

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

Département de Génie des Procédés



Laboratoire dynamique interaction et réactivités des systèmes (DIDS)



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Techniques

Spécialité : génie de raffinage

Thème

**Traitement des eaux contaminées par les
produits pétroliers de centre industriel nord
CINA- HASSI MESSOUD**

Préparé par : FAROUROU inas et GACME taouaf.

Soutenu publiquement le: 13/06/2022 Devant le jury composé de:

Mme.Ben Abdeslam soulaf

MCA

Président

Mme.Chouib Hadjira

MAA

Examineur

Mr. RAHMANI Abdellatif

MCB

Encadreur

Remerciements

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

Nous voudrions remercier notre superviseur Dr. **RAHMANI Abdellatif** de l'aider et de ses efforts exceptionnels, ses encouragements et de patienter, en particulier de ses conseils préférés, ce qui nous a permis de suivre les conférenciers.

Nous adresse mes sincères remerciements à tous les employés de l'unité de traitement sud du complexe CINA et à Mme **TOUAHRI Smahane** pour avoir facilité notre démarche dans la zone industrielle et pour le suivi des 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 leur dis merci papa du fond de mon cœur pour ton éducation, ton sacrifice, ton assistance et pour ce que tu m'as fait et qui m'a permis d'avoir cette réussite et ce bonheur.

Je te dis merci et mille fois merci maman pour ta patience, ton courage et ton sacrifice pour moi.

Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, Je ne pourrai jamais égaler votre mérite.

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.

INAS

Dédicace

Aux personnes les plus importantes et plus proches de mon cœur à ma chère mère et père, qui ont été aidés à moi, et leur priée bénie a été le plus grand impact sur la conduite d'un navire de recherche.

Pour arrêter avec moi dans la boutique d'école bientôt c'était ou loin, de son professeur, de ses collègues, des amis, qui sont partis avec amour et appréciation, conseils, conseils et conseils.

A tous ceux qui ont eu un impact sur ma vie et à tous ceux qui les aiment et à leur cœur, à tous ces humbles travaux.

TAOUAF

Résumé

Les travaux réalisés sont le traitement des eaux contaminées par des produits pétroliers dans la station d'épuration du nord du CINA Hassi Messaoud. L'objectif principal de cette étude est de trouver des problèmes spécifiques et d'essayer d'améliorer le processus de traitement utilisé dans l'unité. Selon les procédures obtenues convergent avec la réglementation algérienne.

Ces travaux nous ont montrés que le traitement physique et chimique de ce type d'eau est relativement efficace pour éliminer les produits indésirables. Nous avons également proposé une technique de traitement par microalgues et nous avons utilisé la souche *Chlorella pyrenoidosa*. Cette technique a donné des résultats en accord avec les normes.

L'approche présentée par *Chlorella pyrenoidosa* apparaît très prometteuse pour traiter à moindre coût des eaux contaminées par des produits pétroliers.

Abstract:

The work carried out is the treatment of water contaminated by oil derivatives at the northern CINA treatment plant, Hassi Messaoud. The main objective of this study is to find specific problems and try to improve the process of processing used in the unit. According to the procedures obtained converge with the Algerian regulations.

This work has shown us that the physical and chemical treatment of this type of water is relatively effective in eliminating unwanted products, We also proposed a microalgae treatment technique and we used the *Chlorella pyrenoidosa* strain.

The approach presented by *Chlorella Pyrenoidosa* appears very promising to treat at lower cost of water contaminated with petroleum products .

Key words: oil pollutants, polluted water treatment, *Chlorella Pyrenoidosa* seaweed.

المخلص

العمل المنجز هو معالجة المياه الملوثة بالمشتقات البترولية بمحطة المعالجة بالحقل البترولي (شمال سيناء) حاسي مسعود ولاية ورقلة. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو البحث عن إشكاليات تعترض المحطة ومحاولة تحسين عملية العلاج المستخدمة في الوحدة.

وفقا للنتائج التي تم الحصول فإنها قريبة للمعايير الجزائرية.

أظهر لنا هذا العمل أن المعالجة الفيزيائية والكيميائية لهذا النوع من المياه فعالة نسبيا في القضاء على المنتجات غير المرغوب فيها. كما اقترحنا تقنية لمعالجتها عن طريق الطحالب الدقيقة واستعملنا السلالة *Chlorella pyrenoidosa* قدمت هذه التقنية نتائج متطابقة مع المعايير الجزائرية .

يبدو النهج المقدم من السلالة *Chlorella pyrenoidosa* واعدًا جدًا لمعالجة المياه الملوثة بالمنتجات البترولية بتكلفة أقل.

كلمات مفتاحية : ملوثات بترولية، معالجة المياه الملوثة، طحالب دقيقة *Chlorella pyrenoidosa*.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction Générale.....	02
Chapitre I : Présentation du champ du CINA.....	03
I.1. Introduction.....	04
I.2. Description de l'unité traitement CINA.....	04
I. 3. Présentation de la station de traitement des eaux huileuses.....	04
I.4.Caractéristiques des eaux traitées.	05
I .5.Le procédé de déshuilage.....	05
I.5.1.Séparation physique « eau/huile/Gaz »	05
I.5.2.Séparation chimique.....	05
I.5.3.Filtration d'eau sortant du DGF.....	06
I.5.4.Unité de traitement des eaux huileuses.....	06
I.6.Fonctionnement des équipements.....	08
I.6.1:Séparateur tri phasique.....	08
I.6.2:Bassin API.....	08
I.6.3:Puisards et pompes de transfert des eaux huileuses.....	09
I.6.3.1.Puisard d'eau huileuse.....	09

I.6.3.2.Puisard d’huile.....	10
I.6.4.Les séparateurs.....	10
I.6.5. Le séparateur IGF.....	10
I.6.6.Le séparateur DGF.....	11
I.6.7. Pompes d’expédition des eaux traitées.....	12
I.6.8. Bassins évaporateurs.....	13
Chapitre II : Les étapes de traitement de l'eau polluée par les dérivés pétroliers...	15
II. Introduction.....	16
II.1.L'étape de traitement	16
II.1.1. Traitement physique.....	16
II.1.2 L'étape de traitement chimique.....	16
II.1.3 L'étape de traitement biologique.....	17
II.2 Méthodes de purification de l'eau de l'industrie pétrolière.....	18
II.2.1 phase de traitement initiale.....	18
II.2.2 Dégrillage.....	18
II.2.3 Dessablage.....	19
II.2.4 Décantation (Déshuilage, dégraissage.....	19
Chapitre III : Expérimentale.....	21
III.1. Introduction	22
III.2.Méthodes de traitement.....	22
III.2.1.Méthodes physiques.....	22
III.2.1.1. Séparateur tri phasique.....	22

III.2.1.2. Skimmer(système d'écémage).....	23
III.2.2. Méthodes chimiques.....	24
III.2.2.1 .Skids d'injection des produits chimiques.....	24
III.2.2.2.Injection des Produits Chimiques API / CINA.....	25
III.2.2.3. Procédure de préparation et d'injection de la silice activée.....	26
III.2.2.3.1. Descriptions des méthodes de préparation et d'injection.....	26
III.2.2.3.2. Effet du mode d'injection sur le traitement.....	28
III.2.2.4. Les paramètre de pollution d'eau.....	28
III.2.2.4.1.Techniques analyses.....	29
III.2.2.4.1. 1. Mesure de pH.....	29
III.2.2.4.1. 2. Mesure des matières en suspension (MES).....	29
III.2.2.4.1. 3. Mesure de la Teneur en hydrocarbure.....	30
III.2.2.4.1. 4. Mesure de la DCO.....	32
III.2.2.5.Résultats et discussion.....	32
III.2.2.5.1. Rendement.....	32
III.2.2.5.2.Caractéristiques des eaux huileuses.....	33
III.2.3. Méthodes biologique.....	36
III.2.3.1.Traitement des eaux usées par culture des micros algues.....	36
III.2.3.2.Présentation de la souche utilisée (Chlorellapyrenoidosa).....	36
III.6.La culture de <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dans le système fermie continue (Bioréacteur).....	37
III.6.1.Traitement d'eau polluée par les produits pétroliers par <i>Chlorella pyrenoidosa</i> acclimatée.....	38

III.6.2. Mesure du pH et de l'Oxygène dissous et Conductivité.....	39
Conclusion Générale.....	41
Références bibliographiques.....	44
Annexe.....	47

Liste des figures

Chapitre I

Figure.1: API Schéma simplifié de l'unité de traitement des eaux huileuse.....	7
Figure.2:Unité de Traitement des eaux huileuse API.....	7
Figure.3: Séparateur Tri-phasique.....	8
Figure.4: Bassin API.....	9
Figure.5: Puisard d'eau huileuse.....	10
Figure.6: Séparateur IGF.....	11
Figure.7: Séparateur DGF.....	12
Figure 8: Pompes d'expédition des eaux traitées.....	13
Figure9: Bassins d'évaporation.....	14

Chapitre II

Figure.1: Retirer l'huile et la graisse pour l'eau utilisée.....	16
Figure.2:Schéma de bassins de traitement biologique.....	17
Figure.3: Planificateur pour un processus de boue actif.....	17
Figure.4: Dégriillage.....	19

Chapitre III

Figure.1: Skimmer à tube oléophile.....	24
Figure.2: Skids d'injection des produits chimiques.....	25
Figure.3: Procédure de la préparation des produits chimiques.....	26
Figure.4 : Schéma du procès du dosage automatique.	28

Figure.5: Dispositifs de pH-mètre.....	29
Figure.6: Dispositif de filtration sous vide.....	30
Figure.7 : Appareil de mesure d'hydrocarbures HORIBA.....	31
Figure.8 : Solvant S-316.....	31
Figure.9 : Le système de test en cuve.....	32
Figure.10: les valeurs du pH mesurées durant 12 mois(2013).	33
Figure.11 : les valeurs du MES mesurées durant 12 mois(2013).	33
Figure.12 : les valeurs du HC mesurées durant 12 mois(2013).....	34
Figure.13 : les valeurs du pH mesurées durant 12 mois(2016).....	35
Figure.14 : les valeurs du MES mesurées durant 12 mois(2016).....	35
Figure.15: les valeurs du HC mesurées durant 12 mois(2016).....	36
Figure.16: Image de <i>Chlorella pyrenoidosa</i> IMG X100.....	37
Figure.17 : Culture de souche <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dans au laboratoire...	38
Figure.18: Schéma d'un système de culture bassin Raceway.....	38

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau.1: Valeurs désires après trématent au CINA.....	4
Tableau.2: Dimensions des bassins évaporateurs.....	14

Chapitre III

Tableau.1: Dimensions du séparateur tri-phasique.....	23
Tableau.2 : Ancienne méthode de préparation de la silice activée.....	26
Tableau.3: les caractéristiques physicochimiques de l'eau produite de pétrole avant et après la culture <i>C. pyrenoidosa</i>	39

Nomenclature

API : Bassin de décantation

CIN : centre industriel du nord Abdelhamid naili.

DGF: Dissolve Gaz Flottation (séparateur à gaz dissous)

HMD : Hasse Messaoud

IGF : Induit Gaz Flottation (séparateur à gaz induit)

MES: Matières en suspension

PH : Potentiel hydrogène.

DBO: Demande Biochimique en Oxygène.

UTBS : Unité traitement de brut sud.

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'environnement est défini comme étant l'ensemble des aspects physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux et économiques susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les êtres vivants et les activités humaines. Ce pendant, les problèmes de l'environnement ne sont pas seulement que des pollutions, nuisances, érosion des sols, etc....., mais aussi les pertes du patrimoine génétique qui constituent un réel défi existentiel pour toutes les sociétés. Le premier constat (que n'importe qui d'entre nous pourrait faire) est de dire que «la science avance et l'environnement recule». En effet, la protection de l'environnement est devenue un des enjeux majeurs de développement économique. De plus, à travers une prise de conscience mondiale, les émissions polluantes, les déchets industriels, la contamination des cours d'eau, les perturbations climatiques, les incidences sur la santé, constituent désormais autant de sujets sensibles, où l'industrie pétrolière fait souvent figure d'accusée, représentant ainsi de nouvelles préoccupations pour la nation et que SONATRACH se doit de prendre en compte dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH (CRD de Boumerdes) s'est attelé très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant à éliminer si non réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (loi no 83-03 du 05/02/1983), relative à la protection de l'environnement.

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 CINA Hassi Messaoud.

Chapitre I

**Station de traitement des eaux huileuses
présentation et caractérisation**

(CINA)

Chapitre I : Station de traitement des eaux huileuses présentation et caractérisation

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 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur de GNL et de GPL et 3^{ème} 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.

I.2.Description de l'unité traitement CINA:

L'unité a pour mission principale d'augmenter la production de brut stabilisé quantitativement et qualitativement.

Elle traite le brut en provenance des puits et des séparateurs sur champs afin de le rendre conforme aux normes suivantes :

Tableau I.1: Values desirées après traitement au CINA

Grandeurs	Valeur
Densité	0,7949 < D < 0,8082
TVR (tension de vapeur Reid)	< 0,738 bars
Salinité	< 60 mg/l
BSW (teneur en eau et en sédiments)	< 0,5 %

I.3.Présentation de la station de traitement des eaux huileuses:

Cette unité mise en service en 2001 est conçue pour traiter 6000 m³/J de rejets d'eaux huileuses issus de 8 séparateurs sur champs, du satellite OMP53, des unités de traitement d'huile (séparation, USS1, bacs de stockage) et de l'unité GPL afin de

produire une eau conforme aux exigences environnementales (destinées pour la réinjection dans le gisement pour le maintien de pression à OMP53) et de récupérer une quantité d'huile estimée à 40 m³/J.

I.4. Caractéristiques des eaux traitées:

Les eaux traitées et filtrées doivent avoir les caractéristiques suivantes:

Concentration en hydrocarbures	:	[HC] < 10 ppm
Teneur en matières solides en suspension	:	[MES] < 30 ppm
Concentration en oxygène dissout	:	[O2] < 0.002 ppm
Concentration des bactéries sulfata -réductrices	:	< 10 germes (état de traces)
PH	:	Milieu neutre.

I.5: Le procédé de déshuilage:

L'eau arrivant à la station de déshuilage passe par une série d'ouvrages et d'équipement pour être traitée et déshuillée .Si la séparation physique joue sur la différence des densités entre les défèrent phases, la séparation par voie chimique permet de modifier les caractéristiques de la couche externe des particules (huileuses et solides) existence dans l'eau afin de faciliter son élimination.

Le traitement des eaux huileuses passe par les phases suivantes:

I.5.1.Séparation physique « eau/huile/Gaz » :

Effectuée en premier lieu au niveau du séparateur triphasique, puis dans le bassin API qui assure la décantation des matières solides et la flottation des matières en suspension.

I.5.2.Séparation chimique :

En première étape l'injection de produit chimique (Coagulant et floculant) dans le circuit d'eau sortant du bassin API, puis l'injection d'eau saturée en gaz (Fuel Gaz) au niveau du séparateur DGF , qui permet la récupération des colloïdes dissoute dans l'eau et les récupérer dans un circuit indépendant.

I.5.3.Filtration d'eau sortant du DGF :

L'eau passe par des filtres à poches jusqu'à 5 microns pour aboutir aux concentrations exigées par le contrat.

I.5.4. Unité de traitement des eaux huileuses:

L'ancienne philosophie d'opération adoptée au niveau des unités de production de Hassi Messaoud est d'évacuer les eaux huileuses vers les bourbiers localisés dans chaque centre de production. Ceci contaminera, les nappes phréatiques et polluant l'environnement.

Cette station a pour objet la collecte, le traitement des eaux huileuses et la récupération des huiles afin de minimiser l'usage des bourbiers existants et la contamination des eaux souterraines.

L'huile récupérée sera pompée vers les bacs de stockage d'huile localisés au centre CINA.

L'eau huileuse produite est issue de 9 stations satellites (OMN77, OMJ82, OMO43, OMO35, OMP73, OMN13, OMP57 et OML75) et du centre de traitement CINA sera collectée et traitée dans la dite station de traitement des eaux huileuses CINA.

Cette unité de traitement des eaux huileuses mise en service en 2001, est composée des équipements suivants:

- Un séparateur triphasique.
- Un bassin (Unité de Traitement des eaux huileuse) API.
 - Puisard et pompes de transfert des eaux pré-déshuilées (huile libre récoltée dans le bassin API).
- Puisard et pompes de transfert des huiles récupérées.
- Un séparateur IGF.
- Un séparateur DGF.
- Une chaîne de filtration coalesceurs.
- Injection des produits chimiques.
- Pompes deexpédition des eaux traitées.
- Bassins d'évaporation.

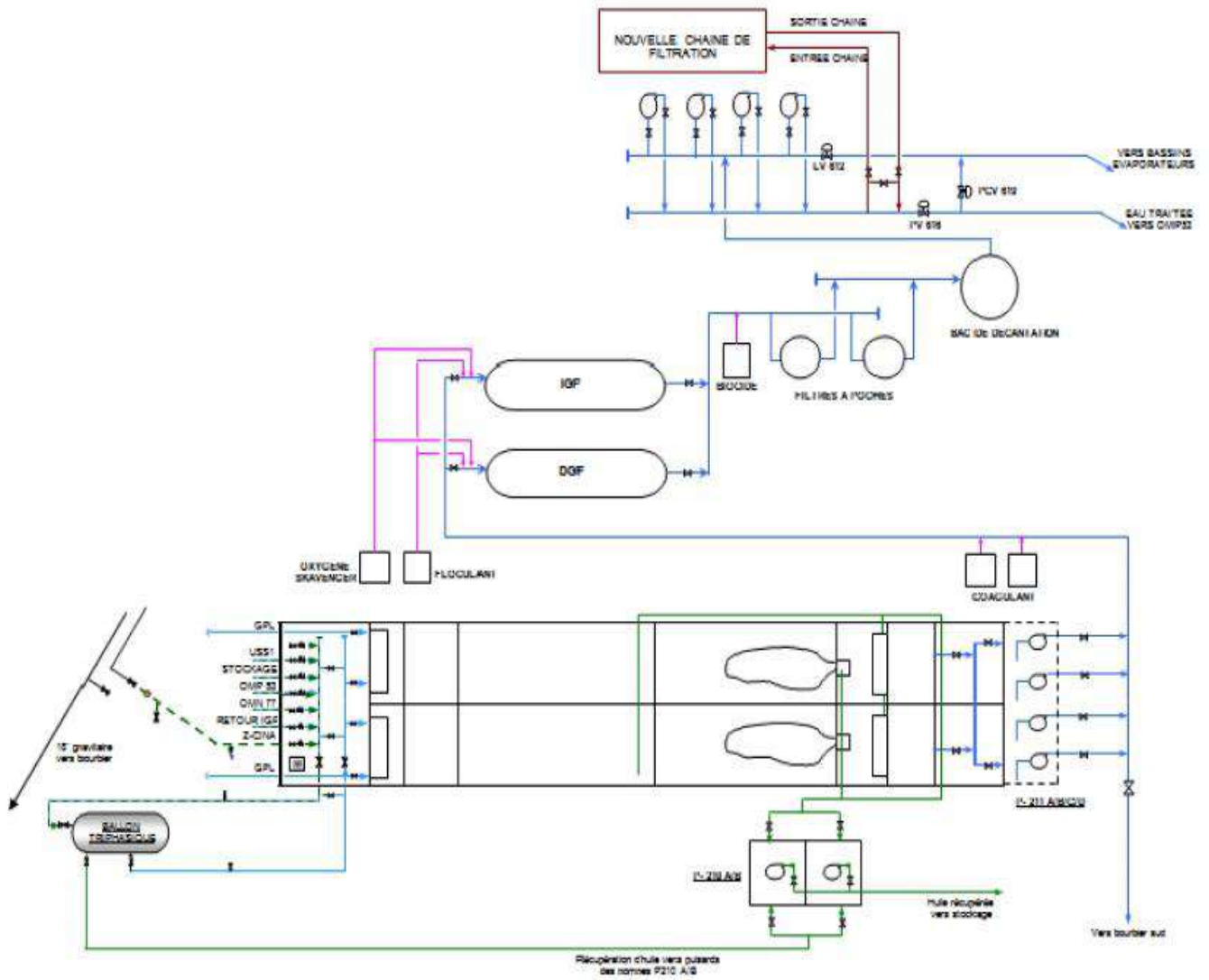


Figure.1:API Schéma simplifié de l'unité de traitement des eaux huileuse.



Figure.2: Unité de Traitement des eaux huileuse API.

I.6. Fonctionnement des équipements:

I.6.1: Séparateur triphasique:

Le séparateur tri-phasique se compose de cinq compartiments principaux séparés par des chicanes métalliques :

- Compartiment d'admission : Récupération du grand pourcentage des particules solides provoquant leur décantation.
- Compartiment centrale de tranquillisation.
- Compartiment de séparation gaz - liquide et liquide – liquide.
- Compartiment de séparation huile - eau traitée.
- Compartiment de récupération de l'eau traitée.



Figure.3 : Séparateur Tri-phasique.

I.6.2: Bassin API:

Le bassin API est considéré comme un pré-déshuileur assurant l'extraction de la totalité de l'huile libre et la réduction de la teneur des particules solides. Il est composé de deux compartiments identiques de dimension chacune:

- Longueur : 49,10 m.
- Largeur : 04,00 m.

-Hauteur : 02,10 m.

Chaque compartiment est équipé de deux chicanes, d'un manifold d'entrée (pour une diffusion laminaire) servant à la distribution d'eau huileuse et d'une écumoire (oléophile) pour la récupération de l'huile flottante appelé « ski mer à tambour oléophile ».



Figure.4 : Bassin API.

I.6.3: Puisards et pompes de transfert des eaux huileuses:

-I.6.3.1.Puisard d'eau huileuse:

L'effluent sortant du bassin API alimentera le puisard de transfert d'eau huileuse pour le CINA, il est composé de deux compartiments de dimensions chacune:

-Longueur : 04,55 m.

-Largeur : 05,00 m

-Profondeur : 04,50 m.

Les deux compartiments sont communicants en haut, quatre pompes de transfert sont installées sur le toit du puisard et servent à alimenter les séparateurs IGF ou DGF selon l'équipement choisi. Les pompes fonctionnent en (3+1) selon la hauteur d'eau dans les puisards.



Figure.5: Puisard d'eau huileuse.

- I.6.3.2. Puisard d'huile:

L'huile libre du bassin API sera collectée dans un puisard d'huile P210 A/B, ce puisard est constitué de deux compartiments, les dimensions de chacun sont les suivantes:

- Longueur : 05,00 m.
- Largueur : 02,35 m.
- Profondeur : 02,10 m.

I.6.4. Les séparateurs:

Sortant du puisard d'eau huileuse, les effluents seront acheminées vers le séparateur à gaz induit « IGF » ou vers le séparateur à gaz dissous « DGF» selon le scénario de fonctionnement choisi.

I.6.5. Le séparateur IGF:

L'IGF est un séparateur cylindrique fabriqué en acier mécano soudé de 2286 mm de diamètre et 14004 mm de longueur. Ce séparateur assure l'élimination de l'huile émulsionnée et les matières en suspension par introduction de fuel gaz et l'addition des produits chimiques suivant :

_ Le coagulant et flocculant : Injecté en amont du circuit de transfert des eaux huileuses vers l'IGF. Le réducteur d'oxygène Na_2SO_3 (Oxygène cavagner) : est injecté à l'entrée de l'IGF, permet d'éviter l'effet de la corrosion par la réduction de l'oxygène dissous dans l'eau envoyée aux stations de réinjection;

_ En aval du séparateur IGF est injecté le produit Biocide, qui permet l'élimination des bactéries qui peuvent survivre dans le circuit d'eau vers les stations de réinjections d'eau.



Figure.6 : Séparateur IGF.

I.6.6.Le séparateur DGF:

Le séparateur DGF fonctionne à une pression moyenne variant entre 0.5 à 1 bars. Cette pression est maintenue grâce à l'alimentation du ballon en fuel gaz. Deux vannes de régulation sont situées sur les lignes d'arrivée et de sortie du gaz. Elles sont commandées par un transmetteur de pression pour maintenir la pression à la valeur souhaitée.

L'huile et les matières en suspension sont récupérées au niveau des cellules de flottation est acheminée vers un compartiment de stockage à l'intérieur du séparateur DGF. Ce compartiment est équipé d'un transmetteur de niveau qui commande une vanne automatique (TOR) de décharge d'huile vers le séparateur triphasique.

L'opération de traitement de l'eau s'effectue par le passage de cette eau chargée en gaz par les quatre cellules de flottation, puis sera stockée dans un compartiment séparé dans le DGF. Cette eau sera transférée vers l'unité de filtration à travers une vanne automatique de décharge (LV).

Afin d'obtenir un milieu homogène au sein du séparateur et une bonne répartition des bulles de gaz dans la couche d'eau, deux pompes de recirculation d'eau sont mises en place à proximité du séparateur DGF. Ces pompes permettent de recycler entre 20 et 25% du débit d'eau recyclant de même la quantité de gaz échappant au sommet du séparateur. Elles sont

commandées automatiquement à partir d'un coffret de commande locale situé à proximité du séparateur DGF. En effet le coffret de commande locale reçoit les commandes du transmetteur de niveau et du contacteur très bas niveau installés sur le DGF afin de contrôler le fonctionnement des pompes et de les protéger contre la marche à sec.



Figure.7 : Séparateur DGF.

I.6.7. Pompes d'expédition des eaux traitées:

Quatre pompes d'expédition P212 A/B/C/D sont installées pour transférer l'eau traitée à partir du réservoir de stockage vers la station de réinjection d'eau existante située au satellite OMP53, chaque pompe a une capacité de 118 m³/h, ces pompes fonctionnent en (3+1) trois pompes en service et 1 pompe en stand-by.

Lorsque l'unité d'injection d'eau au niveau des satellites est à l'arrêt, la pression de refoulement augmente, la vanne de recyclage du débit minimum en aval des pompes d'expédition s'ouvre, quand la pression atteint son point de consigne, ceci maintiendra le débit spécifié des pompes d'expédition.

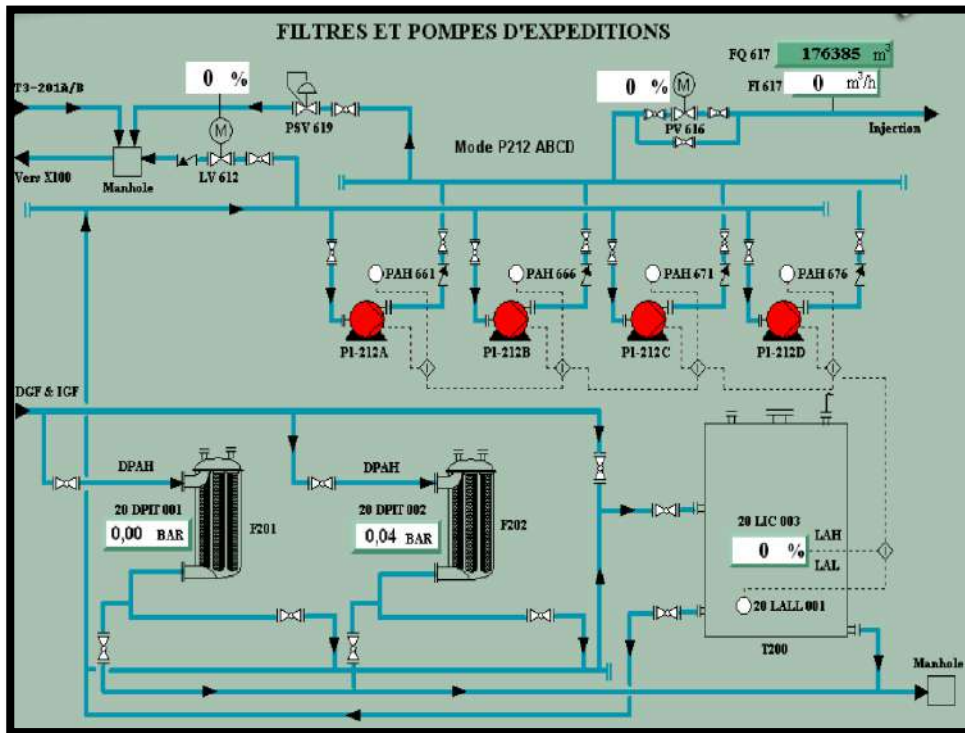


Figure.8: Pompes d'expédition des eaux traitées.

I.6.8. Bassins évaporateurs:

Sous l'action d'un déplacement de débit d'eau sortant du réservoir d'eau traitée, et afin d'éviter le problème de débordement, une vanne s'ouvre pour évacuer le surplus d'eau vers les bassins d'évaporation. Ces bassins sont conçus pour:

_ Recevoir les eaux traitées du bassin API en cas de débordement ou d'arrêt général de l'unité.

_ Recevoir l'eau traitée en cas ou l'unité d'injection est à l'arrêt ou bien lors d'un recyclage minimum.

_ Recevoir l'eau de l'IGF ou DGF ou du réservoir d'eau traitée en cas ou les pompes d'expédition sont à l'arrêt.

Tableau I .2: Dimensions des bassins évaporateurs.

Bassins	Dimensions		
	Longueur (m)	Largueur (m)	Profondeur (m)
Bassin n°1	150	80	1.2
Bassin n°2	150	91	1.2



Figure .9: Bassins d'évaporation.

Chapitre II

**Les étapes de traitement de l'eau polluée par
les dérivés pétroliers**

II. 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].

II.1.L'étape de traitement :

II.1.1. Traitement physique:

Lors du traitement, l'eau polluée passe par des étapes, Il sépare les solides et les huiles non émulsionnées sur base du principe de conductivité.

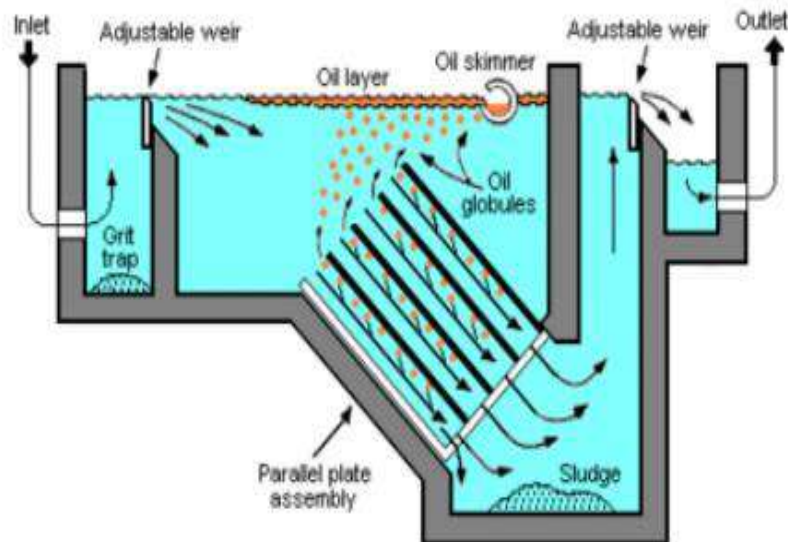


Figure.1: Retirer l'huile et la graisse pour l'eau utilisée.

II.1.2. L'étape de traitement chimique:

Les huiles possibles ne peuvent pas être séparées pour cette station sur des méthodes de traitement chimique. Cela ajoute du sulfate de fer aussi cher que le matériau sélectionné et ceci est de se débarrasser du gaz H_2S .

II.1.3. L'étape de traitement biologique:

L'eau sortant de l'étape de rectification entre dans les bassins de traitement biologique équipés de mélangeurs mécaniques qui assurent la ventilation et les alimentent en oxygène, pour le processus d'oxydation et de conversion des matières organiques dissoutes ou des matières grasses fines impossibles à séparer dans les étapes précédentes en matières par oxydation par des micro organismes (Bactéries) qui les transforment en êtres vivants. Une nouvelle minute appelée (FALOKE).

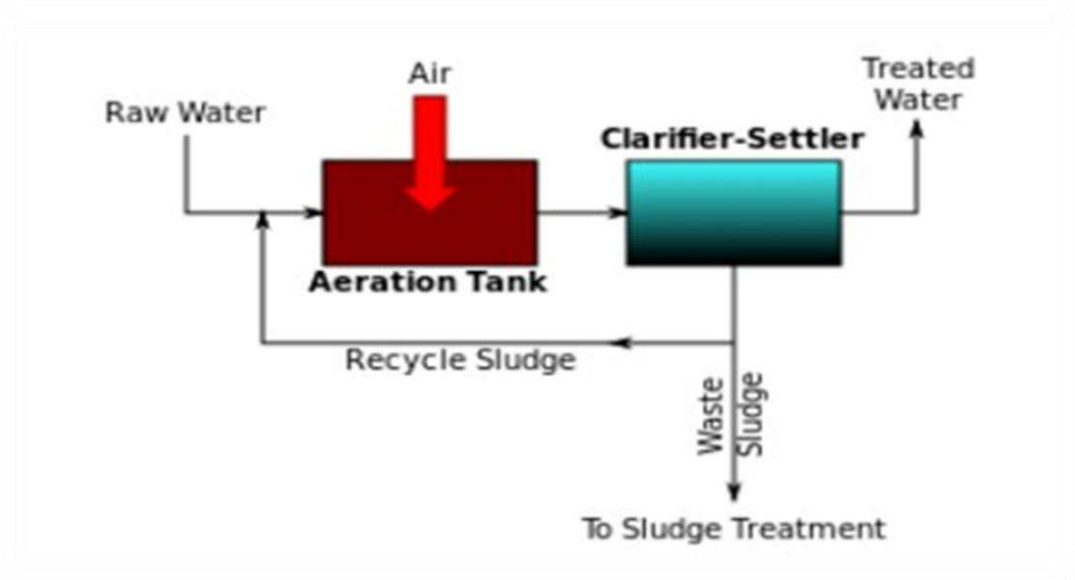


Figure.2:Schéma de bassins de traitement biologique.

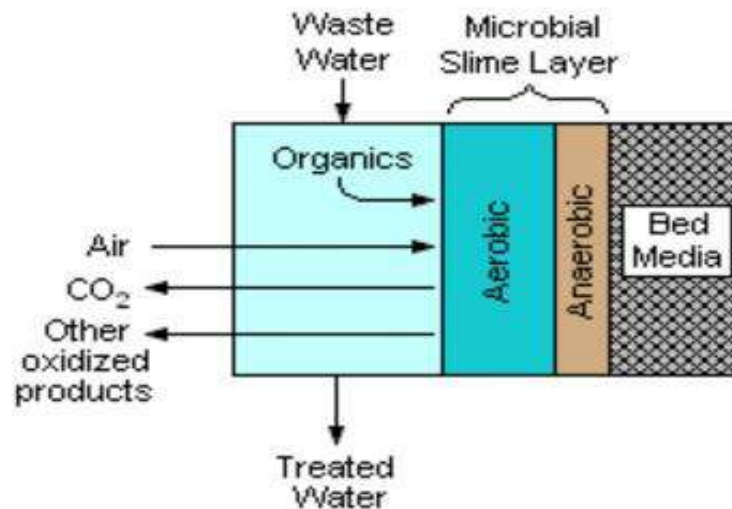


Figure.3: Planificateur pour un processus de boue actif.

II.2.1. Méthodes de purification de l'eau 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.

II.2.2 Phase de traitement initiale:

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.

II.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 dérailleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dérailleur 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.

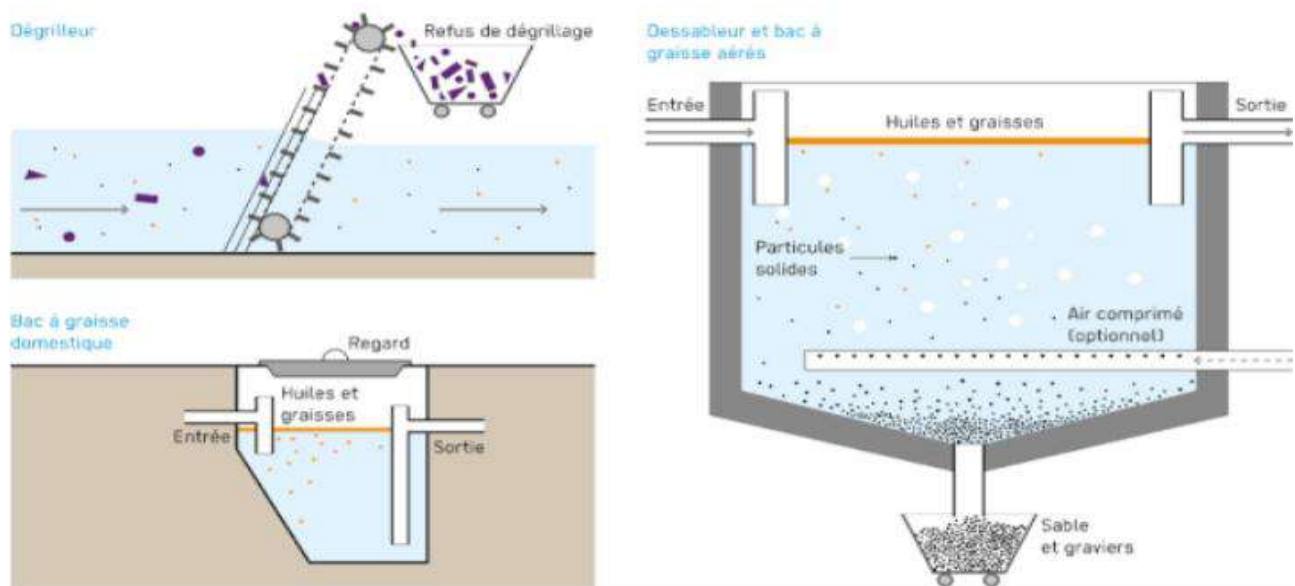


Figure.4 : dégrillage.

II.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 râtelier mécanique et poussé dans un centenaire d'évacuation.

II.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.

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.

Chapitre III

Expérimentale

III.1.Introduction :

Les eaux usées de l'industrie pétrolière, généralement hautement polluantes, sont issues du processus de récupération des hydrocarbures et générées avec du pétrole brut en grande quantité. Par exemple, la production actuelle de pétrole en Algérie est de 1,2 million de barils par jour, génère plus de 5 million de barils d'EPP, par contre à titre d'exemple, la production pétrolière iranienne accompagnée de plus de 6 million de barils d'EPP pour une production de pétrole plus grande. Aux États-Unis la production d'EPP dépasse 18 milliards de barils par an. Les données disponibles les plus récentes pour l'EPP ont montré que les États-Unis ont extrait 3 367 453 million de litres (ML) d'EPP avec du pétrole et du gaz en 2012 [3]. 800 ML d'EPP sont extraits par jour, dans le plus grand champ d'Oman [2].

Plusieurs processus de traitement des EPP ont été développés.

III.2. Méthodes de traitement :

III.2.1.Méthodes physiques:

III.2.1.1.Séparateur tri phasique:

L'eau arrivant au séparateur tri-phasique se débarrasse de la majorité de la MES dans le compartiment d'admission à l'aide de la plaque inclinée permettant :

- La sédimentation des particules solides les plus lourdes.
- L'accumulation et la chute des particules solides les moins lourdes le long de la plaque inclinée.
- La tranquillisation de l'écoulement de l'eau huileuse.
- L'échappement du gaz vers le haut du séparateur profitant de l'écoulement ascendant de l'eau.
- La formation de la première couche d'huile libre à la surface de l'eau.

L'eau dont l'écoulement est stabilisé par la plaque inclinée et la chicane centrale, passe vers le compartiment de séparation où il se produira la récupération du gaz dissous passant par un filtre métallique appelé « démister », l'huile flottante dans ce compartiment sera récupérée à travers une cuvette interne.

La troisième chicane empêche les huiles flottantes à la surface de l'eau de passer vers le quatrième compartiment. L'utilisation de ce système classique efficace de double chicanage oblige l'huile à s'emprisonner dans le compartiment central et éviter la moindre fuite vers le troisième et quatrième compartiment.

Le séparateur triphasique possède les données dimensionnelles suivantes:

Tableau 1: Dimensions du séparateur triphasique.

Parameters	Valeur
Diameter (mm)	2700
Longer (mm)	7000
Niveau du liquid (mm)	1800
Pression opératoire (bars)	1.5
Température opératoire(C)	42

III.2.1.2. Skimmer(système d'écumage):***Skimmer à tube oléophile:**

Les systèmes d'écumage en question ont été adaptés pour collecter les huiles de surface sur une distance de 4 m des deux compartiments du bassin API.

Le nouveau système d'écumage est conçu de manière à garder toute sa partie mécanique en dehors de l'eau afin d'éviter tout contact avec celle-ci, l'eau pourrait posséder un caractère agressif envers les composants métalliques.

Le système d'écumage proposé est formé :

- D'un tube flexible oléophile flottant à la surface de l'eau huileuse pour collecter les huiles surnageant à sa surface, ce tube est le seul élément en contact avec l'eau en question.
- D'un dispositif mécanique permettant la rotation de ce tube oléophile et la récupération de l'huile accrochée à sa surface. Ce système renferme un dispositif de raclage du tube flexible qui permet l'élimination de l'huile de sa surface et un système rotatif qui permet de le réintroduire dans les bassins API.
- D'un dispositif de collecte des huiles récupérées.

D'un moteur qui constitue le dispositif mécanique du système d'écumage.

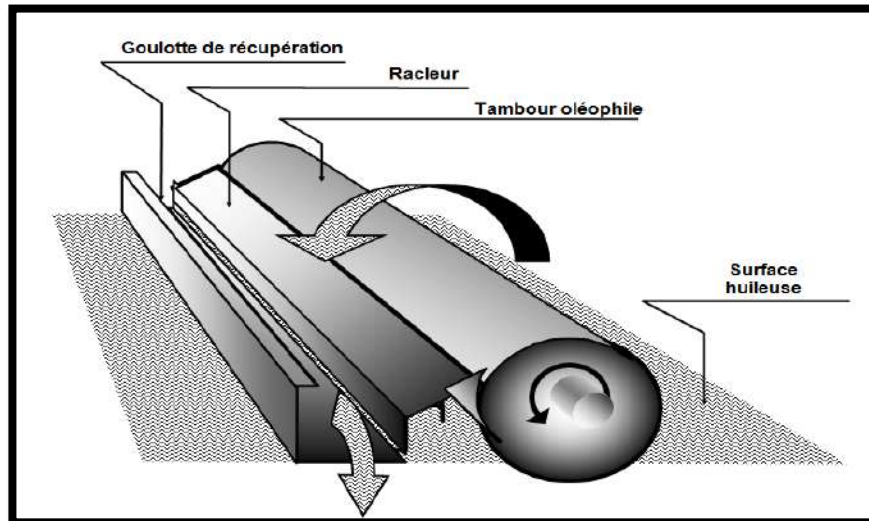


Figure.1: Skimmer à tube oléophile.

Grâce aux caractéristiques de la matière formant le tube, cette dernière flotte à la surface de l'eau et l'huile surnageant s'accroche à la surface du tube. En passant au niveau du racleur cette huile tombe au niveau d'une cuvette intégrée dans l'écumeur et par la suite sera acheminée vers un réservoir de stockage. Le tube continue de récupérer l'huile dans une boucle continue qui est capable de collecter entre 6000 et 7000 litre d'huile par jour.

***Skimmer à tambour oléophile:**

Ce système est installé sur les parois du bassin API en fin du bassin de décantation, juste en amont du puisard d'eau huileuse, ce système est constitué d'un tambour en acier inoxydable guidé en rotation à travers une chaîne par un motoréducteur. Il est mise en service par une boîte de commande locale manuelle, l'huile flottante en surface du bassin API sera collectée sur le tambour et raclée par des racleurs appropriés et par la suite acheminée vers le puisard d'huile.

III.2.2. Méthodes chimiques:

Parmi les méthodes de chimiothérapie les plus importantes figurent les suivantes:

III.2.2.1 .Skids d'injection des produits chimiques:

Il existe cinq skids de produit chimique ont été dimensionnés pour l'injection des produits chimiques appropriés.

Dès achèvement des travaux de la phase Rénovation et mise en service de la station de déshuilage, plusieurs essai d'injection de ces produit (Coagulant et floculant) ont été effectué 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 débloquent 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 SCA venger) : Injecté dans le skid Oxygène SCA venger

_ Bactéricide : Injecté dans le skid BIOCIDE 1

_ Bactéricide : Injecté dans le skid BIOCIDE 2



Figure .2 : Skids d'injection des produits chimiques.

III.2.2.2 Injection des Produits Chimiques API / CINA:

1. COAGULANT: (Refoulement des pompes P211).

- 20 L de Silicate de Calcium (Na_2SiO_3).
- 2,2L Acide Sulfurique (H_2SO_4).
- 1 m³d'eau (H_2O).

2. FLOCULANT: (Entrées ballons IGF / DGF).

- 1 Kg de KURIFIX (en sacs),
- 1 m³d'eau (H_2O)

3. OXYGEN SKAVENGER: (Produits pure entrées ballons IGF / DGF),

4. BIOCIDE: (sorties ballons IGF / DGF).

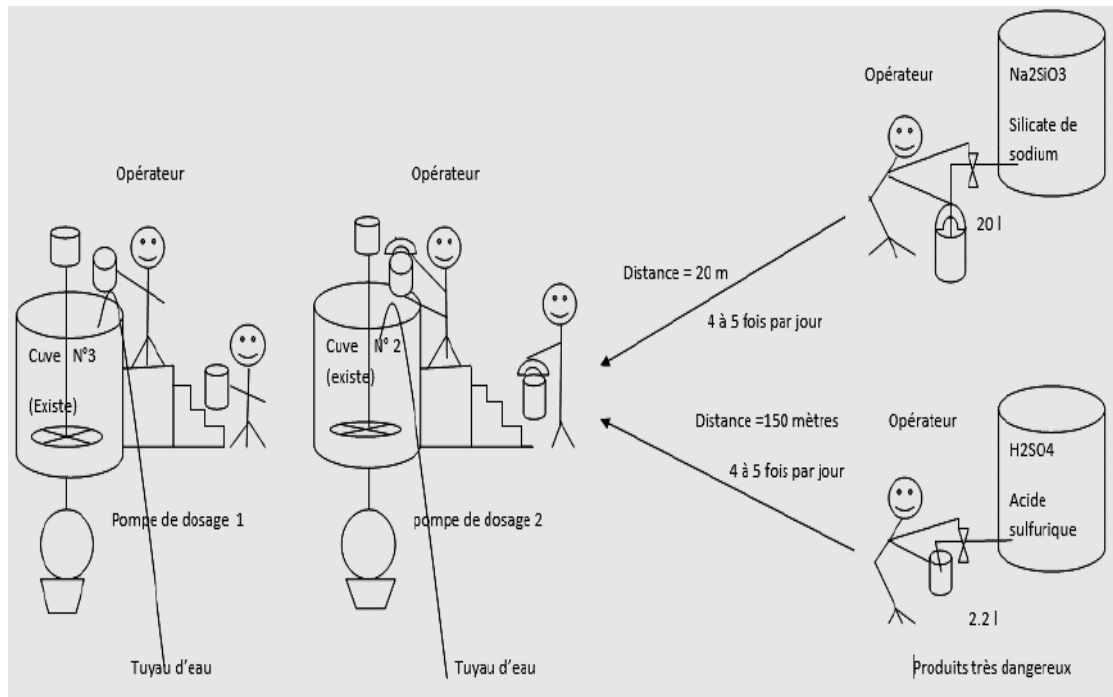


Figure 3: Procédure de la préparation des produits chimiques.

III.2.2.3. Procédure de préparation et d’injection de la silice activée:

III.2.2.3.1 Descriptions des méthodes de préparation et d’injection:

***Mode manuel:**

Le tableau ci-dessous montre l’ancienne méthode de préparation et d’injection du produit chimique. Cette dernière s’est basée sur le mode manuel du dosage ; où l’opérateur extérieur qui prépare et qui injecte le mélange avec le dosage requis.

Tableau2: Ancienne méthode de préparation de la silice activée.

Étapes	Désignations	Détails des manipulations
1	Port des EPI	1. Combinaison et chaussures spéciales acide sulfurique. 2. Gants spéciaux acide sulfurique (Laver les gants avant de les enlever et les changer en cas de déchirure). 3. Visière. 4. Demi-masque avec filtre approprié.
2	Prélèvement du silicate de sodium	1. Préparer le Bidon vide en polyéthylène de 10 litres. 2. Mettre le Bidon en position conforme en dessous de la vanne du fût de silicate de sodium pour permettre le prélèvement de 20 litres exactement, éviter le déversement du produit sur le sol. 3. Remplir le réservoir du skid de préparation et d'injection de la silice activée à 1,25 mètre avec de l'eau de service. 4. Prendre les 20 litres de silicate de sodium et les verser

		totalément dans le réservoir du Skid de préparation et d'injection de la silice activée.
3	Prélèvement de l'acide sulfurique	<ol style="list-style-type: none"> 1. Préparer le CARAFE gradué en polyéthylène de 1 litre + Flacon en verre brun de 2,5 litre. 2. Ouvrir lentement le robinet de prélèvement (Situé en bas du fût de stockage ou celui du collecteur) et remplir exactement 2,2 litre d'acide sulfurique dans le flacon à l'aide de la carafe. Fermer rapidement le robinet lorsque vous obtenez le volume voulu, éviter tout déversement du produit sur le sol. 3. Assurer vous de bien fermer le flacon à l'aide de son bouchon. 4. Prendre le flacon et le verser tout doucement dans le réservoir du skid afin d'éviter les projections de l'acide sur l'opérateur.

*** Mode automatique:**

- En décembre 2015, l'idée de réaliser un nouveau système du dosage automatique est lancée. Ce dernier se base sur un système de régulation qui intervient sur les quantités voulu du dosage ainsi sur l'ouverture et la fermeture des vannes.
- Un premier test de ce système du dosage automatique a été effectué le 21/02/2016 où des problèmes de régulation ont été rencontré et qui ont poussé à reporter la mise en service final.
- Finalement, après plusieurs essais et interventions le système a été mis en service le 16/05/2016.

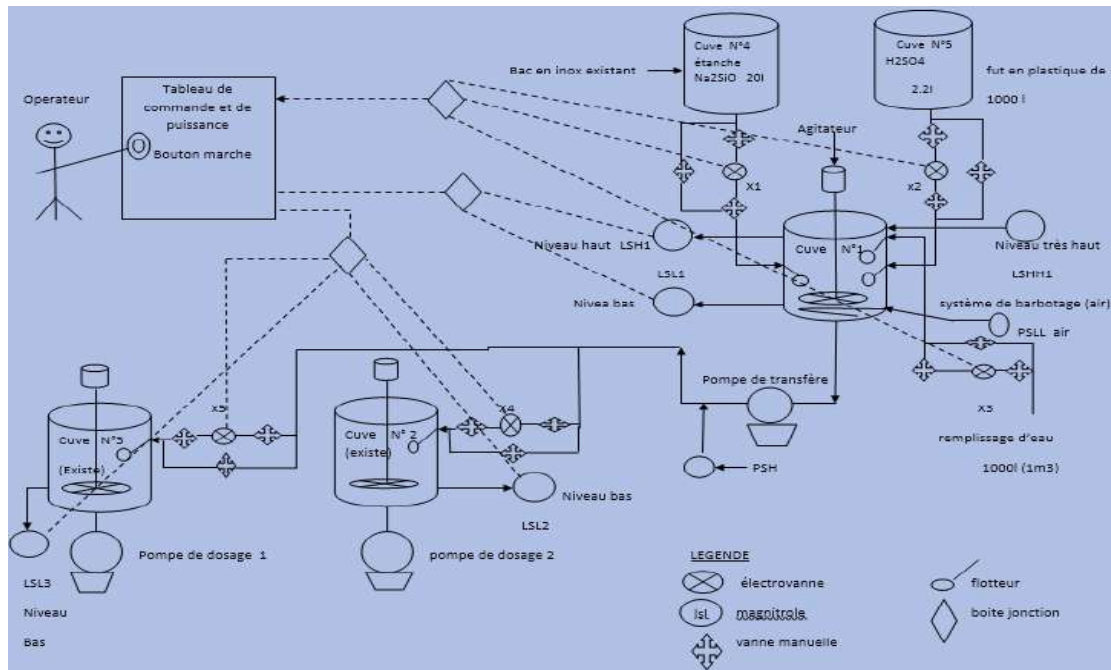


Figure.4 : Schéma du procès du dosage automatique.

III.2.2.3.2. Effet du mode d'injection sur le traitement :

Les analyses pour déterminer le pH, les matières en suspension (MES) et la teneur en hydrocarbure (HC) à l'entrée et en sortie sont journalières afin de répondre aux conditions réglementaires et contractuelles. Les données enregistrées sur les tableaux ci-dessous (Tableau VI.13 et Tableau VI.14) concernent l'année 2013 (avant la mise en service du nouveau système de dosage) et l'année 2016 (après la mise en service du nouveau système de dosage). Les résultats obtenues (MES, HC et pH) sont variables et dépendent des conditions d'exploitations des puits et des unités de traitements des hydrocarbures à s'avoir :

- Matières en suspensions (MES) : dépendent de la quantité et de la qualité des eaux huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage, etc....).
- Hydrocarbures (HC) : dépendent de la fiabilité du procès.
- pH : selon la maîtrise du procédé de traitement.

III.2.2.4. Les paramètre de pollution d'eau:

Le pH :

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

Les MES:

Représentent les matières qui n'ont 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.

La DCO :

La DCO exprimée en O_2 mg/l correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans un contexte réactionnel les matières organiques contenues dans l'échantillon.

III.2.2.4.1. Techniques analyses:**III.2.2.4.1.2. Mesure de pH:**

La différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence plongé dans une même solution est fonction linéaire du pH. Après avoir étalonné le pH-mètre, plonger l'électrode dans l'échantillon et attendre jusqu'à ce que la valeur du pH se stabilise.



Figure.5 : Dispositifs de pH-mètre.

III.2.2.4.1.3. Mesure des matières en suspension (MES):

Les matières en suspension correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon. Cette méthode permet de mesurer la teneur en matière solide en suspension de dimension donnée dans l'eau. La filtration d'une prise de l'échantillon sur filtre puis séchage du filtre et détermination, par pesée, de la masse résiduelle sur le papier filtre. Ainsi :

Matériels nécessaires :

- Système de filtration sous vide
- Flexible en caoutchouc
- Pompe à vide
- Filtre ($0,45\mu$)
- Etuve
- Dessiccateur
- Balance analytique
- Pipette de 100 ml



Figure.6 : Dispositif de filtration sous vide.

Mode opératoire:

- 1_ Préparer le système de filtration et le raccorder à l'INPUT de la pompe à vide au moyen du flexible.
- 2_ Mettre la pompe sous tension (220V)
- 3_ Prendre un filtre de 0.45 μm et le mettre dans l'étuve portée à une température de 108°C pendant 30 minutes.
- 4_ Faire sortir le filtre de l'étuve, le mettre dans le dessiccateur.
- 5_ Peser le filtre au moyen de la balance analytique soit m_0 la masse à vide du filtre.
- 6_ Mettre le filtre à sa place dans le système de filtration, tenir l'ensemble au moyen de la pince destinée à cet effet.
- 7_ Agiter convenablement l'échantillon et prendre 100 ml au moyen d'une pipette. Mettre la prise d'essai au niveau du filtre.
- 8_ Procéder à la filtration sous vide de la prise d'essai.
- 9_ Une fois la filtration est terminée, enlever la pince d'assemblage, retirer le filtre du système avec soins.
- 10_ Mettre le filtre dans l'étuve portée à 108°C pendant 30 minutes.
- 11_ Faire sortir le filtre de l'étuve, le mettre dans le dessiccateur.
- 12_ Peser le filtre au moyen de la balance analytique soit m la masse après l'opération de filtration.

III.2.2.4.1.3. Mesure de la Teneur en hydrocarbure:

Appareils et produits :

- Appareil OCMA-310 Horiba
- Seringue de mesure, tout en verre de 10 ml

- Seringue de mesure, tout en verre de 20 ml
- Bécher
- 20 ml L'eau distillée
- 2 gouttes Acide chlorhydrique (HCl)
- 10 ml Solvant d'extraction S-316



Figure.7 : Appareil de mesure d'hydrocarbures HORIBA.



Figure.8: Solvant S-316.

Mode operatories:

1. Vérification de l'étalonnage de l'appareil.
2. Attendre jusqu'à ce que le chaud de la lampe s'éteigne.
3. Appuyez sur echap pour diriger l'écran dans le mode de mesure.
4. Vérifier que le robinet EXTRACT et le robinet DRAIN sont tous les deux fermés.
5. Utilisez la seringue de mesure pour le solvant, injecter 10 ml de solvant S-316 pur dans la chambre d'échantillon.
6. Ajouter une goutte d'acide chlorhydrique.
7. Utilisez la seringue de mesure pour l'échantillon, injecter 20 ml de l'eau d'échantillon d'essai dans l'entrée.
8. Vérifier si tout le liquide est introduit dans la chambre d'extraction, puis appuyez sur EXTRACT pour commencer l'extraction.
9. Quand l'extraction est accomplie, confirmer que les deux liquides sont séparés dans la chambre d'extraction.
10. Ouvrir le robinet EXTRACT pour permettre au solvant d'entrer dans la cellule de mesure, quand la lecture de concentration commence à changer.
11. Attendre à peu près 30 secondes et appuyer sur MEAS.

12. Quand la lampe HOLD est illuminée la mesure est complète, lire la concentration en mg/l.

13. Ouvrir le robinet du DRAIN et permettre aux liquides de drainer dans le receveur de déchets.

III.2.2.4.1.4. Mesure de la DCO:

La mesure de ce paramètre consiste à :

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO
- Agiter et placer le tube fermé dans le thermostat (réacteur) puis chauffer l'échantillon jusqu'à 148 °C pendant 2 heures,
- Laisser refroidir l'échantillon à l'air libre pendant 15 minutes afin que la température à température ambiante.
- Placer le tube dans le spectrophotomètre DR 2800 et lire la teneur de la DCO en mg/l.



Figure 9 : Le système de test en cuve.

III.5. Résultats et discussion:

III.5.1. Rendement:

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par ROSEAU de N'goussa. Et que l'opération du calcul le Rendement de traitement selon la relation suivant:

$$\text{Rendement (\%)} = [(X_E - X_S) / X_E] * 100 \quad (\text{équation})$$

X_E : le teneur de l'effluent en mg/l à l'entrée du bassin.

X_S : le teneur de l'effluent en mg/l à la sortie du bassin.

III.5.2. Caractéristiques des eaux huileuses:

*La méthode de dosage manuelle:

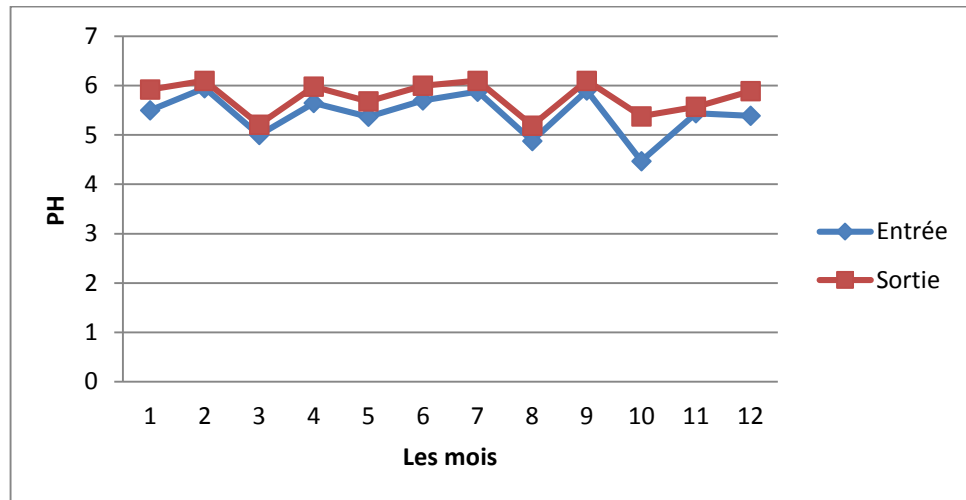
PH:

Figure.10 : les valeurs du pH mesurées durant 12 mois(2013).

Les résultats que nous avons obtenus dans la courbe. On constate que les valeurs de pH abaissent dans l'eau traitée par rapport à l'eau brute et on remarque que les valeurs du pH mesurées durant 12 mois varient pour les eaux brutes entre 5.37 et 5.95, avec une valeur moyenne de 5.4

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 5.26 et 6.1, avec une valeur moyenne de 5.7 sur la durée 12 mois. On remarque dans l'eau traité il y a une augmentation de la valeur du PH.

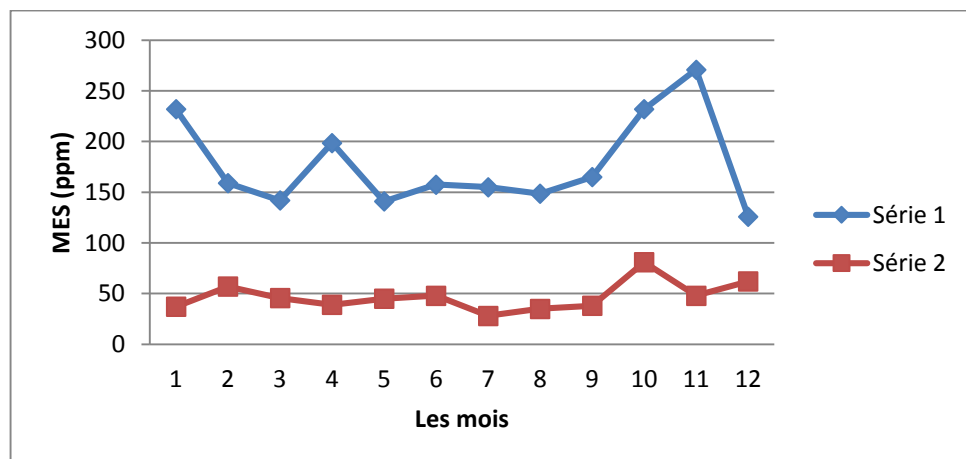
MES :

Figure.11 : les valeurs du MES mesurées durant 12 mois(2013).

-D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs de **MES** varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 126.00 mg/l à un maximum de 271.00 mg/l pour les eaux brutes, avec une valeur moyenne de 177.3 mg/l.

Teneur en Hydrocarbure (HC) :

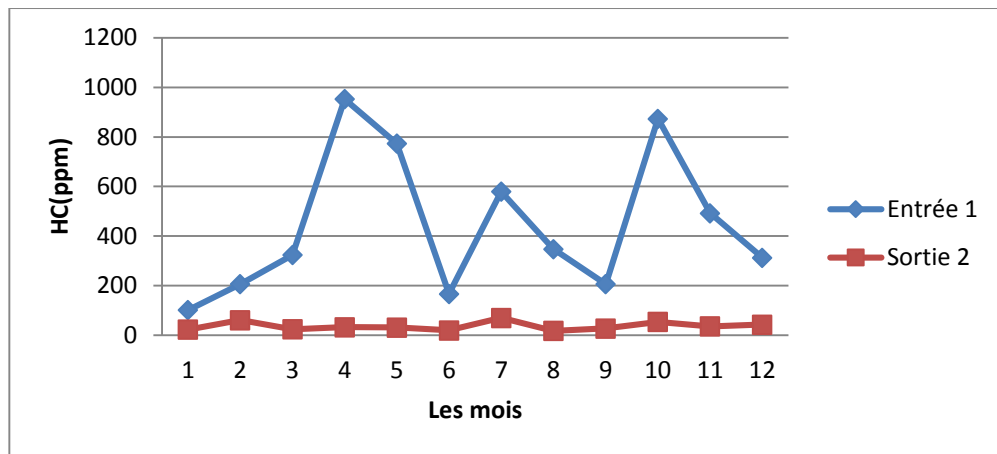


Figure.12 : les valeurs du HC mesurées durant 12 mois(2013).

Les résultats que nous avons obtenus dans la courbe. On constate que les valeurs de HC abaissent dans l'eau traitée par rapport à l'eau brute et on remarque que les valeurs du HC mesurées durant 12 mois varient pour les eaux brutes entre 102 et 952.8, avec une valeur moyenne de 444.8 mg/l

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 18 et 54.2, avec une valeur moyenne de 36.7 sur la durée 12 mois.

* **La méthode de dosage automatique :**

Le PH:

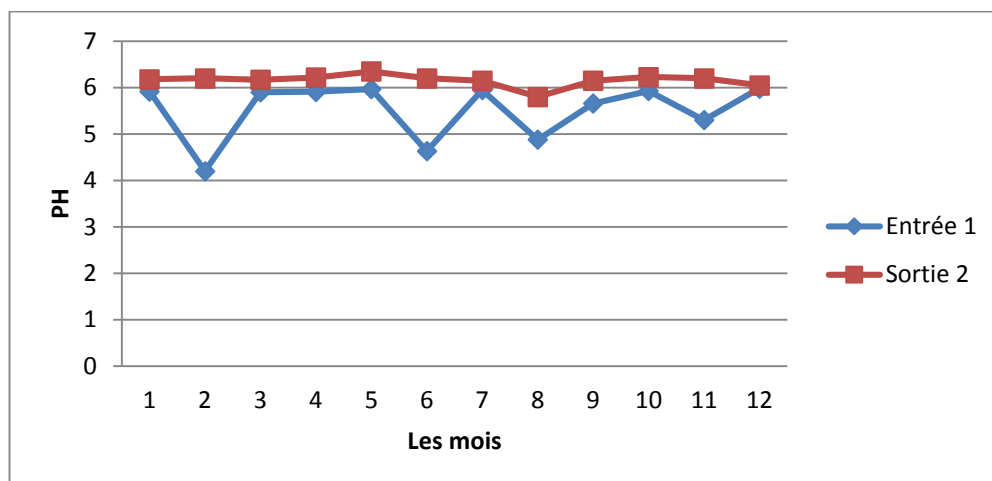


Figure.13 : les valeurs du pH mesurées durant 12 mois(2016).

Les résultats que nous avons obtenus dans la courbe. On constate que les valeurs de pH abaissent dans l'eau traitée par rapport à l'eau brute et on remarque que les valeurs du pH mesurées durant 12 mois varient pour les eaux brutes entre 4.2 et 5.95, **avec une valeur moyenne de 5.5**

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 5.8 et 6.35, avec une valeur moyenne de 6.1 sur la durée 12 mois. On remarque dans l'eau traité il y a une augmentation de la valeur du PH.

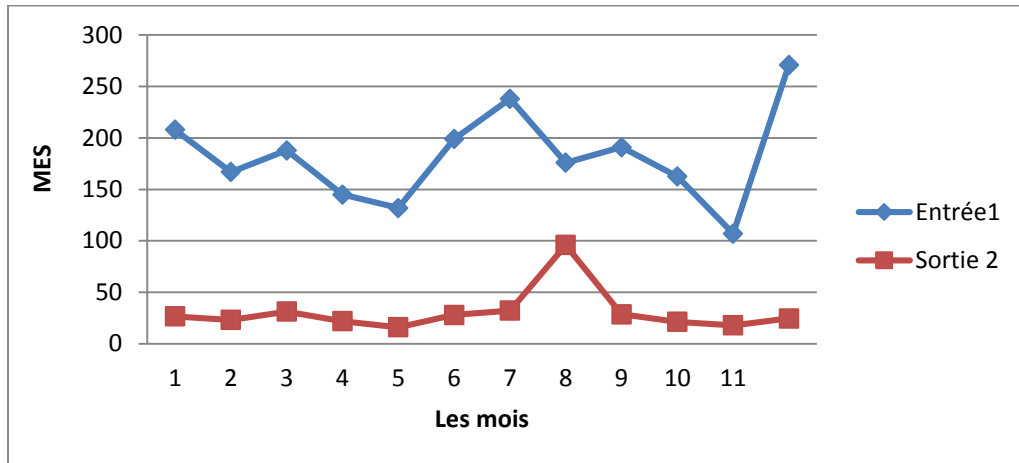
MES:

Figure.14 : les valeurs du MES mesurées durant 12 mois(2016).

D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs de **MES** varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 107.00 mg/l à un maximum de 271.00 mg/l pour les eaux brutes, avec une valeur moyenne de 182.0 mg/l.

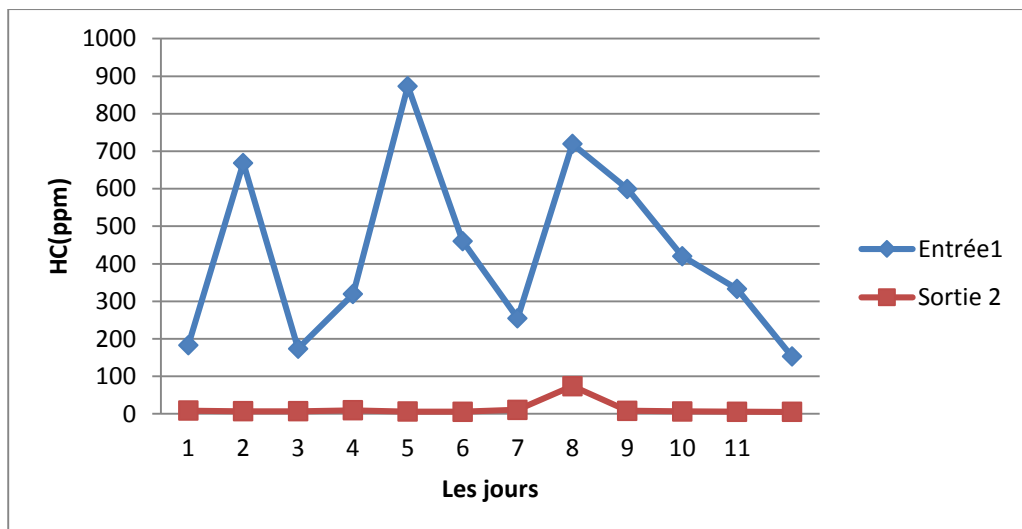
Teneur en Hydrocarbure (HC) :

Figure.15: les valeurs du HC mesurées durant 12 mois (2016).

Les résultats que nous avons obtenus dans la courbe. On constate que les valeurs de HC abaissent dans l'eau traitée par rapport à l'eau brute et on remarque que les valeurs du HC mesurées durant 12 mois varient pour les eaux brutes entre 153 et 873.4, avec une valeur moyenne de 428.2 mg/l

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 5.2 et 74 avec une valeur moyenne de 12.9 sur la durée 12 mois.

III.2.3. Méthodes biologique:**III.2.3.1. Traitement des eaux usées par culture des micros algues:**

La disponibilité de vastes zones dans le désert algérien et la production de grandes quantités d'eau dans le champ pétrolier à grande échelle avec le climat approprié tout au long de l'année pour la culture des micro algues.

Ces conditions nous permettent d'exploiter les micro algues dans le traitement des eaux polluées par le pétrole.

Les micro algues sont capables d'assimiler de nombreux nutriments nécessaires à leur croissance, elles peuvent donc éliminer certains éléments présents dans les eaux usées. Elles permettent ainsi de baisser les taux de phosphates et nitrates. Elles ont une action détoxifiantes et dépolluante et peuvent agir selon deux modes: soit directement grâce à leur capacité à fixer les métaux lourds, soit indirectement afin de fournir de l'oxygène dissous aux bactéries permettant la dépollution des eaux contaminées.

III.2.3.2. Présentation de la souche utilisée (*Chlorella pyrenoidosa*):

La souche *Chlorella pyrenoidosa* utilisée dans cette étude est une microalgue verte unicellulaire, qui se reproduit à taux rapide. Une seule cellule de *Chlorella* peut se diviser en quatre cellules toutes les 16-20 h. *Chlorella* contient des protéines de chlorophylle, de fibres diététiques et de grandes quantités de minéraux et de vitamines [7].



Figure.16: Image de *Chlorella pyrenoidosa* IMG X100.

La souche se présente avec une forme sphérique, ellipsoïdale, ou aplatie de 2 à 6 micromètres de diamètre, le noyau essentiellement simple, parfois double, de taille variable, composée uniquement de chromatine. La reproduction est basée sur la croissance cellulaire par divisions successives en deux, les produits de la division deviennent libres par rupture de la paroi cellulaire de la cellule mère [8].

La paroi cellulaire est lisse et contient une glucosamine (chitosane). Elle ne présente qu'un seul noyau et un seul chloroplaste, généralement situés sur les bords de la cellule.

Le nom de l'espèce *pyrenoidosa* se réfère à la présence d'un pyrénoloïde visible et unique dans le chloroplaste *Chlorella* [8]. Ces dernières ont démontré des caractéristiques intéressantes pour le traitement des eaux usées contaminées.

III.6. La culture de *Chlorella pyrenoidosa* dans le système fermie continue (Bioréacteur).

Les cultures ont été effectuées en laboratoire. Toutes les inoculations ont été effectuées dans des conditions stériles : 6 mL ($7,6 \times 10^6$ cellules/mL) de *C.pyrenoidosa* ont été inoculés dans 500 mL du milieu BG11 [13].

La composition du milieu BG11 consiste en (g/L) :

NaNO_3 (1.5) ;

K_2HPO_4 (0.04) ;

$\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ (0.075) ;

$\text{CaCl}_2, \text{H}_2\text{O}$ (0.036) ;

Na_2CO_3 (0.02) ;

Acide citrique (0,006) ;

EDTA (0,001) ; et 1 mL d'oligo-éléments solution ayant la composition suivante (g/L) :

H_3BO_3 (2, 86);

$\text{MnCl}_2, 4\text{H}_2\text{O}$ (1, 81);

$\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ (0,222);

$\text{NaMoO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ (0, 39);

$\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$ (0,079);

$\text{CO}(\text{NO}_3)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ (0,0494).

Le pH de la solution se situait entre 7 et 7.5 et le mélange a été réalisé par injection continue de l'air



Figure.17 : Culture de souche *Chlorella pyrenoidosa* dans au laboratoire.

III.6.1. Traitement d'eau polluée par les produits pétroliers par *Chlorella pyrenoidosa* acclimatée:

Le système ouvert est constitué d'un bassin de forme rectangulaire, type « Raceway » de dimensions : 90 cm de long, 45 cm de largeur et 20 cm de profondeur. *Chlorella pyrenoidosa* acclimatée (à 10% (v/v)) a été inoculée à raison de 30 %, du volume de travail de 25 litres de l'eau polluées par les produits pétroliers [13].

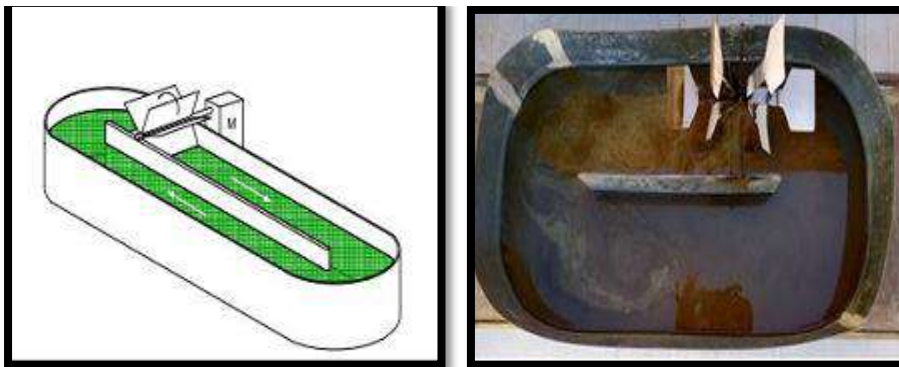


Figure.18: Schéma d'un système de culture bassin Raceway [13].

Le système était placé à l'extérieur près des champs de pétrole et les expériences ont été menées pendant 21 jours.

Le mélange et la recirculation du milieu ont été obtenus par un système d'agitation de la roue à aubes. L'agitation du milieu est nécessaire pour de multiples raisons:

- ✓ Permettant une meilleure captation de l'énergie solaire.
- ✓ Elle évite l'agrégation des cellules et leur dépôt au fond du bassin.
- ✓ L'agitation permet de faciliter l'addition des nutriments et du CO₂.
- ✓ Améliore la productivité de micro algues.

III.6.2. Mesure du pH et de l'Oxygène dissous et Conductivité :

Le bassin de culture nécessite une agitation constante, un mélange et une recirculation de la culture. Le système d'agitation fournit une lumière homogène aux microalgues. Le pH et l'Oxygène dissous ont été mesurés tous les jours et les résultats indiquent que le niveau de pH a augmenté du jour au jour.

Tableau 3: les caractéristiques physicochimique de l'eau produite de pétrole avant et après la culture *C. pyrenoidosa*.

Caractéristiques	L'eau usée	Traitement des algues
PH	5.5	7.5
Oxygène dissous OD (mg/L)	1.9	8.5
Conductivité (mS/cm)	24	33

Le pH initial (Le brute) était de 5,5. Les algues attirent le CO₂ du milieu pour l'utiliser pendant la photosynthèse, et l'élimination du CO₂ de l'eau, laisse progressivement augmenter le pH pour atteindre 7,5 à 21 jours.

La consommation de CO₂ par les algues au cours de la photosynthèse se traduit principalement par une augmentation du PH.

Ainsi que selon la norme internationale [10], et aux normes des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation (6,5 < pH < 8,5).

En conséquence les algues émettent de l'O₂ qui induit une augmentation de l'oxygène dissous de 1,9 mg /L à 8,5 mg /L, cette valeur est supérieure à la norme de rejet (5 mg/L) établie par l'OMS en 2004.

Au cours de nos expériences, les teneurs en O₂ dissoutes, enregistrées à la sortie, sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ceci est dû à la bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération. Cette opération est nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies tout en assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.

- L'oxygène est présent dans l'eau sous forme dissoute ou gazeuse. À une température et une pression données, il existe une quantité maximale d'oxygène sous forme dissoute. La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et le déplacement de l'eau par l'agitation, et surtout de l'activité photosynthétique des algues. La teneur en oxygène du milieu est variable au cours de la journée.

- La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. nous remarquons que la conductivité électrique des eaux enregistrée varie dans un intervalle qui va d'un minimum de 24 ms/cm à un maximum de 33ms/cm. Cette variation entre l'eau brute et l'eau traitée est due au changement de la concentration en sels dissous [9].

Conclusion Générale

Conclusion Générale

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.

Dans ce contexte cette étude a pour objectif principal l'amélioration du procédé de traitement employé au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses (CINA) dans le but de leur réinjection ou de les rejeter dans le milieu naturel, par un procédé physico – chimique de coagulation et la floculation suivi par une étape de décantation. Ces essais sont effectués au niveau de laboratoire de l'unité traitement brut sud (UTBS) de service contrôle SH/DP/HMD. 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 : Taux de Traitement 83.1%.

_La teneur en HC : Taux de Traitement 96.9%.

_La pH ne dépasse pas 7,5.

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.

Les eaux usées produites aux champs pétroliers qui ont été collectées, ont été utilisées comme milieu de croissance pour la culture en plein air des microalgues *Chlorella pyrenoidosa*. Les expériences ont été menées sous la lumière du soleil naturel dans un système extérieur ouvert situé dans la zone désertique.

L'approche présentée, ici, semble très prometteuse concernant le traitement des eaux contaminée par les produit pétrolière et offre une approche durable pour améliorer la production d'algues.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]: Document de la bibliothèque UTBS.
- [2]: Anonyme, Descriptif des installations CIS et CINA de la direction régionale de Hassi Messaoud, 2004.
- [3]: Z. Fatima Zohra et H. Loubna « Etude de l'efficacité de traitement des eaux huileuses au niveau de la station de déshuilage du centre industriel nord CINA - Hassi Messaoud » Mémoire de Master, Université Labi Ben Mhidi _Oum El Bouaghi, Algérie (2015_2016).
- [4]: EPPM « Engineering procurement and Project Management », Mode Opérateur des Equipement de la Station de Déshuilage CINA a HMD, 2012.
- [5] S. Necib: Valorisation et traitement des eaux huileuses dans l'industrie pétrolière. Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 2015.
- [6] L. CITEAU: « Etude des colloïdes naturels présents dans les eaux gravitaires des sols contaminés », Unité de science du sol, Versailles et INA-PG. 2004.
- [7] : Morita et al, "Nutrient Interactions and Toxicity *Chlorella* Accelerates Dioxin Excretion in Rats," Am. Soc. Nutr. Sci., no. March, pp. 1731–1736, 2018.
- [8] : H. Chick, "A Study of a Unicellular Green Alga, Occurring in Polluted Water, with Especial Reference to Its Nitrogenous Metabolism," Proc. R. Soc. London, vol. 71, no.
- [9]: T. R. c Enid J. Sullivan Grahamf, , Cynthia A. Dean a, ThomasM. Yoshida a, Scott N. Twary b, MunehiroTeshima b, Mark A. Alvarez b, TawandaZidenga b, Jeffrey M. Heikoop c, George B. Perkins c and P. L. e Gregory L. Wagner d, "Oil and gas produced water as a growth medium for microalgae cultivation : A review and feasibility analysis," Algal Res., pp. 1–13, 2017.
- [10]: J. Shi, B. Podola, and M. Melkonian, "Removal of nitrogen and phosphorus from wastewater using microalgae immobilized on twin layers: An experimental study," J. Appl. Phycol., vol. 19, no. 5, pp. 417–423, 2007.
- [11]: Ammar, "Épuration des eaux usées par lagunage aéré en zone aride – cas de la région d'el-oued paramètres influents et choix des conditions optimales," Dr. en Sci. Génie procédés Univ. KasdiMerbah- Ouargla, 2018
- [12]: L. Christenson and R. Sims, "Production and harvesting of microalgae for wastewater treatment, biofuels , and bioproducts," Biotechnol, 2011.

[13]: Abdellatif Rahmani, Traitement des eaux produites de pétrole (EPP) par des microalgues et études des procédés de récupération de la biomasse Doc. LMD. Genie des procédés. Université Hassiba Benbouali de Chlef 2019.

Annexes

Annex 1:

Les jours	MES (ppm)		HC (ppm)		pH	
	MES entrée	MES sortie	HC entrée	HC sortie	pH entrée	pH sortie
17/01/2013	232	37	102	23	5,5	5,92
01/02/2013	159	57	206,4	61	5,95	6,1
24/03/2013	142	45,5	323,95	24,1	5	5,21
20/04/2013	198,7	39	952,8	32,8	5,65	5,98
30/05/2013	141	35	773,4	31,2	5,37	5,68
19/06/2013	157,6	48	167	20	5,7	6
23/07/2013	155	28	579,6	70	5,88	6,1
06/08/2013	148,5	35	347,8	18	4,88	5,19
26/09/2013	165	38	206,4	27,4	5,9	6,1
07/10/2013	232	81	873,4	54,2	4,47	5,38
23/11/2013	271	48	492,3	35,7	5,44	5,57
18/12/2013	126	62	312,8	43	5,39	5,89
Moyenne	177,3	46,1	444,8	36,7	5,4	5,7
Taux de traitement (%)	73,9		91,7		5,7	

Tableau(1): Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelle.

Annex 2:

Les jours	MES (ppm)		HC (ppm)		pH	
	MES entrée	MES sortie	HC entrée	HC sortie	pH entrée	pH sortie
20/05/2016	208	26,7	182,62	8,6	5,92	6,18
30/05/2016	167	23,3	668,6	7,1	4,2	6,2
17/06/2016	188	31,3	173,76	6,9	5,9	6,17
28/06/2016	145	22	319,2	9,5	5,91	6,22
19/07/2016	132	16	873,4	6,2	5,87	6,35
02/08/2016	199	28	460,5	5,6	4,63	6,2
15/08/2016	238	32,3	255	11,3	5,95	6,15
11/09/2016	176	96	719,4	74	4,88	5,8
09/10/2016	191	28,7	579,6	8,1	5,66	6,15
25/11/2016	162,5	21,3	420,52	6,4	5,93	6,23
21/11/2016	107	18	333	5,9	5,3	6,2
16/12/2016	271	24,7	153	5,2	5,89	6,05
Moyenne	182	30,6	428,2	12,9	5,5	6,1
Taux de traitement(%)	83,1		96,9		10,6	

Tableau (2): Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec le nouveau système du dosage automatique.

Annex 3:

Elements	Percentage molaire
N2	0,02
CO2	0.01
H2O	97.14
Méthane	0.18
Ethane	0.80
Propane	0.10
i-Butane	0.3
n-Butane	0.08
i-Pentane	0.08
n-Pentane	0.07
Reset	1.22
Total	100

Tableau (3) : La composition de fluide à l'entrée de séparateur tri-phasique.

Annex 4:

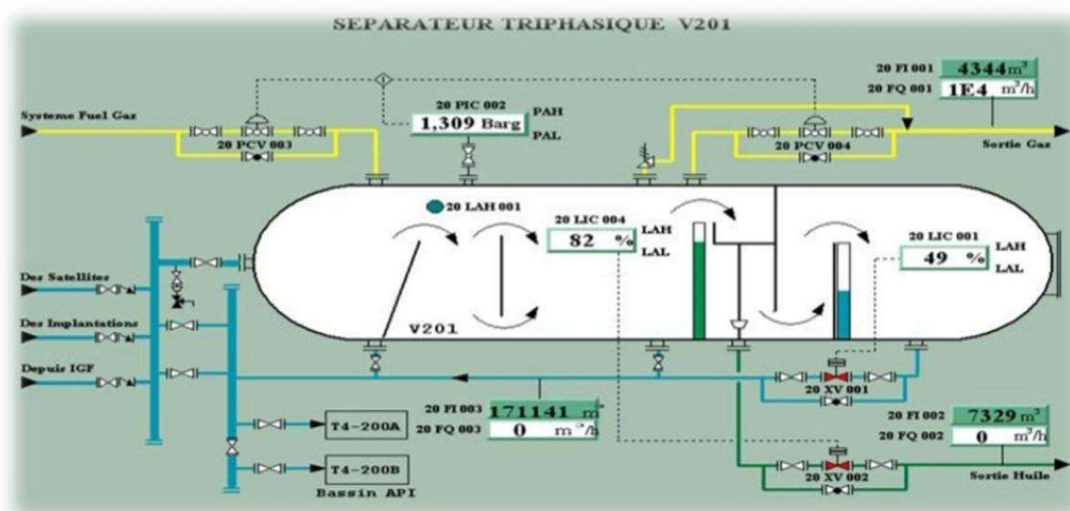
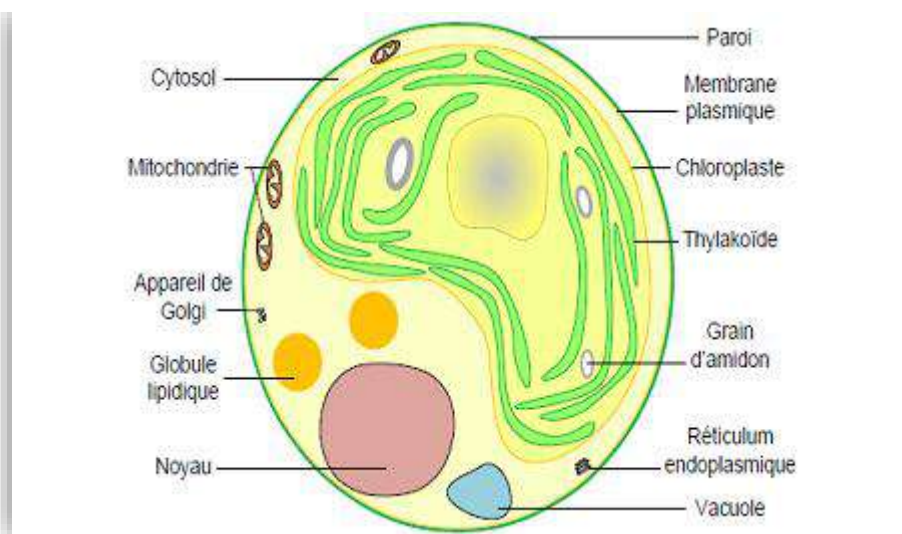


Figure (1) : Principe de fonctionnement de séparateur Tri-phasique.

Annex 5:



Figure(2):Schéma d'une cellule de Chlorella [13].