

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA  
FACULTE SCIENCE APPLIQUE

**DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES**



**MEMOIRE**

**En vue de l'obtention :**

**MATER EN GENIE DE RAFFINAGE**

Traitement des eaux contaminées par les  
Produits pétroliers : cas de l'UTBS

**Préparé par :**

❖ BELKHIRI Issam.

❖ KENICHE Rabah.

**Encadreur :**

Mme. Dr. IZZA

Promotion 2019/2020

# ***REMERCIEMENT***

*Avant tout je remercie « Allah » qui m'a donné la force, la patience, la santé, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.*

*Je tiens à remercier ma promotrice Mme Izza Maitre de conférences A pour l'aide et pour les efforts extraordinaires et son encouragement, sa patience et pour son attention et surtout ses orientations très avisées qui nous ont aidés à poursuivre cette étude jusqu'à la dernière minute.*

*Un grand remerciement à Docteur TABCHOUCHE ahmed, de nous avoir fait l'honneur de présider le Jury.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tout le personnel de l'unité traitement nord du complexe UBTS et à Mr CHEHIDA pour avoir guidé notre pas au niveau de la zone industrielle et pour son suivi et ses conseils.*

# *DÉDICACE*

Je dédie ce modeste travail aux deux êtres qui me sont très chers dans cette vie, à savoir ma mère et mon père. Je te dis merci et mille fois merci maman « Douib Nadjat » pour ta patience, ton courage et ton sacrifice pour moi ta assistance et pour ce que tu m'as fait et qui m'a permis d'avoir cette réussite et ce bonheur et . Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, Je ne pourrai jamais égaler votre mérite.

A mes très cher frères : Oussama et Housseem A mes sœurs aussi A mes cousins et cousines surtout mon cher oncle Ali qui a nous quitté et j'espère que dieux lui entrera au paradis. A mon meilleur : KenicheRabah . A mes chères ami(e)s : Bilal, Nassef , Syphaxe , Anes , Akib, Fares , Sultan , Abdenour, Mouath. A toute la promotion de 2ème master Génie de raffinage, ainsi qu'à tous mes professeurs durant mon cycle universitaire Tous simplement, a tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

# *Sommaire*

Liste des figures .....	i
Liste des tableaux .....	ii
Nomenclature.....	iii
Introduction Générale.....	1

## **Chapitre I : Présentation du l'unité de traitement du brut sud UTBS**

I.1 Introduction.....	5
I.2 Description d'unité de traitement du brut sud .....	5
I.3 Principe de fonctionnement de l'Unité de Traitement du brut sud.....	8
I.4 Description du package de traitement des eaux huileuses API.....	10
I.4.1 Dessablage.....	11
I.4.2 Dégazeur.....	12
I.4.3 Unité de flottation.....	13
I.5 Skids d'injection des produit chimiques.....	14

## **Chapitre II : Techniques de Traitement des eaux huileuses**

1. Introduction.....	16
2.1 Techniques de Traitement des eaux issues de l'industrie pétrolière.....	16
2.2 Traitement primaire.....	16
2.2.1 Dégrillage.....	16
2.2.2 Dessablage.....	17
2.2.3 Décantation (Déshuilage, dégraissage).....	17
2.3 Traitement secondaire (Epuración physicochimique).....	18
2.3.1 Phénoménologie de la formation, stabilisation, déstabilisation des émulsions .....	18
2.3.1.1 Formation des émulsions.....	18

2.3.1.2 Stabilité des émulsions.....	18
2.3.1.3 Instabilité des émulsions.....	19
2.3.2 Coagulation, Flocculation.....	19
2.3.2.1 Coagulation.....	20
2.3.2.2 Flocculation.....	20

### **CHAPITRE III : Les caractéristiques effluent a traité et les paramètres idéaux de la procédée**

1.Caractéristiques des effluents à traiter.....	23
1.2 Caractéristiques de l'eau traitée du package.....	24
1.3 Capacité de design de l'unité.....	24
1.4 Paramètre de calcul .....	25
1.4.1 Unité de Dessablage .....	25
1.4.2 Dégazeur.....	26
1.4.3 Unité de flottation.....	27
1.5 Les paramètres de pollution d'eau.....	29

## **Liste des figures**

Figure 1 : Situation géographique de l'UTBS

Figure 2 : Schéma du Description de l'unité de Traitement de Brut sud

Figure 3 : Organigramme du train de l'UTBS

Figure 4 : Unité de flottation

Figure 5 : Processus de coagulation, floculation et de sédimentation

Figure 6 : Schéma explicatifs de la coagulation

## **Liste des tableaux**

Tableau 1 : des propriétés rapportées

Tableau 2 : des paramètres a traité par l'unité API

## *Nomenclature*

GNL : Gaz Naturel

Liquéfié.

UTBS : Unité traitement

de brut sud

GPL : Gaz Pétrolière

liquéfié.

CSC : Centre de Séparation et

Compression. CPF : Centre de Processus et

Fabrication.

DCO : Demande Chimique en

Oxygène. DBO : Demande Biochimique en

Oxygène. MES : Matière En Suspension.

TH : Taux

d'Hydrocarbures. Sm<sup>3</sup>





***Introduction***  
***Générale***

La pollution de l'environnement qui accompagne les développements industriels et urbains, est due le plus souvent à la mauvaise gestion des rejets et d'une manière générale à la mauvaise maîtrise des procédés qui engendrent des substances secondaires très souvent nocives. Ces rejets se retrouvent invariablement dans le milieu naturel sous forme de gaz, de déchets solides et dans de très nombreux cas sous formes dissoutes dans les eaux.

Grande consommatrice d'eau, l'industrie pétrolière et gazière génère aussi beaucoup d'eau issue de l'extraction du pétrole et du gaz. Ces industries rejettent leurs eaux polluées (eaux huileuses) souvent directement dans l'environnement (rivières, nappes, mer) et il est donc impératif pour elles de traiter ces effluents afin de prévenir toute pollution.

Le principal problème des eaux industrielles, c'est qu'il est propre à chaque industrie et par conséquent, il est nécessaire d'adapter les processus de traitement des eaux à chaque industrie. Ces eaux contiennent généralement une grande diversité de polluants, notamment des polluants chimiques à l'état solide ou dissout.

Les principaux polluants de ces eaux sont classés en plusieurs catégories : les métaux lourds, les toxines organiques, les matières azotées, les huiles et les graisses, les matières phosphorées, les matières organiques et matières en suspension.

Il existe à l'heure actuelle une vaste gamme de technologies et de techniques de traitement pouvant servir au traitement des eaux huileuses. Un grand nombre de ces techniques, ont été mises au point et appliquées.

Dans le présent travail, on a appliqué un traitement très connu au monde de l'industrie, qui est le traitement des eaux huileuses par la technique physico-chimique coagulation-floculation. Dans le cas du traitement des eaux, par cette technique, de gros efforts de recherche et développement sont nécessaires pour répondre à des exigences de qualités très réglementées imposées par le renforcement permanent des contraintes environnementales. Les études menées dans les laboratoires de recherche permettent d'acquérir une connaissance précise des phénomènes physico-chimiques qui gèrent la mise en œuvre des produits et d'adapter leurs caractéristiques aux évolutions de l'application.

Le présent mémoire est composé de trois chapitres. Le premier chapitre, donne une description générale du L'UNITE TRAITEMENT DU BRUT SUD. Dans le deuxième chapitre on présente les principales techniques de traitement des eaux huileuses. Le troisième chapitre présente les caractéristique effluent a traité et les paramètres idéaux de la procédure de traitement des eaux huileuses au niveau d'unité API de L'UTBS Hassi Messaoud



# *Chapitre I*

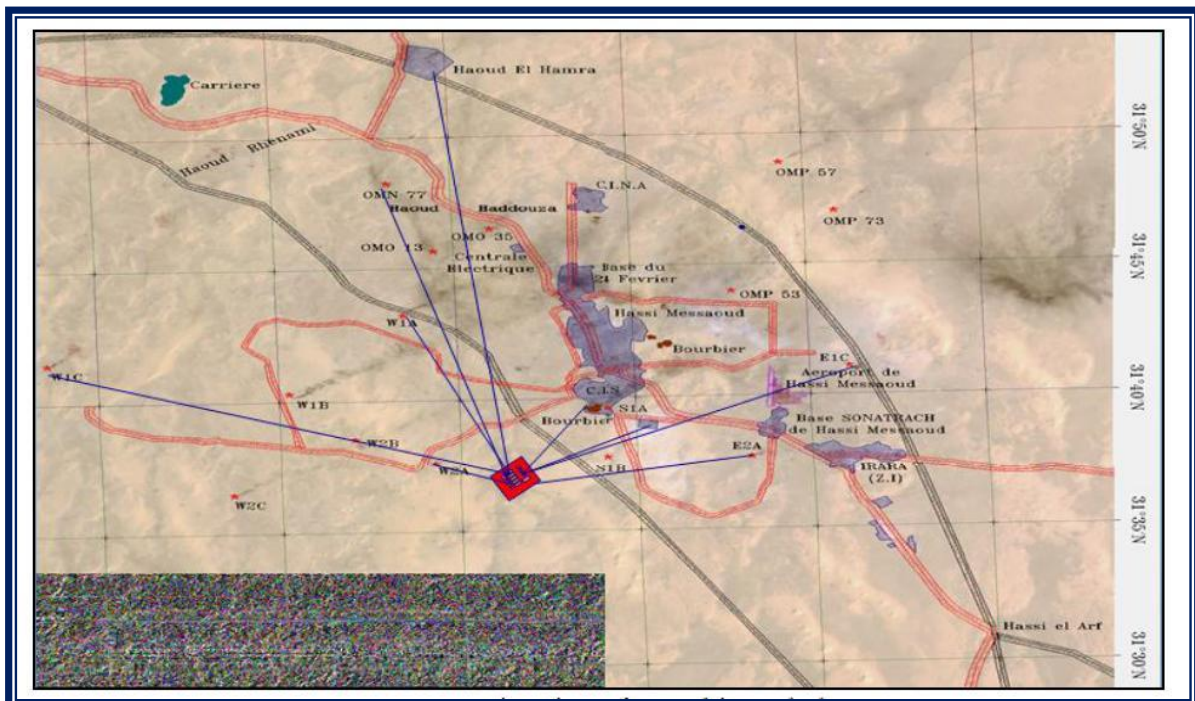
## I.1. Introduction :

SONATRACH est une compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent. SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2ème exportateur de GNL et de GPL et 3ème exportateur de gaz naturel. Sonatrach, entreprise citoyenne, œuvre à resserrer les liens sociaux, aider les populations dans le besoin, promouvoir la recherche et les activités scientifiques, contribuer à la préservation de la nature et à la sauvegarde du patrimoine culturel et historique. Aujourd'hui, Sonatrach ne conçoit pas de développement économique sans un développement durable [1]

## I.2. Description du Unite traitement du brut sud :

L'UTBS est une unité de traitement de brut Sud destinée à recevoir et traiter l'huile non stabilisée provenant de six champs satellites existants dans la région d'Hassi-Messaoud Sud et d'expédier l'huile stabilisée vers le centre de stockage situé à Haoud El Hamra.

Le site est situé à 7 Km au Sud Ouest du Centre Industriel Sud (CIS). (**Figure 1**)



**Figure 1 : Situation géographique de l'UTBS.**

L'UTBS a été mise en marche en septembre 2010 et elle a pour objectif :

- D'améliorer les spécifications des produits.
- D'augmenter la production d'huile stabilisée.
- Atteindre 80% de la production totale d'huile stabilisée.
- Délocalisation et amélioration de la sécurité des installations.
- Produire en toute sécurité.

L'UTBS comprend les unités suivantes :

- Un réseau de collecte de brut (6 pipelines) pour acheminer l'huile non stabilisée des satellites existants vers la nouvelle installation.
- Trois unités de traitement de brut afin de dessaler et stabiliser le brut provenant de ces satellites.
  
- Une unité de compression comportant 4 trains.
- Une unité de traitement d'huile hors-spec et un bac de stockage d'huile hors-spec.
- Quatre bacs de stockage d'huile stabilisée.
- Une pomperie d'expédition de l'huile stabilisée.
- Un système de comptage d'huile stabilisée.
- Des pipelines d'expédition (huile stabilisée, gaz associé, eau traitée).
- Les systèmes utilités nécessaires aux unités de procédés
  - ✚ Gaz combustible.
  - ✚ Torches.
  - ✚ Drains fermés.
  - ✚ Eau brute.
  - ✚ Eau potable.
  - ✚ Drains ouverts.
  - ✚ Traitement des eaux huileuses.
  - ✚ Stockage et expédition de l'eau traitée.
  - ✚ Azote.
  - ✚ Traitement de l'huile de lubrification.
  - ✚ Stockage et distribution de diesel.
  - ✚ Injection de produits chimiques.
  - ✚ Station d'épuration des eaux usées.
  - ✚ Eau incendie.
  - ✚ Emulseur.

L'UTBS est conçu pour produire jusqu'à 300 000 barils de brut stabilisé par jour (47700 m<sup>3</sup>/j). Les caractéristiques de l'huile stabilisée à UTBS sont les suivantes :

- **Tension de vapeur Reid (TVR)** : Inférieure ou égale à 10 psi en hiver et inférieure ou égale à 7 psi dans le cas été.
- **Teneur en eau et sédiments (BSW)** : Inférieure ou égale à 0.1% vol.
- **Salinité** : Inférieure ou égale à 40 mg/L.

Des puits producteurs alimentent les plateformes satellites existantes où une première séparation huile/gaz/eau est réalisée.

Au niveau de chaque plateforme satellite, le brut non stabilisé est pompé du séparateur triphasique vers les installations existantes du **CIS** (Complexe Industriel Sud) ou vers la nouvelle unité **UTBS** via le nouveau réseau de collecte.

Le manifold est constitué de deux collecteurs : un 24 pouce opérant à pression normale de (13.5 bar) en phase liquide alimentant les trois unités d'huile et le système hors-spec, et un **16** pouce opérant à basse pression (**3 bar**) en phase mixte alimentant le système hors-spec lorsque les pompes d'expédition d'huile de deux satellites au maximum sont hors-service.

Le traitement consiste à dessaler et à stabiliser le brut qui par la suite peut être stocké dans 4 bacs à toits flottants d'une capacité de 50 000 m<sup>3</sup> chacun. L'huile stabilisée est ensuite acheminée vers CIS puis vers HEH à l'aide d'une pomperie d'expédition composée de 4 pompes booster et 4 pompes export. (**Figure I-3**)

Le gaz associé issu de la stabilisation de l'huile est utilisé sur le site comme gaz combustible et l'excédent est comprimé grâce à **4** trains de compression pour expédition vers **CIS**.

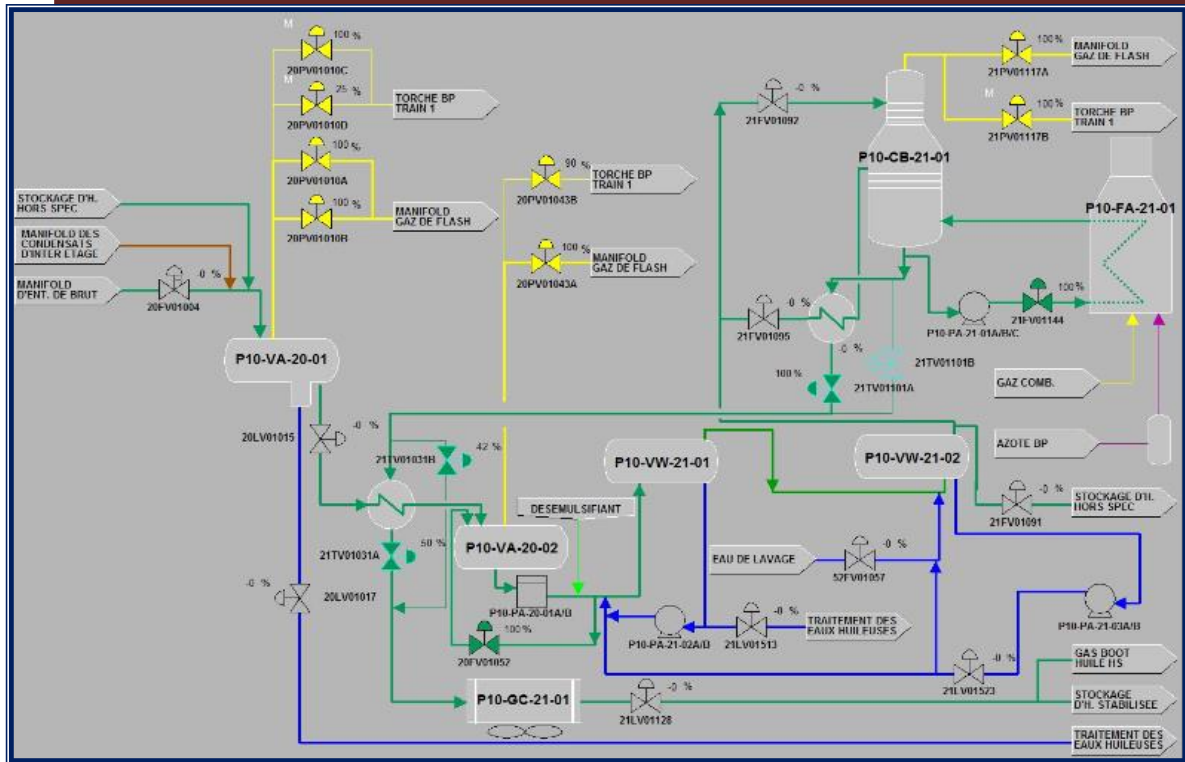


Figure 2 : Description de l'unité de Traitement de Brut

### I.3 Principe de fonctionnement de l'Unité de Traitement du brut sud

L'huile brute provenant des satellites ne peut pas être stockée dans des bacs à toit flottant car elle peut dégazer.

Afin de pouvoir la stocker puis l'expédier, celle-ci doit répondre aux spécifications suivantes :

- TVR de l'huile compatible avec un stockage à température ambiante, c'est-à-dire 7 psi pour une température extérieure de 50°C (en été) et jusqu'à 10 psi pour une température extérieure de 25°C maximum (en hiver).
- Salinité inférieure ou égale à 40 mg/L.
- Teneur en eau insoluble dans le brut stabilisé inférieure ou égale à 0.1%.

Pour atteindre ces spécifications, plusieurs étapes sont nécessaires :

- Premier dégazage et réchauffage de l'huile dans les séparateurs tri-phasiques, diphasiques et réchauffeur d'huile.
- Dessalage effectué grâce à deux séparateurs électrostatiques montés en série.
- Stabilisation du brut dans une colonne de stabilisation avec préchauffage de l'huile en amont et rebouillage avec un four.
- Refroidissement du brut stabilisé en vue de son stockage par l'intermédiaire des préchauffeurs de la colonne.

Chaque unité de traitement d'huile comprend)



- Un séparateur triphasique.
  - Un réchauffeur d'huile.
- Un séparateur biphasique.
- Un paquage de dessalage comprenant
  1. premier étage de dessalage.
  2. deuxième étage de dessalage.
  3. deux pompes de recyclage d'eau premier étage.
  4. deux pompes de recyclage d'eau deuxième étage.
- Une colonne de stabilisation.
- Trois pompes de recirculation du rebouilleur.
- Un rebouilleur.
- Un réfrigérants d'huile stabilisée.

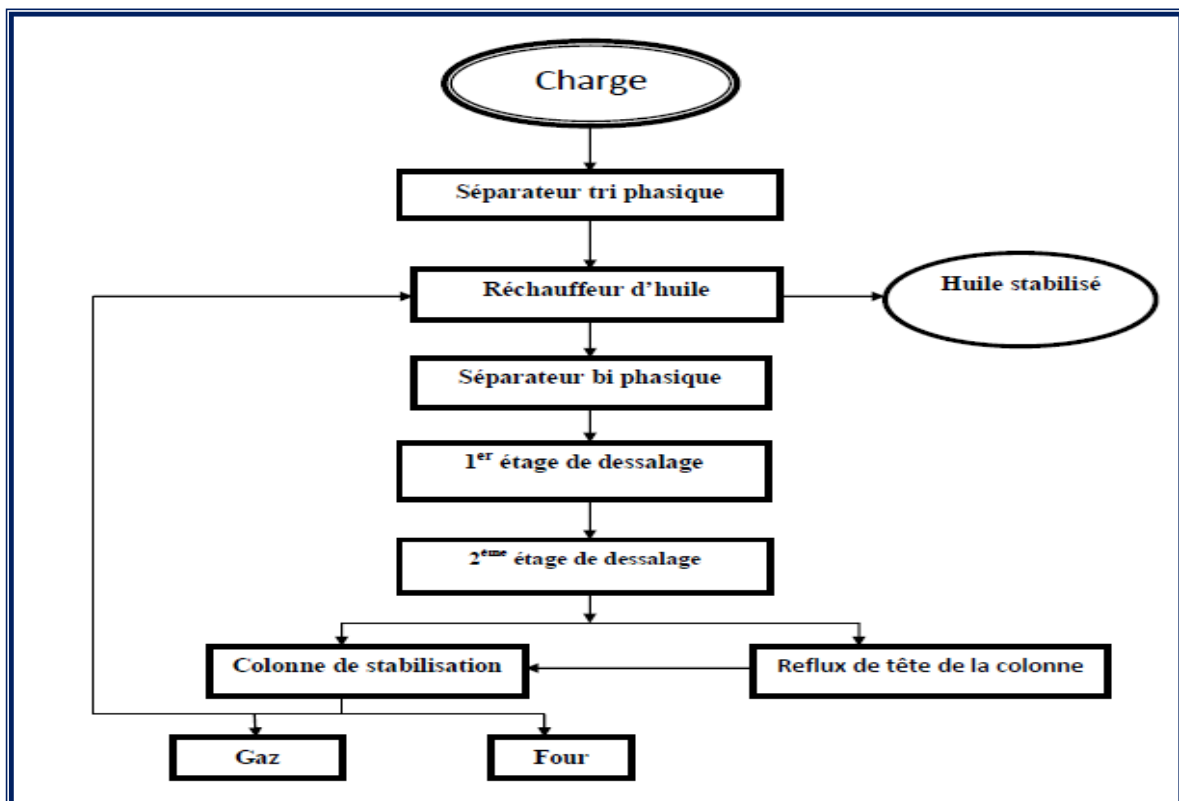


Figure 3 : organigramme du train de l'UTBS

#### I.4 Description du package de traitement des eaux huileuses API

Le package de Traitement des Eaux Huileuses (4K0-UO-44-01) permet de traiter les eaux huileuses de procédé ainsi que les effluents pré-déshuilés des drains ouverts avant stockage dans le bac tampon d'eau traitée 4K0-RM-01 puis expédition vers OMN77 pour réinjection dans un puits. Le but du traitement des eaux huileuses est de réduire la teneur en huile et en matières en suspensions (MES) dans l'eau traitée. La teneur en MES dans l'eau traitée est normalement inférieure ou égale à 30mg/L et la teneur en hydrocarbures insolubles dans l'eau traitée est normalement inférieure ou égale à 10mg/L.

Les eaux de procédé proviennent des séparateurs triphasiques (P10-VA-20-01 ; P20-VA-20-01 et P30-VA-20-01) et des dessaleurs électrostatiques (P10-VW-21-01 ; P20-VW-21-01 et P30-VW-21-01) et alimentent de façon continue le package de traitement des eaux huileuses (4K0-UO-44-01). Le débit d'eau de procédé des unités de traitement d'huile peut s'élever à 90 m<sup>3</sup>/h. Le package de traitement des eaux huileuses est également alimenté de façon intermittente par l'unité de traitement des drains ouverts (470-UO-56-03) dont le débit peut s'élever à 30 m<sup>3</sup>/h. Les deux flux combinés conduisent à un dimensionnement du package pour un débit de 120 m<sup>3</sup>/h.

En cas d'indisponibilité du package de traitement des eaux huileuses, les eaux de procédé sont déviées en amont de l'unité de dessablage vers le Bassin Tampon (470-ZY-56-01) du système des drains ouverts. L'unité comprend les principaux équipements suivants :

- (2x100%) Cyclone de Dessablage (4K0-ME-44-01A/B)
- 1 Dégazeur du Traitement des Eaux Huileuses (4K0-VW-44-01)
- 1 Unité de Flottation (4K0-UV-44-01)
- (2x100%) Pompe de Récupération d'Huile (4K0-PG-44-01A/B)
- (2x100%) Pompe de Recyclage de l'Huile Récupérée (4K0-PG-44-03A/B)
- 1 Réservoir de Stockage de Coagulant (4K0-RA-44-01)
- (2x100%) Pompe d'Injection du Coagulant (4K0-PD-44-01A/B)

**Cyclones de dessablage** Les eaux de procédé provenant des unités de traitement de brut passent d'abord à travers une unité de dessablage (constituée de deux hydro-cyclones, 2x100%) pour éviter l'accumulation de sédiments dans les équipements en aval. Les hydro cyclones sont constitués par un élément de tuyauterie de 10'' dans lequel sont insérés 3 éléments de cyclones et d'une zone de récupération/accumulation de sable. L'entrée du fluide se fait par le haut, le

fluide est mis en rotation dans les éléments de cyclone et la force centrifuge assure la séparation des éléments présentant des densités différentes (le sable d'un côté et l'eau huileuse de l'autre).

L'eau huileuse ainsi dessablée sort de l'hydro cyclone par une tubulure installée sur le côté tandis que le sable tombe par gravité dans la zone de récupération/accumulation. Le sable doit être vidé périodiquement vers les bacs de sable prévus à cet effet.

#### **I.4.1 DESSABLAGE :**

L'unité de dessablage est alimentée par l'eau de procédé qui vient des séparateurs et des unités de dessalage. Chaque ligne de dessablage se compose d'un cyclone de dessablage (4K0-ME-44-01A/B) et d'un récipient de collecte; chaque cyclone de dessablage est fait d'un tube de 10inch et il contient trois éléments de cyclone. L'eau alimentée entre dans le cyclone de dessablage du dessus. Chaque élément de cyclone contient un élément de tourbillon statique qui fait tourner le fluide entrant. Les Gforces produites en conséquence séparent le sable. L'eau dessablée sort de l'unité de dessablage d'une tuyère latérale, alors que le sable séparé tombe par gravité, par la tuyère inférieure, dans le récipient inférieur de collecte de sable. Le principe de fonctionnement pour l'unité de dessablage est basé sur la séparation cyclonique. En conséquence le turndown réalisable par chaque élément de cyclone est limité. Afin de réaliser le turndown exigé pour l'équipement, un ou deux des éléments de cyclone doivent être fermés lorsque le débit est bas. C'est une opération manuelle qui doit être faite avec le cyclone off-line. Le débit d'alimentation et le nombre d'éléments de cyclone en service déterminent la chute de pression de l'unité de dessablage. Périodiquement, le sable accumulé sera enlevé du récipient de collecte. A cet effet, la ligne de service doit être mise en off-line par les relatives vannes d'isolement, en dirigeant le débit vers la ligne stand-by. Les récipients de collecte sont équipés d'un système à jet de sable alimenté par l'eau de service. Quand la ligne a été mise en off-line, la vanne d'isolement sur l'eau de service pour le jet de sable est ouverte; alors les vannes de décharge de sable sont ouvertes. Le mélange eau/sable extrait sera dirigé vers les sacs de drainage par les tuyaux flexibles. Un châssis de soutien et deux sacs de drainage seront fournis pour chaque ligne de dessablage. Le service finira après que le niveau de sable diminue dans le récipient de collecte.

### ***1.4.2 Dégazeur***

Ensuite, l'eau huileuse « dessablée » ainsi que l'eau pré-déshuilée provenant des drains ouverts et l'eau collectée dans les pots de récupération des colonnes de stabilisation alimentent le Ballon Dégazeur (4K0-VW-44-01). Le but du ballon dégazeur est double : permettre la séparation eau huileuse / gaz et permettre la séparation eau / huile.

La séparation effectuée dans ce ballon est une pré-séparation et ne permet pas d'atteindre les spécifications requises de teneur en matière en suspension et de teneur en hydrocarbures dans l'eau. Une deuxième séparation, plus fines, a lieu en aval dans l'unité de flottation.

Le ballon dégazeur dispose de plaques pour faciliter la séparation huile/eau et la décantation des solides. Un barrage permet de contrôler le niveau dans le compartiment principal du ballon dégazeur. Les hydrocarbures, par gravité forment une couche surnageante.

Les hydrocarbures liquides se déversent continuellement par un trop plein dans une chambre de récupération d'huile. Cette huile est évacuée vers le bac de stockage d'huile hors-spec par l'intermédiaire de la Pompe de Récupération d'Huile (4K0-PG-44-01 A/B) (2 x 100%). L'eau séparée des hydrocarbures déborde par-dessus le barrage et atteint le compartiment de récupération de l'eau. Le compartiment de récupération d'eau est relié à l'entrée de l'unité de flottation. Les matières en suspension ont tendance à décanter et doivent être retirées régulièrement par drainage.

Le ballon dégazeur opère à une pression permettant à la fois le dégazage vers la torche très basse pression et l'envoi de l'eau déshuilée vers le bac de stockage d'eau traitée. La pression est maintenue par le dégazage des hydrocarbures dans le ballon et par appoint d'azote (ce système est commun avec l'unité de flottation). Une injection de coagulant est prévue en amont du dégazeur pour faciliter la séparation eau – huile.

### ***1.4.3 Unité de flottation***

Les eaux huileuses provenant du ballon dégazeur alimentent par gravité l'unité de flottation à gaz induit qui assure une séparation poussée eau / huile – sédiments permettant d'atteindre les spécifications requises pour l'eau traitée. L'unité de flottation est composée d'un ballon horizontal opéré à une pression de 1.5 barg. Le système de contrôle de pression dans l'unité de flottation est commun avec le dégazeur.

L'unité de flottation comprend 4 chambres de flottation en série. Chaque chambre de flottation est composée d'un compartiment d'entrée, d'une turbine pour générer les bulles de gaz et un compartiment de sortie. L'eau huileuse passe d'un compartiment à l'autre par gravité. Les turbines créent des cyclones qui assurent l'aspiration du gaz et la création de bulles finement divisées. Les hydrocarbures remontent à la surface, entraînés par les bulles et sont collectés sous forme d'écume dans des compartiments latéraux à l'aide de deux skiâmes rotatifs. Les hydrocarbures récoltés sous forme d'écume dans les compartiments latéraux sont régulièrement renvoyés vers le dégazeur par la Pompe de Recyclage de l'Huile Récupérée (4K0-PG-44-03 A/B) (2x100%) afin de concentrer l'effluent huileux. L'eau ainsi traitée déborde dans la chambre de récupération d'eau. En cas d'indisponibilité de l'unité de flottation, celle-ci peut être by-passée.



**Figure 4 Unité de flottation**

## I.5 Skids d'injection des produits chimiques

L'eau arrivant à la station de déshuilage passe par une série d'ouvrages et d'équipements pour être traitée et déshuillée physiquement et par voie chimique. Si la séparation physique joue sur la différence des densités entre les différentes phases, la séparation par voie chimique permet de modifier les caractéristiques de la couche externe des particules (huileuses et solides) existantes dans l'eau afin de faciliter son élimination. Les unités d'injection (skids) permettent aussi d'éliminer les traces des bactéries existantes dans l'eau et inhiber l'activité corrosive de l'oxygène dissous dans l'eau afin de protéger les installations mises en service. Contractuellement, le produit chimique exigé est de marque CHIMEC, à savoir :

- ❖ Chimec 2063 C : Pour injection du coagulant.
- ❖ Chimec 5563 : Pour injection du floculant.
- ❖ Chimec 4063 : Pour injection de l'oxygène scavenger.
- ❖ Chimec 7268 : Pour injection du biocide 1.
- ❖ Chimec 7360 : Pour injection du biocide 2.

Dès achèvement des travaux de la phase Rénovation et mise en service de la station de déshuilage, plusieurs essais d'injection de ces produits (Coagulant et floculant) ont été effectués mais aucun résultat n'a abouti aux teneurs contractuels d'analyse de traitement des eaux pour le taux en Matières en suspension (MES) et Hydrocarbure (HC). De ce fait, et afin de débloquer la situation, le produit exigé dans le contrat a été remplacé par un autre produit plus efficace tel que :

- ❖ La silice activée (Silicate de soude + acide sulfurique) : Injecté dans le skid COAGULANT.
- ❖ Le Kurifix : Injecté dans le skid FLOCULANT.
- ❖ Réducteur d'oxygène (Oxygène scavenger) : Injecté dans le skid Oxygen scavenger.
- ❖ Bactéricide : Injecté dans le skid BIOCIDÉ 1.
- ❖ Bactéricide : Injecté dans le skid. BIOCIDÉ 2 Ces produits ont été injectés dans les skids suivants :
  - Skid 1 = Pour injection de coagulant.
  - Skid 2 = Pour injection de floculant.
  - Skid 3 = Pour injection du réducteur d'oxygène (Oxygène scavenger).
  - Skid 4 = Pour injection du biocide.[2]



# *Chapitre II*

## 1 Introduction :

Les eaux usées (huileuses) industrielles contiennent des composés organiques (hydrocarbures) de nature différente et de concentrations variables. Le rejet de tels effluents dans l'environnement est indésirable et est à l'origine de nombreuses contaminations des eaux de surface et souterraine. Les recherches actuelles visent donc à limiter cette contamination d'origine industrielle en proposant des technologies simples et moins coûteuses. [3]

### 2.1 Techniques de Traitement des eaux issues de l'industrie pétrolière

Les eaux à traiter viennent de plusieurs sections de l'installation de production pétrolière elles sont des natures différentes en générale de cinq origines :

- Les eaux de production.
- Les eaux de purges.
- Les eaux des pluies et de lavage.
- Les eaux contenant des produits chimiques.
- Les eaux d'usage sanitaires et domestique.

Elles sont acheminées vers l'unité de traitement par voies différentes :

- Les lignes procès des eaux de production
- Les drains huileux fermés des purges
- Les drains huileux ouverts des pluies et lavages

Et parfois aussi des réseaux secondaires indépendants et spécifiques pour les eaux contenant des produits chimiques autres que des hydrocarbures, elles font ensuite l'objet de traitement tel que déshuilage, élimination des matières solides, la purification par filtration fine et l'oxygénation, avant d'être rejetées selon les résultats des analyses.

### 2.2 Traitement primaire

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique : dégrillage, dessablage et décantation (dégraissage-déshuilage). Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels.

#### 2.2.1 Dégrillage

Il permet de filtrer les objets ou les détritres les plus grossiers véhiculés par les eaux usées et huileuses. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontal.

Un espacement de 10mm (dégrillage fin) maximum est utilisé pour protéger les



filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel.

La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s. Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté.

### 2.2.2 Dessablage

Les matières minérales grossières en suspension tels que les sables et les graviers, dont la vitesse de chute est inférieure à 0,3 m/s, susceptibles d'endommager les installations en aval, vont se déposer au fond d'un dessableur par décantation. Il faut 60 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation.

### 2.2.3 Décantation (Déshuilage, dégraissage)

Elle s'effectue à l'arrivée de l'Eau Brute dans une grande fosse durant un temps de rétention variant suivant les caractéristiques de l'eau huileuse, elle est basée sur les principes de séparation gravitaire et notamment sur l'**accroissement de la vitesse de décantation des gouttes d'hydrocarbures** pour qu'elles soient interceptées le plus rapidement possible, Cette vitesse est fonction de plusieurs paramètres et s'exprime par la loi de Stokes qui permet de dimensionner les ouvrages de séparation gravitaire simple.

En fonction du temps de séjour minimal nécessaire, on déduit la hauteur des ouvrages de décantation. On peut diminuer ce temps en minimisant le trajet à réaliser par une goutte (séparateurs à plaques).

On peut aussi accroître la vitesse ascensionnelle par l'intermédiaire de procédés de traitement qui modifient préférentiellement certains paramètres.

Le principe de cette séparation est basé sur le déplacement d'une gouttelette d'huile dans un milieu aqueux suit la loi de STOKES qui est formulée de la manière suivante :

$$V = \frac{gG^2(\rho_e - \rho_h)}{18 \mu c}$$

Ou les paramètres sont :

$V$  = vitesse ascensionnelle d'une goutte d'huile en cm/s.

$\rho_e$  = masse volumique de l'eau en g/cm<sup>3</sup>.

$\rho_h$  = masse volumique de l'huile en grammes /cm<sup>3</sup>.

$g$  = accélération de la pesanteur 981 cm/s<sup>2</sup>.

$G$  = diamètre de la particule d'huile en cm.

$\mu c$  = viscosité absolue de la phase aqueuse en Poises.

Le but du procédé de déshuilage par décantation sera d'accroître "V", pour obtenir une bonne séparation dans le temps le plus réduit possible. Les différents procédés utilisés seront fonction des différents paramètres de cette formule.

Le déshuilage est une extraction liquide-liquide tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide. On peut considérer que le déshuilage dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de nature très diverses (huiles, hydrocarbures, graisses...). Elles peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée.

### **2.3 Traitement secondaire (Epuración physicochimique)**

Le traitement secondaire de déshuilage qui permet d'éliminer les émulsions et les matières en suspension classiquement par flottation gazeuse au gaz dispersé.

#### **2.3.1 Phénoménologie de la formation, stabilisation, déstabilisation des émulsions**

##### **2.3.1.1 Formation des émulsions**

Les émulsions sont une dispersion colloïdale de deux liquide non miscible l'un dans l'autre tel que l'eau et l'huile. Les émulsions sont qualifiées de « directes » ou « inverses », selon la nature aqueuse ou huileuse de la phase continue.

Les émulsions sont des mélanges diphasiques liquide-liquide dont les propriétés (type, viscosité, granulométrie, stabilité) dépendent à la fois de la composition (formulation), de la température et du mode de fabrication (procédé). [1, 2]

Les principaux paramètres qui conditionnent la formation d'émulsion sont :

- La nature du brut. Certains bruts donnent plus facilement des émulsions que d'autres ; en particulier, les émulsions sont favorisées par les asphaltènes et les composés naphthéniques.
- Les conditions de mélange. La finesse d'une émulsion croît avec l'énergie mise en jeu (duses, pompes centrifuges, ...).
- Les tensioactifs naturels ou ajoutés. Plus la tension interfaciale eau/brut est faible, moins l'énergie nécessaire pour fractionner les gouttelettes d'eau est importante.
- La température. Plus la température est élevée, plus l'émulsion est fine (faible). La température agit non seulement sur la viscosité mais également sur la tension interfaciale eau/brut.

##### **2.3.1.2 Stabilité des émulsions**

Les tensioactifs sont ajoutés aux émulsions pour les stabiliser. Ces molécules s'adsorbent spontanément à l'interface huile/eau en réduisant la tension interfaciale. Une couche

monomoléculaire est formée sur cette interface qui sépare les deux phases en coexistence. Ce type d'interface résiste aux déformations de manière élastique dans un premier temps, puis relaxe vers l'équilibre : elle possède ainsi des propriétés viscoélastiques. La stabilité des émulsions dépend des densités et viscosités des deux liquides en présence, de leur volume respectif et de la nature des tensioactifs par l'intermédiaire des propriétés rhéologiques du film interfacial.

### 2.3.1.3 Instabilité des émulsions

Les déstabilisations peuvent être classées en deux phénomènes majeurs :

- Phénomènes migratoires, par lesquels la différence de densité entre la phase continue et dispersée entraîne une séparation de phase gravitationnelle :
  - Crémage, quand la phase dispersée est moins dense que la phase continue, celle-ci migre vers le haut (par exemple, lait, crème cosmétique, soda, etc.).
  - Sédimentation, quand la phase dispersée est plus dense que la phase continue, celle-ci migre vers le bas (par exemple, encre, suspensions, peinture, etc.).
- Phénomènes d'augmentation de taille, par lesquels la taille de la phase dispersée (gouttes, particules, bulles) augmente.
  - De manière réversible (floculation).
  - De manière irréversible (agrégation, coalescence).

### 2.3.2 Coagulation, Flocculation

Beaucoup d'installation de traitement des eaux utilise la coagulation, la sédimentation, la filtration et la désinfection pour fournir de l'eau potable sûre au gens. Dans le monde entier, une combinaison de coagulation, sédimentation et filtration est la technologie la plus utilisée pour le traitement de l'eau.

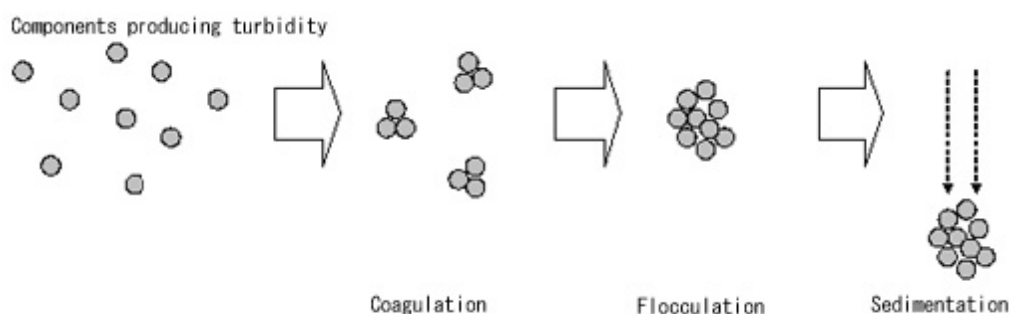


Figure 5 : Processus de coagulation, flocculation et de sédimentation

### 2.3.2.1 Coagulation

La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable c'est-à-dire à l'annulation du potentiel zêta.

Les coagulants sont des polymères organiques ou des sels inorganiques de métal et parfois un mélange des deux. Il y a un objectif de neutralisation des charges négatives des solides des gouttelettes d'huile en raison de leur forte cationicité.

Les coagulants sont utilisés normalement en amont des floculants quand ils sont utilisés tous les deux.

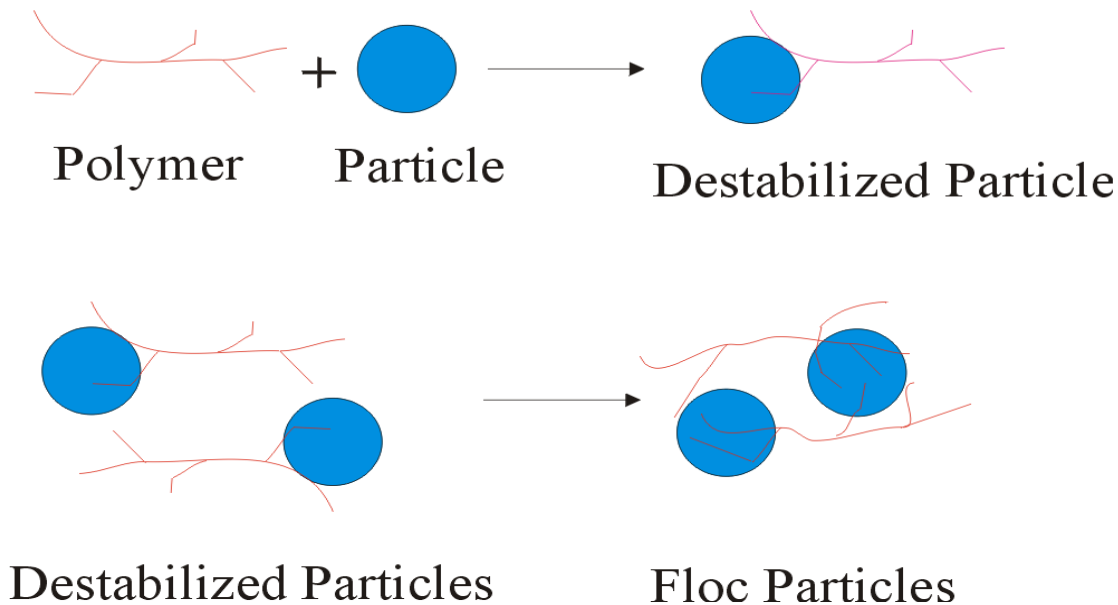


Figure 6 : Schéma explicatifs de la coagulation

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les plus efficaces sont des sels de métaux, à base d'aluminium ou de fer.

Les paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation sont :

- Influence du pH.
- Influence de la dose du coagulant.
- Influence de la température.
- Influence de la turbidité.
- Influence des sels dissous.
- Influence du mélange.
- Influence de l'alcalinité.

#### **2.3.2.2 Flocculation**

La flocculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion. Une bonne flocculation est favorisée par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible.
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau.
- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau.



# *Chapitre III*

### 1. Caractéristiques des effluents à traiter

Le package de traitement des eaux huileuses traitera deux différents flux d'eau: un flux de procédé continu résultant du mélange de l'eau produite (qui vient des séparateurs tri-phasiques de pétrole brut) et eau de lavage (qui vient des unités de dessalement) et un flux intermittent qui vient de l'eau prétraitée réutilisée du séparateur API. Les propriétés de ces deux flux sont rapportées dans les tableaux suivants.

Source d'eau	Mélange de l'eau de gisement des séparateurs et de l'eau de lavage du dessalement brut
Débit minimal	15 m <sup>3</sup> /h
Débit maximal	90 m <sup>3</sup> /h
Température	50-70 °C
Pression*	1.7-2.9 barg
Densité de l'eau	979-1110 kg/ m <sup>3</sup>
Densité d'huile	772-777 kg/ m <sup>3</sup>
Viscosité d'huile	0.94-1.14 Cp
Teneur d'huile	310 mg/l (correspondant à 400ppmv)
Teneur en MES (normal) **	980 mg/l (correspondant à 0,037% vol)
Teneur en MES (design) **	1325 mg/l (correspondant à 0,05% vol)

**Tableau 1 des propriétés rapportées**

pression demandée à la limite de batterie selon le débit à l'entrée et le nombre d'éléments de cyclone en fonction (voir le par. 7.1) particules de sable d<sub>10</sub>= 52 µm, d<sub>90</sub>=339 µm ; densité du sable= 2650 kg/m<sup>3</sup>

Source d'eau	L'eau pre-traitée du séparateur API
Débit maximal	30 m <sup>3</sup> /h
Température	5-45 °C
Pression	1.5 barg
Densité de l'eau	990-1000 kg/ m <sup>3</sup>
Densité d'huile	800-900 kg/ m <sup>3</sup>
Viscosité d'huile	6-14 cP
Teneur d'huile (normal)	100 mg/l
Teneur d'huile	300 mg/l

(maximum)	
MES Tot. (normal)	100 mg/l

**Tableau 2 des paramètres a traité par l'unité API**

## 1.2 Caractéristiques de l'eau traitée du package

Les demandes de qualité pour l'eau à la sortie du package sont les suivantes :

- teneur en hydrocarbures (insolubles)  $\leq 10$  mg/l
- teneur en matières en suspension (totale)  $\leq 30$  mg/l

## 1.3 Capacité de design de l'unité

Unité de Dessablage :

- Nombre de lignes : 2x100% capacité
- Philosophie de service : No.1 rendement / No. 1 réserve
- Débit de design - chaque ligne : 90 m<sup>3</sup>/h
- Débit minimal (turndown) 15 m<sup>3</sup>/h

**Unité de dégazage :**

- Débit de design (comprenant le recyclage) :	135
Unité de flottation :	m <sup>3</sup> /h

- Débit de design (comprenant le recyclage) : 135 m<sup>3</sup>/h



## 1.4 Paramètre de calcul

### 1.4.1 Unité de Dessablage

L'unité de dessablage comporte deux lignes conçues pour un débit de 100%. Les données de service et de design sont les suivantes :

#### Débit de l'eau à l'entrée

- Débit minimal (turndown) 15 m<sup>3</sup>/h
- Débit maximal 90 m<sup>3</sup>/h

#### Pression

- Pression de service à l'entrée 1.7÷2.9 barg  
(pression à l'entrée requise selon le débit à l'entrée et le nombre d'éléments de cyclone en fonction (voir le par 3.1))
- Pression de service à la sortie 1.5÷1.6 barg
- Perte de pression de l'unité 0.2÷1.2 barg
- Pression de design 23 barg

#### Température

- Température de service 50/ 70 °C
- Température de design -5/90 °C

#### Dimensions

- Diamètre de l'élément du cyclone 3"
- Éléments de cyclone pour ligne 3
- Diamètre du tube de logement du cyclone 10"
- Diamètre de l'accumulateur de sable 1000 mm
- Longueur t/t de l'accumulateur de sable 2600 mm
- Volume de l'accumulateur de sable 2 m<sup>3</sup>

#### Matériaux

- Tube de logement du cyclone AISI 316L
- Éléments de cyclone Duplex acier inoxydable avec revêtement de tungstène carbide
- Accumulateur de sable acier carbone + 3mm surépais corrosion
- Accumulateur de sable (intérieurs) AISI 316L
- Accumulateur de sable (revêtement intérieur) flocon en verre
- Accumulateur de sable (peinture extérieure) époxyde

**Autres caractéristiques de service**

- Débit instantané de l'eau de service 5.8 m<sup>3</sup>/h
- Fréquence suggérée de déplacement de la sable toutes les 8 heures
- Consommation prévue de l'eau de service 4.4 m<sup>3</sup> par jour

**1.4.2 Dégazeur**

Le dégazeur (4K0-VW-44-01) est un récipient horizontal, qui contient des séparateurs à plaques (CPI) pour permettre la séparation de l'huile et de solides de l'eau. Les données de service et de design sont les suivantes :

**Débit de l'eau à l'entrée**

- Débit maximal 135 m<sup>3</sup>/h

**Pression**

- Pression de service 1.5 barg
- Pression de design 7 barg

**Température**

- Température de design	-5/90 °C
- Température de service	20/ 70 °C

**Dimensions**

- Volume	36.6 m <sup>3</sup>
- Diamètre interne	2700 mm
- Longueur t/t	5100 mm

**Matériaux**

- Récipient acier carbone + 3mm surépaiss. corrosion
- Séparateurs à plaques (CPI) fibre de verre
- Revêtement intérieur flocon en verre

- Peinture extérieure	
- Récipient	Epoxyde acier carbone + 3mm surépaiss. corrosion
- Séparateurs à plaques (CPI)	fibre de verre

- Revêtement intérieur	flocon en verre
------------------------	-----------------

### Autres caractéristiques de service

- Niveau de service 2200 mm
- Volume de service 27.3 m<sup>3</sup>
- Volume de service du seau de huile 0.8 m<sup>3</sup>

### 1.4.3 Unité de flottation

L'unité de flottation (4K0-UV-44-01) est un récipient horizontal, divisé en 6 compartiments, c'est à dire compartiment d'entrée, quatre chambres de flottation et compartiment de sortie. Chaque chambre de flottation est équipée d'une turbine de cyclone, alors que l'écume d'huile sera écrémée à deux caniveaux latéraux par deux écumeurs tournants. Les données de service et de design sont les suivantes :

#### Débit de l'eau à l'entrée

- Débit maximal 135 m<sup>3</sup>/h

#### Pression

(vanne de regulation en aval)	1 barg
- Pression de service	1.5 barg
- Pression de design	7 barg
- Pression à la sortie de l'unité	1 barg

#### Température

- Température de service **20/ 70 °C**
- Température de design **-5/90 °C**

#### Dimensions

- Diamètre interne 2000 mm
- Longueur t/t 6800 mm
- Volume 23.5 m

#### Matériaux

- Récipient acier carbone + 3mm surépaiss. corrosion
- Internes AISI 316
- Revêtement intérieur flocon en verre

- Peinture extérieure en époxyde

### Système de dosage du coagulant

L'unité de dosage comprend un réservoir de stockage du produit chimique (4K0-RA-44-01) et deux

pompes de dosage (4K0-PD-44-02A/B). Les données de service et de design sont les suivantes :

### Consommation chimique

- Produit (**Chimec 5762A**)
- Condition disponible liquide
- Poids spécifique  $1.19 \pm 0.02$  kg/l
- Viscosité <100 cP
- Dosage maximal 50 ppm
- Débit maximal 5.04 l/h

### Réservoir de stockage

- Capacité de stockage 15 jours
- Volume de service 1.77 m<sup>3</sup>
- Quantité 1 service et 1 réserve
- Type à double diaphragme
- Matériel du diaphragme PTFE

### Pompe de dosage

- Débit de service 9.0 l/h
- Pression de refoulement 1.6 barg
- Puissance du moteur 0.45 kW

## 1.5 Les paramètres de pollution d'eau

**III.1.1. La DCO :**

La **DCO** exprimée en  $\text{mgO}_2/\text{l}$  correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans un contexte réactionnel les matières organiques contenues dans l'échantillon.

**III.1.2. La DBO :**

La **DBO** est la quantité d'oxygène exprimée en  $\text{mg O}_2 /\text{l}$ , consommée dans les conditions de l'essai par des micro-organismes aérobies lors de la dégradation des composés organiques présents dans l'échantillon.

**III.1.3. MES :**

Les **MES** représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdal, donc filtrables. Elles sont organiques ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau.

**III.1.4. Le pH :**

C'est une mesure qui donne des indications sur l'acidité ou la basicité des eaux. Grace à un pH-mètre, les mesures se font in situ.

**III.1.5. La turbidité :**

La **turbidité** désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière.

## VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO <sub>5</sub>	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

**PH** : Potentiel d'hydrogène  
**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**MES** : Matière en suspension



***Conclusion***

Vu les rejets importants des eaux polluées issu des différents procédés de traitement du pétrole brut, l'opération d'épuration des effluents constitue un objectif primordial afin de garantir une économie substantielle de l'eau pour sa réutilisation. Aussi la politique de préservation de l'environnement instauré par les normes de concentration minimales des composants (polluants et contaminants...) reste toujours la limite à ne pas dépasser.

A cet effet notre projet s'est concentré sur le suivi de la station de traitements des eaux huileuse API (UTBS) dans le but de traiter les eaux huileuses et réduire le maximum d'huiles qu'elles portent.

D'après Caractéristiques effectuées sur les rejets liquides à l'entrée et à la sortie de la station API de l'unité UTBS, nous avons remarqué que les résultats obtenus correspondent généralement aux normes adoptées par la réglementation Algérienne tel que :

La MES varie entre 16 et 26.7 ppm.

La teneur en HC varie entre 7.9 et 3.1 ppm.

Le pH ne dépasse pas 7,5.

Turbidité varie entre 183 et 171 NTU.

Ce travail nous a montré que le traitement physico-chimique de ce type d'eau est efficace pour éliminer tous les produits indésirables au lieu de la rejeter dans les nappes phréatiques. L'eau traitée dans cette unité est ensuite renvoyée vers une autre unité de réinjection d'eau dans les puits (OMP53) pour maintenir la pression du gisement si l'expansion de l'aquifère ne fournit pas suffisamment d'énergie, et aussi d'éliminer éventuellement l'eau salée contenue dans la production si sa décharge en surface pose des problèmes particuliers. Tous cela rentre dans le but d'éviter la pollution de la terre et de protéger l'environnement. Finalement, et à travers ce travail, il est clair que la société SONATRACH a fait des efforts dans cette démarche afin qu'elle assure la protection de l'environnement.



---

## *Références*

- [1] : Document de la bibliothèque UTBS.
- [2] : Manuel de l'unité API.
- [3] : EPPM « Engineering procurement and Project Management », Mode Opérateur des Equipement de la Station de Déshuilage UTBS a HMD, 2010
- [4] F. Mekhalif : reutilization des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, Mémoire de Magister, Université du 20 aout 1955, Skikda, 2009, PP.11 - 23
- [5] : Séminaire traitement des eaux industrielles huileuses du 09 au 14 juin 2011  
SHHMD
- [6] : Claude CARDOT : « Génie de l'environnement, les traitements de l'eau », Edition Ellipses, Paris, 1999.
- [7] : M.H. ERNEST: «Dans fundamental problems instatistical mechanics » ,Vol. VI, Edité par E. G. D. Cohen , Noeth Holland Publishing Company, Amsterdam, 1985
- [8] : Melle BOUTAOUI Fatima Zahra : Etude de l'efficacité de traitement des eaux huileuses au niveau de la station de déshuilage du centre industriel nord , Mémoire MASTER ACADEMIQUE, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA , 2017, p12-13
- [9] : E. fournier, MC Gill « Coagulation, Flocculation et Sédimentation, Filtration », université et EPFL, Mars (2008).
- [10] : M. DESIRE DIHANG « Mécanisme de coagulation et de Flocculation de Suspension D'argiles Diluées Rencontrées En Traitement Des Eaux », Thèse de doctorat, université de Paul Sabatier (2007).



