

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département du Génie de l'Environnement
Laboratoire des Biotechnologies Environnementales et Génie des Procédés
PROJET DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
D'ETAT EN GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

THÈME :

**Conception de Bassin de Décantation pour une Station
de Déshuilage selon les Normes API à SONATRACH**

Proposé et dirigé par :
Mr. H.BEKKARI

Etudié et présenté par :
M^{elle}.IDIR Meriem
M^{elle}.DEFAFLIA Saloua

Suivi par :
Pr. N.MAMERI

Soutenu le : 22/06/2013 devant le jury suivant :

N. ABDI
H.GRIB
N. MAMERI
H. BEKKARI

Professeur à l'ENP
Professeur à l'ENP
Professeur à l'ENP
Ingénieur à SONATRACH

Présidente
Examineur
Promoteur
Promoteur

PROMOTION Juin 2013

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Le Tout Puissant pour nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour aboutir à la réalisation de ce travail.

Ce travail a été réalisé à la Direction de Production Hamra de SONATRACH en collaboration avec le laboratoire des Biotechnologies Environnementales et Génie des Procédés du Département du Génie l'Environnement de l'Ecole Nationale Polytechnique.

Sur ce, nous tenons à remercier vivement et profondément, notre promoteur Mr. N. MAMERI, professeur à l'ENP, pour avoir accepté de nous encadrer, suivi et prodiguer de précieux conseils non seulement durant le déroulement du mémoire mais tout au long de notre parcours en tant qu'étudiantes.

Nous remercions également, Mme N. ABDI, professeur à l'ENP, pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de notre soutenance et pour nous avoir aidées à réaliser ce projet, Mr. H. GRIB, Maître de conférences A à l'E.N.P, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements s'adressent à Mr. R. BOUARAB, professeur à l'ENP et Chef de Département du Génie de l'Environnement pour sa patience et sa disponibilité.

Nous remercions bien évidemment, Mr. R. CHEDDANI, directeur de HAMRA, pour nous avoir accueilli au sein de la direction et mis à notre disposition tous les moyens qui ont contribué au bon déroulement de notre stage, notre promoteur Mr. H. BEKKARI Ingénieur en Environnement, pour sa disponibilité.

Nous tenons également à remercier du plus profond de nos cœurs nos familles et en particulier nos parents sans qui nous ne serons pas ce que nous sommes aujourd'hui et sans qui nous ne serons pas arrivées jusqu'ici.

Nous remercions aussi Ami Saleh, qui a toujours été là pour nous aider pendant ces cinq années.

Nos pensées vont également à nos amis et camarades qui nous ont toujours soutenues.

Tous ceux qui nous ont aidées de près ou de loin, trouveront ici l'expression de notre gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A ma très chère mère, Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon Père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A la mémoire de mon grand père Akli, que Dieu ait ton âme et t'accorde sa sainte miséricorde.

A ma jumelle, Nesrine qui m'a toujours soutenue, depuis la seconde ou j'ai ouvert les yeux!

A mon petit frère, Ilyes.

A ma grand-mère et mes tentes, Naziha et Sanaâ, je sais que ma réussite compte beaucoup pour vous. Merci pour tout le bien que vous me faite.

A ma petite cousine Sara.

A Khalil, qui m'a toujours aidé et pour qui je porte une grande estime.

A Karim, qui a veillé sur notre bien-être nous lors de notre stage au sud.

A Ami Saleh, le symbole de la gentillesse et de la bonne foi.

A Saber, un ami qui a toujours été là pour moi et qui m'a beaucoup aidé durant ces cinq ans.

A mes amis Karim, Madjid, Hakim, Salima et Souad.

A mon binôme Saloua avec qui j'ai partagé ces trois mois.

Et puis... Les meilleurs pour la fin. A mes amis de la promotion 2013. Trois ans sont passés et c'était que du bonheur.

Merci du fond du cœur !

Meriem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

Ma très chère mère qui pense à moi toujours

Dans ma présence et mon absence, et à mon très

Cher père qui n'as pas pus être avec moi aujourd'hui mais qui restera toujours dans mon cœur.

A mes Sœurs : Linda, Zakia, hanene, Anissa, Ismahane et sondouse qui seront toujours présentes dans ma pensée.

A mes Frères : Abdelkader, Hamza & Ilyes.

A mon Promoteur Hichem pour son aide précieuse et sa gentillesse.

A Ami Sadok, Ami Omar de m'avoir donné leurs conseils tout le long de ce travail.

A mes Frères Khalil, Karim qui m'ont aidée durant la période du stage au sud.

A mes chers amis : Aziza, Wahiba, Hadjer, Manel.

A mon binôme Meriem, avec qui j'ai passé des moments inoubliables.

A toute ma promotion 2013.

A tous ceux qui m'aiment et qui me portent dans leurs cœurs.

Saloua...

«Avec deux cuillerées à soupe d'huile, je peux recouvrir le lac Léman»
I. Langmuir, prix Nobel de Chimie 1932.

Liste des tableaux

Partie théorique

Tableau II.1 : Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles.....	19
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Partie expérimentale

Tableau I.3 Principaux flux d'eaux usées	36
Tableau III.1. Caractéristiques de l'appareillage.....	44
Tableau III.2. <i>Valeurs du débit entrant des mois d'avril et de mai</i>	46
Tableau III.3. <i>Valeurs des paramètres température, pH, conductivité</i>	47
Tableau III.4. <i>Valeurs des matières en suspensions</i>	48
Tableau III.6. <i>Valeurs des nitrates</i>	50
Tableau III.8. <i>Valeurs des phosphates</i>	51
Tableau III.9. <i>Valeurs des teneurs en hydrocarbures</i>	52
Tableau III.10. <i>Valeurs de la DBO₅</i>	53
Tableau III.11. <i>Valeurs de la DCO</i>	54

Liste des figures

Partie bibliographique

Figure III.1. Le séparateur gravitaire.....	23
Figure III.2. Séparateur rectangulaire	25
Figure III.4. Séparateur lamellaire.....	26

Partie expérimentale

Figure I.1. Situation géographique du champ HAMRA.....	1
Figure I.2. Organigramme représentatif de Schéma de l'unité de traitement (HAMRA).....	33
Figure I.3. Classification des déchets.....	34
Figure II.1. Unité 320.....	42
Figure III.1. Représentation graphique de la variation des débits entrants des eaux huileuses et sanitaires durant les mois d'avril et de mai.....	46
Figure III.2. Représentation graphique de la variation des MES à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	48
Figure III.3. Représentation graphique de la variation du NH_4 à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	49
Figure III.4. Représentation graphique de la variation des NO_3^- à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	50
Figure III.5. Représentation graphique de la variation des nitrites à l'entrée de T06 de mélange des eaux huileuses et sanitaires et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12.....	51
Figure III.6. Représentation graphique de la variation des phosphates à l'entrée de T06 de mélange des eaux huileuses et sanitaires et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	52
Figure III.7. Représentation graphique de la variation des teneurs en hydrocarbures à l'entrée de l'unité de déshuilage T01, à sa sortie P03 et à l'entrée des bassins d'évaporation T06.....	53
Figure III.8. Représentation graphique de la variation de la DBO_5 à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	54

Figure III.9. Représentation graphique de la variation de la DCO à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.....	55
Figure IV.1. Les valeurs du facteur de correction de débit.....	59
Figure IV.2. Coupe sagittale du bassin de décantation.....	62

Les Abréviations

MES Matières En Suspension

DCO Demande Chimique en Oxygène

DBO Demande Biochimique en Oxygène

HC Hydrocarbures

API American Petroleum Institut. .

pH Potentiel hydrogène.

d profondeur d'eau dans le bassin API

B largeur du bassin API

L la longueur du bassin API

V_t la vitesse ascensionnel des globules d'huile

A_t la surface latérale du bassin API

V_h la surface horizontale du bassin API

A_h la surface horizontale du bassin API

T temps de rétention

T_s tmps de séjour

Q_m débit d'eau usée

D le diamètre des globules d'huile

ρ densité de l'eau

ρ' densité de l'huile

η viscosité absolue de l'eau.

g accélération gravitationnelle

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Etude bibliographique

Chapitres I : Notions sur la pollution de l'eau

Introduction	5
I.1. Définition de la pollution de l'eau et ses impacts.....	5
I.2. Les différentes qualités des eaux usées.....	6
I.2.1. Les eaux domestiques	6
I.2.2. Les eaux pluviales.....	7
I.2.3. Les matières de vidanges	7
I.2.4. Les eaux usées industrielles.....	7
I.3 Les classifications de pollution.....	7
I.3.1. La pollution biologique.....	8
I.3.1.1. La pollution microbiologique.....	8
I.3.2. La pollution physique.....	8
I.3.2.1. La pollution thermique.....	8
I.3.2.2. La pollution radioactive.....	8
I.3.3. La pollution chimique.....	8
I.3.3.1. La pollution par les hydrocarbures	8

Chapitres II : La pollution de l'eau par les hydrocarbures

Introduction.....	11
II.1. La nature de la pollution.....	11
II.1.1. La pollution minérale	11
II.1.2. La pollution organique.....	11

II.1.3. La pollution par les hydrocarbures.....	11
II.1.3.1. Les hydrocarbures libres.....	11
II.1.3.2. Les hydrocarbures en émulsion mécanique.....	12
II.1.3.3. Les hydrocarbures en émulsion chimique.....	12
II.1.3.4. Les hydrocarbure dissous	12
II.2. La composition de la pollution	13
II.3. Les impacts de la pollution par les hydrocarbures.....	13
II.3.1. La pollution surnageante par nappe d’huile.....	13
II.3.2. La pollution dissoute.....	14
II.4. Les paramètres indicateurs de la pollution.....	14
II.4.1. La température.....	14
II.4.2. Le pH.....	14
II.4.3. La conductivité... ..	14
II.4.4. Les matières en suspension.....	15
II.4.5. Le teneur en hydrocarbures.....	15
II.4.6. La demande chimique en oxygène.....	15
II.4.7. La demande biologique en oxygène.....	15
II.4.8. L’azote.....	15
II.4.9. Le phosphore.....	15
II.5. La législation Algérienne sur les eaux usées.....	15

Chapitres III : Les procédés de traitement des eaux usées

Introduction.....	19
III.1. Les procédés gravitaires.....	19
III.1.1. Le prédéshuilage	19
III.1.2. Le principe de déshuileur.....	19

III.1.2.1. L'objectifs.....	19
III.1.2.2. Théorie de base.....	20
III.1.3. Les types des séparateur eau-huile.....	23
III.1.3.1. Le séparateur classique.....	23
III.1.3.2. Le séparateur lamellaire	24
III.1.3.3. Séparateurs lamellaires coalescents.....	24
III.1.4. Domaine d'application.....	25

Etude expérimentale

Chapitre I : Présentation du champ HAMRA.

I.1. Historique du champ HAMRA	28
I.1.1. Situation géographique	28
I.1.2. Le cadre géographique.....	28
I.1.3. Données climatiques.....	28
I.2. Historique du développement.....	29
I.3. Activité du champ HAMRA.....	30
I.3.1. Présentation de l'usine de HAMRA.....	30
I.3.2. Technique de traitement de gaz.....	31
I.4. La pollution dans le champ HAMRA.....	32
I.4.1. La pollution sonore.....	32
I.4.2. La pollution atmosphérique.....	32
I.4.3. La pollution du sol.....	33
I.4.3.1. déchets ménagers et assimilés.....	33
I.4.3.2. déchets inertes.....	33
I.4.3.3. déchets spéciaux.....	33
I.4.3.4. déchets spéciaux dangereux.....	34

I.4.3.5. Déchets de soin	34
I.4.4. La pollution de l'eau.....	34
Chapitre II : La station de déshuilage (l'unité 320).	
Introduction.....	37
II.1. Description de l'unité	37
II.1.1. L'installation de traitement des eaux huileuses	37
II.1.1.1. Description des circuits et des équipements du système eaux huileuses.....	38
II.1.2. L'installation de traitement des eaux sanitaires.....	39
II.1.2.1. Description des circuits et des équipements du système eaux sanitaires.....	40
Chapitre III : Etude de l'efficacité et la performance de l'unité 320.	
III.1. Matériels.....	43
III.2. Méthodes	43
III.2.1. pH et température	43
III.2.2. Conductivité	43
III.2.3. MES.....	43
III.2.4. Ammonium.....	43
III.2.5. Nitrate.....	43
III.2.6. Nitrite.....	43
III.2.7. Phosphates.....	44
III.2.8. Métaux lourds.....	44
III.2.9. DBO5.....	44
III.2.10. DCO.....	44
III.2.11. Teneur en hydrocarbures	44
III.3. Résultats et discussions.....	44
III.3.1. Débit d'entrée	45

III.3.2. Composition physico-chimique des eaux usées	46
III.3.2.1. La température.....	46
III.3.2.2. La conductivité électrique.....	46
III.3.2.4. Les MES.....	47
III.3.2.5. L'ammonium.....	48
III.3.2.6. Les nitrates	49
III.3.2.7. Les nitrites	49
III.3.2.8. Les Phosphates	50
III.3.2.9. Les métaux lourds.....	51
III.3.2.10. La teneur en hydrocarbure.....	51
III.3.2.11. LA DBO5.....	52
III.3.2.12. La DCO.....	53
III.4. Efficacité de traitement.....	54

Chapitre IV : Dimensionnement de décanteur aux normes API

IV.1. Conception d'un séparateur eau-huile.....	57
IV.2. Dimensionnement d'un séparateur eau-huile.....	57
IV.2.1. Vitesse ascensionnelle.....	58
IV.2.2. Surface horizontale minimale du séparateur.....	58
IV.2.3. Section verticale.....	60
IV.2.4. Profondeur d.....	60
IV.2.5. Longueur L.....	60
IV.2.6. Temps de séjour T_s	61
IV.3. Récapitulatif.....	62
IV.4. Principe de fonctionnement d'un bassin aux normes API.....	62
IV.5. Récupération de l'huile.....	63

Introduction générale

Aujourd'hui notre environnement se trouve menacé par une pollution induite principalement par le développement économique et industriel qu'a réalisé l'homme jusqu'à présent et qui ne cesse de croître de mieux en mieux afin de répondre à ses exigences.

Néanmoins, ce développement spectaculaire s'est fait au détriment de l'air, de l'eau, du sol et par conséquent de l'homme dont la santé se trouve sérieusement affectée par ce fléau.

L'activité humaine étant liée à l'eau, la dégradation de sa qualité ne cesse de s'intensifier. Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes dans le milieu naturel récepteur sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer en perturbant l'équilibre aquatique et en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie.

L'industrie hydrocarbure en particulier, produit des effluents aqueux chargés en hydrocarbures. Ces eaux huileuses représentent une source anthropique de rejets qu'il convient de traiter au vu de la réglementation algérienne. Celle-ci n'autorise en effet ce type de déversements que dans la limite d'une concentration maximale en hydrocarbures de 20ppm.

De nos jours, la préservation de notre environnement et celle de nos ressources en eau, dépendent de notre capacité à nettoyer les eaux usées avant leur retour dans la nature pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible !

Pour cela, des efforts considérables sont déployés pour assurer une meilleure protection de l'environnement et les travaux scientifiques s'orientent de plus en plus vers la recherche de moyens de dépollution de plus en plus efficaces.

Les procédés naturels constituent aujourd'hui encore les procédés les plus importants de traitement d'épuration des eaux. Les bassins aux normes API qui feront l'objet de notre étude, sont basés sur le principe de la séparation gravitaire. Ils permettent d'obtenir une eau à des concentrations satisfaisantes pouvant être rejetée sans risque dans l'environnement, ils sont parmi les procédés le plus faciles à mettre en œuvre par rapport aux procédés membranaires.

Le présent travail comporte deux parties principales, une étude bibliographique et une étude expérimentale, chacune se découpant alors en différents chapitres rapidement décrits ici.

L'étude bibliographique

Le premier chapitre permettra de mieux comprendre les notions sur la pollution de l'eau, ses impacts sur l'environnement, les activités productrices de cette pollution, ainsi que ses classifications.

Dans le second chapitre, nous aborderons la pollution de l'eau par les hydrocarbures, les types de cette pollution ainsi que son impact sur l'environnement. Nous ferons ensuite le point sur les différents paramètres indicateurs de pollution et nous citerons quelques textes réglementaires liés à cette dernière de même que son traitement.

Enfin dans le dernier chapitre et dans le cadre du traitement des eaux chargées en hydrocarbures, nous présenterons différentes techniques de séparation des huiles de l'eau.

L'étude expérimentale

Le premier chapitre présentera le site où nous avons effectué notre étude. Nous entamerons par la suite, dans le deuxième chapitre, l'unité de traitement des effluents liquides de ce site. Puis au troisième chapitre, nous énoncerons les méthodes d'analyses qui détermineront les paramètres qui caractériseront ces eaux et de là l'efficacité du traitement.

Enfin, et comme solution, nous présenterons dans le quatrième chapitre un dimensionnement de bassins de décantation selon les normes API.

On terminera notre étude par une conclusion générale qui contiendra les solutions et perspectives que nous proposerons pour optimiser les traitements effectués au sein de ce site pour une meilleure protection de l'environnement et une récupération maximale d'hydrocarbure.

Etude bibliographique

Chapitre I : Notions sur la pollution de l'eau

Introduction

La dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'eau de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu entraîne une pollution qui va perturber l'écosystème aquatique dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. Souvent anthropique, c'est à dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, cette pollution peut être biologique, physique ou chimique.

I.1. Définition de la pollution de l'eau et ses impacts

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et/ou perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. Elle a pour origines principales :

- l'activité humaine,
- les industries,
- l'agriculture et
- les décharges de déchets domestiques et industriels. [1]

Selon la loi N°03– 10 du journal officiel algérien n°43 du 19 juillet 2003 sur la protection de l'environnement :

La pollution des eaux est « l'introduction dans le milieu aquatique, de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques de l'eau et de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore terrestres et aquatiques, de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux ».

Elle se manifeste principalement :

- dans les eaux de surface, par une diminution de la teneur en oxygène dissous (due en particulier aux sous-produits rejetés par l'industrie laitière, au sang rejeté par l'industrie de la viande, aux déchets contenus dans les eaux usées domestiques...), qui peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons.
- La présence de produits toxiques provenant, le plus souvent, de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industriels. Rejetées sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :
 - Effet immédiat ou à court terme conduisant à une toxicité brutale et donc à la mort rapide de différents organismes,

- Effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes.
- Une prolifération d'algues, essentiellement liée aux activités humaines, à l'agriculture et à l'industrie,
- Une modification physique du milieu récepteur, qui peut être perturbé par des apports aux effets divers :
 - Augmentation de la turbidité de l'eau (ex. lavage de matériaux de sablière ou de carrière),
 - Modification de la salinité (ex. eaux d'exhaure des mines de sel),
 - Augmentation de la température (ex. eaux de refroidissement des centrales nucléaires).
 - La présence de bactéries ou virus dangereux, provenant de foyers domestiques, d'hôpitaux, d'élevages et de certaines industries agro-alimentaires.

Les éléments perturbateurs décrits ci-dessus parviennent au milieu naturel de deux façons différentes :

- Par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout,
- Par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges...).

L'introduction de rejets dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par :

- Une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années).
- Une grande difficulté de résorption ou de traitement. [1]

I.2. Les différentes qualités des eaux usées [2]

Quatre types de pollution sont généralement définis contre lesquels des moyens de lutte doivent être mis en œuvre :

- la pollution traditionnelle des eaux usées domestiques.
- la pollution drainée par les eaux pluviales.
- la pollution des matières de vidange issues de l'assainissement autonome des habitations non raccordées au réseau d'assainissement collectif.
- la pollution des sites industriels.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Constituant généralement l'essentiel de la pollution, elles se composent :

- des eaux vannes d'évacuation des toilettes.

- des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

I.2.2. Les eaux pluviales

Les eaux de ruissellement peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par:

- lessivage des sols, des surfaces imperméabilisées,
- remise en suspension des dépôts des collecteurs,...

Les eaux pluviales sont de même nature que les eaux domestiques et peuvent contenir en plus, des métaux lourds et des toxiques : plomb, zinc, hydrocarbures, ...

Suivant le contexte local, des dispositions devront être prises pour en limiter l'impact : bassins d'orage, bassins d'étalement, chaussées filtrantes, ...

I.2.3. Les matières de vidange

Dans toutes les communes, il existe des habitants non raccordés ou non raccordables à l'égout public. Or, toute fosse septique produit obligatoirement des matières de vidange. L'évacuation et le traitement de ces matières domestiques font partie intégrante de l'assainissement.

I.2.4. Les eaux usées industrielles

Les caractéristiques des eaux usées d'origine industrielle sont bien évidemment directement liées aux types d'industries. La pollution de ces eaux peut être organique, ou minérale.

I.3. La classification de pollution [3]

La pollution peut être classée selon la nature de l'agent polluant en pollution biologique, physique et chimique. Nous citerons des exemples de chaque classe :

I.3.1. La pollution biologique

Par définition, une pollution biologique est issue du milieu lui-même. C'est par le surdéveloppement de micro-organismes ou de végétaux micro ou macroscopiques qu'un déséquilibre du milieu environnant peut entraîner une mortalité élevée chez les autres organismes présents.

Ce surdéveloppement est généralement la conséquence d'une action humaine: enrichissement en nitrates d'un milieu (rejets organiques), développement de virus, de bactéries, modification de la température d'un milieu (rejet d'eau chaude), introduction d'espèces invasives, etc.

I.3.1.1. La pollution microbiologique

La pollution microbiologique des eaux est le terme utilisé pour désigner la présence de bactéries et virus. Invisibles à l'œil nu, ces microorganismes à l'origine de contamination des eaux, proviennent d'hommes ou d'animaux qui hébergent dans leur appareil digestif, une quantité considérable de bactéries, voire de virus.

I.3.2. La pollution physique

On parle de pollution physique lorsque le milieu naturel est modifié dans sa structure physique par divers facteurs.

I.3.2.1. La pollution thermique

Par l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution.

I.3.2.2. La pollution radioactive

A un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

I.3.3. La pollution chimique

C'est une pollution engendrée par des substances chimiques normalement absentes, ou présentes dans l'environnement dans des concentrations naturelles (beaucoup) plus faibles.

I.3.3.1. La pollution par les hydrocarbures

Ce sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère. Lorsque ces derniers se trouvent émulsionnés en présence d'agents tensioactifs, leur pouvoir de pénétration dans le sol est important entraînant la pollution des nappes aquifères.

L'hydrocarbure ou l'huile est l'un des polluants de l'eau les plus importants. Une petite quantité de l'huile peut produire le film vastement couvrant la surface de l'eau, lequel affecte le transfert de l'oxygène et par conséquent ruine l'écosystème. En plus, étant donné ses propriétés, à la haute concentration, il cause l'effet nuisible dans le procédé de traitement biologique. Toutefois, l'hydrocarbure ou l'huile peut avoir une valeur ou être récupérée ou recyclée à condition où il peut être séparé de l'eau.

Il y a plusieurs études sur les techniques, les procédés et les innovations de la séparation d'huile. Chaque étude peut être appropriée à certaines conditions d'opérations ou certaines caractéristiques des eaux résiduaires.

Chapitre II : pollution de l'eau par les hydrocarbures

Introduction

L'exploitation des hydrocarbures tant au niveau de la production que du raffinage produit des quantités importantes de résidus huileux. Le déversement de ces quantités est une problématique environnementale fréquente dans le monde entier, ces déversements entraînent une dégradation dans les écosystèmes et représentent un risque pour la santé humaine.

II.1. Nature de la pollution [4]

Cette pollution n'est pas constituée uniquement par les hydrocarbures et l'on doit distinguer une pollution minérale et une pollution organique.

II.1.1. Pollution minérale

Elle est constituée principalement de :

- matières en suspension (sable, argiles, etc.).
- matières dissoutes (sels, Cl, Na, ammoniacale, métaux lourds, etc.).

II.1.2. Pollution organique

Elle est constituée essentiellement par les hydrocarbures, les composés oxygénés, ou ammoniacaux et les composés azotés.

II.1.3. Pollution par les hydrocarbures

Les hydrocarbures se présentent sous plusieurs états qu'il est difficile de les caractériser analytiquement, néanmoins on cite les quatre formes suivantes :

- les hydrocarbures libres
- les émulsions mécaniques
- les émulsions chimiques
- les hydrocarbures en solution ou dissous.

II.1.3.1. Les hydrocarbures libres

Ces hydrocarbures flottent en nappe et forment un film d'huile sur le plan d'eau.

II.1.3.2. Hydrocarbures en émulsion mécanique

N'importe quel dispositif susceptible de créer des turbulences (pompes, clapets, changement brusque de section de conduite) peut provoquer la dispersion de l'huile dans l'eau et génère une émulsion dont la granulométrie est plus ou moins fine et plus ou moins stable.

Les facteurs qui conditionnent le diamètre moyen des gouttelettes de l'émulsion en question sont la quantité d'énergie dissipée pour créer la turbulence et la tension inter faciale huile-eau.

En général on peut faire la distinction entre une émulsion primaire dont le diamètre moyen des gouttelettes est supérieur à 100 μm , ayant une apparence limpide que l'on peut séparer aisément par décantation dans les zones calmes, et les hydrocarbures en émulsion mécanique dites secondaires dont le diamètre moyen des gouttelettes est inférieur à 20 μm ; ce type d'émulsion a une apparence trouble et dont la stabilité peut être obtenue au bout de quelques semaines à quelques mois, ce qui rend leur séparation impossible par décantation.

II.1.3.3. Les hydrocarbures en émulsion chimique

Les hydrocarbures dispersés en présence d'un tiers polluant ou certains hydrocarbures tels que les composés asphalténiques, modifient la tension superficielle et stabilisent chimiquement la dispersion.

➤ **Emulsion d'hydrocarbure dans l'eau en présence d'un tensioactif :** L'agent de surface actif est composé d'une molécule dissymétrique ayant un groupement hydrophobe (groupe aliphatique ou aromatique en général), et un groupement hydrophile (groupe cationique ou anionique et même non ionique).

Leur nature dissymétrique fait que les molécules se localise préférentiellement à l'interface huile-eau, avec une orientation telle que, la partie hydrophobe se trouve en contact avec la phase huileuse, tandis que la partie hydrophile est à l'opposé en contact avec l'eau ; cette orientation a deux conséquences :

II.1.3.4. Les hydrocarbures dissous

Ce type d'hydrocarbures (les aromatiques par exemple) malgré leur faible solubilité dans l'eau, on remarque que leur degré de solubilité diffère. En général si on considère les hydrocarbures de la même série, on constate que la solubilité augmente avec la diminution du poids moléculaire. La volatilité et la solubilité varient donc dans le même sens. Les hydrocarbures les plus légers sont les plus solubles et les plus volatils. La solubilité augmente aussi avec l'insaturation.

Les hydrocarbures les plus solubles sont ceux qui ont une forte polarité et un poids moléculaire bas, ceci est plus évident pour les hydrocarbures aromatiques, c'est le cas par exemple du benzène qui a une solubilité de 1650 mg/l.

Il est à signaler que les solutions vraies d'hydrocarbures dans l'eau sont parfaitement limpides, ce qui signifie que les hydrocarbures en question ne peuvent pas être détectés visuellement, leur présence ne peut donc être décelée que par leur odeur et saveur.

Il existe également des hydrocarbures solubilisé de par leurs origines particulières (acides naphténiques, liés à l'acidité organique du pétrole brut) et les hydrocarbures insolubles enrobés sous forme de film au tour des matières en suspension grossières dont ils peuvent sensiblement modifier l'aptitude à la décantation ou à la flottation, en constituant des agglomérats non-décantables.

II.2. Composition de la pollution [4]

La composition de la pollution ainsi que son volume est variable selon son origine et les types de pétrole brut. La proportion de chacune des trois phases eau-huile-solide est très variable d'une eau à une autre. Cependant la phase aqueuse est souvent majoritaire représentant 40-80% du mélange, de 20-50% d'hydrocarbures et de 1-10% de matières en suspension de type minérale ou organique.

II.3. Impact de la pollution par les hydrocarbures [4]

Le déversement dans un milieu récepteur d'eaux usées provoque diverses réactions susceptibles de transformer l'équilibre écologique du milieu.

La pollution de l'eau peut être surnageant ou dissoute selon la composition de la substance huileuse.

II.3.1. Pollution surnageante par nappe d'huile

Les dommages sont liés à la présence de nappes plus ou moins épaisses, mais imperméable à l'air, ce qui empêche l'aération des eaux par transfert gaz-liquide, à l'interface. Dans le cas des eaux chaudes ($T > 20^{\circ}\text{C}$), celles-ci deviennent rapidement abiotiques. Ce type de pollution est caractérisé par le fait qu'une quantité infime d'hydrocarbures est suffisante pour polluer une grande surface d'eau. Ces couches très fines d'hydrocarbures suffisent pour empêcher la pénétration de la lumière et le transfert d'oxygène de l'air vers les couches d'eau, chaudes. Le comportement des hydrocarbures dans l'eau diffère selon la nature de l'hydrocarbure considéré. En effet on remarque :

Les fractions lourdes qui ne se dégradent pas facilement s'hydratent et s'agglomèrent en formant des boules de goudron que l'on retrouve généralement au niveau des plages, elles provoquent également :

- des salissures des rives, aspects et odeurs désagréables,
- des risques d'inflammation,
- des obstructions des branchies des poissons et engluage des oiseaux.
- agglutination des algues et des planctons rendus inutilisables.

Les fractions légères des hydrocarbures s'évaporent plus ou moins rapidement spécialement dans les pays chauds, en provoquant la pollution atmosphérique.

Les fractions intermédiaires sont biodégradables mais nécessitent de grandes quantités d'oxygène nécessaires au processus de dégradation, ce qui appauvrit les eaux superficielles en oxygène dissous et par voie de conséquence compromet la vie et le cycle de reproduction de la faune aquatique, particulièrement les poissons.

II.3.2. Pollution dissoute

Les hydrocarbures les plus solubles tels que les aromatiques dont la présence sous forme dissoute dans l'eau donne à cette dernière un aspect limpide et ne sont pas détectables visuellement.

Ce type de pollution est particulièrement dangereux, car les hydrocarbures les plus solubles sont plus cancérigènes.

II.4. Les paramètres indicateurs de pollution [5]

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Ils sont généralement exprimés en mg/L.

II.4.1. La température

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré surtout dans le cas de rejets industriels. Elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et des gaz et a une influence directe sur la concentration de saturation de l'oxygène qui diminue avec l'augmentation de la température. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration est très sensible à la haute température, ainsi tout rejet doit être inférieur à 30°C.

II.4.2. Le pH

C'est un paramètre qui permet d'exprimer le degré d'acidité des eaux usées. Sa mesure est très importante pour juger du bon fonctionnement d'une étape de traitement.

II.4.3. La conductivité

Elle est proportionnelle à la concentration en minéraux dissous dans l'eau. Plus une eau aura une conductivité importante plus elle comportera de sels minéraux.

II.4.4. Les Matières en suspension (MES)

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'effluent.

II.4.5. La teneur en hydrocarbures (HC)

Toxiques et peu biodégradables, les hydrocarbures s'accumulent et enrobent les plantes, limitant les échanges vitaux et empêchant le développement de la faune et de la flore. Formant un film à la surface de l'eau, ils s'opposent à l'oxygénation naturelle de l'eau et empêchent les rayons lumineux de passer.

II.4.6. La demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau dans des conditions opératoires définies.

II.4.7. La demande biologique en oxygène (DBO)

Elle représente la quantité d'oxygène dépensée par les phénomènes d'oxydation chimique, d'une part, et d'autre part la dégradation des matières organiques par voie aérobie, nécessaire à la destruction des composés organiques.

II.4.8. L'azote

Peut se trouver sous forme minérale (ammoniacal, nitrate) ou organique. La présence d'azote organique ou ammoniacal se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel.

II.4.9. Le phosphore

Peut également se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique.

II.5. Législation algériennes sur les eaux usées

Le déversement des eaux usées domestiques et industrielles est soumis à diverses dispositions de nature législative ou réglementaire visant notamment la protection de la santé publique.

Article 9 Il est inséré au niveau des dispositions de la loi n°83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux, un article 102 bis rédigé comme suit : " Art. 102 bis.- Sans préjudice des dispositions de l'article précédent, les unités industrielles, quelque soit leur domaine, doivent procéder à la mise en conformité de leurs installations aux normes de rejet, telles que fixées

par la réglementation en vigueur. Elles doivent dans tous les cas, procéder au traitement adéquat de leurs effluents, conformément à la réglementation en vigueur. "

Article 10 Lorsque les conditions de rejet sont jugées par l'inspecteur de l'environnement non conformes à celles prévues pour l'autorisation de rejet à sa demande le wali territorialement compétent met en demeure le propriétaire de l'installation de prendre dans le délai qu'il lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même rendre le rejet conforme aux prescriptions de l'acte autorisant le rejet.

Article 15 Il est institué des contrôles périodiques et inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets.

Les contrôles sont effectués soit à l'occasion des visites et vérifications prévues par le présent décret soit en vue de constater les infractions aux dispositions des lois N°83- 03 du 4 février 1983-17 du 16 juillet 1983 susvisées hygiène et salubrité publique (loi N90 -09 du 07 avril 1990).

Article 83 Les conditions et normes techniques d'études, de réalisation, de contrôle, d'exploitation et d'entretien des ouvrages de mobilisation sont fixées par voie réglementaire.

Article 89 Est obligatoire le prétraitement des eaux résiduaires avant leur rejet dans le cas où, à l'état brut, elles peuvent affecter le bon fonctionnement du réseau public d'assainissement et des installations d'épuration.

Article 137 Les eaux usées épurées peuvent être utilisées, soit pour certains besoins du secteur industriel, soit les besoins de l'irrigation de certaines cultures dans le secteur agricoles. L'utilisation des eaux usées, même épurées, pour l'irrigation de crudités est interdite.

En Algérie, les normes de rejet ont été promulguées en 1993 (décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993) uniquement pour les installations industrielles. Les normes dépendent de l'usage de l'effluent .Si les eaux usées sont destinées à l'irrigation, alors les normes doivent être plus sévères sont décrits dans tableau suivante :

Tableau II.1 : Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles.

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
pH		5,5-8,5
MES	mg/L	30
DBO ₅	"	40
DCO	"	120
Teneur en HC	"	20
Azote	"	40
Phosphates	"	02
Cuivre	"	3
Zinc	"	5
Chrome	"	0,3
Manganèse	"	1
Cadmium	"	0,2

Chapitre III: Les procédés de traitement de la pollution de l'eau

Introduction

La finalité du traitement des eaux résiduaires industrielles est essentiellement la protection du milieu naturel, c'est-à-dire l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictées par la législation, mais peut être aussi, dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau en milieu industriel.

Selon la nature ou l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des rejets industriels en fonction des caractéristiques spécifiques de ces derniers et du degré d'épuration désiré. Il faut noter d'ailleurs que, pour un même type de pollution, on peut envisager des solutions d'épuration diverses. Le choix de celles à retenir doit faire intervenir non seulement des considérations d'ordre technique, liées par exemple à l'efficacité relative des divers procédés possibles, mais aussi un point de vue économique portant sur l'estimation des frais d'investissement de fonctionnement et d'exploitation. Enfin, la solution choisie doit être suffisamment souple pour permettre des aménagements ultérieurs qui tiendront compte de l'évolution rapide des techniques de dépollution et d'une réglementation plus sévère.

Pour les traitements des eaux chargées en hydrocarbures, différents traitements peuvent être mis en œuvre. On cite parmi eux les procédés gravitaires.

III.1. Les procédés gravitaires

Au cours de leur application dans les différentes installations, les eaux de service, de lavage, les purges des réservoirs, des ballons, des torches, se chargent de matières huileuses qu'il faut récupérer avant de déverser dans le milieu naturel un effluent qui doit répondre à des spécifications très strictes.

Cette obligation légale de ne rejeter que de l'eau convenablement épurée nécessite d'équiper les industries pétrolières avec des déshuileurs gravitaires dont le rôle est de récupérer les produits pétroliers des eaux huileuses et de pallier les conséquences d'une pollution toujours possible des eaux claires.

III.1.1. Le pré-déshuilage [4]

Le pré-déshuilage ou déshuilage par seule gravité naturelle est la première étape du traitement général dont les réalisations sont assez différentes selon les buts recherchés.

III.1.2. Principe de déshuileur [4]

III.1.2.1. Objectifs

Il fonctionne sans réactifs. Sa première fonction est l'élimination des hydrocarbures flottants et d'une fraction des hydrocarbures en émulsions mécaniques.

Sa seconde fonction est aussi l'élimination des sables et alluvions.

Selon la finesse des émulsions présentes, les niveaux d'hydrocarbures insolubles obtenus peuvent en fait varier de 20 à 150-200 mg/l et ne sont pas, à priori, prévisibles ou calculables.

Dans la conception d'un séparateur lamellaire, il faut également tenir compte des mêmes critères de base (V_t , A_h) qui sont utilisés pour la conception des séparateurs classiques. La surface totale A_h représente la superficie de chacune des lamelles. L'inclinaison des lamelles varie généralement entre 45° et 60°. Selon les fabricants, ils peuvent fournir des performances allant jusqu'à 10 mg/l en hydrocarbures.

III.1.2.2. Théorie de base [5]

Le rôle d'un séparateur par gravité est d'intercepter, dans les eaux usées, les huiles ou les hydrocarbures qui ne sont ni solubles dans l'eau, ni présents sous forme d'émulsion.

Un séparateur eau-huile est donc essentiellement une chambre de séparation dans laquelle on crée des conditions d'écoulement suffisamment calmes (répartition des vitesses d'écoulement) pour que les gouttelettes d'huile dispersées dans l'eau remontent à la surface grâce à l'écart entre les densités respectives de l'huile et de l'eau.

La théorie de la séparation eau-huile est basée sur le fait que, dans un séparateur idéal où l'on suppose qu'il n'y a ni turbulence ni court-circuit, toutes les gouttelettes d'huile atteindront la surface si leur vitesse ascensionnelle (V_t) est égale ou supérieure à la profondeur de l'eau (d) divisée par le temps de rétention (T).

$$Vt = \frac{d}{T} \quad (1)$$

Le temps de rétention est défini comme étant le volume du séparateur divisé par le débit. La formule (1) peut donc être exprimée de la façon suivante :

$$Vt = \frac{d}{\frac{LBd}{Q_m}} = \frac{Q_m}{LB} \quad (2)$$

Où :

V_t = vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huile (cm/s);

d = profondeur d'eau (cm);

L = longueur interne du séparateur ou de la zone de séparation (m);

B = largeur interne du séparateur ou de la zone de séparation (m);

Q_m = débit d'eaux usées (m³/s)

Comme le produit de la longueur (L) et de la largeur (B) du séparateur représente sa surface horizontale (A_h), la formule (2) est simplifiée sous cette forme :

$$Vt = \frac{Q_m}{A_h} \quad (3)$$

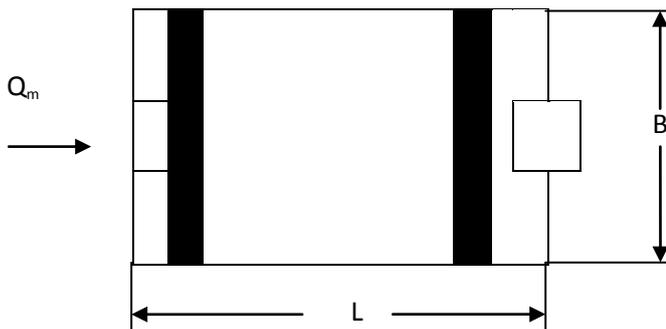
Où :

A_h = surface horizontale interne du séparateur ou de la zone de séparation (m^2).

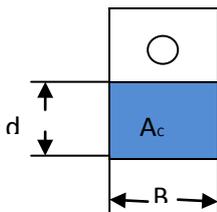
Par exemple, dans le cas d'un séparateur du type rectangulaire, ces dimensions seraient représentées de la façon suivante dans la figure ci-dessous :

Figure III.1. *Le séparateur gravitaire*

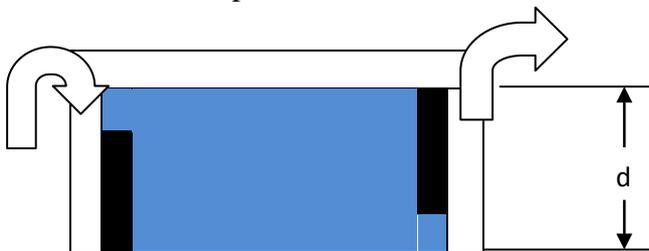
- Vue en plan



- Vue latérale



- Vue en coupe



A_c : est la surface latérale du séparateur qui correspond au produit de la largeur du séparateur (B) et la profondeur d'eau (d).

L'équation (3) démontre bien que la surface horizontale (A_h) du séparateur ainsi que le débit d'eaux usées (Q_m) sont en relation directe avec la vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huile.

Théoriquement, la profondeur de l'eau est une variante indépendante.

Le principe de la séparation par gravité repose évidemment sur la différence des densités de l'eau et de l'huile insoluble. Dans le régime laminaire qui caractérise les séparateurs industriels et qui correspond à des nombres de Reynolds inférieur à 800. La séparation relève d'une loi simple de la mécanique des fluides où la vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huile peut être calculée à partir de la loi de Stokes :

$$v = \frac{g}{18\eta} D^2 \left(\rho - \rho' \right) \dots (4)$$

Les facteurs à considérer sont les suivants :

- L'écart de densité (ρ) entre l'eau et l'huile en g/cm³
- La viscosité absolue de l'eau (η) en poise ou g/cm .s
- L'accélération gravitationnelle (g) égale à 981 cm/s
- Le diamètre de la gouttelette d'huile (D) en cm;
- La température de l'eau en °C.

La température de l'eau est importante, car elle a une influence sur sa viscosité et sa densité. Par exemple, dans une eau à 10°C, l'huile monte deux fois moins rapidement en surface que dans une eau à 30°C.

D'autre part, le diamètre des gouttelettes s'avère un facteur important, car la vitesse d'ascension des gouttelettes est directement proportionnelle à leur diamètre au carré. En effet, l'American Petroleum Institute (API) considère qu'une séparation relativement efficace peut être effectuée dans un séparateur classique pour des gouttelettes d'huile ayant un diamètre d'au moins 150 microns. Dans les mêmes conditions, une gouttelette de 60 microns de diamètre aurait une vitesse ascendante six fois moins élevée. La vitesse d'une gouttelette de 20 microns de diamètre serait 560 fois moins élevée.

L'équation de Stokes est la base sur laquelle repose la conception (dimensionnement) des séparateurs eau-huile.

L'efficacité d'un séparateur est fonction de plusieurs facteurs. Les plus importants sont les suivants :

- les caractéristiques des eaux à traiter (huiles solubles ou en émulsion, présence de matières en suspension);
- la densité et la taille des gouttelettes d'huile. Les gouttelettes plus grosses montent plus rapidement en surface de l'eau. Dans un séparateur classique, la limite recommandée par l'API pour la taille des gouttelettes est de 0,015 cm (150 microns). Les gouttelettes

ayant des tailles inférieures peuvent difficilement être captées par un séparateur gravitaire classique;

- la conception du séparateur et les débits d'eaux usées à traiter;
- la concentration initiale du mélange eau-huile;
- la mise en place d'un dispositif pour réduire la turbulence et distribuer uniformément l'écoulement sur toute la largeur du séparateur;
- la température de l'eau.

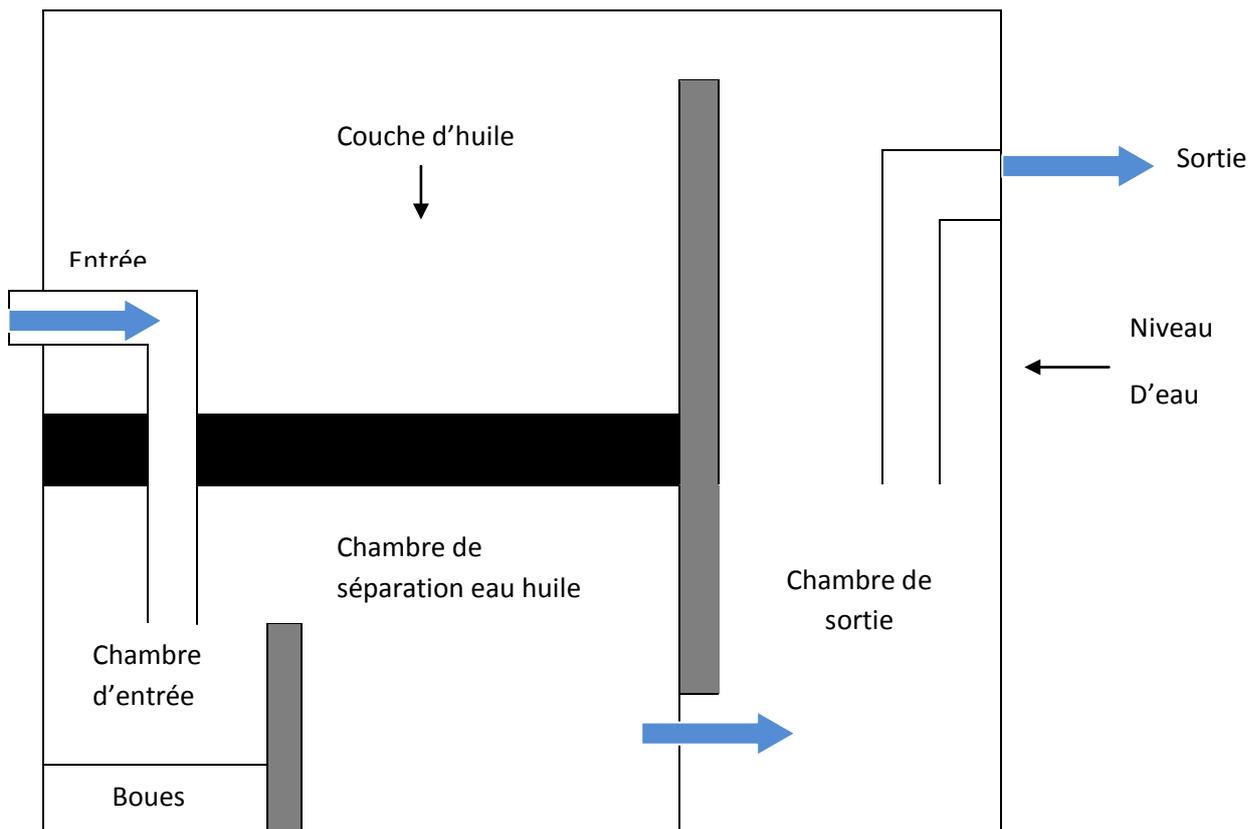
III.1. 3. Types de séparateur eau-huile

Il y a une multitude de types de séparateur gravitaire eau-huile avec de nombreuses variantes. Ce qui suit présentera les types de séparateur qui sont utilisés le plus fréquemment.

III.1.3.1. Séparateurs classiques (rectangulaires ou cylindriques)

Les séparateurs rectangulaires ou cylindriques offrent généralement le même type de performance, dans la mesure où leur dimensionnement a été fait selon les principes mentionnés précédemment. Ce sont les types de séparateur qui sont les plus fréquemment installés lorsque les normes ou les exigences de rejet en hydrocarbures sont de l'ordre de 15 mg/L.

Figure III.2. *Séparateur rectangulaire*



III.1.3.2. Séparateurs lamellaires

Dans les séparateurs lamellaires, les gouttelettes d'huile n'ont à parcourir qu'une très courte distance (espacement entre les plaques d'environ 2 à 4 cm) avant d'être captées.

De plus, les lamelles (plaques parallèles) augmentent la surface de la zone de séparation tout en permettant de réduire de façon substantielle le volume du séparateur. En comparaison avec un séparateur classique, ils présentent l'avantage d'une plus grande compacité et d'une meilleure efficacité sur les gouttelettes plus fines (60 microns).

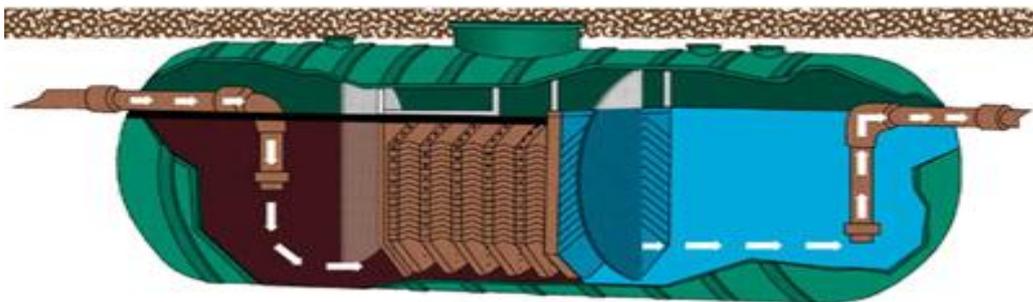
III.1.3.3. Séparateurs lamellaires coalescents

Il s'agit de séparateurs dans lesquels sont ajoutées des lamelles coalescentes ayant pour fonction d'agglomérer les gouttelettes les plus fines. Le polypropylène et le PVC sont souvent utilisés comme matériaux coalescents. Ils ont des propriétés oléophiles, c'est à dire qu'ils ont une forte affinité pour les huiles.

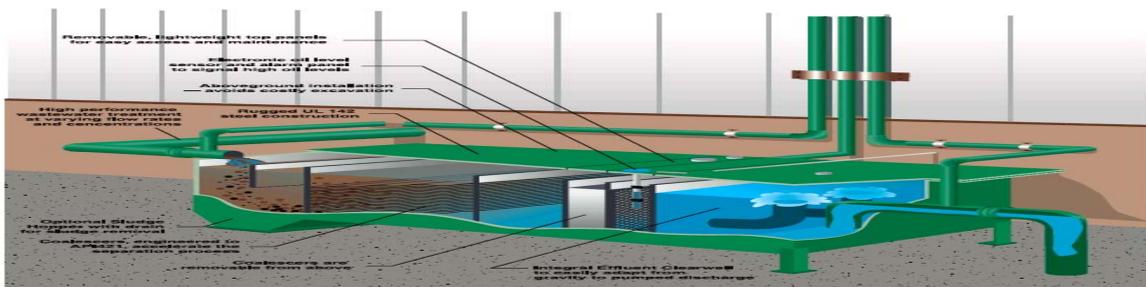
Il existe également une variante de séparateurs lamellaires auxquels est ajoutée une chambre spécialement aménagée pour y placer un filtre coalescent.

Figure III.4. Séparateur lamellaire

- Coalescent



- avec filtre coalescent



III.1.4. Domaine d'application [5]

Les principaux endroits où l'on utilise les séparateurs eau-huile pour traiter les eaux contaminées par des hydrocarbures sont les suivants :

- garages ou ateliers mécaniques (industriels, commerciales);
- stations de lavage de véhicules lourds;
- raffineries de pétrole;
- stations-services;
- stationnements à grande superficie;
- postes de transformation électrique (compagnies d'électricité, industries);
- centrales hydroélectriques;
- aires de stockage de produits pétroliers.

Etude expérimentale

Chapitre I : Présentation du champ HAMRA

I.1. Historique du champ de HAMRA

I.1.1. Situation géographique

Le champ de Hamra se trouve dans le grand Erg oriental à une altitude de 285m, il se situe à l'est du Sahara à environ 1200Km d'Alger, à 270 Km au sud de Hassi Messaoud et à 800 Km du chef-lieu de la wilaya d'Ilizi.

I.1.2. Le cadre géographique

L'environnement du site est caractérisé par une zone désertique relativement plane, entourée de dunes et de plaines sablonneuses. Des systèmes dunaires sont présents à l'est du site (à environ 2,9 km), au nord (à environ 2,4 km) et à l'ouest du site (à une distance d'environ 16 km, de l'autre côté de la Route Nationale RN3).

I.1.3. Donnée climatique

Les moyennes mensuelles maximales et minimales interannuelles calculées sur une période de 7 années (2002-2008) sont respectivement de 43,3°C et 4,4°C, durant les mois de juillet et de janvier. En été (Juin à Septembre), les températures maximales peuvent atteindre 54°C, et en hiver les minimales les températures peuvent descendre à -5°C la nuit.

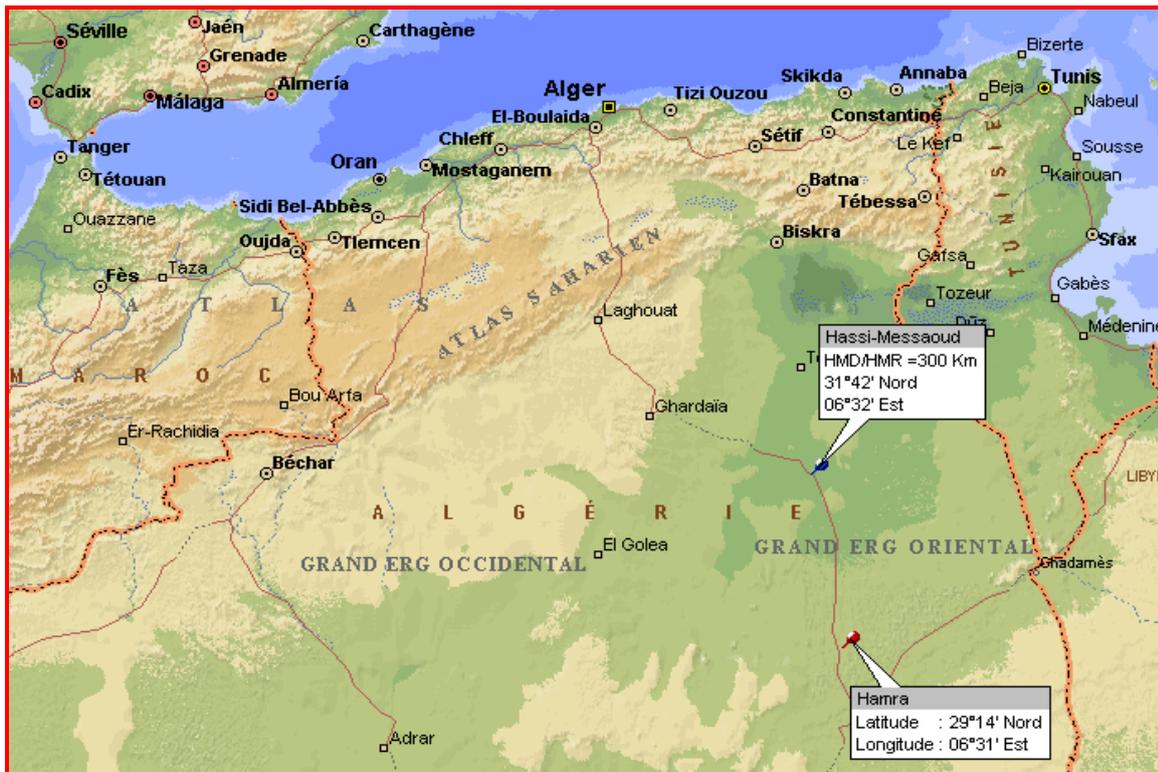


Figure I.1. Situation géographique du champ HAMRA.

I.2. Historique du développement

Le premier forage a eu lieu en 1959. Le développement du gisement de HAMRA a été réalisé en coopération avec TOTAL, selon les termes d'un accord signé en Mai 1992 entre SONATRACH et la compagnie pétrolière française. La durée du contrat est fixée pour quatorze années.

En juillet 1991, un contrat d'ingénierie et de construction (EPC) était signé entre SONATRACH et SNAM PROGETTI, une société d'ingénierie italienne pour la réalisation des installations de traitement de gaz, réalisé par ENGTP une société de montage algérienne.

Le démarrage des installations a eu lieu en Décembre 1995, la réception définitive a été prononcée en Décembre 1999.

Les dates de découvertes et de la mise en service des champs se résument comme suite :

• Phase projet

- Le 12 mai 1991: Signature entre SONATRACH et TOTAL du Contrat de Coopération Industrielle.
- Le 31 juillet 1991: Attribution par SONATRACH du contrat de HAMRA à SNAM PROGETTI.
- Le 1 juin 1992: Ouverture du chantier.
- Le 3 juin 1995: Production d'électricité.
- Le 16 juin 1995: Mise sous gaz.
- Le 18 juillet 1995: 1ère expédition de condensât.
- 20 au 24 déc. 1995: Test de performance des Unités 10, 20, 51, 52, 61 et 62.
- Le 25 déc. 1995: Fin de la phase de démarrage
- Le 12 juin 1996 : Réception provisoire

• Phase Exploitation

- Le 25 déc. 1995: Prise en charge des installations par SH/DP/RN/Direction HAMRA.
- Août 1996: Début expédition GPL.
- Octobre 1997: 1ère inspection triennale (Train 10)
1ère révision HGPI (Unités 50 et 60).
- Octobre 1998 :1ère inspection Slug Catcher CI boosters et chaînes de réinjection.
- Août 1999:CI Turbo Générateur
- Novembre 1999 : CI Boosters chaîne compression.
- Décembre 1999 : Réception définitive des installations.
- Mars - Avril 2000 : Révision triennale train 20 MI & passage en High Tech turbines.
- Janvier 2001 : CI chaîne de compression.

I.3. Activités du champ HAMRA

Le Site produit du gaz, du condensat et du GPL. Actuellement, les quantités produites sont les suivantes :

- Gaz sec: 13,5 millions de mètres cubes standard par jour ;
- Condensat : 2100 tonnes par jour ;
- GPL : 1100 tonnes par jour (expédié vers Hassi R'Mel).

Une partie du gaz traitée (gaz sec) est injectée vers des puits d'injection assurant le maintien de la production sous pression.

I.3.1. Présentation de l'usine de HAMRA

Le complexe de traitement et recyclage du gaz naturel de HAMRA se compose principalement des unités suivantes :

A. Puits producteurs

Un réseau de collecte d'une longueur de 42 Km qui relie onze puits producteurs au complexe. La capacité de production moyenne de chaque puits est de $1.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ par jour.

B. Puits injecteurs

Le complexe est relié aux huit puits injecteurs par deux dessertes d'une longueur totale de 36km.

C. Trains de traitement de gaz

Deux trains de traitement de gaz pour la récupération des hydrocarbures lourds contenus dans le gaz brut et la stabilisation des condensats récupérés.

La capacité de traitement de chacun des deux trains est de $7,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de gaz brut.

D. Aire de stockage de condensat

La zone de stockage et d'expédition de condensât se compose de :

- Deux bacs à toits flottants d'une capacité de 6000 m^3 chacun.
- D'un bac à toit fixe pour le condensat hors spécifications d'une capacité de 2000 m^3 .

E. Aire de stockage de GPL

La zone de stockage et d'expédition de GPL se compose de:

- Trois sphères d'une capacité de 2000m³ chacune.
- Une sphère de capacité de 900m³ pour le GPL hors spécifications.

En plus des utilités et des systèmes auxiliaires qui permettent le fonctionnement du complexe et son alimentation en électricité, air, azote, huile, et gaz de combustion.

I.3.2. Technique de traitement de gaz

Au champ HAMRA le procédé mis en œuvre est le procédé HUDSON. Il est basé sur le refroidissement du gaz par échange thermique et complété par une détente à travers une machine appelée TURBO-EXPANDER, qui permet d'atteindre un niveau de température inférieure à -55°C.

Le procédé HUDSON est très performant, il permet une meilleure récupération des hydrocarbures liquides.

Le gaz en provenance des puits producteurs est un mélange (gaz et hydrocarbures liquides) contenant une faible proportion d'eau du gisement. Il se présente à une pression de 105 bars et une température de 49°C. Le principe de fonctionnement s'articule autour de quatre étapes :

- **Élimination de l'eau** : L'eau libre contenue dans la charge est éliminée par décantation dans les premiers ballons.
- **Extraction des hydrocarbures liquides** : Elle se fait par un abaissement progressif de température du gaz brut, obtenant un gaz très sec répondant aux spécifications commerciales.
- **Stabilisation et fractionnement** : Cette section permet le traitement des hydrocarbures liquides extraits de l'effluent ; la stabilisation permet d'éliminer tous les gaz légers tel que le méthane et l'éthane entraînés par les hydrocarbures liquides lors des différentes séparations dans les ballons. Le fractionnement consiste à séparer les hydrocarbures liquides stabilisés en condensat et GPL.
- **Recompression du gaz** : Le gaz doit être comprimé pour avoir la pression de ligne (gaz de vente) ou être comprimé une deuxième fois pour avoir la pression de réinjection (gaz de réinjection).

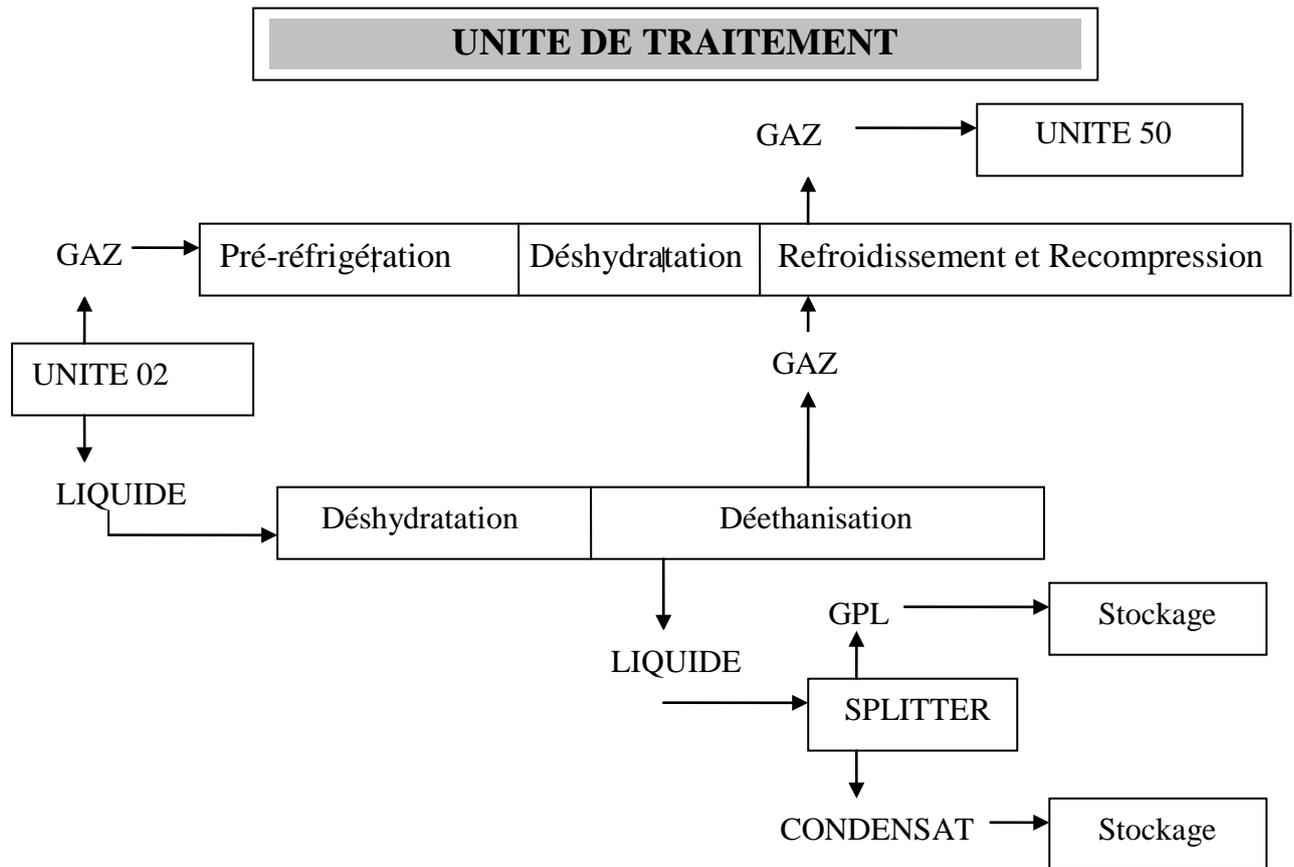


Figure I.2 : Organigramme représentatif de Schéma de l'unité de traitement (HAMRA).

I.4. La pollution dans le champ de HAMRA

L'exploitation des hydrocarbures génère différents types de pollution émanant des diverses activités du champ, parmi ces types de pollution on cite: la pollution sonore, la pollution atmosphérique, la pollution des sols, la pollution des eaux.

I.4.1. Pollution sonore

Les bruits issus des activités industrielles des machines et des différents appareils (aéro-réfrigérant, pompes, turbines, compresseur, torches, le gaz circulant dans les conduites à haute pression) peuvent nuire à la santé de l'homme en causant des problèmes d'audition et même gêner l'évolution de certaines espèces.

I.4.2. Pollution atmosphérique

Elle provient essentiellement :

- des effluents gazeux liés à la pollution de l'air tels que : les vapeurs d'eau, les aérosols, SO₂, NO etc.
- du torchage des gaz en très grandes quantités.

I.4.3. Pollution des sols

Cette pollution comprend les différents déchets solides issus des activités industrielles, domestiques.

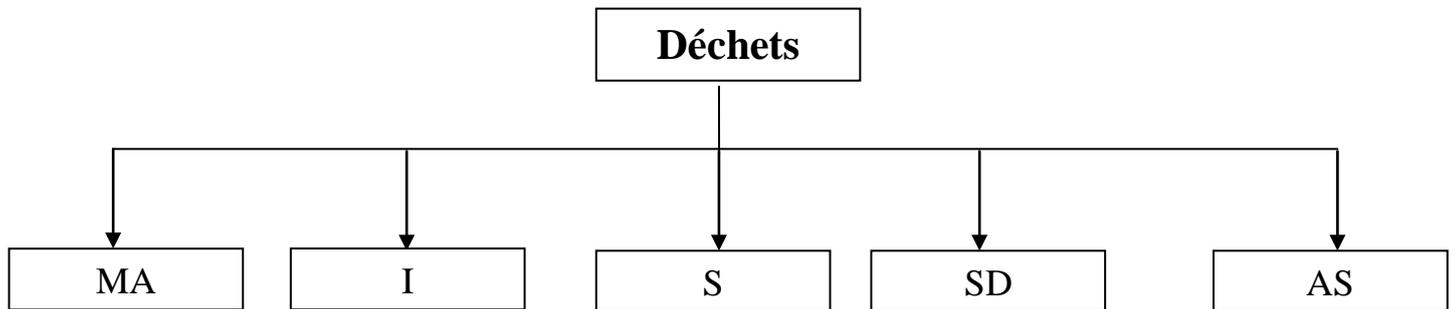


Figure I.3. Classification des déchets.

I.4.3.1. Déchets Ménagers et Assimilés (MA)

Tous résidus issus des ménages ainsi que les résidus similaires provenant des activités industrielles, administration et autres qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers.

I.4.3.2. Déchets inertes (I)

Tous déchets provenant notamment des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et / ou à l'environnement.

I.4.3.3. Déchets spéciaux (S)

Tout déchet issu des activités industrielles, de soins, de services et autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matière qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes tel que :

- Les fûts et les pneus usés.
- Les métaux ferreux et non ferreux : Ferrailles abandonnées, pièces détachées ... (amortisseurs, échappement, plaquettes de frein...).

I.4.3.4. Déchets spéciaux dangereux (SD)

Tous les déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et /ou à l'environnement tel que :

- Filtres à l'huile et produits chimiques périmés (émulseurs, anticorrosion...).
- Les fûts contaminés, les batteries usées.

I.4.3.5. Déchets de Soins (AS)

Les déchets de soins proviennent du centre médical et englobent les médicaments et les outils médicaux.

I.4.4. Pollution des eaux

Les activités de l'usine de HAMRA génèrent des eaux industrielles (eaux huileuses) et des eaux sanitaires, les deux types d'eaux usées circulent dans des réseaux séparés.

Les principaux flux d'eaux usées générés par les activités du site sont décrits dans le tableau suivant :

Tableau I.3 Principaux flux d'eaux usées

<i>Nature des eaux usées</i>	<i>Sources</i>	<i>Réseau sur site</i>	<i>Traitement sur site</i>	<i>Destination</i>
Eaux vannes	Eaux sanitaires de la base industrielle et de l'usine	Réseau assainissement	Unité de traitement eaux sanitaires	Bassin d'évaporation
Eaux Industrielles	Drainage des zones polluées, eaux huileuses de procédé, écoulements accidentels	Réseau eaux huileuses	Unité de déshuilage	Bassin d'évaporation
Eaux nettoyage	Eaux nettoyage, entraînant des hydrocarbures et des huiles	Réseau eaux huileuses	Unité de déshuilage	Bassin d'évaporation
Eaux incendie	Eaux incendie en cas de feu ou d'exercices anti incendie	Réseau eaux huileuses	Unité de déshuilage	Bassin d'évaporation
Eaux tests et maintenance	Eaux des tests hydrostatiques et eaux associées aux opérations de maintenance	Réseau eaux huileuses	Unité de déshuilage	Bassin d'évaporation
Eaux pluviales	Pluie	Réseau eaux huileuses	Unité de déshuilage	Bassin d'évaporation

- Les eaux pluviales qui ne sont pas en contact avec les installations et qui ne sont donc pas susceptibles d'être contaminées par celles-ci, sont collectées et rejetées directement sur le sol sans traitement préalable.
- Les eaux pluviales au contact des installations et susceptibles d'entraîner des polluants sont collectées et drainées vers le réseau d'évacuation des eaux huileuses.
- Les eaux incendies et les déversements accidentels sont aussi collectés dans le réseau de drainage des eaux huileuses.

Cette pollution ne peut pas être déversée directement dans la nature. Pour cela, on a installé l'unité 320 pour éliminer les hydrocarbures flottants et une fraction des hydrocarbures en émulsion mécanique en vue de restituer une eau suffisamment déshuilée.

Chapitre II : La Station de Déshuilage

Unité 320

Introduction

Dans le souci de réduire l'émission des polluants présents dans les eaux résiduaires des industries pétrolières, une étude préliminaire a été entreprise au niveau de l'usine de HAMRA. Cette étude avait comme première mission d'estimer la pollution globale dans les eaux résiduaires. Il s'agit d'abord, d'identifier les sources et les origines de pollution au sein de l'usine même, et ensuite d'établir la méthodologie de traitement. La deuxième mission, poursuivie par notre étude, se basait sur les résultats des analyses des échantillons. Elle avait pour objectif de préconiser une chaîne de traitement spécifique des eaux résiduaires pétrolières. Le but était de ramener les teneurs des éléments polluants dans l'eau en dessous des valeurs fixées par les normes internationales.

Pour cela, la société nationale SONATRACH à travers la direction de production HAMRA, a mis en œuvre un programme ambitieux visant à éliminer ou à réduire au maximum les nuisances causées par ses activités et services.

Pour ce faire, une station d'épuration des eaux huileuses et sanitaires a été réalisée qui est en l'occurrence l'unité 320.

II.1. Description de l'unité

L'unité comprend deux installations: Une installation de traitement des eaux huileuses et une installation de traitement des eaux sanitaires.

II.1.1. L'installation de traitement des eaux huileuses

A l'installation de traitement des eaux huileuses arrivent les effluents suivants :

- Les eaux huileuses du procédé : coalesceur, ballons, déshydrateurs.
- Les eaux anti-incendie.
- Les eaux de pluies des aires pavées.
- Les écoulements accidentels

Le traitement des eaux huileuses s'effectue à travers les phases suivantes :

- Le déshuilage.
- Soulèvement des eaux huileuses.
- Le stockage.
- Traitement par déshuileur à plaques parallèles.
- Soulèvement des eaux traitées.
- Soulèvements et filtration des huiles récupérées.
- Système d'extraction des boues.

II.1.1.1. Description des circuits et des équipements du système eaux huileuses

A. Le déshuilage

Les eaux de procédé, les écoulements accidentels, les eaux de pluies des aires pavées et les eaux anti-incendie arrivent dans la première section du bassin de déshuilage T-01 où est installé le déshuileur à plaques parallèles inclinées S-01 pour une première séparation de l'huile et des boues.

Les particules d'huile contenues dans l'eau remontent vers la surface en vertu du poids spécifique inférieur de l'huile par rapport à l'eau.

Pour réduire le temps nécessaire aux particules pour arriver à la surface de l'eau, on fait passer l'eau contenant l'huile à travers un séparateur à plaques parallèles inclinées tant dis que l'eau passe à travers ce séparateur, les gouttes d'huile remontent vers des plans situés au-dessus et forment une couche d'huile qui migre vers le haut tout le long de cette même face des plaques. La partie supérieure des plaques se termine par une forme particulière ressemblant à des doigts, qui restreint le film d'huile et l'oblige à quitter la partie supérieure des plans sous forme de lames ou de grosses gouttes qui arrivent rapidement à la surface du liquide.

L'eau ainsi déshuilée passe à travers le passage libre situé entre les doigts et s'écoule par le déversoir.

Les boues déposées au fond du bassin de déshuilage sont relevées par une pompe P-01 et transportées vers la décharge avec un camion-citerne.

L'huile séparée est écrémée par les écrémeurs L-01 A/B et envoyée dans le puisard T-04 de l'huile récupérée.

B. Soulèvement des eaux huileuses

Le soulèvement est nécessaire suite à l'écoulement par gravité des eaux le long de l'unité d'épuration **jusqu'à la décharge**. Ce soulèvement est réalisé avec trois pompes centrifuges horizontales P-02 A/B/C (une de réserve) qui envoient les eaux au réservoir des eaux huileuses T-05.

C. Stockage des eaux huileuses

Aussi bien en temps sec qu'en temps de pluie, toutes les eaux sont stockées dans le réservoir T-05 qui alimente directement par gravité la section de traitement par déshuileur à plaque parallèle S-02.

Le stockage a pour but d'optimiser et réguler le débit vers l'unité de traitement S-02 et de réaliser l'homogénéisation des effluents tout en réduisant les éventuelles pointes de pollution.

Le stockage favorise fortement la séparation par gravité de l'huile et de solides en suspension dans l'eau. L'huile qui se stratifie à la surface de l'eau est prélevée par soutirage manuel à différents niveaux puis envoyée au puisard de l'huile récupéré.

La capacité de stockage est à même d'éliminer les pointes de débit y compris les eaux de pluie.

D. Traitement par déshuileur à plaques parallèles

Les eaux huileuses qui sortent du réservoir de stockage sont envoyées par les pompes P-07 A/B dans un système à paquet de plaques parallèles S-02 dimensionné pour permettre la coalescence entre les matières huileuses contenues en basses concentrations 150g/m^3 .

L'huile récupérée est envoyée vers le puisard T-04 tant que l'eau traitée est envoyée vers le bassin de relevage T-03.

E. Soulèvement des eaux traitées

L'eau traitée, avant d'être envoyée au bassin d'évaporation et pompée par les pompes P-03 A/B dans un bassin en béton T-08 de capacité de 30m^3 environ (6h de séjour avec le débit par temps sec et 3h par temps pluvieux) où on effectue une séparation finale de l'huile. Le bassin T08 reçoit aussi l'eau de trop plein du réservoir T-05 et l'eau de P-12 A/B.

Ensuite l'eau traitée est envoyée par gravité au bassin d'évaporation T06 et l'huile peut être enlevée périodiquement avec une pompe mobile.

F. Soulèvement et filtration de l'huile récupérée

L'huile sortante des déshuileurs à plaques parallèles S-01 et S-02 et du réservoir des eaux huileuses est envoyée dans un puisard d'huile récupérée T-04 puis reprises par des pompes horizontales P-05 A/B vers un filtre séparateur S-03 de type horizontal (coalesceur) dans lequel la séparation huile-eau est réalisée.

A l'intérieur de ce filtre à corps cylindrique en pression sont logés les éléments coalescents. L'huile ainsi récupérée aura une concentration d'eau inférieure à 500ppm et sera expédiée au réservoir du condensat hors spécification 02T-01 ou au borbier chaud.

Le débit de l'huile est contrôlé par le fic 507. L'eau est recyclée vers le bassin T-01.

G. Système d'extraction des boues

Les boues huileuses récupérées dans le fond de la première section du bassin de déshuilage et dans le puisard du réservoir de stockage sont évacuées quand nécessaire par un camion-citerne à dépression et délivrées à la décharge.

Dans le puisard 320-T-02 des boues du réservoir, est installé un agitateur L-03.

II.1.2. L'installation de traitement des eaux sanitaires

A l'installation de traitement des eaux sanitaires arrivent les effluents suivants :

- Les eaux sanitaires de la base industrielle.
- Les eaux sanitaires de l'usine.

Le traitement des eaux sanitaires s'effectue à travers les phases suivantes :

- Dilacération.
- Oxydation biologique.
- Chloration.
- Soulèvement des eaux traitées.

II.1.2.1. Description des circuits et des équipements du système eaux sanitaires

Les eaux arrivent au bassin de relevage T-11 puis sont pompées par les pompes P-11 A/B vers un package ME-02 pour la trituration des solides et le traitement biologique.

A. Dilacération :

L'eau passe par le dilacérateur L-11 à couteaux rotatifs qui est actionné par un moteur électrique et qui permet la trituration des solides puis par une grille parallèle au dilacérateur permettant la rétention de ces solides.

B. Oxydation biologique :

L'unité de traitement à oxydation biologique L-12 comprend deux sections : une pour l'oxydation et l'autre pour la sédimentation des boues.

Le recyclage des boues activées vers la section d'oxydation est réalisé par un éjecteur/injecteur à air installé dans la zone basse de la section de sédimentation.

L'air pour l'oxydation et pour le recyclage des boues est fourni par des soufflantes K-11 A/B. Des connexions pour le prélèvement des boues par camion-citerne à dépression sont prévues pour la zone d'oxydation et de sédimentation.

C. Chloration :

Après traitement biologique l'eau passe dans le bassin de chloration T-12 pour une chloration à partir d'un réservoir de stockage pour l'hypochlorite.

D. Soulèvement des eaux traitées :

Les eaux ainsi traitées sont reprises par les pompes P-12 A/B et envoyées au bassin de décantation T-08 puis par gravité au bassin d'évaporation T-06.

Chapitre III : Etude des performances de l'unité 320 et analyses de la qualité de l'eau traitée

III. 1. Matériels

Tableau III.1. Caractéristiques de l'appareillage.

Appareillage	Caractéristiques
pH-mètre	SensION
Conductimètre	METTLER TOLEDO MC 226
Spectrophotomètre	UV/VIS Jasco V-530

III.2. Méthodes

III.2.1. pH et température

Mesure directe et lecture sur le pH-mètre.

III.2.2. Conductivité

Mesure directe et lecture sur le conductimètre.

III.2.3. MES

Filtrer 1L d'eau sur une membrane filtrante préalablement pesée (m_0) afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à $0,5\mu\text{m}$.

La membrane est mise à l'étuve pour la sécher puis au dessiccateur pour éliminer les traces d'humidité.

Elle est pesée par la suite (m_1) pour définir la masse des matières en suspension tel que :
 $m = m_1 - m_0$

Le rapport entre la pesée du filtre (masse sèche totale de matières en suspension) et le volume filtré détermine la concentration de ces particules dans l'eau en mg/L.

III.2.4. Ammonium

Mesure spectroscopique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitropussiate de sodium. Les ions hypochlorites sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichroisocyanurate de sodium.

III.2.5. Nitrates

Mesure spectroscopique du composé formé en présence de salicylate de sodium. Les nitrates donnent du paranitrosalicyte de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

III.2.6. Nitrites

Mesure spectroscopique du composé formé par réaction de l'acide sulfamilique en milieu chlorhydrique, et en présence d'ion ammonium et de phénol avec les ions NO_2^- . Le complexe formé est coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

III.2.7. phosphates

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Mesure spectroscopique du complexe réduit par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente une absorption à 880 nm.

III.2.8. Métaux lourds

Dosage du cadmium, zinc, cuivre, manganèse, chrome par spectroscopie d'adsorption atomique.

III.2.9. DBO₅

Mesure de la concentration en oxygène dissous après incubation pendant cinq jours pour déterminer la demande biologique en oxygène.

III.2.10. DCO

Oxydation chimique des matières réductrices par un excès de K₂Cr₂O₇. Cette oxydation se réalise en milieu acide (H₂SO₄), en présence de sulfate de mercure comme catalyseur (HgSO₄), à ébullition à reflux pendant 2 heures dans un ballon ou un tube muni d'un réfrigérateur. C'est une méthode colorimétrique qui se calcule par excès de dichromate de potassium.

La lecture de la DCO se fait par spectrophotométrie.

III.2.11. Teneur en hydrocarbures

L'extraction des hydrocarbures de l'eau se fait par l'hexane selon la méthode APHAT.

La teneur en hydrocarbures se calcule par la relation :

$$HC = (S_2 - S_1) / (W_2 - W_1) \times 10^3$$

S₁ : masse de l'eren vide

S₂ : masse de l'eren contenant la fraction hydrocarbure

W₁ : masse du flacon vide

W₂ : masse du flacon contenant l'échantillon d'eau huileuse

III.3. Résultats et discussions

Nous allons étudier dans ce qui suit, les traitements effectués au niveau de l'unité 320 de la direction de production HAMRA, et caractériser cette pollution.

Les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques effectuées durant les mois d'Avril et de Mai au niveau :

- Des pompes 320 P03, sortie de l'installation des eaux huileuses
- Sortie des pompes 320 P12, sortie de l'installation des eaux sanitaires
- Entrée du bassin d'évaporation T06

sont représentés sur les graphes et les tableaux ci-dessous :

III.3.1. Débit d'entrée

Tableau III.2. Valeurs du débit entrant des mois d'avril et de mai

	1 avril		20 avril		10 mai		30 mai	
	Eaux Huileuses	Eaux Sanitaires						
Débit (m³/j)	280	22	260	24	250	30	260	36

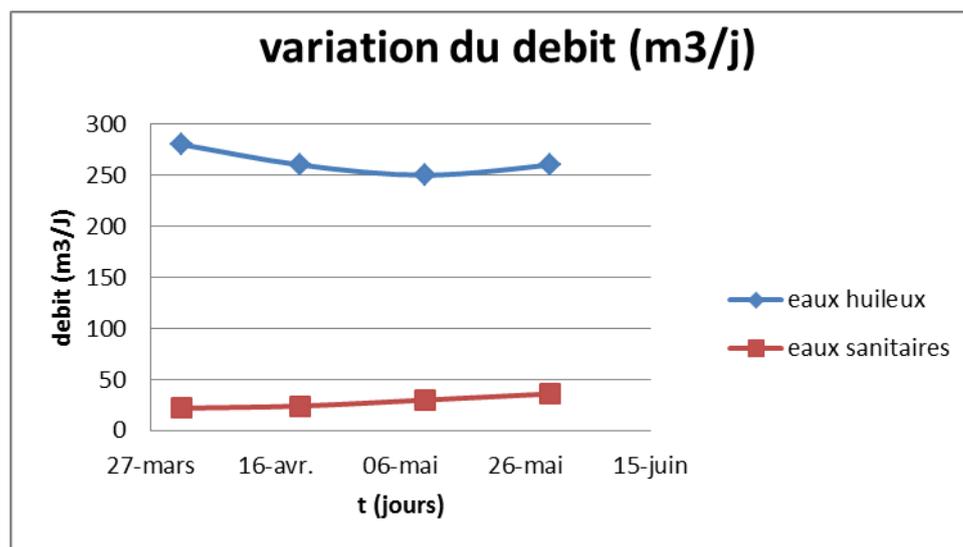


Figure III.1. Représentation graphique de la variation des débits entrants des eaux huileuses et sanitaires durant les mois d'avril et de mai.

Le débit des eaux huileuses est beaucoup plus élevé que celui des eaux sanitaires. Ces dernières ne représentent pas toute l'eau sanitaire du site comme nous l'avons vu dans la présentation de l'unité. La majorité de cette eau est dirigée vers la station des eaux sanitaires hors usine.

III.3.2. Composition physicochimique des eaux usées

Tableau III.3. valeurs des paramètres température, pH, conductivité.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
pH	7,18	7,81	8,88	7,22	7,74	8,80	7,17	7,79	8,40	7,24	7,69	8,21
Température (°C)	30	28,8	45	30	28,8	48	28,8	28,8	47	30	30	51
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	710	1610	3150	720	1625	3145	716	1618	3162	732	1579	3137

III.3.2.1. La température

La température moyenne enregistrée durant les deux mois d'avril et de mai, des eaux usées épurées et des eaux huileuses est d'environ 30°C. Cette valeur ne dépasse pas les normes de rejets recommandées (30°C).

Hors, dans les bassins d'évaporation, la température moyenne est aux environs de 48°C vu que les bassins sont à ciel ouvert, et que la température tend à augmenter à l'approche des grandes chaleurs.

III.3.2.2. Le pH

La moyenne du pH à la sortie des pompe P03 et P12 est de 7,20 et 7,78. Celles-ci présentent une valeur de pH proche du neutre. Par contre, à l'entrée du bassin d'évaporation P06 elle est de 8,58. Cette augmentation est expliquée par l'évaporation du CO₂ du à l'élévation de la température. Cette valeur dépasse les normes de rejets fixées par le journal officiel (5,5-8,5), elle peut affecter la dégradation biologique de la pollution dans le cas où le pH atteint des valeurs très basiques.

III.3.2.3. La conductivité électrique

La conductivité augment beaucoup lorsque la température s'accroît. Ce phénomène s'explique par le fait que la mobilité des ions augmente lors de l'augmentation de la viscosité.

La conductivité de notre échantillon est supérieure à 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Cette eau contient beaucoup d'ions qui transportent le courant. Donc, elle est riche en sels dissous.

La conductivité des eaux usées brutes est généralement inférieure à celle des eaux épurées. Cela est dû aux matières organiques et colloïdales qui sont de mauvais conducteurs.

III.3.2.4. Les MES

Tableau III.4. Valeurs des matières en suspensions.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
MES (mg/L)	111	32	111	111,9	33,5	110,87	112	32,8	113	117	35	113

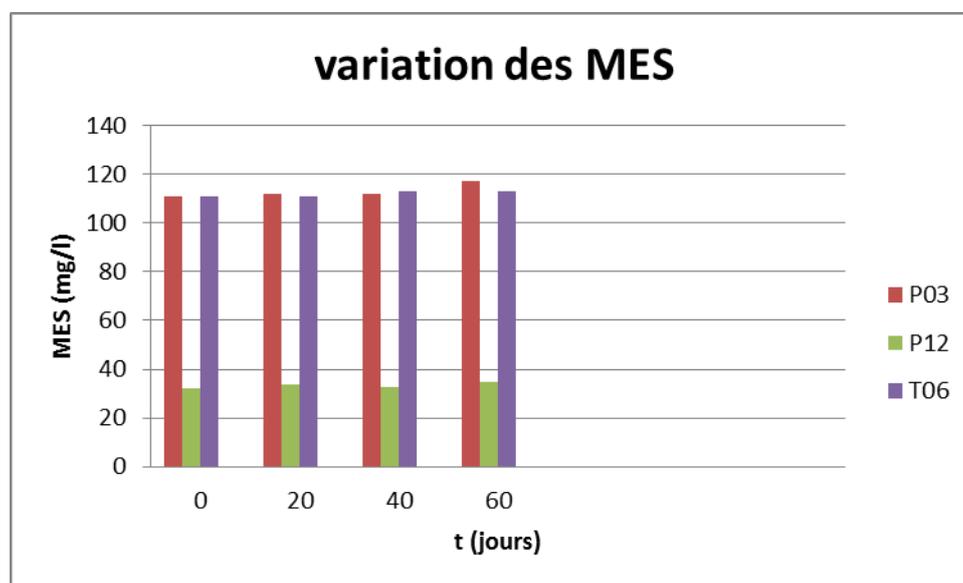


Figure III.2. Représentation graphique de la variation des MES à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

La concentration en MES à la sortie des pompes P03 est très élevée par rapport à la valeur limite maximale (30mg/l). Cela est dû au fait que ces eaux contiennent une grande quantité de matières organiques et minérales, telles que le sable et les émulsions d'huile et qui ne sont pas traitées efficacement par l'installation.

A l'installation des eaux sanitaires, on a une concentration de sortie en MES aux environs de 33mg/L. Cette valeur est un peu plus élevée que la norme et ce à cause de la présence des sables.

Dans les bassins d'évaporation, la concentration est très élevée vu que les eaux des deux installations sont mélangées et du fait qu'ils soient à ciel ouvert, on a une introduction importante de sable.

III.3.2.5. L'ammonium

Tableau III.5. Valeurs de l'azote ammoniacal

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
NH ₄ ⁺ (mg/L)	74,47	1,17	150,86	73,9	1,32	153,01	74,30	1,20	150,70	74,05	1,35	149,6

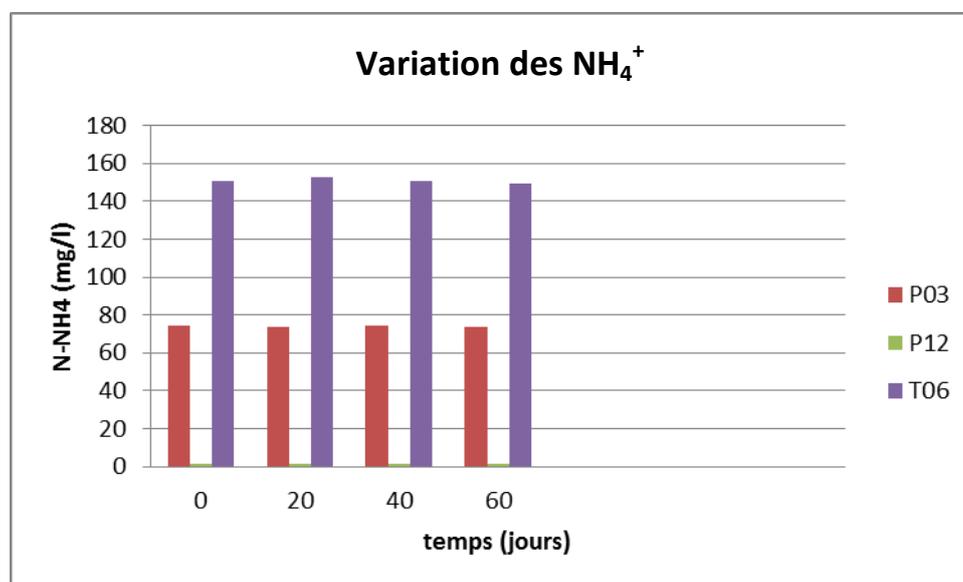


Figure III.3. Représentation graphique de la variation du NH₄ à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

Pour les eaux sanitaires, au niveau de la pompe P12, une bonne nitrification est enregistrée durant les deux mois, les concentrations en ions ammonium des eaux oscillent entre 1,17 et 1,32 mg/l après le traitement biologique.

Dans les eaux huileuses, au niveau de la pompe P03, on a une ammonification d'où la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal.

Après mélange des eaux sanitaires et des eaux huileuses on remarque une augmentation des concentrations, cela est dû à l'ammonification de l'azote organique non transformé dans les eaux huileuses.

III.3.2.6. Les nitrates

Tableau III.6. Valeurs des nitrates.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
NO_3^- (mg/L)	1,60	5,40	1,8	1,57	5,38	1,87	1,60	5,35	1,79	1,65	5,61	1,75

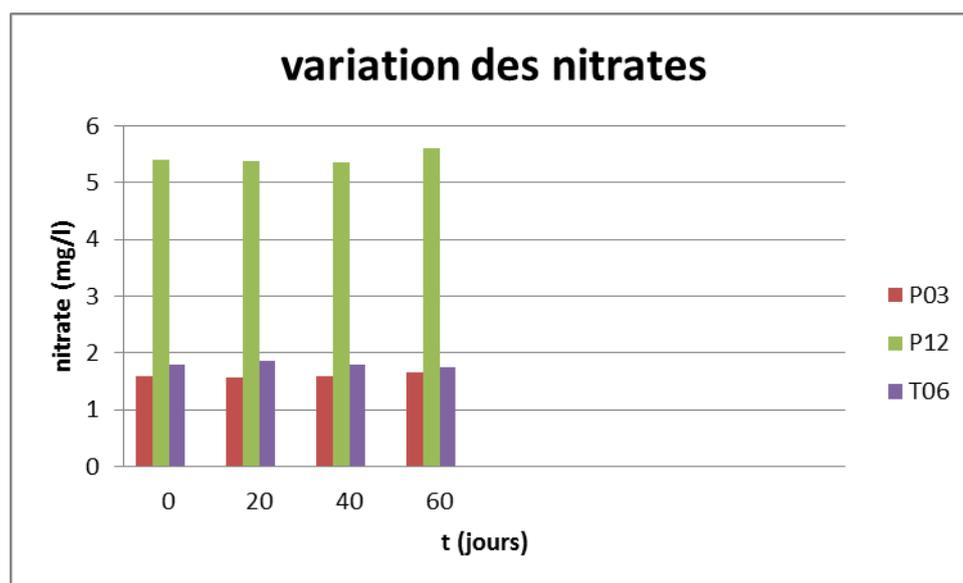


Figure III.4. Représentation graphique de la variation des NO_3^- à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

Pour les eaux huileuses on remarque que la concentration d'Azote nitrique dans T06 a augmenté, atteignant une valeur maximum de 1,87 mg/L, après traitement, ce qui est tout à fait normal, à cause de la nitrification de l'azote ammoniacal.

III.3.2.7. Les nitrites

Tableau III.7. Valeurs des nitrites.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
NO_2^- (mg/l)	0,096	0,84	0,005	0,08	0,849	0,01	0,09	0,845	0,007	0,07	0,8	0,002

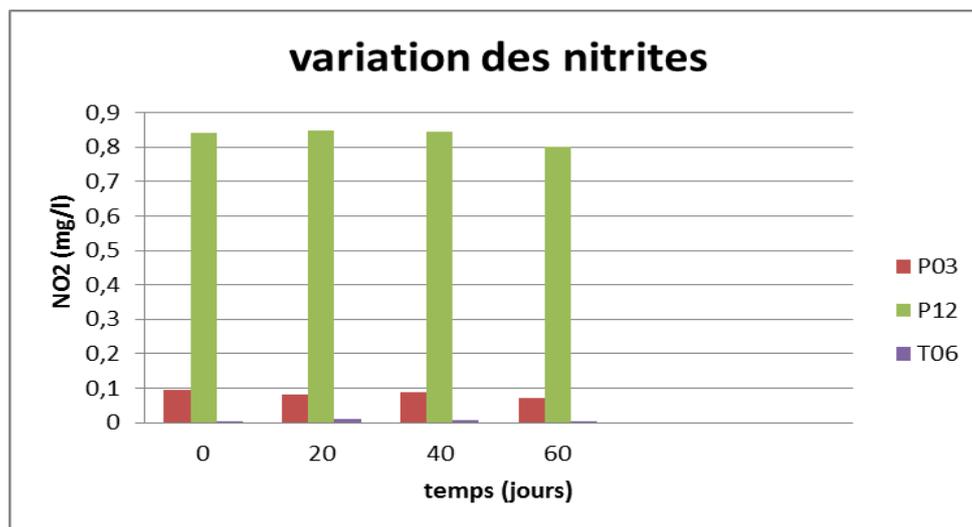


Figure III.5. Représentation graphique de la variation des nitrites à l'entrée de T06 de mélange des eaux huileuses et sanitaires et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12.

A la sortie des pompes P12, on remarque une forte concentration en azote ammoniacal ce qui s'explique par une absence de nitrification à cause d'une inhibition des bactéries nitrosomonas par excès d'ammonium. Au niveau des bassins d'évaporation T06 nous remarquons une très faible concentration en nitrites. Ceci s'expliquerait par la réduction des nitrites en azote ammoniacal par une concentration de matières réductrices présentes dans l'effluent.

III.3.2.8. Les phosphates

Tableau III.8. Valeurs des phosphates.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,10	119	5,50	0,15	115,3	5,98	0,12	118,03	5,49	0,16	118,2	6

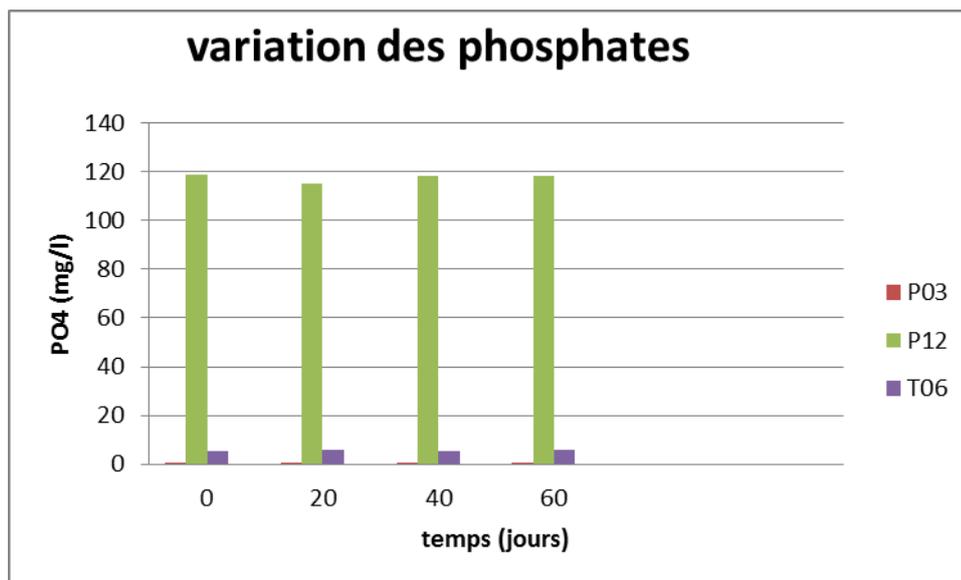


Figure III.6. Représentation graphique de la variation des phosphates à l'entrée de T06 de mélange des eaux huileuses et sanitaires et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

Au niveau du pompe P12 et T06, on a une élévation dans les concentrations en phosphate qui dépassent les normes (2mg/L). Cela est due à la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes qui vont la transformer en composés phosphatés et ainsi progressivement en phosphate soluble.

Au niveau de la pompe P03, on a obtenue de faibles concentrations en phosphates. Cela s'explique par le manque d'aération et la variation du pH.

III.3.2.9. Les métaux lourds

Le dosage des métaux lourds a révélé l'absence totale de ces derniers dans tous les échantillons

III.3.2.10. La teneur en hydrocarbures

Tableau III.9. Valeurs des teneurs en hydrocarbures.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	T01 (g/l)	P03	T06									
HC (mg/l)	179,22	69,58	49,20	208,98	54,32	51,30	182,35	48,77	46,40	175,13	54,08	45,81

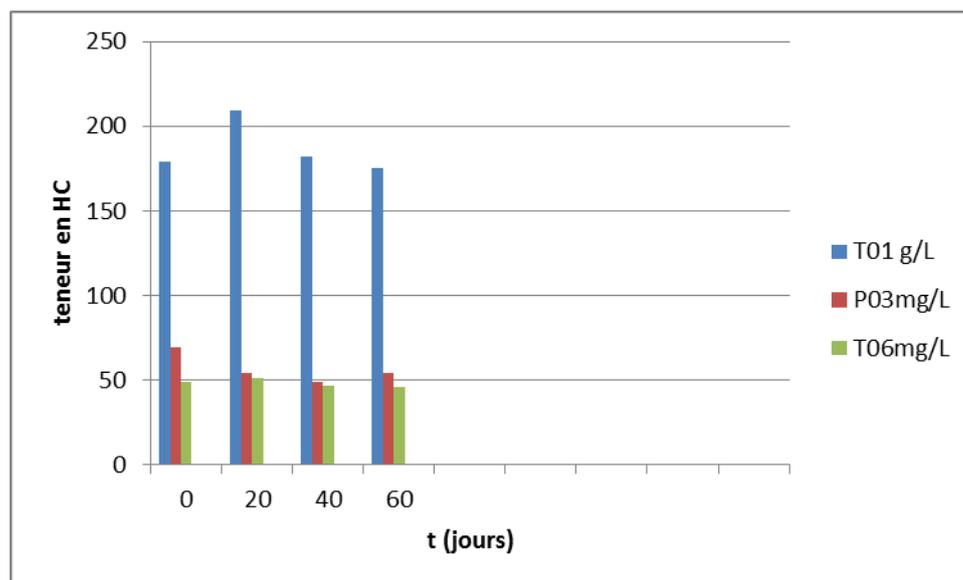


Figure III.7. Représentation graphique de la variation des teneurs en hydrocarbures à l'entrée de l'unité de déshuilage T01, à sa sortie P03 et à l'entrée des bassins d'évaporation T06.

La teneur en hydrocarbures à l'entrée de l'installation des eaux huileuses est très élevée, l'eau venant de l'usine étant très chargée en hydrocarbures.

A la sortie des pompes P03, on remarque un abaissement de la teneur en hydrocarbures d'environ 60% après traitement de l'eau. Toutefois, la teneur en hydrocarbures reste supérieure à la norme (20mg/L).

A la sortie des bassins d'évaporation, il y a encore diminution du taux d'hydrocarbures après décantation mais qui reste loin de la concentration exigée par la loi algérienne.

III.3.2.11. La DBO₅

Tableau III.10. Valeurs de la DBO₅.

	1 avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06	P03	P12	T06
DBO ₅ (mg/L)	10	30	195	12	31,2	190	09	32,09	189	14	31,7	176

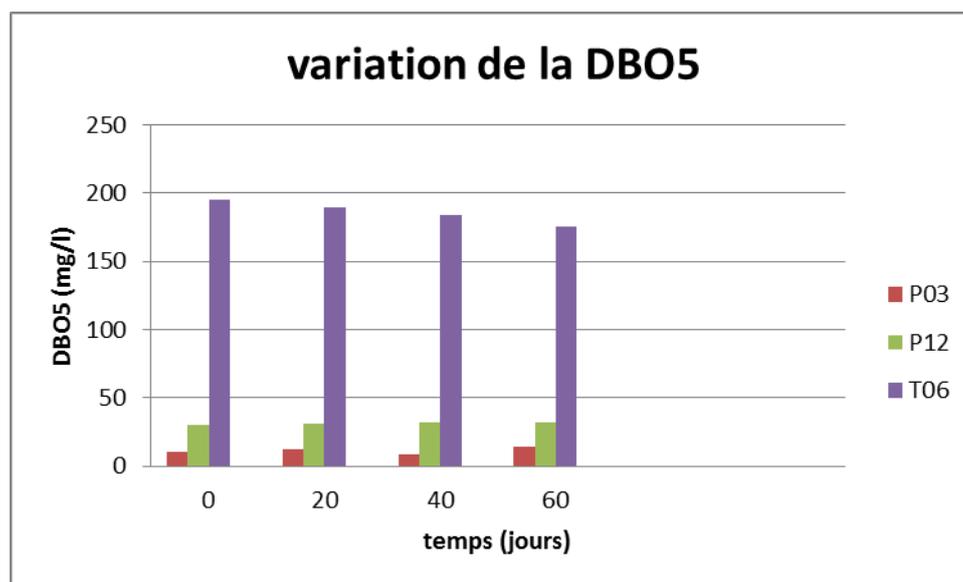


Figure III.8. Représentation graphique de la variation de la DBO₅ à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

On constate, d'après cette figure, que les valeurs de la DBO₅ au niveau de la pompe P03 sont faibles. Cela est dû à la présence d'un film d'huile formé à la surface de l'eau qui permet de diminuer la quantité d'oxygène dissoute pour dégrader la matière organique. De plus, la forte concentration en hydrocarbures entraîne une inhibition par excès de substrat qui empêchent leur biodégradabilité.

Au niveau de la pompe P12, les valeurs de la DBO₅ des eaux sanitaires sont inférieures aux normes des effluents liquides recommandés et ceci est dû au fait que les eaux sanitaires contiennent naturellement les germes nécessaires à la fermentation aérobie et au traitement biologique effectué.

Aussi, Les valeurs de DBO₅ dans les bassins d'évaporation T06 dépassent les normes de rejet (40mg/L), ce qui se traduit par la diminution de la concentration en hydrocarbures et l'aération des bassins d'évaporation qui permet aux microorganismes de les dégrader efficacement.

III.3.2.12. La DCO

Tableau III.11. Valeurs de la DCO.

	1avril			20 avril			10 mai			30 mai		
	P03	P12	T06									
DCO (mg/l)	1720	119	2600	1715	123	2605	1726	116	2610	1718	114	2518

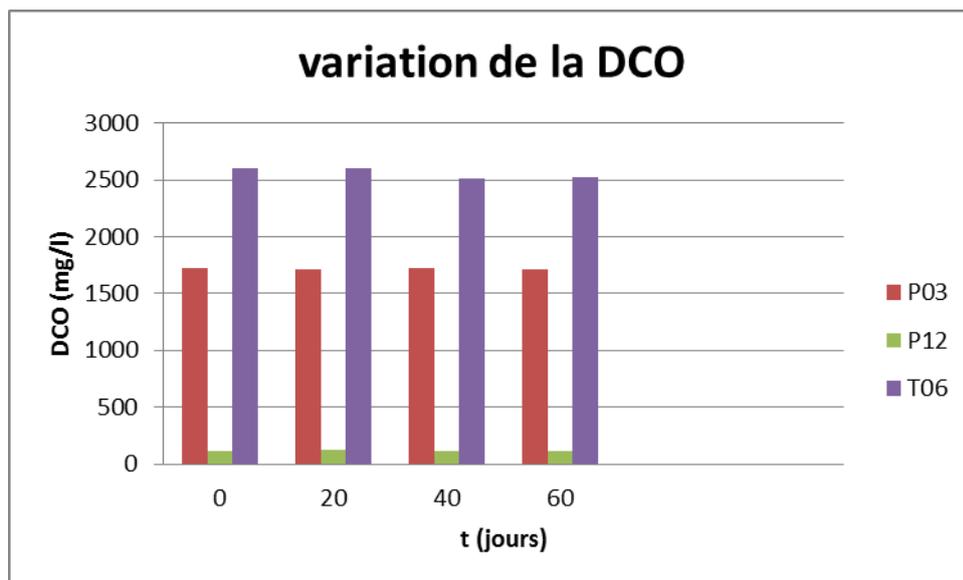


Figure III.9. Représentation graphique de la variation de la DCO à l'entrée de T06 et à la sortie de P03 des eaux huileuses et P12 des eaux sanitaires.

Nous remarquons de très grandes valeurs de DCO, ceci pourrait s'expliquer par la présence de matières réductrices qui ont permis la réduction chimique des composés organiques et inorganiques.

➤ Détermination du rapport de la biodégradabilité

D'après nos valeurs, le rapport de biodégradabilité DCO / DBO5 à la sortie des pompes P03 est très élevé, tant dis qu'il est très bon à la sortie des pompes P12. Ces résultats s'expliquent par l'efficacité du traitement biologique dans l'installation des eaux sanitaires et son absence pour les eaux huileuses.

III.4. Efficacité du traitement

En définitive, nous constatons que la pollution générée par l'unité 320 est bien définie et ne répond pas aux normes et aux réglementations. Il s'agit bien des hydrocarbures, des sels dissous et des composés azotés. Ces derniers peuvent constituer des risques pour l'environnement par :

- La transmission des maladies hydriques.
- Le dégagement des mauvaises odeurs.
- L'émission des gaz à effet de serre.

Différentes solutions existent et peuvent être appliquées au traitement des effluents liquides mais il faut retenir que le choix de la combinaison des méthodes de traitement doit prendre en

compte tous les problèmes évoqués précédemment, en particulier la nature et la concentration du polluant, sa toxicité, le volume d'eau à traiter et le type d'effluent.

Pour cela, nous avons proposé le décanteur aux normes API qui permet d'abaisser la charge polluante en hydrocarbures. Cette technique de traitement présente de nombreux avantages par rapport à d'autres procédés existants. C'est un procédé simple et susceptible d'éliminer simultanément les polluants solubles et insolubles.

Pour pouvoir préconiser ce traitement, il faut connaître la quantité réelle d'eau huileuse rejetée.

L'estimation de la pollution globale dépend du débit de l'effluent quittant l'usine. Celui-ci a été estimé d'une part, en sommant les quantités individuelles rejetées par les purges, plus les eaux des utilités, les eaux de refroidissement et même les eaux pluviales. On arrive finalement à un débit majoré **de 400 m³/h.**

Chapitre IV : Dimensionnement de Décanteur aux normes API

VI.1. Conception d'un séparateur eau-huile

L'objet de la présente section est d'exposer les principes fondamentaux qui doivent être pris en considération lors de la conception d'un séparateur eau-huile.

VI.2. Dimensionnement d'un séparateur eau-huile

Selon la théorie de base, le dimensionnement d'un séparateur peut être calculé en fonction des paramètres suivants :

Débit à traiter $Q = 400 \text{ m}^3/\text{j} = 4.63 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 16.67 \text{ m}^3/\text{h}$

ρ : masse volumique de l'eau à 20°C = 1 g/cm³

ρ' : masse volumique de l'huile à 20°C = 0,999 g/cm³

g : accélération de la pesanteur = 981 cm/s²

η : Viscosité dynamique de l'eau = 0,01006 (poises)

d : diamètre du globule ou gouttelette d'huile = 0.015 centimètres

VI.2.1. Vitesse ascensionnelle V_t

La vitesse ascensionnelle V_t se calcule selon la loi de Stokes: dans le cas d'une gouttelette d'huile de 150 microns (0,015 cm), l'équation (4) devient :

$$V_t = \frac{g}{18\eta} D^2 \left(\rho - \rho' \right) \dots (4)$$

$$V_t = \frac{981}{18 \times 0,01006} \times 0,015^2 \times (1 - 0,985)$$

$$V_t = 0,018 \text{ cm/s}$$

VI.2.2. Surface horizontale minimale du séparateur A_h

Pour un séparateur idéal, on a la relation suivante :

$$A_h = \frac{Q_m \times 100}{V_t}$$

V_t = vitesse ascensionnelle (cm/s)

Q_m = débit d'eaux usées (m³/s)

A_h = surface horizontale interne du séparateur ou de la zone de séparation (m^2)

Le facteur 100 est utilisé pour convertir la vitesse en m/s.

Dans la pratique, il faut toutefois tenir compte d'un facteur de turbulence et de court-circuitage.

L'équation devient donc :

$$Ah = F \frac{Qm \times 100}{V_t} ..$$

où :

F = facteur de turbulence et de court-circuitage exprimé en fonction du rapport entre la vitesse d'écoulement et la vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huile (V_h/V_t). Les valeurs suggérées de « F » sont mentionnées dans le **Tableau 1 (annexe A)**.

Il est également possible d'exprimer sous forme graphique les valeurs du facteur de turbulence et de court-circuitage (F) en fonction du rapport des vitesses d'écoulement et la vitesse ascensionnelle tel qu'illustré à la **figure IV.1**.

La vitesse d'écoulement V_h doit être la plus petite des vitesses suivantes :

$$V_h = 15 V_t = 0.27 \text{ cm/s}$$

$$V_h/V_t = 15$$

$$F = 1.64$$

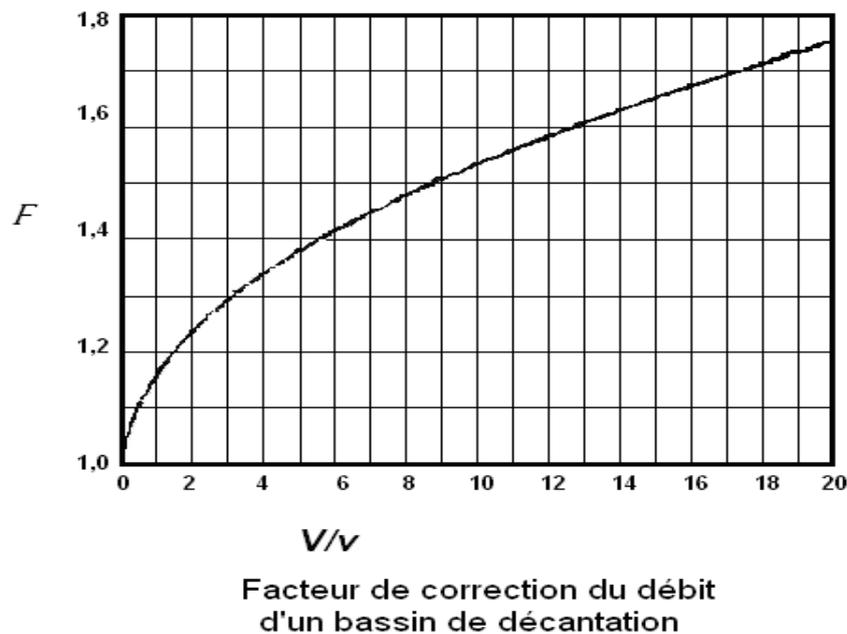


Figure IV.1. Les valeurs du facteur de correction de débit

$$Ah = 1.64 \frac{0.00463 \times 100}{0.018} ..$$

$$A_h = 42.18 \text{ m}^2$$

VI.2.3. Section verticale A_c

$$A_c = Q_m / V_h$$

$$A_c = 16.67 / 9.72 = 1.72 \text{ m}^2$$

Q_m = débit maximal d'eaux usées (m/s)

A_c = surface latérale du séparateur (m^2) = largeur (B) x profondeur d'eau (d)

Le rapport profondeur/largeur se situe généralement entre 0,3 et 0,5.

VI.2.4. Profondeur d

$$d = \frac{A_c}{B}$$

On choisi **une largeur B= 2m** (puisque la norme API prévoit que la largeur B doit être comprise entre 1,8 et 6 mètres), on aura :

$$d = \frac{1.72}{2} = \mathbf{0.86m}$$

Ce qui répond à la spécification API qui prévoit une profondeur comprise entre 0,65 et 2,4m.

Le rapport $d/B \Rightarrow$ la troisième spécification qui prévoit que le rapport $\frac{\text{profondeur}}{\text{largeur}}$ doit être

compris entre 0,3 et 0,5 est vérifiée.

VI.2.5. Longueur L

$$L = \frac{Ah}{B}$$

$$L = \frac{2.98}{2}$$

$$L = 1.49 \text{ m}$$

IV.2.6. Temps de séjour T_s

$$T_s = \frac{L}{V}$$

$$T_s = \frac{1.49}{9.72}$$

$$T_s = 9.19 \text{ min}$$

On doit prolonger le décanteur pour respecter la spécification API qui préconise un **temps de séjour T_s de 60 minutes**, ce qui donne :

$$\begin{array}{l} 1.49 \text{ m} \quad \longrightarrow \quad 9.19 \text{ mn} \\ X \quad \longrightarrow \quad 60 \text{ mn} \end{array}$$

$$X = \frac{60 \times 1.49}{9.19} \text{ m}$$

$$X = 9.72 \text{ m.}$$

Compte tenu des espaces en amont nécessaires pour la distribution et en aval pour le déversement, et la collecte des huiles (voir schéma),

On ajoutera alors une longueur supplémentaire de trois mètres ce qui donne :

- **Longueur totale $L_{tot.} = 9.72 + 3 = 12.72$ mètres.**
- un volume supplémentaire pour la collecte des huiles de 8 m^3 .

$$\text{Volume utile} = B \times L_{tot.} \times d + 8 = 2 \times 12.72 \times 0.86 + 8 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume utile} = 29.87 \text{ m}^3$$

$$\text{Temps de séjours total } T_{tot.} = \frac{L_{tot.}}{V} = \frac{12.72}{9.72} \times 60.$$

$$T_{tot.} = 78.52 \text{ minutes.}$$

IV.3. Récapitulatif :

Bassin de forme parallélépipédique de dimensions :

- Longueur utile : 9.72m
- Largeur : 2 m
- Profondeur : 0,86 m
- Temps de séjour (décantation) : 60 minutes
- Longueur total y compris chambre d'arrivée et compartiment de déversement : 12.72 m
- Temps de séjour total sur l'ensemble des trois compartiments : 78,52 minutes

IV.4. Principe de fonctionnement d'un bassin aux normes API :[7]

L'eau huileuse arrive à travers une conduite de 6" et déverse dans la chambre d'arrivée où s'effectue au même temps une dissipation d'énergie du fluide et une décantation. L'eau ainsi décantée passe au dessous d'une cloison siphonide, constituée par un mur en béton armé immergé jusqu'à une profondeur de 20 cm au dessus du radier du bassin. Cette disposition permet d'assurer une tranquillisation et stabilisation de l'écoulement (décantation en zone calme, garantissant un écoulement laminaire) à l'aval de la chambre d'arrivée.

L'eau pré décantée passe à travers le premier bassin pour subir une deuxième décantation, ce qui permet d'assurer le piégeage du film d'huile sur la surface du plan d'eau, tandis que l'eau décantée passe à travers le tube en « H » immergé, vers la chambre n°02 (Voir coupe sagittale).

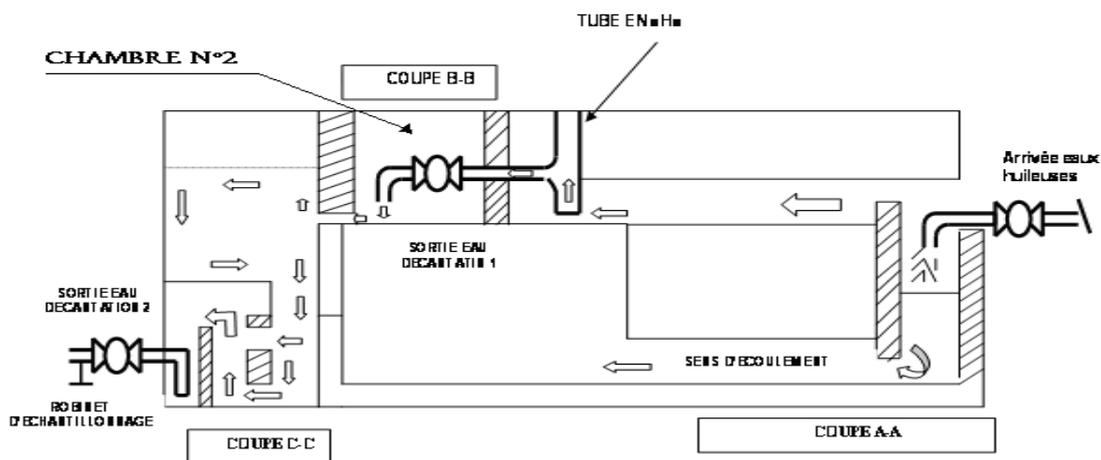


Figure IV.2. Coupe sagittale du bassin de décantation

L'eau ainsi décantée passe par une deuxième cloison siphonide (mur dont la conception est identique à celle de la première chambre).

L'eau subit une dernière décantation au niveau du bassin n°02 dont la conception est presque identique au premier.

L'eau passe vers la troisième chambre sous une cloison siphonide en traversant un déversoir de sortie, puis à travers une conduite immergée à mi hauteur du bassin de décantation, cette disposition permet d'évacuer une eau clarifiée dépourvue d'émulsion grossière ou flottante susceptibles d'être entraînées vers le milieu récepteur.

IV.4. Récupération de l'huile : [7]

Après un certain temps d'exploitation, on procède à la mesure de la hauteur de la couche d'huile piégée sur le plan d'eau du bassin N°1.

Dès que la couche d'huile une hauteur suffisante (10 à 15 cm), on ferme la vanne située sur la conduite de sortie d'eau décantée se trouvant au niveau de la chambre N°02, ce qui par conséquent entraîne la remontée du niveau de la couche d'huile, jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau de la tuyauterie de récolte d'huiles (goulotte de drainage d'huile), ce qui provoque l'écoulement d'huile à travers la goulotte sur toute sa longueur et son acheminement par gravité vers le stockage des huiles.

Conclusion générale

L'objectif de cette étude est non seulement de récupérer un maximum d'hydrocarbure mais aussi préserver l'écosystème de toute perturbation due à l'activité humaine.

L'ensemble des résultats expérimentaux obtenus lors de l'étude d'efficacité de l'unité 320 nous amène à juger de sa déficience et ainsi envisager des traitements par décanteur aux normes API permettant d'abaisser la charge polluante insoluble en hydrocarbures.

L'étude technique de ce procédé a permis de déterminer ses potentialités de séparation et d'élimination simultanée des polluants organiques et minéraux et ainsi éliminer la pollution qui n'a pas pu être traitée par l'unité 320.

Ce procédé dépend du degré d'épuration qu'on veut atteindre, des critères économiques et de la disponibilité des terrains.

D'après nos résultats, les degrés d'épuration à atteindre et dans le cas où nous adoptons les procédés conventionnels, nous proposons la chaîne de traitement suivante :

- traitement des eaux huileuses par décanteur aux normes API.
- traitement des eaux sanitaires en les reliant au réseau allant vers la station des eaux usées du site.
- valorisation de l'eau sanitaire traitée dans l'irrigation et utilisation des boues d'épuration en épandage.

En adoptant ce type de traitement, SONATRACH aura respecté sa politique HSE qui vise la protection de l'environnement et la minimisation des risques liés à ses activités sans pour autant porter atteinte à la production.

Annexe A

Tableau 1. *Les valeurs du facteur de correction de débit en fonction du rapport des vitesses V_h/V_t*

V_h/V_t	F
6	1.37
10	1.52
15	1.84
20	1.74

Annexe B : Détermination du pH et de la température

Le PH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

Principe

Le pH-mètre mesure la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongées dans la même solution.

Réactifs

Les réactifs utilisés pour l'étalonnage sont :

- Une solution de pH=4.
- Une solution de pH=7.

Etalonnage de l'appareil

- Allume l'appareil et on se met sur le mode lecture du pH après avoir rincé minutieusement l'électrode.
- Introduire l'électrode dans la solution étalon de Ph=4 et appuyer sur Cal.
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH.
- Rincer l'électrode et la placer dans la solution étalon de pH=7.
- Appuyer sur la touche Cal et attendre la stabilisation de la valeur du Ph.
- Appuyer sur la touche Read pour la vérification de la lecture.
- La lecture doit être comprise dans l'intervalle de pH spécifié.

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du pH-mètre, préalablement rincée avec de l'eau distillée dans un bécher contenant l'échantillon à analyser.
- Agiter doucement avec un barreau magnétique
- Appuyer sur la touche READ, la valeur du pH et de la température évoluent jusqu'à se stabiliser.
- On note les valeurs données.

Annexe C : Détermination de la conductivité

La mesure se fait en utilisant un conductimètre

Principe

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique. Elle mesure le courant conduit par les ions présents dans l'eau.

Réactifs

Solution de chlorure de potassium à 0,01mol/L de conductivité électrique 1413s/cm.

Etalonnage de l'appareil

L'étalonnage se fait par une solution de KCl 0,01M d'une conductivité de 1413 μ S/cm et la vérification par la même solution mais d'un lot différent comme suit :

- Rincer l'électrode de mesure à l'eau distillée.
- Faire un premier étalonnage à l'air en appuyant sur Cal. L'appareil donnera une conductivité nulle.
- Introduire l'électrode dans la solution étalon et appuyer sur Cal. L'appareil donnera une conductivité de 1413 μ S/cm.
- Introduire l'électrode dans la solution de vérification et appuyer sur read. La lecture doit être comprise dans l'intervalle de conductivité spécifié.

Mode opératoire

- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode de la conductivité.
- Mettre l'électrode dans le bécher, puis appuyer sur la touche READ, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil.

Annexe D Détermination de de l'azote ammoniacal

Principe

Mesure spectroscopique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hupochlorite en présence de nitropussiate de sodium. Les ions hypochlorites sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichroisocyanurate de sodium.

Réactif

- Réctif coloré : de salicyate de sodium, citrate trisodique et nitroprusiate de sodium.
- Solution de dichloroisocyanurate

Dosage et mesure

Prélever 40mL d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

- 4mL de réactif coloré homogénéisé.
- 4mL de réactif de dichloroisocyanurate de sodium homogénéisé.

Après au moins 1heure, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométries à la longueur d'onde de 665nm.

Détermination de la concentration en NH_4^+

- Allumer l'appareil
- Appuyer sur « programme utilisé »
- Choisir le programme de NH_4^+
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), appuyer sur zéro
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire »

Annexe E Détermination des Nitrates

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicyte de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs

- Solution de salicylate de sodium 0,5%
- Acide sulfurique concentré
- Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate de sodium et de potassium

Mode Opératoire

On prend 10 ml d'eau à analyser, on y ajoute 1ml de solution de salicylate de sodium. On évapore dans une étuve à 75°-80°C, puis on laisse refroidir, ensuite on reprend le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en prenant soin d'humecter. On attend 10mn, puis on ajoute 15ml d'eau distillée et 15ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate de sodium et de potassium.

Enfin on effectue la lecture au spectromètre à 415nm.

Détermination de la concentration en nitrates

- Allumer l'appareil
- Appuyer sur « programme utilisé »
- Choisir le programme de NO_3^-
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), appuyer sur zéro
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire »

Annexe F : Détermination des nitrites

Principe

L'Acide sulfamilique en milieu chlorhydrique, et en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

Réactifs

- HCl;
- Acide sulfamilique ;

Mode opératoire

On prélève 50 ml d'eau à analyser, On ajuste le pH à 1,9 et on ajoute 2 ml d'acide sulfamilique. On agite et on laisse reposer 10min. On effectue la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 435nm.

Détermination de la concentration en nitrites

- Allumer l'appareil
- Appuyer sur « programme utilisé »
- Choisir le programme de NO_2^-
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), appuyer sur zéro
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire »

Annexe G : Détermination des phosphates

Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente une d'absorption à 880 nm.

Réactifs

- **Réactif Mixte**

- Heptamolybdate d'ammonium 13 g.
- Eau distillée 100 ml.
- Tartrate d'antimoine 0.35 g.
- Eau distillée 100 ml.
- Acide sulfurique pur 150 ml
- Eau distillée 150 ml.

- **Acide ascorbique à 10 % :**

Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.
- La teneur en phosphates est lue sur le spectrophotomètre.

Détermination de la concentration en phosphates

- Allumer l'appareil
- Appuyer sur « programme utilisé »
- Choisir le programme de PO_4^{3-}
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), appuyer sur zéro
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire »

Annexe H : Détermination de la DBO₅

Principe

Amener la température de l'échantillon d'eau à analyser à 20 °C avec ensuite aération, si nécessaire.

Incubation à 20 °C pour une période définie, 5 jours ou 7 jours dans l'obscurité, dans un flacon entièrement rempli et fermé. Détermination de la concentration en oxygène dissous avant et après incubation. Calcul de la masse d'oxygène consommée par litre d'échantillon.

Mode opératoire

Mesure de l'oxygène dissous en utilisant la méthode électrochimique à la sonde

- Remplir un flacon d'incubation avec chaque échantillon en laissant légèrement déborder. Durant les opérations de remplissage, des précautions doivent être prises pour éviter une modification de la teneur en oxygène du milieu.
- Éliminer toutes les bulles adhérant aux parois.
- Mesurer la concentration en oxygène dissous dans chaque flacon au temps zéro.
- Boucher les flacons en prenant soin de ne pas emprisonner de bulles d'air.
- Placer les flacons dans l'incubateur et laisser à l'obscurité pendant n jours
- Après incubation, mesurer la concentration en oxygène dissous dans chaque flacon.

La demande biochimique en oxygène après n jours (DBO n) est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre,

Annexe I : Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

Principe

Oxydation chimique des matières réductrices par un excès de $K_2Cr_2O_7$. Cette oxydation se réalise en milieu acide (H_2SO_4), en présence de sulfate de mercure comme catalyseur ($HgSO_4$), à ébullition à reflux pendant 2 heures dans un ballon ou un tube muni d'un réfrigérateur.

Appareillage

- Appareil à reflux
- Bloc chauffant
- Spectrophotomètre UV-visible

Réactifs

1. Réactif de digestion

Dans 500ml d'eau distillée ajouter dans l'ordre :

- $K_2Cr_2O_7$10,216 g, préalablement séché à l'étuve pendant 2h à 105°C.
- $HgSO_4$ 33,3g
- H_2SO_4 ,167ml

2. Réactif d'acide sulfurique

Ajouter du $HgSO_4$ dans du H_2SO_4 concentré à raison de 5,5 g de $HgSO_4$ /kg de H_2SO_4

Mode opératoire

- Introduire dans un tube à fond plat de DCO 2,5 mL de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 1,5 ml de dichromate de potassium.
- Ajouter lentement et avec précaution 3,5mL d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en refroidissant sous un courant d'eau froide de façon à éviter toute perte de substances organiques volatils.
- Porter à ébullition dans un bloc chauffant pendant 2 h.
- Effectuer la lecture sur le spectrophotomètre à $\lambda = 600$ nm.
- La teneur en DCO est lue sur le spectrophotomètre.

Annexe J : Détermination de la teneur en hydrocarbures

Appareillage

- Agitateur mécanique
- Ampoules à décanter
- pH-mètre
- Etuve
- Balance analytique
- Dessiccateur
- Matériel courant de laboratoire (pipettes, béchers, ...etc)

Mode opératoire

- Peser le flacon d'échantillonnage d'1L vide (W_1), et rempli de l'échantillon (W_2).
- Ajuster le pH à 2 à l'aide de l'acide chlorhydrique pour détruire les bactéries existantes et casser au besoin l'émulsion qui aurait pu se produire entre l'eau et la graisse.
- Dans une ampoule à décanteur, verser 1 litre d'échantillon, ajouter 30ml d'hexane dont 5ml auront servi au préalable au rinçage du flacon ayant contenu l'échantillon.
- Agiter énergétiquement pendant 2mn.
- Laisser les couches se séparer pendant 2heures, soutirer la fraction de L'eau.
- Filtrer la fraction de l'hexane dans une fiole préalablement pesée (S_1) munie d'un papier filtre contenant 10g de Na_2SO_4 .
- Procéder à l'évaporation de l'hexane en mettant la fiole dans un bain-marie à 85 °C jusqu'à l'évaporation totale de l'hexane.
- Refroidir la fiole pendant 30 min dans un dessiccateur et peser (S_2).

Calculer la teneur en hydrocarbures:

$$HC = (S_2 - S_1) / (W_2 - W_1) * 1000$$

Références Bibliographiques

[1] Anne-Marie Denat, Pascal Denat, Françoise Sammut: L'EPURATION DE L'EAU.

[2] Mlle. SELHANI Soumia : Etude des possibilités d'utilisation des eaux et boues d'épuration dans l'agriculture : Cas de la station d'épuration de BENI MESSOUS :thèse : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique Département Hydraulique 2009

[3] Adrian RODRIGUEZ GARCIA : ETUDE DE LA CONGELATION COMME TECHNIQUE DE TRAITEMENT DES EAUX : APPLICATIONS SPECIFIQUES : thèse en vue de l'obtention du Grade de : Doctorat: Spécialité : Génie des Procédés et de l'Environnement /Ecole Doctorale Sciences des Procédés. décembre 2004

[4] F.BORNE et J.CORDONNIER: traitement des eaux (épuration des eaux résiduaires du raffinage) ; (conditionnement des eaux de réfrigération) : livre : Ecole Nationale supérieure du pétrole et des moteurs 1991.

[5] GUIDE SUR LES SÉPARATEURS EAU-HUILE : Québec : développement durables, environnement et parcs : OCTOBRE 2008

Résumé

Afin de réduire la quantité d'hydrocarbures présente dans l'eau et prévenir la pollution de l'environnement, les industries pétrolières sont tenues de contrôler leurs rejets huileux. Seules les eaux ayant une teneur en hydrocarbures inférieure à 20ppm peuvent être déversées dans la nature, au-delà de cette teneur, un traitement avant rejet devient alors inévitable.

Cependant le traitement des eaux huileuses peut s'avérer très coûteux.

De ce point de vue, les techniques de séparation gravitaire sont particulièrement intéressantes. L'intérêt de celles-ci réside surtout dans leur aspect non polluant et leur facilité d'automatisation.

C'est pourquoi nous avons choisi un des sites hydrocarbures algériens qui est en l'occurrence le site HAMRA comme objet de notre étude pour y concevoir un bassin de décantation selon les normes API qui permettra le traitement des rejets huileux de la production.

Cette étude aura pour but de :

- Identifier les sources de pollution ;
- Analyser le système actuel de gestion des eaux huileuses du site ;
- Exposer les insuffisances de cette installation ;
- Proposer une conception d'un bassin selon les normes API comme solution à ce problème.

Mots clés : Pollution, eaux huileuses, teneur en hydrocarbures, station de déshuilage, bassins selon les normes API.

Abstract

In order to reduce the quantity of hydrocarbon present in water and prevent the pollution of the environment, oil industries are held to control their oily rejections.

Only water having a content hydrocarbon lower than 20ppm can be poured in nature, beyond this content, a treatment before rejection becomes inevitable.

However the oily water treatment can prove very expensive.

From this point of view, the techniques of gravitating separation are particularly interesting. The interest of those lies especially in their aspect not polluting and their facility of automation.

This is why we chose one of the Algerian hydrocarbons sites which is in fact site HAMRA like object of our study to design a settling basin according to the API standards which will allow the treatment of the oily rejections of the production.

The purpose of this study will be:

- To identify the sources of pollution;
- To analyze the current system of management of oily water of the site;
- To expose the insufficiencies of this installation;
- To propose a design of a basin according to the API standards as solution to this problem.

Keywords: Pollution, oily water, oil content, oiling station, API basins.

ملخص

مراقبة الإفرازات الزيتية الخاصة بها لتقليل كمية النفط والغاز في المياه ومنع تلوث البيئة، الصناعات النفطية مطلوبة ب
ان تفرغ في الطبيعة. وراء هذا المستوى، المعالجة قبل فقط المياه ذات محتوى من الزيت أقل من 20 جزء في المليون يمكن
التفريغ تصبغ حتمية.
ومع ذلك، يمكن ان تكون معالجة المياه الزيتية مكلفة للغاية.

من وجهة النظر هذه، تقنيات فصل الجاذبية هي مثيرة للاهتمام بشكل خاص. تكمن مصلحتها في مظهرها غير الملوث
وسهولة التشغيل وسهولة التشغيل الآتوماتيكي.
لهذا السبب اخترنا واحدة من مؤسسات النفط الجزائرية الا و هي موقع الحمراء كموضوع دراستنا من أجل تصميم خزان
ترسيب حسب معايير ال API التي تمكن من علاج النفايات الزيتية الصادرة من الانتاج.

تم تصميم هذه الدراسة من اجل:

- تحديد مصادر التلوث؛
- تحليل النظام الحالي لإدارة المياه الزيتية من الموقع؛
- عرض القصور في المرفق
- اقتراح تصميم حوض حسب معايير ال API كحل لهذه المشكلة

الكلمات المفتاحية: التلوث، المياه الزيتية، محتوى الزيت، محطة التزيت، أحواض حسب معايير ال API