'un débit continu qui ne provoquera pas de turbidités lors de l'échantillonnage. L'eau doit être homogène
- Nous avons rempli la bouteille en plastique stérile 1 litre en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm entre les surfaces de liquide et de bouchon, facilitant l'homogénéisation de l'échantillon moment de l'analyse en laboratoire. Nous avons évité de mettre les doigts ou quoi que ce soit d'autre, à l'intérieur du goulot et du couvercle du récipient, pour réduire l'exposition à l'extérieur du contenant pendant l'échantillonnage (**Fig. 12**).
- Nous avons écrit l'heure et le lieu sur l'échantillon à l'aide d'une étiquette adhésive pré-collée sur la bouteille Stylo à encre indélébile.
- Nous avons couvert soigneusement et hermétiquement tous les contenants après l'assemblage.



Figure13:Echantillonnage de bourbier (Bouguettaya, D., *et al.*, 2023)

3.4.1.les paramètres physico- chimiques mesurables

- A .Ph et Température
- B. Conductivité électrique (EC)
- C. Matières en suspension (MES)
- D. Hydrocarbures
- E. Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène
- E. Mesure de la teneur en carbone organique total (COT)
- F. Mesure de la conductivité des Eau

3.4.2. Méthodes d'analyse

A. Mesure du pH et Température (medkour ,N.,2023)

Nous avons mesuré le pH par multi paramètre, du type : Electrode pH/Pt1000 analogique (SE 101 N)qui donne directement la valeur du pH de l'échantillon ,et exprime également la température de l'eau de pétrole (**Fig. 14**).



Figure14:pH metre (Bouguettaya, D., *et al.*, 2023)

B. Mesure de DBO5

Demande biologique en oxygène (DBO) : la quantité d'oxygène dissous consommée dans des conditions spécifiées durant la dégradation des matières organiques et/ou inorganiques présentes dans l'eau.

❖ Matériels et réactifs

- DBO-mètre (HACH BOD Direct plus) + Incubateur de laboratoire (VELP FOC-120i).
- pH-mètre (Portavo 907 MULTI).
- Eprouvette graduée.
- Solution d'hydroxyde de potassium (KOH), 12N.
- Inhibiteur de nitrification ATH (allylthiourée).
- Eau distillée ou déminéralisée.



Figure15:DBO -mètre (Bouguettaya, D., et al., 2023)

❖ Mode opératoire

Allumer l'incubateur par le bouton « **ON/OFF** » ;

- 1) Contrôler le pH de l'échantillon (le pH optimal se situe entre 6,5 et 7,5) :
 - Si le pH est trop élevé, neutraliser avec une solution de HCl (1 mol/L) ;
 - Si le pH est trop faible, neutraliser avec une solution de NaOH (1 mol/L).
- 2) Evaluer la plage de mesure de manière à ce que les résultats attendus de l'échantillon se trouvent dans la moitié supérieure de la plage de mesure ;
- 3) Bien mélanger l'échantillon, le laisser brièvement reposer et ensuite le filtrer si nécessaire .
- 4) Mesurer avec précision le volume de l'échantillon et verser-le dans le flacon DBO ;
- 5) Ajouter l'inhibiteur de nitrification et insérer un barreau d'agitation propre dans le flacon ;
- 6) Remplir le réservoir avec 3 à 4 gouttes de la solution KOH et placer-le dans le flacon ;
- 7) Visser fermement la sonde DBO sur le flacon, puis placer le flacon entièrement préparé dans le support à flacons
- 8) Poser l'appareil contenant les flacons remplis sur la plaque d'agitation;

- 9) Avant de commencer la mesure, l'échantillon doit être porté à la température 20 °C. Mettre sous-tension les interrupteurs internes par le bouton « **ON/OFF** » correspondant pour démarrer l'agitateur;
- 10) Allumer le **DBO-mètre** appuyant sur le bouton « **Marche/Arrêt** » ;
- 11) Ouvrir le sous-menu « **Démarrer série mesures** » à l'aide de la touche de sélection rapide « **Start** » ou de la touche fléchée « **droite ►** » ;
- 12) Sélectionner dans « **Poste de mesure / Nom** » le poste de mesure qui contient l'échantillon préparé à l'aide des touches fléchées « **gauche ◀** » et « **droite ►** » ou des « **touches têtes** » ;
- 13) Appuyer sur la touche fléchée « **bas ▼** » pour passer à la partie « **Plage de mesure / Volume échant. / ATH** » et sélectionner la plage de mesure ;
- 14) Appuyer sur touche de fonction « **F2 (Démarrer)** » pour lancer la mesure. Faire incuber l'échantillon pendant 5 jours à 20 ± 1 °C ;
- 15) Pour visualiser les mesures en cours, ouvrir le sous-menu « **Afficher valeurs instantanées** » avec la touche de sélection rapide « **Liste** » ;
- 16) Une fois la mesure terminée, noter la dernière valeur de mesure affichée à côté des postes de mesure ;
- 17) Nettoyer soigneusement les flacons DBO, le réservoir et le barreau d'agitation.

C. Mesure des matières en suspension (MES)

Matières en suspension (MES) : matières éliminées par filtration ou centrifugation dans des conditions définies.

A l'aide d'un appareil de filtration sous-vide, l'échantillon est filtré sur un filtre. Le filtre est ensuite séché à 103 °C et la masse du résidu retenu sur le filtre est déterminée par pesée.

❖ Matériels et produits

- Spectrophotomètre HACH DR 1900.
- Bécher, 150 ml.
- 2 Cuves d'échantillons rectangulaires, 10 ml.
- Eau distillée.

❖ Mode opératoire

- 1) Allumer le spectrophotomètre par le bouton « **marche/arrêt** » ;
- 2) Appuyer sur « **Paramètres** », ouvrir « **Programmes favoris** », sélectionner le test « **630 Solides suspension** », puis appuyer sur « **démarrer** » ;
- 3) **Préparer le blanc** : remplir une cuve d'échantillon avec 10 ml d'eau du robinet ou d'eau distillée ;
- 4) Nettoyer la cuve du blanc, puis insérer-la dans le porte-cuve de sorte que la ligne de remplissage soit à droite ;
- 5) Appuyer sur « **Zéro** ». L'écran affiche **0 mg/L TSS** ;
- 6) Préparer l'échantillon : mélanger bien l'échantillon, puis verser 10 ml de l'échantillon mélangé dans la deuxième cuve d'échantillon ;
- 7) Agiter l'échantillon préparé pour éliminer toutes les bulles d'air et suspendre uniformément tout résidu ;
- 8) Nettoyer la cuve d'échantillon préparée, puis insérer-la dans le porte-cuve de sorte que la ligne de remplissage soit à droite ;
- 9) Appuyer sur « **Mesurer** ». Les résultats s'affichent en **mg/L TSS**.

D. Test Teneur des hydrocarbures

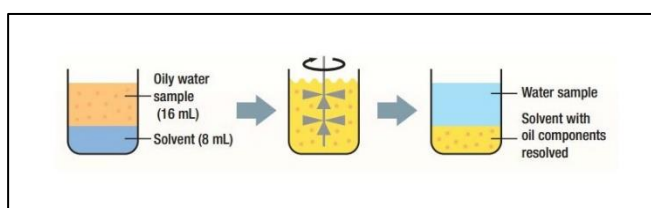
L'échantillon contenant des matières organiques est extrait par le solvant chlorotrifluoro éthylène (S-316) et la concentration de la teneur en hydrocarbures est déterminée au moyen des changements dans la quantité d'absorption de la lumière infrarouge 2930 cm⁻¹ ou 3,4 µm du liquide extrait

❖ Matériels et réactifs

- Analyseur de la teneur en hydrocarbures dans l'eau (HORIBA OCMA-500).
- 2 béchers (150 ml) pour le drainage.
- 2 éprouvettes graduées (20 ml) pour le solvant et l'échantillon.
- Pipette compte-gouttes.
- Solvant S-316 (chlorotrifluoroéthylène).
- Acide chlorhydrique HCl (6 mol/L).
- Eau distillée.

❖ Mode opératoire

- 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 ;
- 3) Placer les béciers pour le drainage, puis effectuer la calibration de l'appareil (voir Procédure de calibration Horiba OCMA-500) ;
- 3) Si l'échantillon contient des impuretés, filtrer-le à l'aide d'un papier filtre ;
- 3) Appuyer sur «**MEAS** » ou sur les boutons «**hautobas** » jusqu'à l'affichage de «**Auto Measurement**» ;
- 3) 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 ;
- 3) Utiliser l'autre éprouvette pour verser 16 ml d'échantillon, puis fermer la cuve d'extraction ;
- 4) 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 > Fill Cell > Drainage
Lorsque la séquence de purge se termine, l'écran «**Auto Measurement** » revient.
- 5) Répéter les étapes (7) à (9) jusqu'à ce que «**Number of Purge**» devienne «**0** ». La séquence de mesure démarre et le processus change au fur et à mesure que la séquence progresse :



Extraction > Layer Separation > Fill Cell > Measure

- 6) Une fois le résultat affiché, le liquide de mesure est vidangé (l'écran indique «**Drainage** »).
- 7) A la fin de la mesure, rincer l'appareil.

E. Mesure de la teneur en carbone organique total (COT)

Le carbone total (CT) et le carbone inorganique total (CIT) sont transformés en dioxyde de carbone (CO₂) par oxydation. Le CO₂ formé traverse une membrane perméable aux gaz vers la cuve indicatrice (cuve témoin).

La variation de couleur de l'indicateur est soumise à une évaluation photométrique et la teneur en COT est ensuite calculée comme étant la différence entre le CT et le CIT (méthode différentielle) : **COT=CT-CIT**.

❖ Matériels et réactifs :

- Spectrophotomètre HACH DR 1900+Thermostat HACH LT200.
- Tests en cuve COT : LCK 380 (2 à 65 mg/L COT) et LCK 381 (60 à 735 mg/L COT).
- Eau distillée (pour la dilution).

❖ Mode opératoire

- 1) Allumer le thermostat (LT 200) via l'interrupteur « **marche/arrêt** » à l'arrière de l'appareil, puis appuyer sur « **Début** » pour démarrer le chauffage ;
- 2) Choisir le test en cuve LCK 380 ou LCK 381 en fonction de la valeur du COT prévue de l'échantillon, puis préparer les tests :
- 3) Allumer le spectrophotomètre (DR 1900) par le bouton « **marche/arrêt** » ;
- 4) Appuyer sur « **Paramètres** » pour afficher le « **Menu principal** ». Ouvrir « **Programmes favoris** », sélectionner le test (TOC 380 ou TOC 381), puis appuyer sur « **démarrer** » ;
- 5) Si l'échantillon a été dilué, accéder à *Options > Options avancées > Facteur de dilution* et saisir le facteur de dilution correctif, puis appuyer sur « **OK** » ;
- 6) A la fin de l'analyse, ne pas séparer les cuves combinées l'une de l'autre. Mettre la combinaison de cuves complète dans le biberon (la cuve indicatrice toujours en haut).

F. Mesure de la conductivité des Eaux

Matériels et réactifs

- Analyseur portable Multi-paramètres (Portavo 907 MULTI).
- Sonde de conductivité (SE 680 N).
- Bêchers en verre (150 ml).
- Standard de conductivité (1413 µS/cm à 25°C).
- Eau distillée.



Figure16 : Analyseur portable Multi-paramètres (Portavo 907 MULTI). (Bouguetaya, D., *et al.*, 2023)

Mode opératoire

- 1) Raccorder la sonde de conductivité à l'appareil ;
- 2) Allumer l'appareil en appuyant sur « meas » ou « on/off » ;
- 3) Faire une calibration de la sonde avec le standard de calibration (voir Procédure de calibration Portavo 907)
- 4) Mettre l'échantillon dans le bécher, puis insérer la sonde (insérer la partie sensible à la mesure) ;
- 5) Si possible, mesurer la conductivité à $25 \pm 0,1$ °C. Sinon, donner la température de mesure réelle avec la valeur de la conductivité ;
- 6) Après la mesure, rincer soigneusement la sonde à l'eau distillée

La réalisation de cette étude nécessite l'utilisation de deux types d'échantillons d'eau prélevés à des sources différentes Emplacements:

- Échantillon d'eau du séparateur
- Un échantillon d'eau des bourbier

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Nous avons analysé l'eau pétrolière au cours de l'année 2023 et étudié ces résultats entre les années 2020 et 2022 et l'heure actuelle pour déterminer le degré de contamination, sachant que les analyses sont examinées une fois chaque deux mois.

4.1. Résultats

4.1.1. Résultats d'analyse physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole brute

4.1.1.1. Les variations mensuelles

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole brute sont mentionnés dans le tableau05.

Tableau 05 : Résultats d'analyse de l'eau de rejet de pétrole brute

Date de prélèvement	ID Echantillonnage	Teneur HC (mg/l)	MES (mg/l)	COT (mg/l)	DBO5 (mg/IO ₂)	PH	T (C°)	CE (µS/cm)	Normes
28/01/2023	bourbier sp1	209	1114	25,9	7	6,47	21	66,8	HC 5-10 (mg/L)
	séparateur sp1	219	1268	29,8	8	6,2	21,3	73	MES 25-30 (mg /L)
27/02/2023	bourbier sp1	361,6	618	86	5	5,26	20,2	/	DBO5 25-30 (mg/IO ₂)
29/03/2023	bourbier sp1	8,5	1050	/	31	5,09	23	82,2	pH 5-8,5
	Séparateur sp1	214	1002	/	19	5,42	23,3	74,6	T° 30-35 (C°)
17/05/2023	bourbier sp1	54,9	269	/	44	6,88	28,7	68	COT 120 (mg/l)
	séparateur sp1	2840	609	/	42	6,65	33,1	87	CE 1500 µS/cm
13/06/2023	bourbier sp1	9,8	107	/	26	6,48	32,4	/	
	séparateur sp1	38,9	122	/	32	6,85	32,4	/	

A. Teneur HC

La figure 32 représente les variations mensuelles de HC des eaux de rejets cette figure montre une différence entre le bourbier et le séparateur.

Dans les points étudiés, l'évolution mensuelle de HC des eaux au niveau de bourbier est variée entre 8.5mg/l (valeur minimale notée au mois de Mars) et 361.6mg/l (valeur

maximale notée au mois de Février). Au niveau de séparateur, les valeurs de HC sont caractérisées par une valeur faible en mois de Juin et qui atteignent souvent 38.9mg/l et une valeur élevée est enregistrée en mois de Mai (2840 mg/l).

Selon les normes algériennes (**Tab. 05**), la valeur limite de HC est 5-10 mg/l, et notre échantillon ne respecte pas cette valeur déterminée.

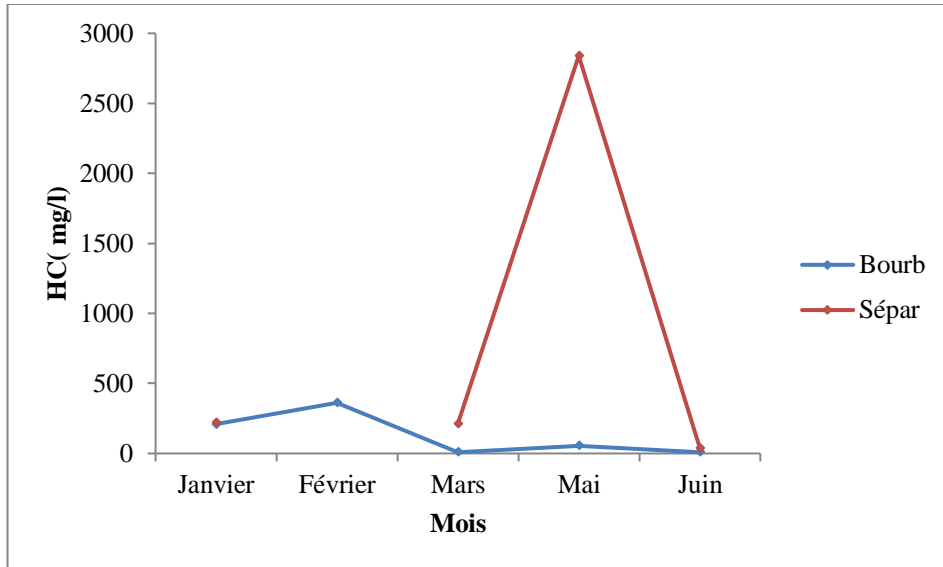


Figure17: Variations mensuelles de teneur de HC des eaux de rejets de pétrole.

B. Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension sont définies comme étant l'ensemble de la matière non soluble qui reste liée à l'eau, elle est en fonction de la nature des terrains traversés, de la pluviosité ainsi que des rejets liquides

La **figure18** présente la comparaison des concentrations en MES en mois de Janvier jusqu'au mois de Juin. On note une grande variabilité entre le borbier et le séparateur.

Pour l'eau de borbier, on constate que les valeurs varient entre 107 mg/l à 1114 mg/l, la valeur maximale est enregistrée en mois de Janvier.

Au niveau le séparateur, les valeurs sont variées entre 122mg/l (valeur minimale est enregistrée en mois de Juin) et 1268 mg/l (valeur maximale est enregistrée en mois de Janvier). Cette évaluation peut être expliquée par forte précipitation dans le mois de janvier.

25-30 mg/l est la valeur limite indiquée par les normes algérienne et selon le tableau 07notre échantillon dépasse cette norme.

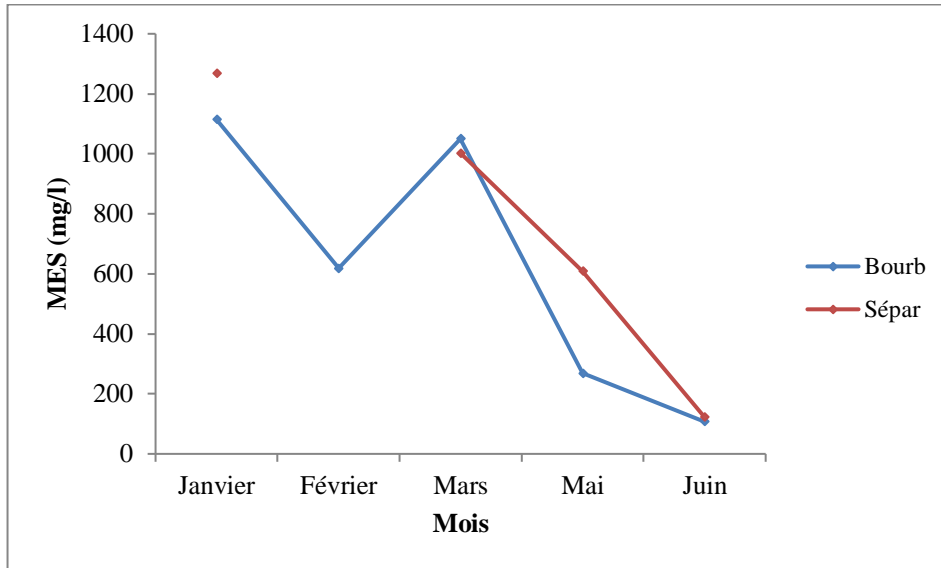


Figure18: Variations mensuelles de MES des eaux de rejets de pétrole.

C. Carbone organique total (COT)

La figure 19 représente les variations mensuelles de COT des eaux de rejets. Les concentrations enregistrées en COT ne présentent pas généralement de variation notable entre le borbier et le séparateur.

Dans les points étudiés, l'évolution mensuelle de COT des eaux au niveau de borbier est variée entre 25.9mg/l (valeur minimale notée au mois de janvier) et 86mg/l (valeur maximale notée au mois de Février). Au niveau le séparateur, les valeurs de COT sont caractérisées par une seule valeur faible en mois de Janvier et qui atteignent souvent 29,8mg/l.

La valeur maximale admissible de COT est 120 mg/l selon les normes Algérienne, donc les valeurs de notre échantillon n'ont pas été dépassées.

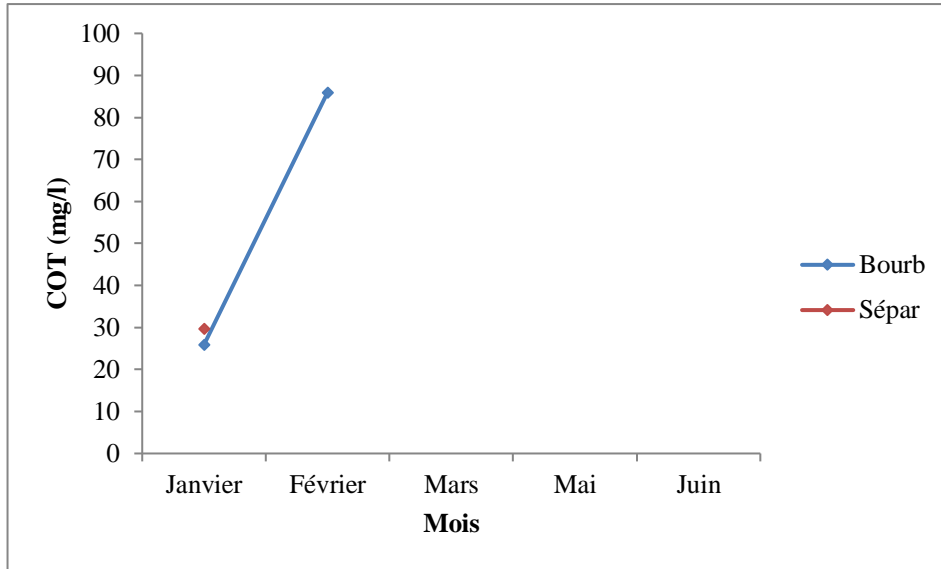


Figure19: Variations mensuelles De COT des eaux de rejets de pétrole.

D.DBO5

La figure 20 montre que la variation des teneurs en DBO5 est identique pour les eaux de bourbier et le séparateur, où les concentrations sont élevées au mois de Mai.

On constate d'après cette figure, que la teneur en DBO5 au niveau le bourbier est 5mgO₂/L au mois de février puis on révèle une augmentation de DBO5 31mgO₂/L à 44 mgO₂/L durant le mois de Mars et mois de Mai, enfin au mois de Juin, il chute vers 26mgO₂/L. Concernant le séparateur, le DBO5 au mois de Janvier été plus minime que celle de mois de Mai et Juin (42mgO₂/L et 32 mgO₂/L) respectivement.

Selon les normes Algériennes (**Tab 05**), les valeurs moyennes de DBO5 de l'eau de rejet de pétrole des sites d'étude sont respectées.

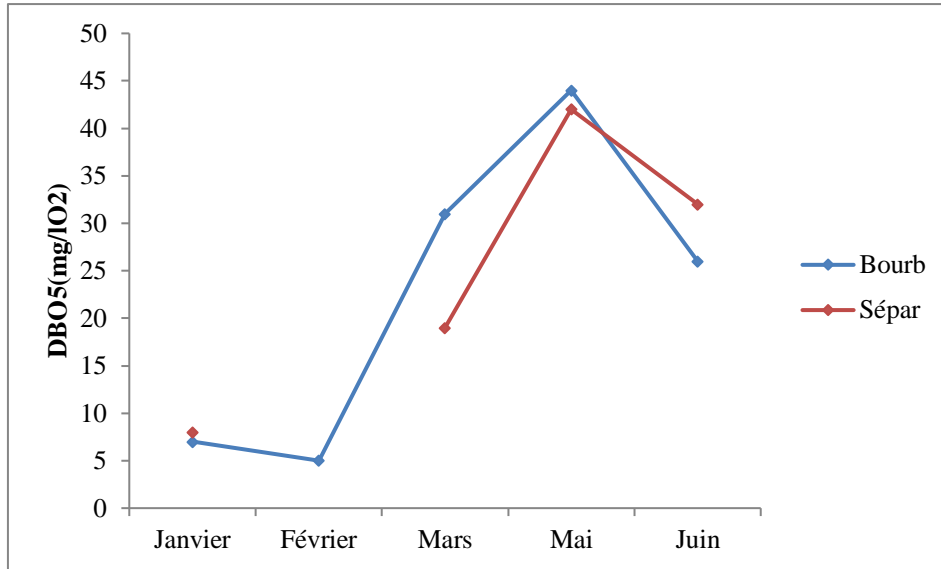


Figure20: Variations mensuelles De DB05 des eaux de rejets de pétrole

E. pH

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau, il donne aussi le degré d'acidité ou d'alcalinité. Un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le goût de l'eau (Aouissi, 2009).

Dans les sites d'études, les valeurs de ce potentiel hydrogène sont variées entre 5.25 et 6.88. De ce fait, le pH est légèrement acide au niveau le bourbier et le séparateur(**Fig. 21**).

Les valeurs limites du pH est entre 5 et 8.5 selon les normes algériennes donc elle n'a pas été dépassée dans notre échantillon.

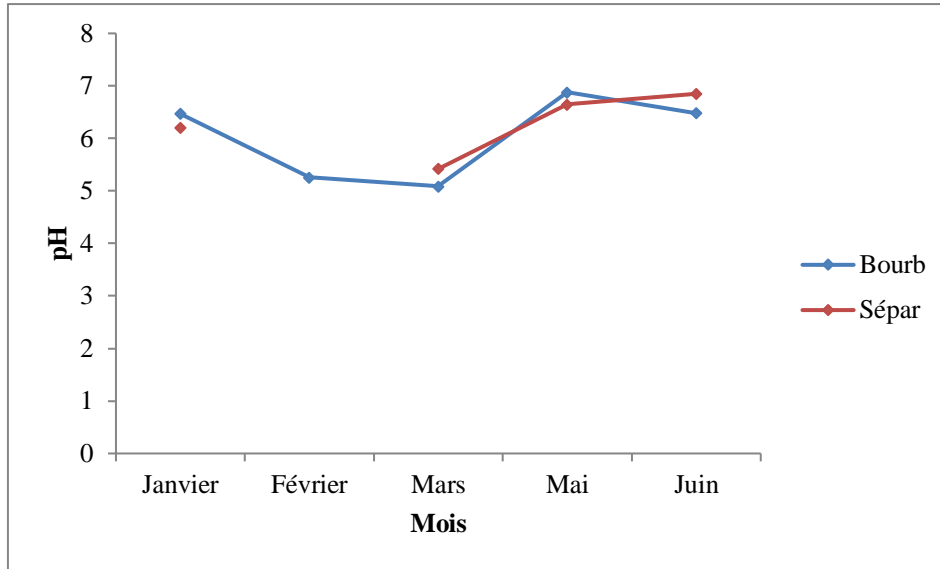


Figure 21: Variations mensuelles De PH des eaux de rejets de pétrole

F. Température

La figure 22 représente les variations mensuelles de température des eaux de rejets. Les valeurs enregistrées en T°C ne présentent pas généralement de variation notable entre le borbier et le séparateur.

La température de l'eau influe sur d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique, Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissous diminue.

L'évolution mensuelle de la température de l'eau au niveau borbier est caractérisée par des valeurs faible en mois de janvier jusqu'au le mois de Mars et qui atteignent souvent 21°C à 23. La température la plus élevée est enregistrée au mois de Juin avec 32.4°C. Concernant le séparateur les valeurs les plus élevées sont enregistrées au mois de Mai et Mois de Juin (33.1°C et 32.4°C) respectivement (Fig. 22). Cette élévation coïncide avec la progression des saisons chaudes et la diminution avec celle des saisons froides et selon les normes Algérienne, la température de l'eau des rejets de pétrole est respectée (30°C à 35°C)

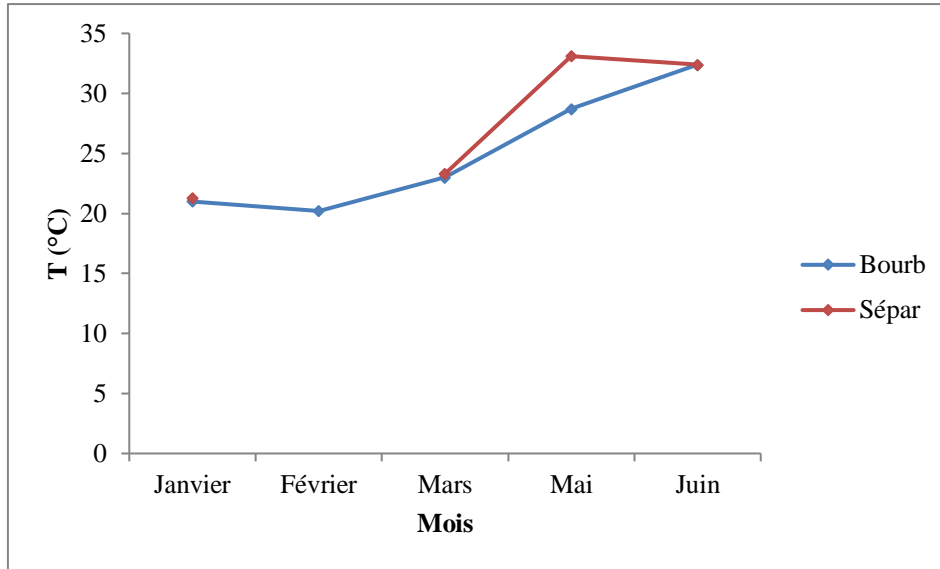


Figure22: Variations mensuelles De T(C°) des eaux de rejets de pétrole

G. Conductivité

La conductivité est également l'un des moyens pour valider les analyses physico-chimiques de l'eau. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également en fonction de la température de , elle est plus importante lorsque la température augmente (6).

D'après la figure 23, on remarque que les valeurs enregistrées en conductivité sont similaires entre le borbier et le séparateur.

Au niveau de borbier les concentrations en conductivité sont variées 66.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 82.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et pour le séparateur, les valeurs de la conductivité sont variées entre 73 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 84=7 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Les normes algériennes indique une conductivité électrique d'une valeur limites 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et selon la figure ci-dessous notre échantillon est dans les normes.

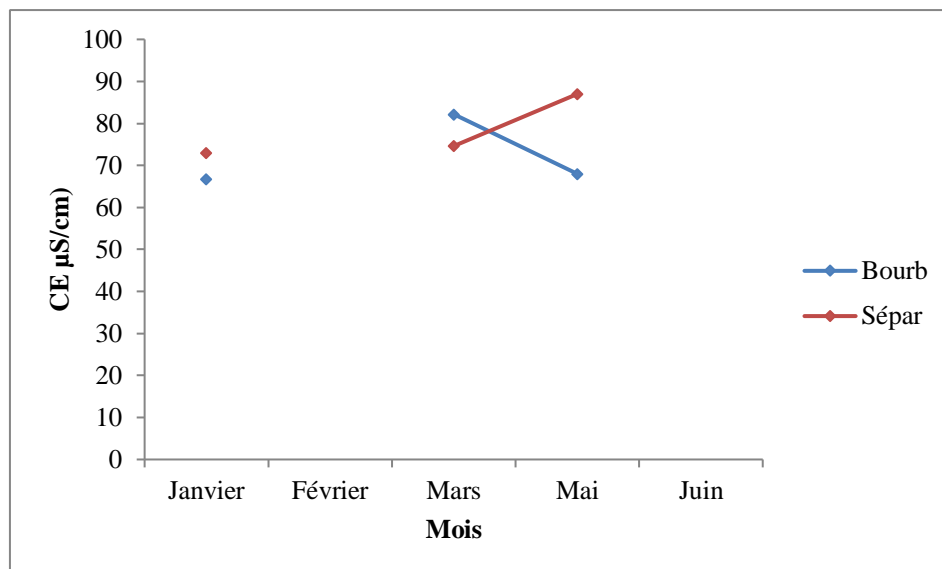


Figure 23: Variations mensuelles de la conductivité des eaux de rejets de pétrole.

4.1.1.2. Les variations annuelles

A. Teneur de HC

Les résultats des analyses de la teneur des hydrocarbures de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 06.

Tableau 06: Moyennes annuelles de HC dans l'eau de rejet de pétrole brute

HC (mg/l)	2020	2022	2023
Bourbier	410	77,25	128,76
Séparateur	/	194,77	827,97

La valeur moyenne annuelle des HC pour l'eau de rejet de pétrole est égale 612.38mg/l. L'évolution spatiale de HC révèle de fortes valeurs au niveau de séparateur et présente des valeurs allant entre 194.77mg/l observée en 2022 et un pic de 827.97mg/l enregistré en 2023 (Fig. 24).

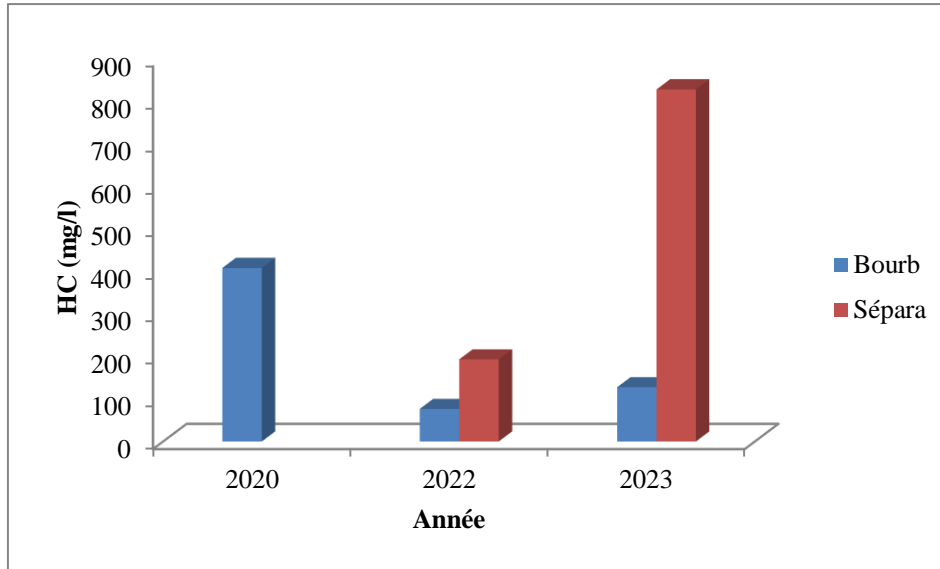


Figure24: Variations annuelles des HC pour l'eau de rejet de pétrole

B. Matière en suspension (MES)

Les résultats des analyses de la matière en suspension de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 07.

Tableau 07: Moyennes annuelles de MES dans l'eau de rejet de pétrole brute

MES(Mg/L)	2020	2022	2023
Bourbier	/	228.28	637
Séparateur	/	357	750.25

Les matières en suspension (MES) dans l'eau sont représentées l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont constituées d'un mélange de particules de limons, d'argile et de matière organique qui sont maintenues en suspension dans la colonne d'eau par la turbulence de l'eau (**Roche, 2011**).

Pour ce qui est de MES, les données issues durant la période d'étude montrent que les solides en suspension suivent une différence dans les deux points de prélèvement retenus pour cette étude.

D'après la Figure 40, les plus faibles valeurs 228.28 mg/l sont mesurées au bourbier en l'année 2022, tandis que les plus fortes caractérisent le séparateur avec 750.25 mg/l en l'année 2023.

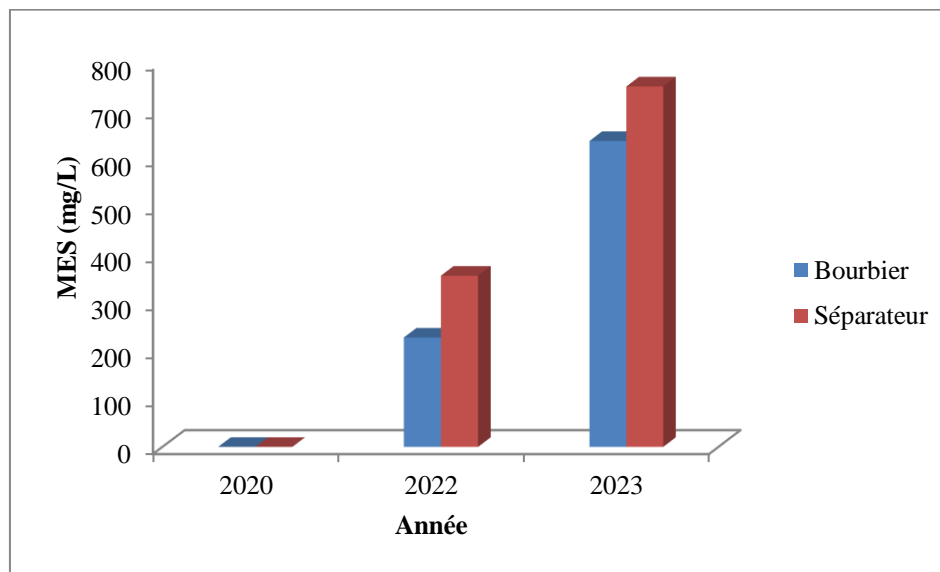


Figure25: Variations annuelles de la MES pour l'eau de rejet de pétrole.

C. Carbone organique total (COT)

Les résultats des analyses du carbone organique total de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 08.

Tableau 08: Moyennes annuelles de COT dans l'eau de rejet de pétrole brute

COT (mg/l)	2020	2022	2023
Bourbier	/	62.75	86
Séparateur	/	97	29.8

L'examen de la Figure 41 permet de constater que les teneurs de **carbone organique total** sont variables d'un point à un autre. Les valeurs maximales consignées atteignent 97 mg/l en 2022 au niveau de bourbier et 86 mg/l en 2023 au niveau de séparateur.

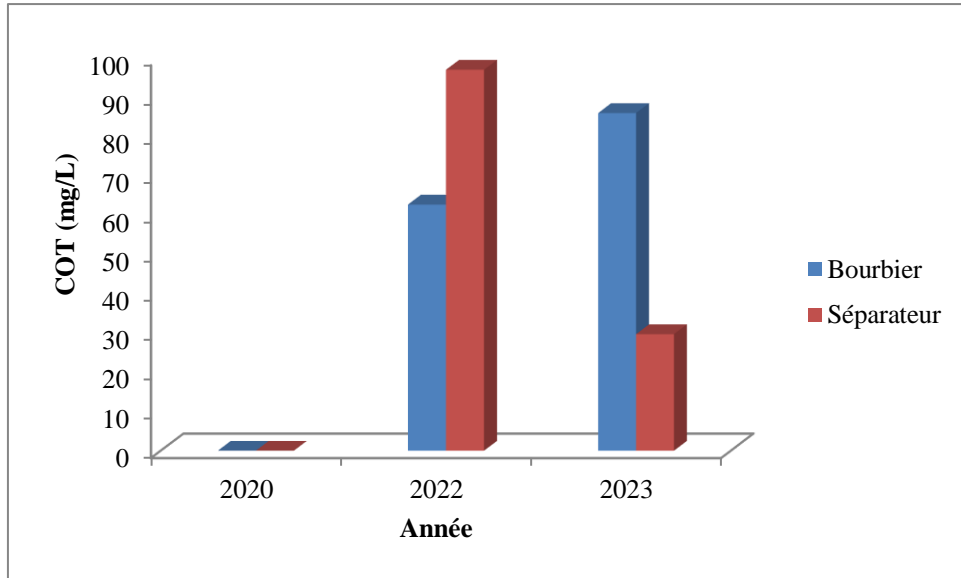


Figure26:Variations annuelles des COT pour l'eau de rejet de pétrole.

D. DBO5

Les résultats des analyses de demande biochimique en oxygène de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 09.

Tableau 09:Moyennes annuelles de DBO5 dans l'eau de rejet de pétrole brute

DBO5(mg O2/L)	2020	2022	2023
Bourbier	/	48.66	20.4
Séparateur	/	22.6	25.25

L'analyse spatiotemporelle des variations de DBO5 a montré, que les deux points, affichent des moyennes semblables. La valeur maximale enregistrée au niveau de bourbier en 2022 et la valeur minimale enregistrée au niveau aussi le bourbier en 2023 (48.66 mg/l et 20.3 mg/l) respectivement.

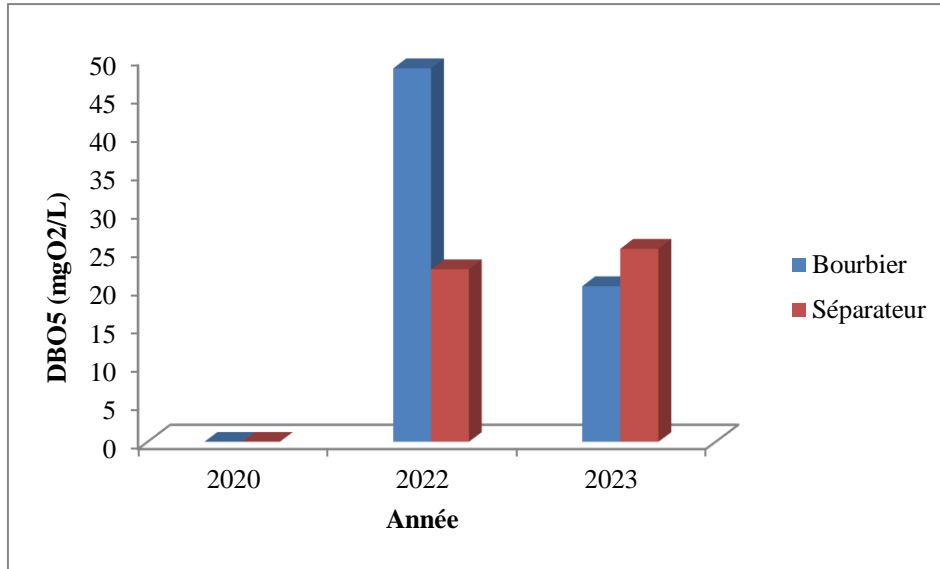


Figure27: Variations annuelles des DBO5 pour l’eau de rejet de pétrole.

E. pH

Les résultats des analyses de pH de l’eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 10.

Tableau 10: Moyennes annuelles de PH dans l’eau de rejet de pétrole brute

pH	2020	2022	2023
Bourbier	6.74	7	6
Séparateur	/	5.5	6.18

Le pH de l’eau mesure la concentration en ions d’hydrogène (H^+), contenus dans l’eau. Il résume la stabilité de l’équilibre établi entre les différentes formes de l’acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates.

Les valeurs observées (**Fig. 43**)révèlent que le pH est légèrement acide dans les deux points échantillonnés. En effet, le pH varie entre 6 en 2023 et 7 en 2022 dans le bourbier et entre 5.5 en 2022 et 6.18 en 2023 dans le séparateur.

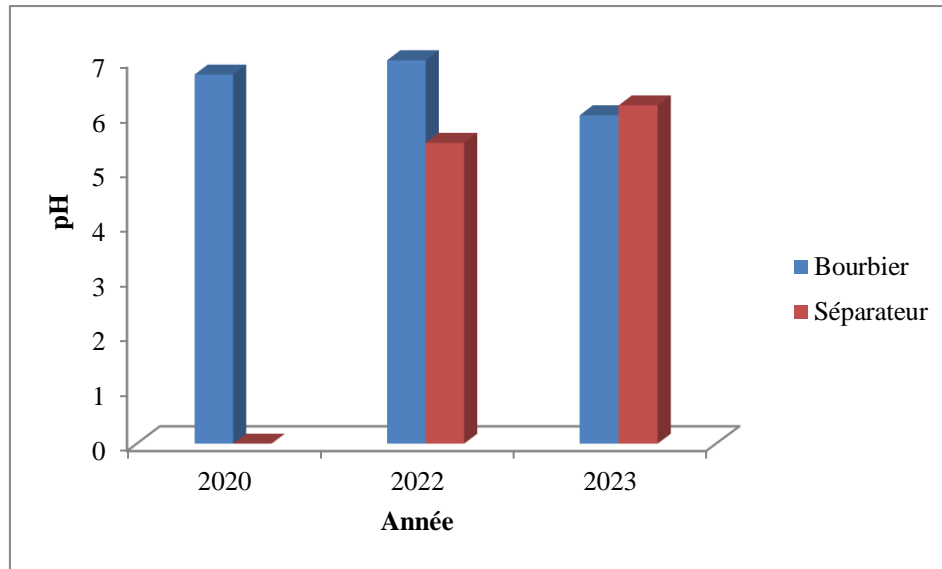


Figure 28: Variations annuelles de pH de l'eau de rejet de pétrole.

F .Température

Les résultats des analyses de la température de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 11.

Tableau 11: Moyennes annuelles de température dans l'eau de rejet de pétrole brute

T(C°)	2020	2022	2023
Bourbier	16.6	27	22
Séparateur	/	25	27.5

Nous avons relevé dans les points étudiées de légères variations annuelles de la température de l'eau (Fig. 44). Dans le bourbier, la température moyenne annuelle la plus élevée 27 °C a été notée au cours de l'année 2022, en revanche la température basse enregistrée atteint uniquement 16.6 °C en 2020. Le séparateur montre une température maximale atteignant 27.5 °C en 2023. La température minimale enregistrée est de 25 °C en 2022.

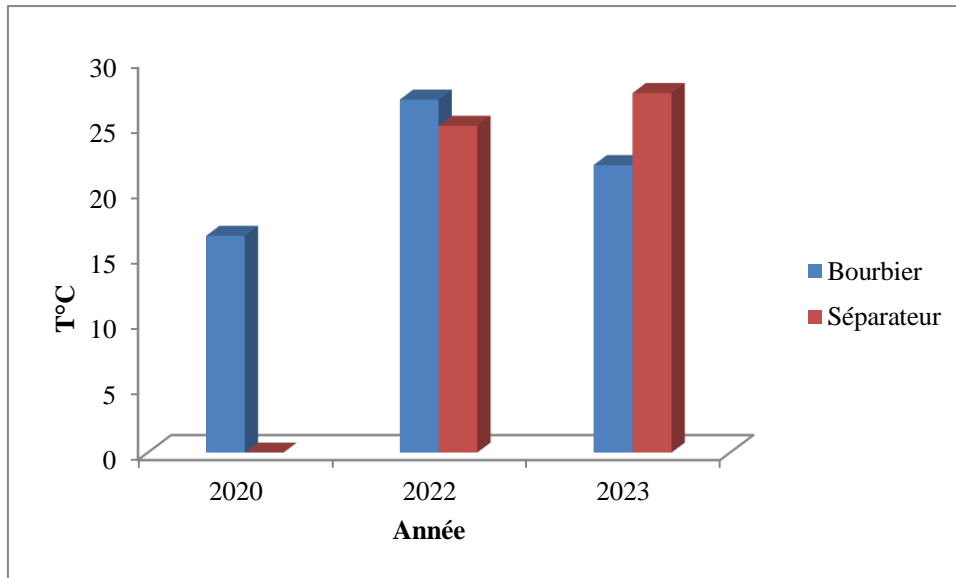


Figure29: Variations annuelles des T(C°) pour l'eau de rejet de pétrole.

G. Conductivité

Les résultats des analyses de la conductivité de l'eau de rejet de pétrole (bourbier et séparateur) sont illustrés dans le tableau 12.

Tableau 12: Moyennes annuelles de conductivité dans l'eau de rejet de pétrole brute

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2020	2022	2023
Bourbier	/	36	72.55
Séparateur	/	68	80

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique.

Les valeurs moyennes enregistrées, montrent des variations faibles (**Fig. 29**). Elles fluctuent entre 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022 et 72.55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2013 au bourbier. Les eaux de séparateur, présentent des variations faibles avec des valeurs allant entre 68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022 et un pic de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistré en 2023.

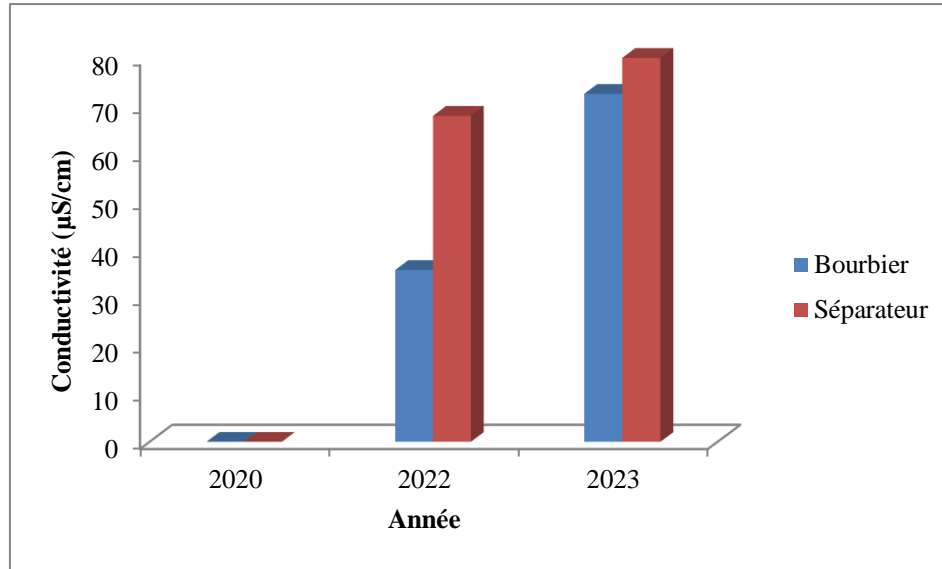


Figure30: Variations annuelles de conductivité pour l'eau de rejet de pétrole.

4.2. Discussion

- Les HAP sont des combinaisons organiques résultant de l'assemblage de plusieurs noyaux benzéniques. Ces composés sont relativement stables et peu solubles dans l'eau. Ils s'adsorbent fortement aux sols et aux matières en suspension et sont, en outre, très solubles dans les graisses ce qui favorise leur bioaccumulation dans les tissus humains et animaux. Plusieurs HAP sont classés comme agents cancérigènes possibles par l'OMS. Les HAM incluent des polluants comme le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène dont les impacts sur la santé peuvent être très importants (diminution de la réponse immunitaire, effet neurotoxique, irritation des voies respiratoires).

Nos résultats montrent une différence entre bourbier et le séparateur. Les HC dans le bourbier varie entre 410 et 128,76 ainsi la variation des HC dans le séparateur est de 194,77 et 827,87. En comparant nos résultats avec ceux de l'OMS nous remarquons que les valeurs enregistrées pour le bourbier et le séparateur étaient largement supérieures alors les résultats obtenus ne respectent pas la norme algérienne.

- Le carbone total (CT) et le carbone inorganique total (CIT) sont transformés en dioxyde de carbone (CO₂) par oxydation. Le CO₂ formé traverse une membrane perméable aux gaz vers la cuve indicatrice (cuve témoin). La variation de couleur de

l'indicateur est soumise à une évaluation photométrique et la teneur en COT est ensuite calculée comme étant la différence entre le CT et le CIT(méthode différentielle) : $COT=CT-CIT$.

Nos résultats montrent une différence entre le borbier et le séparateur. Les COT dans le borbier varié entre 20 et 156 ainsi la variation des HC dans le séparateur est de 18 et 176. En comparant nos résultats avec ceux de l'OMS nous remarquons que les valeurs enregistrées pour le borbier et le séparateur étaient largement supérieures alors les résultats obtenus ne respectent pas la norme algérienne.

- Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, plus le pH est bas, plus la solution est dite acide. Le pH joue un rôle important dans l'épuration biologique aérobie car la biomasse a besoin d'un pH proche de la neutralité pour compléter son activité épuratrice (**Gaid, 1993**),

Nos résultats montrent une eau acide. En comparant nos résultats avec ceux de l'OMS nous remarquons que les valeurs enregistrées pour le borbier et le séparateur respectent les normes.

- La température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité qui favorisent l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration.

Nos résultats montrent qu'il y a une différence de température enregistrée entre le borbier et le séparateur. La température dans le borbier varie entre 16,6°C et 32,4°C cependant nous remarquons un refroidissement de l'eau après épuration qui peut être expliquée par les processus de traitement ainsi la température dans le séparateur varie entre 20,6°C et 33,6°C.

La température de l'eau de rejet ne doit pas dépasser 30°C, ce qui favorise le développement des microorganismes.

En comparant les différentes températures enregistrées avec les normes algériennes et de l'OMS qui varient entre 30°C et 35°C nous retrouvons que la température de l'eau de rejet est dans les normes.

- La conductivité électrique CE d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface séparés l'une de l'autre

de 1 cm et permet d'évaluer la minéralisation globale et d'estimer la totalité des sels solubles dans l'eau (Rodier, 1984).

Nos résultats montrent qu'il y a une différence dans la CE enregistrée entre le borbier et le séparateur. La CE de borbier entre 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 82,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cependant on a remarqué une diminution dans la CE avec l'épuration de l'eau, ainsi la CE de séparateur varie entre 68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 87 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les résultats obtenus ne respectent pas la norme qui est fixé à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- Les particules fines en suspension dans une eau sont soit d'origine naturelle, en liaison avec les précipitations, soit produites par les rejets urbains et industriels. Leur effet néfaste est mécanique, par formation des sédiments et d'un écran empêchant la bonne pénétration de la lumière d'une part (réduction de la photosynthèse), ainsi que par colmatage des branchies des poissons d'autre part.

Leur effet est par ailleurs chimique par constitution d'une réserve de pollution potentielle dans les sédiments (Webmaster)

Nos résultats montrent qu'il y a une différence dans la valeur de la matière en suspension enregistrée entre le borbier et le séparateur. La MES de borbier varie entre 77mg/l et 1114mg/l cependant nous remarquons une diminution dans la MES avec l'épuration de l'eau ainsi la valeur de la MES de séparateur varie entre 609mg/l et 1268 mg/l.

En comparant nos résultats avec ceux de l'OMS, nous remarquons que les valeurs enregistré pour le borbier et le séparateur étaient largement supérieures par rapport aux normes de rejets alors les résultats obtenus ne respectent pas la norme algérienne.

Conclusion générale

Le présent travail porte sur l'étude de quelques paramètres physiques et chimiques de l'eau de rejet de pétrole brute de la station de pompage SP1 de RTI.

Le suivi spatio-temporel de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet de pétrole nous a fourni les résultats suivants:

- Les valeurs de teneur des HC enregistrées au niveau le bourbier et le séparateur étaient largement élevés et ces valeurs ne respectent pas la norme algérienne
- Les variations spatiales de la teneur de carbone organique total ne présentent pas généralement de variation notable entre le bourbier et le séparateur. Et selon les normes algériennes, les valeurs de notre échantillon n'ont pas été dépassées.
- Nos résultats montrent une eau acide et la température de l'eau de rejet est aussi dans les normes.
- Les concentrations de MES est élevée pour les deux sites par rapport aux normes algériennes les concentrations au niveau les deux sites ont dépassé ces normes.
- Enfin, On constate que la planification de la gestion des déchets issus des bacs de stockage des hydrocarbures de SONATRACH est il suivre les normes nationales et international, afin d'améliorer la gestion de déchet des hydrocarbures et protéger l'environnement, dans le futur nous recommandons de:
 - ✓ Sensibiliser l'ensemble du personnel sur la gestion des déchets ;
 - ✓ Réaliser le programme d'inspection des lieux ;
 - ✓ Accélérer le processus de traitement avec l'organisme habilité ;
 - ✓ Réaliser le programme de gestion des déchets ;
 - ✓ Suivre les quantités des déchets générés à travers les reportings ;
 - ✓ Insérer dans les contrats pour le respect du volet environnement et spécialement la gestion des déchets ;
 - ✓ Multiplier les formations et la sensibilisation sur les systèmes de management environnemental et leurs prises en charge ;
 - ✓ Evaluer la performance de l'aspect environnemental significatif pour pouvoir améliorer la gestion de tous les types de déchets .

ANNEXE 1. CADRE REGLE MENTAIRE ET NORMATIF

Principales références réglementaires

Environnement et Développement Durable

- Loi 03-10 du 19 juillet relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable

Gestion des déchets

- Loi 01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

Nomenclature des déchets

- Décret exécutif N° 06-104 du 28 Février 2006 Fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

Etablissements classés et protection de l'environnement

- Décret 06-198 du 31 mai 2006, définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

Nomenclature des installations classées

- Décret 07-144 du 19 mai 2007, fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Etudes d'impact

- Décret 07-145 du 19 mai 2009, déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et de notices d'impact sur l'environnement.

- Décret 08-312 du 5 octobre 2008, fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures

Installations de traitement des déchets

- Décret exécutif 04-410 du 14 décembre 2004, fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Taxes environnementales

- Décret exécutif n° 09-336 du 20 octobre 2009 relatif à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

- Loi 01-21 du 22 décembre 2001 portant loi de finances pour 2002 amendée par la loi 04-21 du 29 décembre 2004 portant loi des finances pour 2005, concernant la taxe de stockage des déchets spéciaux et spéciaux dangereux.

- Loi 17-11 du 27 Décembre 2017, portant Loi de Finances 2018.

Collecte des déchets spéciaux

- Décret exécutif 09-19 du 20 janvier 2009, portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux.

Transport des DSD

- Décret exécutif 04-409 du 14 décembre 2004, fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.

Déclaration des DSD

- Décret exécutif 05-315 du 10 septembre 2005, fixant les modalités de déclarations des déchets spéciaux dangereux.

Plan national de gestion des DS.

- Décret exécutif 03-477 du 09 décembre 2003, fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.

Principales conventions Internationales ratifiées par l'Algérie, en matière de gestion des déchets

- **La Convention de Bâle**

La convention porte sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et leur élimination. La Convention a été ouverte à la signature le 22 mars 1989, et est entrée en vigueur le 5 mai 1992.

L'Algérie a adhéré à la Convention de Bâle, avec réserve, en 1998, par Décret présidentiel n° 98-158 du 16 mai 1998.

La convention vise à réduire le volume des échanges transfrontières de déchets dangereux afin de protéger la santé humaine et l'environnement en instaurant un système de contrôle des mouvements (exportation, importation et transit) et de l'élimination des déchets de ce type.

- **La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants.**

La Convention sur les polluants organiques persistants a été adoptée lors d'une Conférence de Plénipotentiaires, le 22 mai 2001, à Stockholm, en Suède. La Convention est entrée en vigueur le 17 mai 2004, quatre-vingt-dix jours après la soumission du cinquantième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion à la Convention. La Convention de Stockholm protège la santé humaine et l'environnement contre les polluants organiques persistants (POP) à travers une série de mesures visant à réduire et finalement éliminer leurs rejets.

La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants a été adoptée lors d'une Conférence de plénipotentiaires tenue le 22 mai 2001 à Stockholm (Suède). Elle est entrée en vigueur le 17 mai 2004.

ANNEXE 2. FICHES THEMATIQUES.

Fiche thématique 01 : Conditions de transport des déchets spéciaux dangereux

Qualité de l'emballage des DSD lors du transport

- Les DSDC transportés doivent être contenus dans un emballage tenant compte de leur nature, de leur état et de leur danger.
- Pour chaque catégorie de DSD, un arrêté conjoint des ministres chargés de l'environnement et des transports fixe les types d'emballages utilisables en précisant, pour chaque type d'emballage, les caractéristiques de son étanchéité et de sa résistance aux pressions, aux secousses, aux chocs, à la chaleur et à l'humidité.

Conditions liées aux moyens de transport des DSD

- Les moyens de transport des DSD doivent être conçus et adaptés à la nature et aux caractéristiques de danger des déchets transportés.
- Les moyens de transport des DSD sont soumis au contrôle de conformité et à des visites techniques périodiques conformément à la réglementation en vigueur.
- Les moyens de transport des DSD doivent comporter une signalisation externe apparente spécifique à la catégorie des déchets transportés, en vue d'identifier leur nature ainsi que les dangers qu'ils risquent de provoquer.
- Le transporteur des DSD doit justifier d'un brevet professionnel délivré conformément à la législation en vigueur et attestant qu'il a suivi une formation en la matière.

Autorisation de transport des DSD

- Le transport de DSD est soumis à autorisation établie conformément aux dispositions de l'article 24 de la loi n° 01-19.
- L'autorisation de transport de déchets spéciaux dangereux atteste de l'habilitation du transporteur à effectuer le transport de déchets spéciaux dangereux.

Document de mouvement des DSD

- La conformité du transport à la réglementation et à la législation en vigueur ;
- La régularité des interventions de chaque opérateur, et, le cas échéant, le refus d'un intervenant d'exercer la tâche qui lui est dévolue ;

- La conformité des conditions générales du déroulement du transport et notamment de son itinéraire et de ses délais.

Fiche thématique 02 : Autorisation de transport des DSD.

Dossier de demande d'autorisation :

1. Une demande indiquant

- Non/raison sociale,
- Adresse du demandeur,
- La nature, la dénomination et le code des déchets à transporter,
- La liste du personnel de bord,
- Point de chargement,
- Point de déchargement,
- Itinéraire.

2. Copies légalisées en cours de validité

- Des permis de conduire,
- Des brevets professionnels,
- Des contrats d'assurance-transport des conducteurs,
- Des cartes d'immatriculation,
- PV de contrôle technique et de conformité des véhicules et remorques,
- Permis à circuler des véhicules,
- Registre du commerce (de la société sollicitant l'autorisation/ou du transporteur public).

3. La durée envisagée pour le transport des déchets

- Examen de la demande : la réponse à la demande ne doit pas excéder un délai de 02 mois.
- L'avis du ministère chargé des transports est communiqué au ministère de l'environnement dans un délai qui n'excède pas 30 jours.
- Tout refus, doit être notifié au demandeur par l'administration chargée de l'environnement.
- L'autorisation est délivrée par décision du ministère de l'environnement après avis du ministère chargé des transports.
- La durée de l'autorisation est fixée par la décision d'autorisation



Annexe 03 : Règlements (séparateur) (Bouguettaya, D., *et al.*, 2023)

Annexe04 : matériel et méthodes

Matériels et réactifs

- Analyseur portable Multi-paramètres (Portavo 907 MULTI).
- Electrode pH/Pt1000 analogique (SE 101 N).
- Bêchers en verre (150 ml).
- Solutions tampons CaliMat (pH 4 et pH 9).
- Electrolyte pour électrode pH, KCL (3mol/L).
- Eau distillée.

Mode opératoire

- 1) Retirer le capuchon d'immersion de l'électrode et vérifier l'absence de dommages mécaniques. N'utiliser pas d'électrodes endommagées ;
- 2) L'électrolyte KCl (3 mol/L) qui se trouve dans le capuchon peut cristalliser sur l'électrode. Dans ce cas, rincer à l'eau distillée.
Si la quantité d'électrolyte dans le capuchon est insuffisante, placer l'électrode plusieurs heures dans l'électrolyte avant de l'utiliser.
- 3) Une fois vérifiée, raccorder l'électrode pH et la sonde de température à l'appareil ;
- 4) Allumer l'appareil en appuyant sur « meas » ou « on/off » ;
- 5) Avant de procéder à la mesure, calibrer l'électrode avec les solutions tampons (voir Procédure de calibration Portavo 907) ;

- 6) Mettre l'échantillon dans un bécher en verre propre, puis insérer l'électrode (insérer la partie sensible à la mesure) ;
- 7) Observer l'affichage et patienter jusqu'à la stabilisation de la valeur mesurée. Donner le pH et la température de mesure;
- 8) Après la mesure, rincer l'électrode à l'eau distillée et conserver-la dans l'électrolyte. Ne laisser pas l'électrode longtemps dans l'échantillon inutilement.

Annexe 05: Les Evaluer de la plage de mesure

Plage DBO(mg/l)	Volume d'échantillon(ml)	Dosage d'ATH(gouttes)
0-40	428	10
0-80	360	10
0-200	244	5
0-400	157	5
0-800	94	3
0-2000	56	3
0-4000	21,7	1



Annexe 6 : Analyseur d'hydrocarbures HORIBA OCMA-500 Teneur des hydrocarbures dans les eaux de rejets industriels



Annexe 7 : Bourbier de forage à HassiMessaoud (Boukhalfa, Z., et Tordjemani, Y., 2017)



Annexe 8 : Bourbier dû à la fracturation hydraulique à In Salah lors du forage du puits de gaz (Boukhalfa, Z., et Tordjemani, Y., 2017)

Annexe 9 :

POLITIQUE HSE

Au niveau du groupe SONATRACH, la direction de SONATRACH via une Déclaration de Politique HSE s'est engagée à faire de ses performances en matière de Santé, de Sécurité et d'Environnement un critère de progrès].

Le Groupe SONATRACH s'engage à conduire ses opérations avec le souci permanent d'améliorer

les performances HSE, en appliquant les principes ci-après :

1) **PROGRES** Le Groupe SONATRACH s'engage à faire de ses performances Santé, Sécurité et

Environnement un facteur de progrès et de développement stratégique. Le Groupe SONATRACH

considère que son engagement dans une démarche d'amélioration des performances HSE représente également un atout relationnel auprès des groupes financiers, des pouvoirs publics

et les groupes pétroliers puisqu'il lui permet de confirmer, d'une part sa position de leader dans le

marché national et international, et d'une autre part, mettre en avant un certain nombre d'atouts

nécessaires dans les relations que la Groupe développe avec eux tels que : Le respect, la confiance, la crédibilité, la légitimité, ..

2) **PRESERVATION** Le Groupe SONATRACH s'engage à mettre tout en oeuvre pour assurer la

sécurité de ses activités, la préservation de la santé au travail, la protection de l'Environnement et

minimiser les risques éventuels liés à ses activités sur les populations riveraines.

3) **DEVELOPPEMENT DURABLE** Le Groupe SONATRACH s'engage à adopter les principes

de développement durable qui concilient le développement économique au développement social

et à la préservation de l'Environnement et des ressources naturelles. Le Groupe SONATRACH, «

Entreprise citoyenne », a également initié un projet qui concerne le Management de

l'investissement social en vue d'améliorer les conditions de vie des populations les plus défavorisées.

4) **REGLEMENTATION** Le Groupe SONATRACH s'engage à respecter les dispositions réglementaires et les recommandations professionnelles, et mettre en oeuvre les meilleures pratiques qui couvrent des domaines aussi divers que la protection du patrimoine écologique, l'exploitation du milieu naturel, la lutte contre les nuisances, la protection de la santé au travail et les risques d'accidents.

5) **PREVENTION ET GESTION PROACTIVE DU RISQUE** Le Groupe SONATRACH s'engage à mettre en place les procédures internes destinées à prévenir les accidents, les incidents, à

préserver la santé des travailleurs et à protéger l'Environnement. La prévention des risques HSE implique d'agir sur toutes les fonctions et activités liées à la maîtrise des équipements, la maîtrise des procédés, la maîtrise des achats et de la sous-traitance.

6) **AMELIORATION CONTINU** Le Groupe SONATRACH s'engage à s'inscrire dans un processus durable et dynamique d'amélioration aux performances Santé, Sécurité et

Environnement. Cette action se traduit par la mise en place d'un système unique, intégré, cohérent, global qui couvre toutes les activités, toutes les structures et qui décrit des procédures

dans un langage accessible et approprié à chaque niveau d'utilisation.

7) **FORMATION, SENSIBILISATION** Le Groupe SONATRACH s'engage à tout mettre en œuvre pour former et sensibiliser le personnel à la démarche HSE et aux exigences du système Santé,

Sécurité et Environnement.

8) **INFORMATION, COMMUNICATION** Le Groupe SONATRACH s'engage à communiquer à son personnel, à ses clients et aux autorités les informations appropriées, qui couvrent toutes les activités.

9) **RESSOURCES** Le Groupe SONATRACH s'engage à fournir les ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de ses objectifs d'amélioration en matière de Santé,

Sécurité et Environnement.

10) **RESPONSABILITES** Le Groupe SONATRACH s'engage à prendre toutes les responsabilités quant à définition et la mise en oeuvre de la stratégie HSE du Groupe, en

démontrant des comportements HSE adéquats, en définissant clairement les rôles et les

responsabilités HSE, en fournissant des ressources nécessaires et en mesurant, en révisant en en améliorant de façon continu les performances HSE du Groupe SONATRACH **Archive de sonatrach la région (RTI) (2015)**.

Références bibliographiques

- ✚ **Aouissi, A. (2009).** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Mémoire de Magister de l'Université 8 Mai 1945 – Guelma.164P
- ✚ **Archive de sonatrach la région (RTI) (2015).** Le code réseau de transport par canalisation, Sonatrach-spa,
- ✚ **Sophie k., Gérard. I (2008).** Audit environnemental du Terminal Brut OH1/OT1 d'In Aminos)
- ✚ **Bayoucef, B. (2014).** Vérification des paramètres de fonctionnement du sécheur de gaz lourd au niveau de ROURDE NOUSS. Mémoire fin de formation en master en génie chimique soutenue à l'université Ahmed Draia-Adrar.
- ✚ **Bergue, J.M., et Mérienne, D. (1986).** La pollution des sols par les hydrocarbures in nature. Bull, liaison labo P. et ch.-146.pp :62,63-66
- ✚ **Boglin, J.C. (2001).** Propriétés des eaux naturelles. Dossier N° G1110.Environnement Technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.
- ✚ **Boukhalfa,Z.T.Y.(2017).** Etude des méthodes de traitement des boues de forage,Considération environnementale)
- ✚ **Boukhalfa, Z., et Tordjemani, Y. (2017).** Etude des méthodes de traitement des boues de forage, Considération environnementale, master Management de la qualité, Université M'Hamed Bougara- Boumerdes
- ✚ **Boukhalfa, Z., et Tordjemani, Y. (2017).** Stratégie l'état Algérien et, partant Sonatrach dans le domaine environnemental.
- ✚ **Carouge, M. (1995).**Construction et exploitation des réseaux de gaz naturel : Généralités sur le transport international du gaz, Association Technique de l'industrie du Gaz naturel en France, p 1.
- ✚ **Chahad, F. (2019).** Référentiel Gestion des Déchets de SONATRACH, Direction Centrale Santé, Sécurité & Environnement.
- ✚ **Chaineau,C.H., Morel J.L., et Oudot,J. (1997).** Phytotoxicity and plant Uptac of fuel oil.
- ✚ **COPACEL, (2016).** «Guide bacs de stockage » : bonnes pratiques relatives aux opérations de contrôle/maintenance/surveillance».

- ✚ **Djemmal, S. (2008).** Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud -est de Sétif Cas du Guidjal, Université de Constantine, Algérie.
- ✚ **Douma,B., et Kabkoub, M. (2020).**L'application de la méthode HAZOP pour L'analyse des risques liés au stockage des hydrocarbures. Mémoire de Master. Université Fares Yahia de Medea.
- ✚ **DPPR, (1990).**« Rapport d'activité, 1990/1991, recommandations du Comité Français pour la contribution de la France à la Décennie » France.
- ✚ **Drissi, M.(2020).** Etude de récupération des pertes par évaporation au niveau des bacs de stockage brut.Mémoire de master, Université Mohamed khider de Biskra,Département de chimie industrielle.
- ✚ **Duchaufour, P. (1991).**Pédologie. Masson.
- ✚ **Fatal, P. (2008).** Pollution des cotes par hydrocarbures. Presse universitaire des rennes.
- ✚ **Fertikh,N. (2017).** Etude de la section de réfrigération au propane pour une meilleure exploitation durant les périodes chaudes (T d'air ambiant > 42°C). Modélisation mathématique. Mémoire de master. Université Badji Mokhtar-Annaba.
- ✚ **Fezani, S., et Khider, F., (2007).** Toxicité des hydrocarbures vis-à-vis des plantes, leurs caractérisations et leurs effets sur la microflore du sol. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en biologie U.M.M.T.O.
- ✚ Ingénierie de détail étude d'impact environnemental ,2009).
- ✚ Fiche technique Séparateur Terminal départ spl
- ✚ **Gaucher, G. (1968).** Traité de pédologie agricole. Le sol. Dunod.
- ✚ **Julien, A., et Jean, CH. (2008).** « Actualisation des outils de modélisation de propagation des pollutions par hydrocarbures » Direction des documents pédagogiques de l'ENSOSP. Mémoire de formations spécialisées.
- ✚ **Kardache, M., & Lounis, A. (2015).** Stockage des hydrocarbures, 1 ère Partie, Département, Stockage des Mécanique Pétrolière et Transport des HC, Ecole d'Arzew, IAP.

- ✚ **Lakehal, M., et Gadra, A.(2022).** «Etude sur les techniques de stockage de GNL »
Département de génie mécanique.Mémoire de master. Université kasdi merbah
Ouargla.
- ✚ **(medkour ,N.,2023) laboratoire RTI.**
- ✚ **Bounoughaz, M., et al., (2012).** Traitement de l'eau associée au pétrole avant
sa Hydrocarbons. J. Environ. Qual. Vol 26
- ✚ **Ministère De La Sante Publique Et De L'environnement 1987.** « Arrêté »
- ✚ **Fen, N.(2006).**Parties 1 à 5: Conception et fabrication de réservoirs en acier plat,
verticaux, cylindriques, construits sur site, destinés au stockage des gaz réfrigérés,
liquéfiés, dont les températures de service sont comprises entre 0°C et – 165°C.
- ✚ **Nichan, M.(2006).** « Risques et accidents industriels majeurs »
- ✚ **PDF Techniques De Prélèvement Des Échantillons Pour L'analyse
Microbiologique Des Aliments Et De L'eau EAA-REF-MIC-540**
- ✚ **Pnue OMS/Unesco/OMM (1992).** « Guide pratique GEM/EAU », Programme
mondial de surveillance et d'évaluation de la qualité des eaux, troisième édition,
GEM/W.95.1.
- ✚ **Présentation RTI. (2020).** Version Final. Présentation Sonatrach : la
région de transport In-Aminas.
- ✚ **Boukhanoufa, B. (2008).**Rapport fin de stage « Transport de pétrole brut via
l'ouvrage OH1 ». Audit environnemental du Terminal Brut OH1/OT1 d'In Aménas
(Algérie) Sonatrach - TRC – RTI
- ✚ **Senagria, Z.(2022).** Analyse de risque de la station de pompage SP1 Bis par la
méthode AMDEC, Département de Génie Mécanique.Mémoire de master.
Université Mohamed Khider de Biskra
- ✚ **Sonatrach– TRC.(2019).** Rapport d'étude, Etude de dangers du terminal brut
OH1/OT1 d'In Aménas (Algérie)
- ✚ **Sonatrach, (2023).**Description du Réseau de Transport par Canalisation des
hydrocarbures & Tarifs de Transport pour l'Année 2023
- ✚ **Sonatrach, (2006).** RTI, Rapport annuel Département EXO)
- ✚ **Sonatrach, (2009).** TRC – RTI, Rapport final Environnementale Analysis et
Remediation Technologies. Etude d'impact environnementale, SH RTI
Département Travaux Neufs

- ✚ **Sonatrach**,Données climatologique sur 10 ans, précipitations
- ✚ **Sonatrach, (2019)**. Référentiel Gestion des Déchets de Sonatrach, Direction Centrale.
- ✚ **Yacine, Y.(2006)**.Environmental Impact assesment of the driling activities in the Hassi Messaoud field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University,Aberdeen
- ✚ **Zerniz, I., (2016)**. Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un débutaniseure, Mémoire de Master en raffinage et pétrochimie soutenue à l'université de Boumerdès.
- ✚ **Ztlatikite, F. (1997)**. « Sumposium Binnal».volume I Session 2

SitesWeb

- ✚ [1] <https://tenes.info/nostalgie/TINFOUCHY/CARTE>
- ✚ [3] Fiches techniques terminal Ohanet (donner par l'entreprise).
- ✚ [4] <https://sonatrach.com>. Chimie_PresGen.htm. (09/09/2023)
- ✚ [5][https://fac.umc.edu.dz/fstech/cours/G%20Transport/chapitre%203%20Sto](https://fac.umc.edu.dz/fstech/cours/G%20Transport/chapitre%203%20Stockage%20des%20Hydrocarbures%20M1TDH.pdf)
[ckage%20des%20Hydrocarbures%20M1TDH.pdf](https://fac.umc.edu.dz/fstech/cours/G%20Transport/chapitre%203%20Sto) (12/03/2023) (Archive de sonatrach la région RTI)..
- ✚ [6] <http://www.oieau.fr/refea/fiches/AnalyseEau/Physico>