

Université KasdiMerbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures énergies renouvelables et science de la terre et de l'univers

Département de Production des Hydrocarbures

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Filière : Génie pétrolier

Option : Production Professionnelle

Présenté Par :

BASSA Hamza, BOUARI Abdelmalek, BOUBEKRI Bilal

-THEME-

**Traitement et réinjection des eaux huileuses au
niveau de HMD**

Soutenue le : 21/06/2021, à 10h30, devant la commission d'examen

Président : BRAHMIA Nabil

Univ. Ouargla

Encadreur : Belmiloud Fatima Zohra

Univ. Ouargla

Examineur : KADRI Ahmed Yacine

Univ. Ouargla

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout-puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à exprimer nos profondes gratitudee à notre encadreur Mme. Belmiloud Fatima Zohra de nous avoir proposée ce sujet, d'avoir dirigée ce travail, pour son soutien moral, pour sa confiance, pour ces conseils judicieux qu'elle nous a généreusement donnée, et qui n'a cessée tout au long des nombreuses séances de travail de nous prodiguer des conseils et orientations afin d'organiser et de parfaire ce travail. Le grand mérite lui revient.

Nous remercions s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont portés à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous adressons tous nos vifs remerciements à nos parents qui nous ont toujours conduits vers le bon chemin et la bonne éducation, que ne nous pouvons jamais rendre ce qui 'ils ont fait pour nous.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avant tous :

À mes chers parents et qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Ce travail représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité.

Qu'ils en soient remerciés par cette trop modeste dédicace.

C'est un moment de plaisir de dédier cet œuvre,

À mon cher frère et à mes sœurs,

À tous les membres de ma famille.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis.

À tous les enseignants et toutes les enseignantes d'hydrocarbures.

À la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon trinôme

BOUARI Abdelmalek et BOUBEKRI Bilal

BASSA Hamza

Dédicaces

*Je remercie Allah tout puissant qui m'a donné la volonté et le courage
d'entamer ce travail.*

*Arrivé au terme de mes études, je dédie ce modeste travail d'abord
aux parents généreux qui ont tout le mérite de là ou je suis maintenant
et ce que je peux faire à l'avenir.*

À mon frère Rachid, Ismail et Zigham.

À tout la famille Bouari.

À tous mes amis Kacem, Abdelhakim, Mohammed, Houari et Lahcen.

À Tous ceux que j'aime et je respecte.

BOUARI Abdelmalek

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avant tous :

A mes chers parents.

Mes dédicaces s'adressent également :

À mes frères et à mes sœurs

A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom

BOUBEKRI

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis.

A tout les enseignants et toutes les enseignantes d'hydrocarbures.

A la fin, je dédie très chaleureusement ce mémoire à mes trinômes

BOUBEKRI Bilal

Résumé:

Le but de ce travail consiste à analyser les procédés de traitement des eaux huileuses de l'unité API du centre industriel nord (CINA), il s'agit d'un traitement physique joué sur la gravité suivi par un traitement chimique basé sur l'injection de la silice et le Kurifix dans l'eau par deux méthodes essentielles d'injection des produits chimiques (mode manuel et automatique) à le but de l'élimination de maximum des MES et HC pour assurer une réinjection très efficace accomplie par des eaux bien traitées.

Les mots clés: eaux huileuses, MES, silice active, Kurifix, CINA, HC.

Abstract:

The goal of our work is to analyze the oily water treatment processes of the API unit of the North Industrial Center (CINA), it depends on a physical treatment played on gravity followed by a chemical treatment based on the injection of silica and Kurifix into the water by two essential chemical injection methods (manual and automatic mode) with the aim of the maximum elimination of MES and HC to ensure a very efficient re-injection to be accomplished by water well treated.

Key words: oily water, MES, silica, Kurifix, CINA, HC.

ملخص:

الهدف من عملنا هو تحليل عمليات معالجة المياه الزيتية لوحدة API في المركز الصناعي الشمالي (CINA)، وهي تعتمد على المعالجة الفيزيائية التي تتم باللعب على الجاذبية متبوعة بمعالجة كيميائية تعتمد على حقن السيليكا وكوريفيكس في الماء بطريقتين أساسيتين للحقن الكيميائي (الوضع اليدوي والأوتوماتيكي) بهدف التخلص من MES و HC لضمان إعادة حقن فعالة يتم إنجازها بواسطة معالجة المياه بشكل جيد.

الكلمات الرئيسية: المياه الزيتية، MES، السيليكا المشط، HC، كوريفيكس (Kurifix)، CINA

Tables des matières:

REMERCIEMENTS:	I
DEDICACE:	II
RESUME:	V
TABLES DES MATIERES:	VI
TABLES DE FIGURES:	VIII
TABLES DES TABLEAUX:	IX
LISTE DES ABREVIATIONS, NOTIONS ET SYMBOLES:	X
INTRODUCTION GENERALE:	2
1 TRAITEMENT DES EAUX PETROLIERES (HUILEUSES):	4
1.1 Introduction	4
1.2 Les prétraitements:	4
1.3 Traitement physico-chimique:	5
1.4 Traitement d'affinage (filtration sur sable):	9
1.5 Adsorption sur charbon actif:	9
1.6 Traitement biologique:	10
2 LA REINJECTION:	11
2.1 Introduction	11
2.2 Fonctionnement de l'injection d'eau:	11
2.3 Les différents types d'injection d'eau:.....	12
2.4 L'injection d'eau et le procès:	13
1 PRESENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES API/CINA:	16
1.1 Le procédé de déshuilage:.....	17
1.2 Fonctionnement des équipements:.....	18

2	ANALYSE DE L'EAU AVEC DESCRIPTIONS DES METHODES DE PREPARATION ET D'INJECTION DES PRODUITS CHIMIQUES:	30
2.1	Analyse de l'eau:.....	30
2.2	Discussions des résultats:.....	38
2.3	Comparaison entre la méthode de dosage manuelle et le dosage automatique:....	52
	CONCLUSION GENERALE:	54
	BIBLIOGRAPHIE:.....	55

Tables de figures:

Figure I.1: Les étapes de traitements des eaux huileuses	5
Figure I.2: Bac tampon ou le pré-déshuilage.....	6
Figure I.3: Déshuileur flottant à disque rotatifs (discoil)	6
Figure I.4: CPI (Corrugated Plate Interceptor).....	7
Figure I.5: Structure des colloïdes «théorie de la double couche ».....	8
Figure I.6: Particules floc	9
Figure I.7: L'injection d'eau et le procès.....	13
Figure II.8: Unité de traitement des eaux huileuse API- CINA.....	16
Figure II.9: Séparateur Tri-phasique.....	19
Figure II.10: Bassin API.....	20
Figure II.11: Puisard d'eau huileuse	21
Figure II.12: Puisard d'huile.....	22
Figure II.13: Skimmer à tube oléophile	23
Figure II.14: Skimmer à tambour oléophile	23
Figure II.15: Séparateur IGF.....	24
Figure II.16: Séparateur DGF.....	26
Figure II.17: Skids d'injection des produits chimiques	27
Figure II.18: Schéma simplifié de filtre à poche.....	27
Figure II.19: Echantillon des eaux huileuses de sortie de Séparateur tri-phasique.....	31
Figure II.20: Echantillon des eaux huileuses de sorite DGF/ IGF	31
Figure II.21: Dispositif de filtration sous vide	33
Figure II.22: Solvant utilisée	34
Figure II.23: HORIBA	34
Figure II.24: Turbidimètre (HACH 21000)	36
Figure II.25: Jar Test	37
Figure II.26: L'acide sulfurique 96%	38
Figure II.27: La silice activée ..	38
Figure II.28: Concentration des MES en fonction de la concentration de la silice activée	40
Figure II.29: Turbidité en fonction de la concentration de la silice activée.....	41
Figure II.30: Concentration des hydrocarbures en fonction de la concentration de la silice activée.....	42
Figure II.31 : Méthode manuelle de dosage des produits chimiques.....	45
Figure II.32: Schéma du procès du dosage automatique.....	46

Tables des tableaux:

Tableau II.1: Capacité actuel de l'unité de traitement des eaux huileuse API-CINA.....	17
Tableau II.2: Caractéristiques des eaux après le traitement	30
Tableau II.3: Résultats des analyses pour la déterminer la concentration optimale de la silice activée.....	39
Tableau II.4: Taux d'injection des Produits Chimiques	43
Tableau II.5: Ancienne méthode de préparation de la silice activée	44
Tableau II.6: Variation du dosage des produits chimiques selon la quantité d'eau huileuse.....	46
Tableau II.7: Analyse quotidienne du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)	48
Tableau II.8: Analyse du HC à l'entrée et à la sortie (API)	49
Tableau II.9: Analyse de la MES de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)	50
Tableau II.10: Analyse quotidienne du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)	51
Tableau II.11: Analyse du HC à l'entrée et à la sortie (API)	51
Tableau II.12: Analyse de la MES de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)	52

Liste des abréviations, notions et symboles:

MES	Matière en suspension
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
CTH	Centre de traitement des huiles
CPI	Corrugated plate interceptor
NTU	Néphélobimétrie turbidité unit
PPM	Parité par millions
PH	Potentiel d'hydrogène
HC	Hydrocarbure
CINA	Complexe industriel nord
HMD	Hassi Messaoud
μ	Viscosité dynamique [<i>pa.s</i>]
SONATRACH	Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures
IGF	Induit gas filtration
DGF	Dissolved gas filtration
API	American petroleum institute
USS	Ultimate sampling system

Introduction générale

Introduction générale:

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial. Il doit être classé comme un patrimoine universel qui doit être protégée. Défendue et traitée comme tel elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé son alimentation, il l'est également pour ses activités agricoles, économique et la qualité des environnements en dépend étroitement. Cependant, il est le réceptacle universel de tout type de pollution.

Les puits producteurs de pétrole, les usines de traitement de gaz et les raffineries produisent quotidiennement de grandes quantités d'eaux contaminées par des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension (MES).

Etant donné que le pétrole sortant des puits contient de l'eau, cet dernier est séparé du pétrole et des flux gazeux dans les trains de séparation, puis traité dans le système de traitement d'eau huileuse qui a pour rôle la récupération d'huile des eaux huileuses issues des purges des différentes unités.

L'huile récupérée est dirigée vers le stockage tandis que l'eau est traitée avant d'être reprise pour la réinjection dans le gisement pour réduire la consommation de l'eau des nappes phréatiques.

La minimisation de l'impact de l'industrie pétrolière sur l'homme et l'environnement est devenue une des principales préoccupations des pays producteurs de pétrole. Elle constitue actuellement une composante essentielle dans la stratégie de développement des entreprises.

Le but de ce travail est de savoir l'efficacité des différents procédés de traitement des eaux pétrolières (huileuse) et la réinjection de ce dernier. Cette mémoire se compose de deux chapitres:

- Le 1^{er} chapitre présente les différents procédés de traitement des eaux pétrolières (huileuses) et la réinjection.
- Le 2^{ème} chapitre présente la partie expérimentale (les résultats et la discussion).

Chapitre I:

*Traitement des eaux
pétrolières (huileuses)
et la réinjection*

1 Traitement des eaux pétrolières (huileuses):

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

- Les eaux de production.
- Les eaux de purges.
- Les eaux contenant des produits chimiques. [1]

1.2 Les prétraitements:

Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval. Notre prétraitement dans ce cas est basé sur les rejets pétroliers.

1.2.1 Dégrillage:

Il permet de filtrer les objets ou les débris 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. [2]

1.2.2 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 centenaire d'évacuation. [2]

1.2.3 Décantation (désuilage,dégraissage):

Le désuilage est une extraction liquide-liquide tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide. On peut considérer que le désuilage 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 ect...). [3]

1.3 Traitement physico-chimique:

Le traitement physico-chimique peut être appliqué essentiellement pour réduire les teneurs en métaux (précipitation), en huiles (cassage), en colloïdes. Toutefois, il peut aussi réduire une fraction de la pollution organique (présentes ou se forme colloïdale) et atténuer la coloration des effluents. Pour certains composés, il peut être associé à des traitements de déshuilage/dégraissage. S'aires pour obtenir des particules (flocs) susceptibles d'être séparées de l'eau. [4]

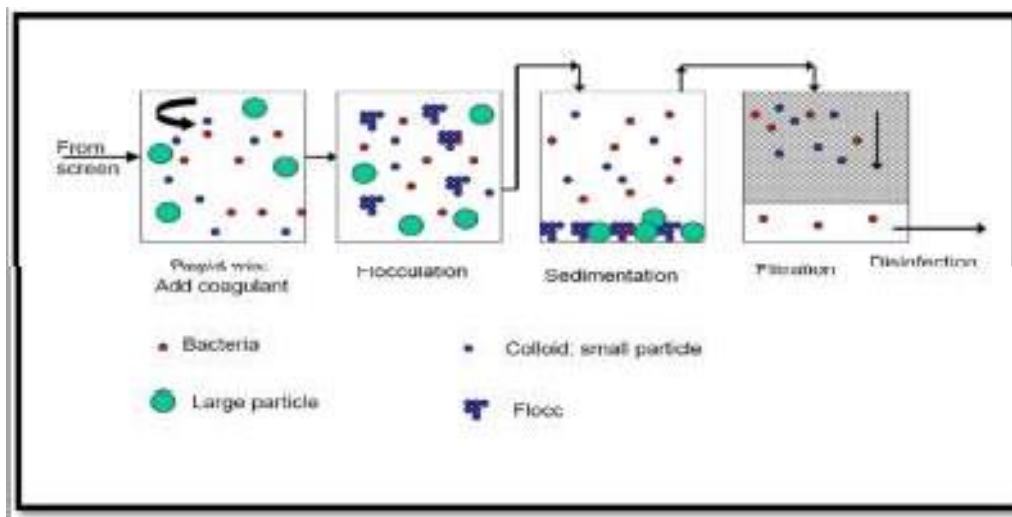


Figure I.1: Les étapes de traitements des eaux huileuses [8]

1.3.1 Première étape: traitement physique:

On distingue en premier lieu le traitement physique (décantation) par le bac tampon ou le de pré-déshuilage qui a pour but d'homogénéiser les eaux, d'assurer la régulation du débit et la récupération préliminaire de l'huile surnageant à l'aide d'un déshuileur flottant à disque rotatifs «Écrémeur» pour réduire le contenu d'huile à la sortie 100-200 ppm, et d'autre part de favoriser la précipitation des matières en suspension qui seront racler au fond du bac et puis envoyées vers l'épaisseur des boues.



Figure I.2: Bac tampon ou le pré-déshuilage [8]

L'eau entrant dans la station est introduite dans le bac tampon pour y subir une séparation préliminaire.

Le bassin sera réalisé en béton armé en semi-enterré de forme circulaire avec un diamètre, à la sortie, une boucle de réglage, envoie les eaux en gravitaire vers la station de traitement, le fond du bac est en pente pour la récupération des boues. Un appareil tournant avec pont métallique et un bras tournant est prévu pour le raclage des boues décantées au fond de la cuve. Les boues, avec résidu sec de 2%, seront envoyées vers l'épaisseur des boues à travers une vanne automatique réglée pour s'ouvrir pendant huit secondes toutes les huit heures. Après décantation dans le bassin l'eau passe en gravitaire, dans le séparateur lamellaire CPI (Corrugated Plate Interceptor).



Figure I.3: Déshuileur flottant à disque rotatifs (discoil) [8]

Le séparateur est formé de paquets de tôles gauffrées en matériel plastique espacées de 2cm, capables de séparer les gouttelettes d'huile et les solides en suspension d'un diamètre égal ou supérieure à 60 μm . L'huile est récupérée par un discoil. A la sortie du CPI la teneur en

hydrocarbures résiduels contenues dans l'eau est de 10 à 50 mg/l.

Un système de recyclage permet de récupérer les boues du fond qui seront pompées vers la cuve à boue...



Figure I.4: CPI (Corrugated Plate Interceptor) [8]

L'huile récupérée par les discoins est récoltée dans une cuve d'huile pour être transférée par la suite au CTH3. Les boues sont évacuées en gravitaire du fond de la cuve CPI vers l'épaisseur des boues. Tandis que l'eau est dirigée vers la deuxième étape de traitement.

1.3.2 Deuxième étape: traitement chimique:

Le mot coagulation vient du latin coagulare qui signifie «agglomérer». La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre (les colloïdes). Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation.

La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre. La floculation rend compte de leur agglomération en agrégat s'éliminés par décantation et/ou filtration. [4]

1.3.2.1 Particules colloïdales:

Les colloïdes sont des macromolécules organiques ou minérales qui placées dans l'eau, ne forment pas une solution, mais forment une suspension colloïdale. [5]

1.3.2.2 Structure des colloïdes:

Les colloïdes portent des charges négatives situées à leur surface. Ces charges négatives

attirent les ions positifs en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés au colloïde et forment la couche liée ou de STERN. Elle attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité de cations : c'est la couche diffuse ou de GOUY. Il y a donc formation d'une double couche ionique, l'un accompagnant la particule lors de ces déplacements (couche liée), l'autre se déplaçant indépendamment ou avec un certain retard (couche diffuse) comme s'est indiqué dans la figure. [6-7]

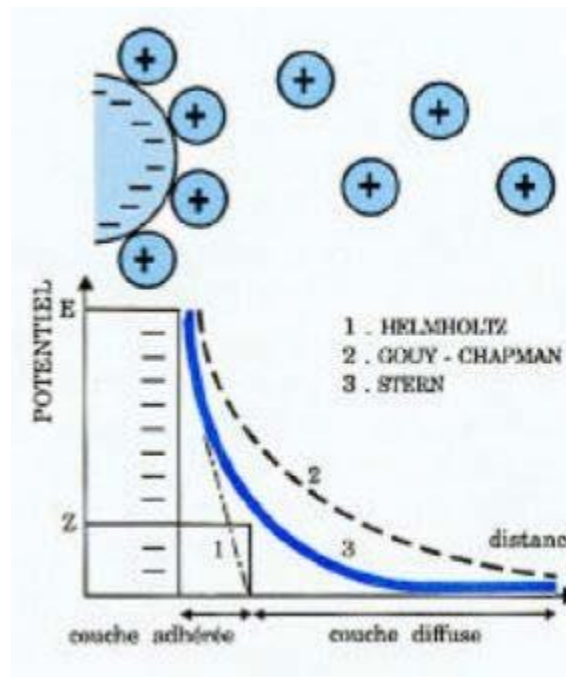


Figure I.5: Structure des colloïdes «théorie de la double couche » [6-7]

1.3.2.3 Potentiel Zêta:

Le potentiel Zêta se situe à la limite extérieure de la couche liée. C'est ce potentiel qui persiste lors que la particule se déplace. Le potentiel Zêta est important car il définit le comportement électrocinétique des particules et par voie de conséquence leur stabilité dans la solution. L'annulation du potentiel Zêta est l'objectif de la coagulation.

Cela permet de déstabiliser les particules et de favoriser leurs agglomérations. [7]

En déduit donc que l'élimination des colloïdes passe par l'annulation du potentiel Zêta a fin d'annuler les forces de répulsion.

1.3.2.4 Coagulation/floculation:

Dans le monde entier, une combinaison de coagulation, sédimentation et filtration est la technologie la plus utilisée pour le traitement de l'eau. [8]

1.3.2.4.1 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. [9]

1.3.2.4.2 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.

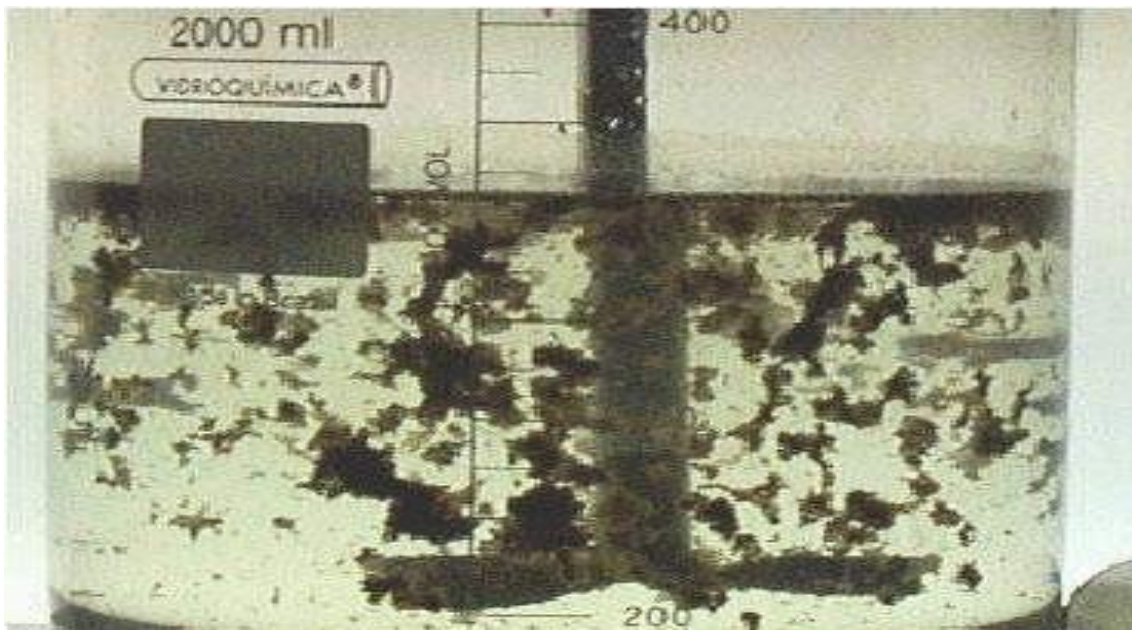


Figure I.6: Particules floc [9]

1.4 Traitement d'affinage (filtration sur sable):

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES (sables, produit de corrosion, précipités minéraux ect...), en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le filtre se colmate. Les pertes de charge augmentent fortement. Il faut alors déclencher le rétro lavage. [6]

1.5 Adsorption sur charbon actif:

Le charbon actif fait partie d'une gamme de substance présentant une très grande porosité et une surface spécifique importante de l'ordre de 500 à 1500 m² par gramme de charbon. Ces

qualités confèrent au charbon actif un grand pouvoir d'adsorption. [10]

1.6 Traitement biologique:

C'est l'utilisation d'êtres vivants pour consommer la pollution organique des effluents, les matières organiques passent de la forme dissoute ou colloïdale à la forme solide qui permet de les extraire des eaux usées par décantation. Ce sont les bactéries, organisme doués des plus fortes capacités de reproduction et d'assimilation, qui servent d'intermédiaire pour cette transformation.

La pollution assimilable par ces bactéries sera appelée nourriture ou substrat. Le procédé consiste à provoquer le développement d'un floc bactérien (boues activées) dans un bassin d'aération alimentée un effluent prétraité.

2 La réinjection:

2.1 Introduction:

Dans un gisement pétrolier, les fluides qui occupent les vides de roche ou "pores" : l'eau, l'huile ou le gaz, sont en équilibre statique sous l'action des forces de pression, de gravité et de capillarité. La mise en production, par l'intermédiaire de puits producteurs, induit mouvement des fluides en place, qui se traduit par un transfert des pores vers la surface. Il apparaît alors des forces d'inertie (faibles) et de frottements visqueux. Ce mouvement des fluides nécessite des phénomènes physiques moteurs. Les moteurs naturels, ou faisant potentiellement partie du gisement sont:

- Les expansions monophasiques de la roche magasin et des fluides : gaz, huilesous-saturée eau, accompagnant une baisse de pression.
- L'expansion des gaz dissous dans l'huile, si la pression devient inférieure au point de bulle.
- L'expansion d'un aquifère sous-jacent à l'accumulation.
- L'expansion d'un "gaz cap".
- L'imbibition (l'eau chasse l'huile).

L'injection d'eau ou de gaz dans le gisement permet de "maintenir la pression". Il s'agit de la récupération assistée parfois appelée récupération secondaire. L'injection d'eau (prélevée dans une autre source que le gisement lui-même), ou la réinjection de l'eau associée au brut après séparation, constitue le procédé de récupération assistée le plus utilisé (80% à 85% de l'huile supplémentaire produite).

2.2 Fonctionnement de l'injection d'eau:

2.2.1 Mise en œuvre et contraintes:

Le choix de l'injection d'eau implique:

- Une bonne connaissance du réservoir et de l'aquifère, donc un minimum d'historique de production. Si l'injection d'eau est simultanée à la mise en production, il convient de tenir compte de la marge d'incertitude (débit-pression) dans la conception des installations.

- Une définition aussi précise que possible de la qualité de l'eau requise par la formation, en terme de compatibilité ionique, teneur en MES, granulométrie des particules solides et pouvoir colmatant. Donc, nécessité d'études et d'essais sur des échantillons d'eau de gisement et des échantillons de terrain (carotte).
- La disposition d'un approvisionnement en eau suffisant, en quantité, qualité et régularité. [14]

2.3 Les différents types d'injection d'eau:

2.3.1 La formation réceptrice:

Pour mettre en œuvre le procédé injection d'eau, il faut pouvoir injecter les quantités requises, que cette eau circule et balaye l'huile, et ce, durant toute la durée de l'exploitation du champ, et au moindre coût. Le type de formation réservoir, ses qualités pétrophysiques, en particulier la perméabilité, et le régime hydraulique envisagé, conditionnent pour une grande part la qualité que doit avoir l'eau d'injection pour ne pas colmater le système microporeux traversé. On distingue classiquement deux grands types de réservoirs :

- **Formations carbonatées:** qui peuvent être fissurées vacuolaires avec des perméabilités supérieures à 300 mD, ou compactes avec de très faibles perméabilités de quelque md. Ces formations carbonatées sont en général facilement régénérables par des traitements acides ou même simplement par dégorgement.
- **Formations gréseuses:** pour les quelles, à part la perméabilité, la caractéristique essentielle est la "consolidation" qui peut être appréciée par des mesures "Sonic" ou des "Sand failure test".

Dans ces formations, les traitements de restaurations ont parfois difficiles et peuvent conduire à des endommagements irréversibles. Les volumes et les pressions appliquées font l'objet de limitations impératives. [14]

2.3.2 Régime d'injection:

Selon la nature de la formation réceptrice, la configuration géométrique du gisement, le point d'injection et la structure de la complétion du puits injecteur, on peut envisager une injection en régime de fracturation ou en régime matriciel. En termes de compatibilité mécanique, la qualité d'eau requise différera fortement d'un régime à l'autre. Il convient de se poser la question, sans a priori, car parfois, les difficultés de traitement pour l'obtention des spécifications relatives au régime matriciel sont t'elles que les coûts d'exploitation dépassent

rapidement les investissements de pompage et des puits hauts pression. [14]

2.3.3 Positionnement des puits injecteurs:

- **Injection périphérique (dite groupée):** dans le cas de réservoirs à fort pendage, il sera intéressant d'injecter l'eau dans l'aquifère près de l'interface huile/eau de manière à bénéficier des forces de pesanteur pour un déplacement de type piston.
- **Injection répartie ou dispersée:** dans le cas de réservoir quasi horizontal et de grandes dépressions, on ne peut se servir de la pesanteur pour balayer l'huile et les injecteurs d'eau seront. [14]

2.4 L'injection d'eau et le procès:

2.4.1 Localisation et criticité:

Dans la chaîne d'exploitation des hydrocarbures, la chaîne de traitement d'eau d'injection participe au maintien de pression du réservoir ainsi qu'à son balayage. Et de ce fait, l'intégrité de la fonction est critique pour la production car même si elle intervient souvent quelques temps après le démarrage de l'exploitation du gisement. [14]

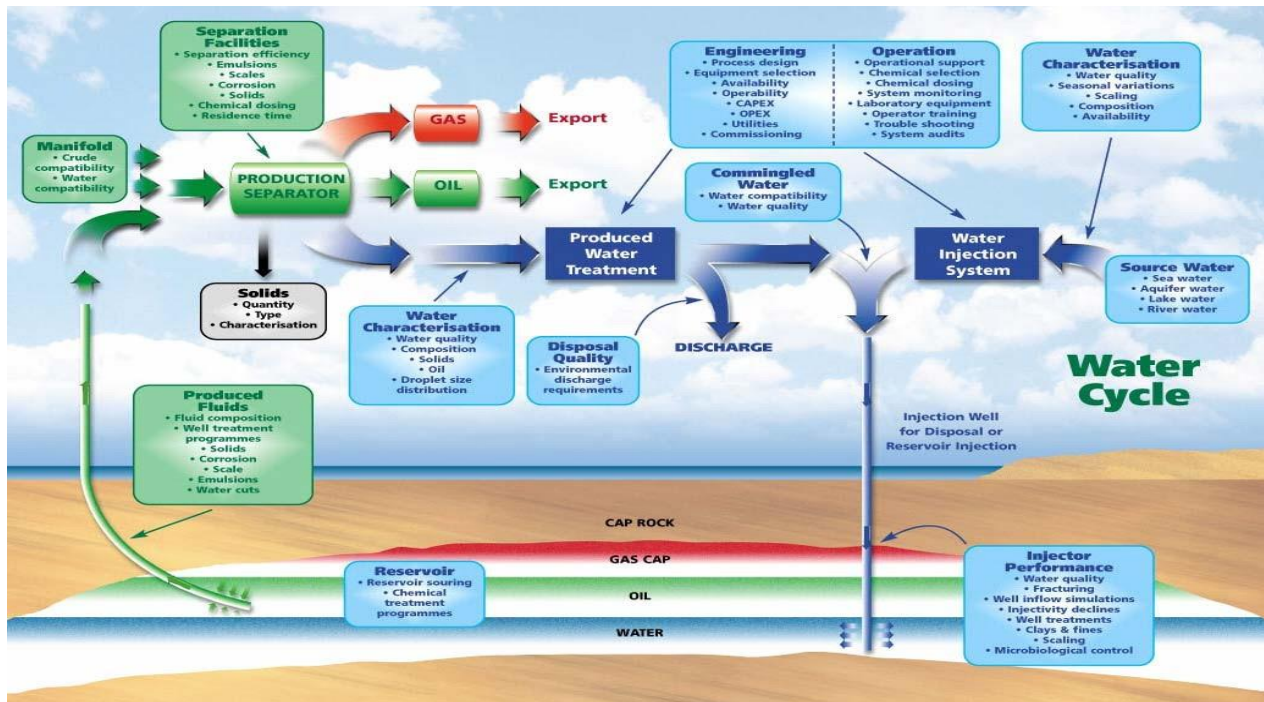


Figure I.7: L'injection d'eau et le procès [14]

2.4.2 Procès associés:

Les additifs sont tous les produits chimiques qui sont injectés tout au long de la chaîne de traitement:

- **Floculant et poly électrolyte:** dans le cas d'une filtration sur sable, il est le plus souvent nécessaire d'injecter un coagulant minimal et un floculant. Ces injections se font in line et sont suivies par des mélangeurs statiques. Le choix des produits utilisés dépend de la qualité de l'eau à traiter et de la nature des matières en suspension à éliminer et est un paramètre décisif pour l'efficacité de la filtration.
- **Anti mousse:** injectés en amont des tours à vide, ces produits sont à injecter avec précision car ils sont souvent (Silicones) des comatants efficaces.
- **Bactéricides:** ils sont à injecter le plus souvent en aval des filtres car ils s'y arrêtent pour la plupart.
- **Inhibiteurs de corrosion:** parfois nécessaires, mais ils induisent toujours une baisse de la qualité de l'eau et, dans la mesure du possible, ils sont à éviter.
- **Points de contrôle (analyseurs):** ils permettent d'assurer le suivi du bon fonctionnement de l'installation (du non colmatage des filtres, de la bonne quantité d'injection des produits chimiques ect...). [14]

Chapitre II:
Volet Pratique

Partie 01:

*Présentation de la
station de traitement
des eaux huileuses
API/CINA*

1 Présentation de la station de traitement des eaux huileuses API/CINA:

Cette unité mise en service en 2001 est conçue pour traiter $6000\text{m}^3/\text{J}$ 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 $40\text{ m}^3/\text{J}$. [15]



Figure II.8: Unité de traitement des eaux huileuse API- CINA [15]

Tableau II.1: Capacité actuel de l'unité de traitement des eaux huileuse API-CINA [15]

Produit	Provenance	Débit à la sortie de l'unité	Qualité de l'eau à la sortie unité	Destination
Eaux	- 8séparateurs sur champs - OMP53 - Séparation - USS1	Design=6000m ³ /J Actuel=2000m ³ /J	-Teneur en HC =10ppm max -MES=30ppm max -O2dissous =50ppb -BSR nulles	Eau traitée vers unité d'injection d'eau OMP53
Huile	-Bacs de stockage -Unité GPL -Stations de boosting -Stations de réinjection	40m ³ /J	Brut	Huile récupérée vers Stockage De brut

1.1 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:

1.1.1 Séparation physique «eau/huile/gaz»:

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

1.1.2 Séparation chimique:

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

1.1.3 Filtration d'eau sortant du DGF:

L'eau passe par des filtres à poches jusqu'à 5microns pour aboutir aux concentrations exigées par le contrat. [16]

1.2 Fonctionnement des équipements:

1.2.1 Séparateur tri-phasique:

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 en 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. [16]



Figure II.9: Séparateur Tri-phasique [16]

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. [16]

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. [16]

1.2.2 Bassin API:

Les eaux produites des stations satellites et des unités de production passent en premier lieu par le séparateur tri-phasique et subissent un premier traitement et récupération des huiles. Ensuite elles sont envoyées vers le bassin API conçu pour recevoir une eau chargée à 500ppm en teneur hydrocarbure.

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: 49,10m
- Largeur : 04,00m
- Hauteur : 02,10m

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 «skimmer à tambour oléophile». [16]



Figure II.10: Bassin API [16]

Le temps de rétention dans le bassin API est de 2h30mn basé sur une capacité de 355 m³/h (capacité du design). La lenteur de la charge dans le bassin API permet la décantation de la majorité des solides en suspension vers le fond du bassin. L'huile libre accumulée en surface sera récupérée à l'aide d'une écumoire (goulotte de récupération) et envoyée vers le puisard de récupération d'huile. L'eau passe à travers les chicanes et alimente le puisard de transfert

des eaux huileuses. Les solides se trouvant dans le fond du bassin API sont aspirés à travers une pipe de 8" de diamètre vers un camion-citerne. [16]

1.2.3 Puisards et pompes de transfert des eaux huileuses:

1.2.3.1 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 qui 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. [16]



Figure II.11: Puisard d'eau huileuse [16]

1.2.3.2 Puisard d'huile:

L'huile libre du bassin API sera collectée dans un puisard d'huile P210A/B, ce puisard est constitué de deux compartiments. Une chambre à vannes a été construite à l'entrée des arrivées de l'huile récupérée. Sur la dalle des puisards sont installées deux pompes de transfert d'huile avec un système d'étection et extinction de feu à mousse. [16]



Figure II.12: Puisard d'huile [16]

1.2.4 Skimmers:

1.2.4.1 Skimmer à tube oléophile:

Les systèmes d'écumage en question ont été adaptés pour collecter les huiles de surface sur une distance de 4m 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. [16]



Figure II.13: Skimmer à tube oléophile [16]

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'écrémeur 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 7000litre d'huile par jour. [16]

1.2.4.2 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. [16]



Figure II.14: Skimmer à tambour oléophile [16]

1.2.5 Les séparateurs:

Sortant du puisard d'eau huileuse, les effluents seront acheminés vers le séparateur à gaz induit «IGF» ou vers le séparateur à gaz dissous «DGF» selon les scénarios de fonctionnement choisis. [16]

1.2.5.1 Le séparateur IGF:

L'IGF est un séparateur cylindrique fabriqué en acier mécano soudé de 2286mm de diamètre et 14004mm 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 suivants:

- 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 scavenger): 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. [16]



Figure II.15: Séparateur IGF[16]

Le processus de fonctionnement se présente comme suit:

L'eau huileuse ainsi prétraitée au bassin API sera pompée du puisard vers le séparateur de flottation à gaz induit dans quatre cellules. Dans chaque cellule est installée une cyclo-turbine

(agitateur à moteur) qui en rotation permet d'induire le gaz du haut du séparateur et disperse ce dernier en microbulles dans le fluide. Les gouttelettes d'huile et les matières en suspension présents dans l'eau s'attachent aux bulles de gaz et flottent vers la surface d'eau de la cellule.

L'eau quitte la première cellule et passe par débordement dans la deuxième à travers des chicanes. Ces chicanes empêchent l'écoulement turbulente de l'eau et le tranquillisent, sous l'effet des cyclo-turbines, les gouttelettes d'huile flottent à la surface de la cellule par l'action du gaz induit, l'opération dans la troisième et quatrième cellule sera identique aux deux autres. [16]

Un dernier compartiment est conçu pour recevoir l'eau traitée. Le contrôle de niveau dans cette chambre est utilisé pour démarrer et arrêter les pompes d'expédition.

1.2.5.2 Le séparateur DGF:

Le séparateur DGF fonctionne à une pression moyenne variant entre 0.5 à 1bars. 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 tri-phasique.

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). [16]



Figure II.16: Séparateur DGF [16]

1.2.6 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 essais d'injection de ces produits (Coagulant et floculant) ont été effectués mais aucun résultat n'a abouti aux teneurs contractuelles 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 Oxygène scavenger.
- Bactéricide: injecté dans le skid BIOCIDÉ1.
- Bactéricide: injecté dans le skid BIOCIDÉ 2.



Figure II.17: Skids d'injection des produits chimiques [16]

1.2.7 Filtre à poches:

En sortant du séparateur IGF ou DGF, l'eau sera acheminée vers un filtre à poches afin de procéder la dernière étape de traitement, les matières et solide colloïdales qui peuvent s'échapper du séparateur à gaz seront collectés dans des poches filtrantes. [16]



Figure II.18: Schéma simplifié de filtre à poche [16]

1.2.8 Réservoir d'eau traitée:

L'eau traitée sera stockée dans un réservoir cylindrique en acier revêtu en époxy, des instruments de commande et contrôle sont installés sur le réservoir et permettant l'asservissement automatique des pompes d'expédition P212 A/B/C/D à travers un automate programmable installé dans la salle d'exploitation du bassin API. [16]

1.2.9 Chaîne de filtration:

L'eau traitée sortant de l'IGF ou du DGF peut prendre l'un des circuits suivants:

- Circuit existant: filtres à poches (F-101), réservoir eau traité (T-100) puis vers la sous station satellite E2A via la station de pompage existante P1-109 A/B/C/D.
- Nouveau circuit: nouvelle chaîne de filtration composée des hydro cyclones (HC101/102) et les filtres coalescers (FC-101/102) via une nouvelle station de pompage GA-110A/B/C/D.
- L'eau traitée sortant de la chaîne de filtration est envoyée vers le centre satellite OMP53.
- Les huiles récupérées au niveau des filtres coalescers sont réacheminées vers puisard d'huile.
- Les eaux chargées de sable drainées à partir des hydrocyclones seront acheminées vers un séparateur CPI « D.100 » qui permettra la récupération par décantation des sables dans des sacs et l'évacuation des eaux vers l'entrée du bassin API. [16]

1.2.10 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 118m³/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. [16]

Partie 02:

*Analyse de l'eau avec
descriptions des
méthodes de
préparation et
d'injection des
produits chimiques*

2 Analyse de l'eau avec descriptions des méthodes de préparation et d'injection des produits chimiques:

Après la mise en service de l'unité de traitement des eaux huileuses-CINA, l'exploitation à constater plusieurs problèmes qui empêchent la production d'une eau traitée conforme aux spécifications exigées:

- Dégazage de la charge à l'entrée du bassin sur tout dans la période d'été, (sécurisation du bassin par la mise en place d'un ballon dégazeur récupéré).
- Dysfonctionnement fréquent du système de régulation.
- Impact sur l'environnement suite à l'arrêt de la dite unité causé par les anomalies citées ci-dessus.

L'unité de traitement des eaux huileuses du complexe CINA a été conçue pour produire une eau traitée avec les spécifications suivantes :

Tableau II.2: Caractéristiques des eaux après le traitement

Caractéristiques des eaux traitées	Teneur
Concentration en hydrocarbures	<10ppm
Teneur en matières solides en suspension	<30ppm
Concentration en oxygène dissout	<0,002ppm
Concentration des bactéries sulfato-réducteur	<10germes (état de traces)
pH	Milie uneutre

Le choix des trois paramètres (MES, HC, PH) spécifiquement sur les analyses pour déterminer le taux de traitement puisqu'ils provoquent le bouchage de la roche (gravier et sables) et l'endommagement des équipements de fond si le degré PH des eaux injecté est acide et pour la teneur des HC pour récupérer le maximum des hydrocarbures suspendus dans l'eau pas d'être réinjectée sur gisement.

2.1 Analyse de l'eau:

2.1.1 Point de prélèvement:

2.1.1.1 Sortie ballon tri-phasique :

L'échantillon d'eau à traiter est prélevé à la sortie du ballon tri-phasique de l'unité de

traitement des eaux huileuses CINA (Centre Industriel nord de la Division Production SONATRACH-HMD).



Figure II.19: Echantillon des eaux huileuses de sortie de Séparateur tri-phasique

2.1.1.2 Sortie IGF:

Un échantillon témoin après traitement final par l'unité CINA a été prélevé et analysé au laboratoire à fin de le comparer avec des essais de traitement proposé.



Figure II.20: Echantillon des eaux huileuses de sorite DGF/ IGF

2.1.2 Matériels et méthodes d'analyses:

2.1.2.1 Mesure de pH:

La méthode de mesure du PH est la suivante:

- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec de l'eau distillée.
- Immerger l'électrode avec précaution dans la solution dont on veut mesurer le pH.
- Appuyer sur le bouton mesure et attendre quelques minutes, puis lire directement la valeur du pH lorsqu'elle s'est stabilisée.
- Retirer l'électrode, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer.

2.1.2.2 Détermination des matières en suspension dans l'eau (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 donné, 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.

2.1.2.2.1 But de la méthode:

La méthode a pour but, la détermination de la quantité des matières en suspension dans l'eau.

2.1.2.2.2 Matériels nécessaires:

- Système de filtration sous vide.
- Flexible en ca ou tchouc.
- Pompe à vide.
- Filtre (5 μ m).
- Etuve.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.

- Pipette de 100ml.



Figure II.21: Dispositif de filtration sous vide

Mode opératoire: [17]

- Préparer le système de filtration et le raccorder à l'INPUT de la pompe à vide au moyen du flexible.
- Mettre la pompe sous tension (220V).
- Prendre un filtre de $5\mu\text{m}$ dans l'étuve portée à une température de 108°C pendant 30minutes.
- Faire sortir le filtre de l'étuve, le mettre dans le dessiccateur.
- Après refroidissement du filtre, le faire sortir du dessiccateur et le peser au moyen de la balance analytique soit m_0 la masse à vide du filtre.
- Mettre le filtre à sa place dans le système de filtration, tenir l'ensemble au moyen de la pince destinée à cet effet.
- Agiter convenablement l'échantillon et prendre 100ml au moyen d'une pipette.
- Mettre la prise d'essai au niveau du filtre.
- Procéder à la filtration sous vide de la prise d'essai par la mise en ON de la pompe à vide.
- Une fois la filtration est terminée, mettre la pompe sur OFF, enlever la pince d'assemblage, retirer le filtre du système avec soins.
- Mettre le filtre dans l'étuve portée à 108°C pendant 30minutes.
- Faire sortir le filtre de l'étuve, le mettre dans le dessiccateur.
- Après le refroidissement du filtre, le faire sortir du dessiccateur et le peser au moyen

de la balance analytique soit m la masse après l'opération de filtration.

- Détermination de la quantité de matières en suspension dans 100ml d'échantillon:

$$Q_{(MES)} = (m - m_0) \text{ mg} \dots (1)$$

- Détermination de la quantité de matières en suspension (mg/l) dans 1000ml d'échantillon soit 1litre:

$$Q_{(MES)} = (Q \times 10) \text{ mg} \dots (2)$$

2.1.2.3 Détermination de la teneur en hydrocarbure (huile) dans l'eau:

2.1.2.3.1 Appareils et produits:

- Appareil OCMA-310 Horiba.
- Seringue de mesure.
- Bécher.
- Pince.
- Solvant S-316.
- L'eau distillée.
- Acide chlorhydrique (HCl).



Figure II.22: Solvant utilisée



Figure II.23: HORIBA

2.1.2.3.2 Champ d'application:

Ces instructions s'appliquent à la détermination de la teneur en huile par mesurage de l'absorption infrarouge à l'aide OCMA-310 Horiba.

Démarrage:

Allumez l'instrument en appuyant sur la puissance, interrupteur à l'arrière.

Chaque fois que l'instrument est mis sous tension, une série de tests de diagnostic est effectuée automatiquement pour assurer un fonctionnement des principaux composants du système.

Mode opératoire:

- Plaque de mesure: 0 à 200mg/l.

Pour simplifier l'analyse, vous devez d'abord faire la condition suivante :

- Vérification de l'étalonnage du Zéro.
- Il doit attendre jusqu'à ce que le chaud de la lampe s'éteigne.
- Appuyez sur Echap pour diriger l'écran dans le mode de mesure.
- Vérifier que le robinet est fermé.
- Utilisation de la seringue de mesure pour le solvant, insert 10ml de solvant pur dans la laisser.
- Ajouter une goutte d'acide chlorhydrique.
- Utilisation de la seringue de mesure pour l'échantillon d'essai, insert 20ml de l'eau d'essai dans l'entrée.
- Vérifier que tout le liquide a été saisi, puis appuyez sur EXTRAIT pour commencer l'extraction.
- Couche de séparation.
- Ouvrir le ROBINET D'EXTRAIT (EXTRAIT COCK) pour envoyer un solvant pour l'augmentation.
- La mesure est affichée à la lecture de concentration.
- Appuyez sur la touche MEAS pour démarrer l'appréciation de la stabilité.

2.1.2.4 Détermination de la turbidité par absorption moléculaire :

Le turbidimètre que nous avons utilisé est de type (HACH 21000 AN IS TURBIDIMETER). Nous avons réalisé les mesures dans des cellules spéciales. On remplit la cellule à la ligne (environ 15ml). On essuyé la cellule avec le morceau tissu pour enlever les traces d'eau et les empreintes. On pressé le bouton I/O pour allumer le turbidimètre et placer la cellule. On pressé le bouton « READ» la turbidité est exprimée en NTU, lire la valeur après l'extinction du symbole de la lampe.



Figure II.24: Turbidimètre (HACH 21000)

2.1.2.5 Détermination de la concentration optimale de coagulant (silice activé):

Le jar test:

Le Jar-Test est la méthode la plus ancienne, la moins onéreuse, la plus simple et, de ce fait, la plus utilisée. Depuis plus de 50ans, le Jar Test est la technique standard utilisée pour optimiser l'addition de coagulants et de flocculants dans le domaine du traitement de l'eau. Elle consiste à remplir 4 à 6bêchers de l'eau à traiter et à ajouter à chacun d'entre eux une dose croissante de coagulant et à attendre le temps nécessaire à l'eau pour traverser l'installation de traitement.

Le Jar-test que nous avons utilisé, de marque flocculateur de type ISCO, Cet appareil est composé de six bêchers de un litre de capacité et de six agitateurs mécaniques comprenant des pales de 1,5 x 8,5cm qui tournent de 20 à 250tr/min.



Figure II.25: Jar Test

Préparation du coagulant:

Préparation de la solution silice activé ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$):

Selon le protocole de SH-DP, On prend 4ml de la solution concentrée de silicate de sodium qu'on verse dans une fiole de 100ml, et on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au 100ml (fiole à trait jaugé), puis on ajoute 0,45ml de l'acide sulfurique 96% et on agite la solution pendant un moment pour l'homogénéiser à l'aide d'un agitateur magnétique.



Figure II.26: L'acide sulfurique 96%



Figure II.27: La silice activée

L'équation de réaction:



Mode opératoire:

La concentration optimale de silice activée est déterminée selon le protocole suivant:

- Prélevez la même quantité d'échantillon dans 10 béchers de 800ml (Jar Test).
- Nous ajoutons différentes concentrations de silice activée à chaque bécher (4,8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40) ppm.
- Pour injecter ces concentrations avec une grande précision, nous avons utilisé une petite pipette.

2.2 Discussions des résultats:

Nous exposerons les résultats et discussions des analyses effectuées pour évaluer l'efficacité de la station de déshuilage CINA, nous allons caractériser l'échantillon de l'eau d'entrée de la station en analysant plusieurs paramètres physicochimiques pour présenter la qualité des eaux huileuses dans la station de déshuilage CINA et on interprète les résultats obtenus pour les paramètres de pollution (pH, MES, HC, turbidité).

2.2.1 Résultat de l'influence de la dose optimale de coagulant sur les paramètres (MES, HC, Turbidité):

Les paramètres mesurés de l'échantillon prélevé à l'entrée de l'unité API :

- La turbidité 441 (NUT).
- MES 234 (ppm).
- Teneur en HC 41.42 (ppm).

Les résultats de l'effet de la dose optimale de coagulant sur les paramètres suivants sont résumés: MES–Turbidité–HC.

Tableau II.3: Résultats des analyses pour la déterminer la concentration optimale de la silice activée

COAGULANT (ppm)	MES (mg/l)	TURBIDITE(NTU)	HC (ppm)
4	84.466	335.29	368.57
8	63.106	250	188.57
12	46.69	135.7	67.71
16	34.95	39	29.14
20	21.16	13.1	08.98
24	22.01	15.2	10.23
28	24.23	16.83	11.03
32	26.13	18.51	12.4
36	27.3	22.01	13.06
40	27.93	23.88	13.95

2.2.2 Interprétations des résultats de la silice activée:

Les résultats obtenus pour différents tests de coagulation sont représentés sous forme des courbes:

Graph1:

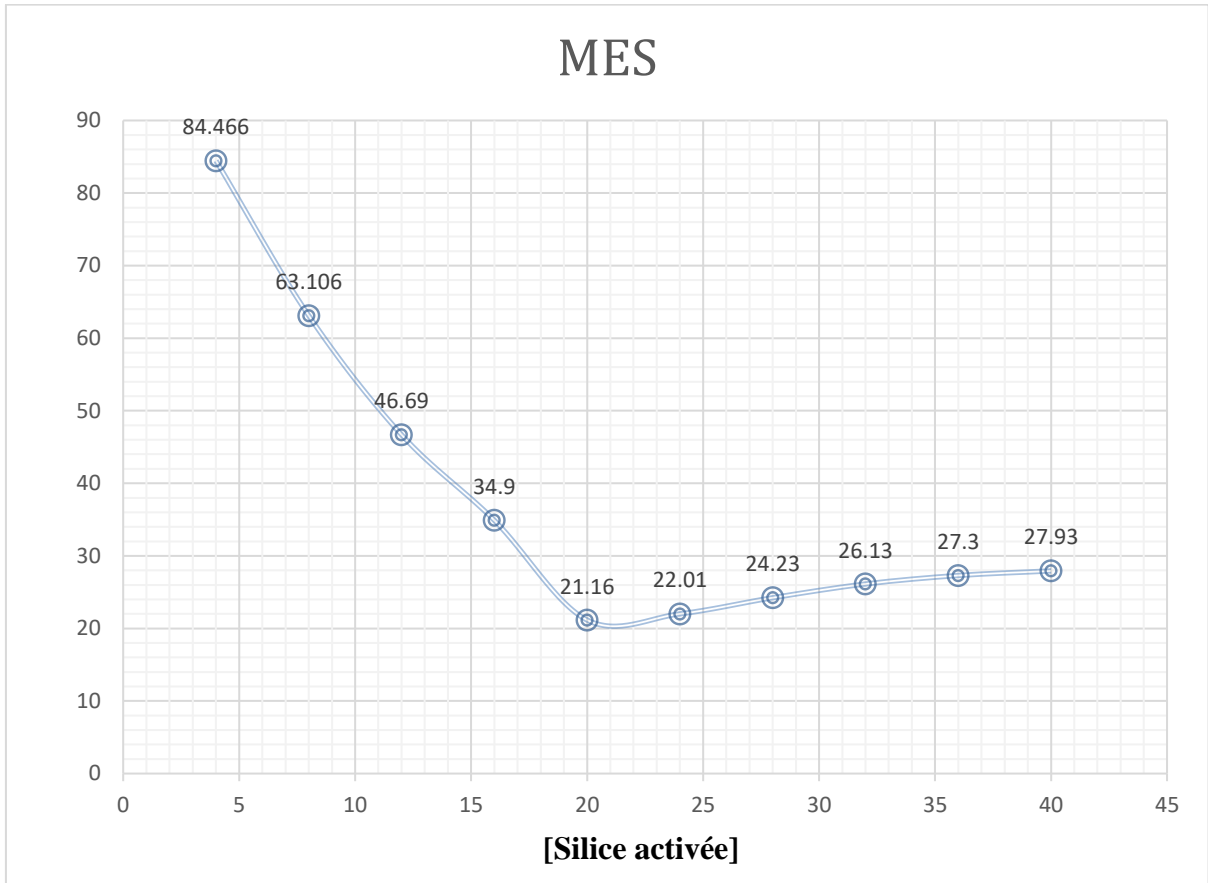


Figure II.28: Concentration des MES en fonction de la concentration de la silice activée

La concentration en matière solide en suspension en fonction de la concentration du coagulant silice activée.

On voit clairement l'efficacité du coagulant sur la concentration en matière solide en suspension. En effet, à une dose de 4ppm du coagulant, la concentration en matières solides en suspension a diminué de 84.466mg/l et atteint les 21.16mg/l à 20ppm de coagulant.

Graph2:

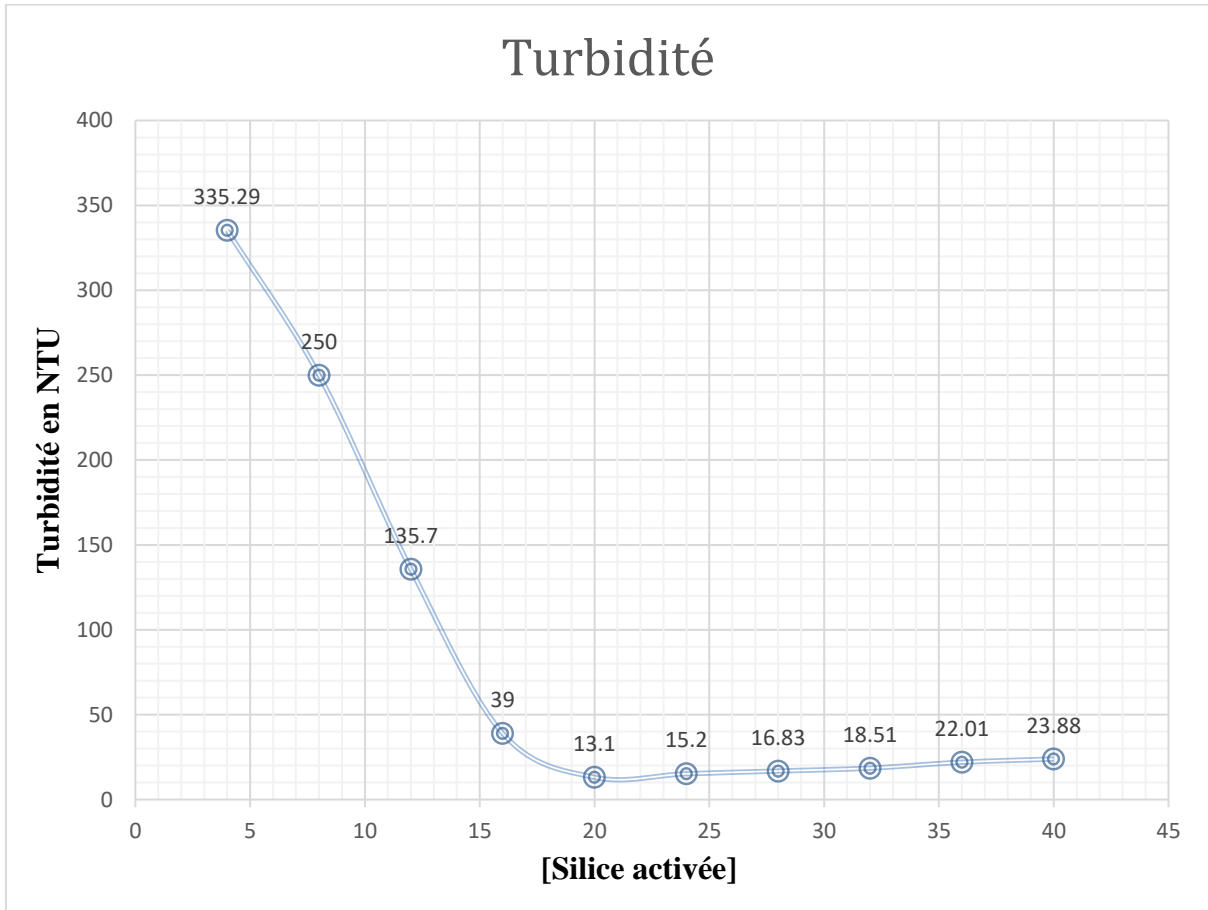


Figure II.29: Turbidité en fonction de la concentration de la silice activée

La turbidité en fonction de la concentration du coagulant silice activée.

On remarque bien clairement l'efficacité du coagulant sur la turbidité. En effet, à une dose de 4ppm du coagulant, la turbidité diminuée à 335.29 (NTU) et atteint les 13.1(NTU) à 20ppm de coagulant.

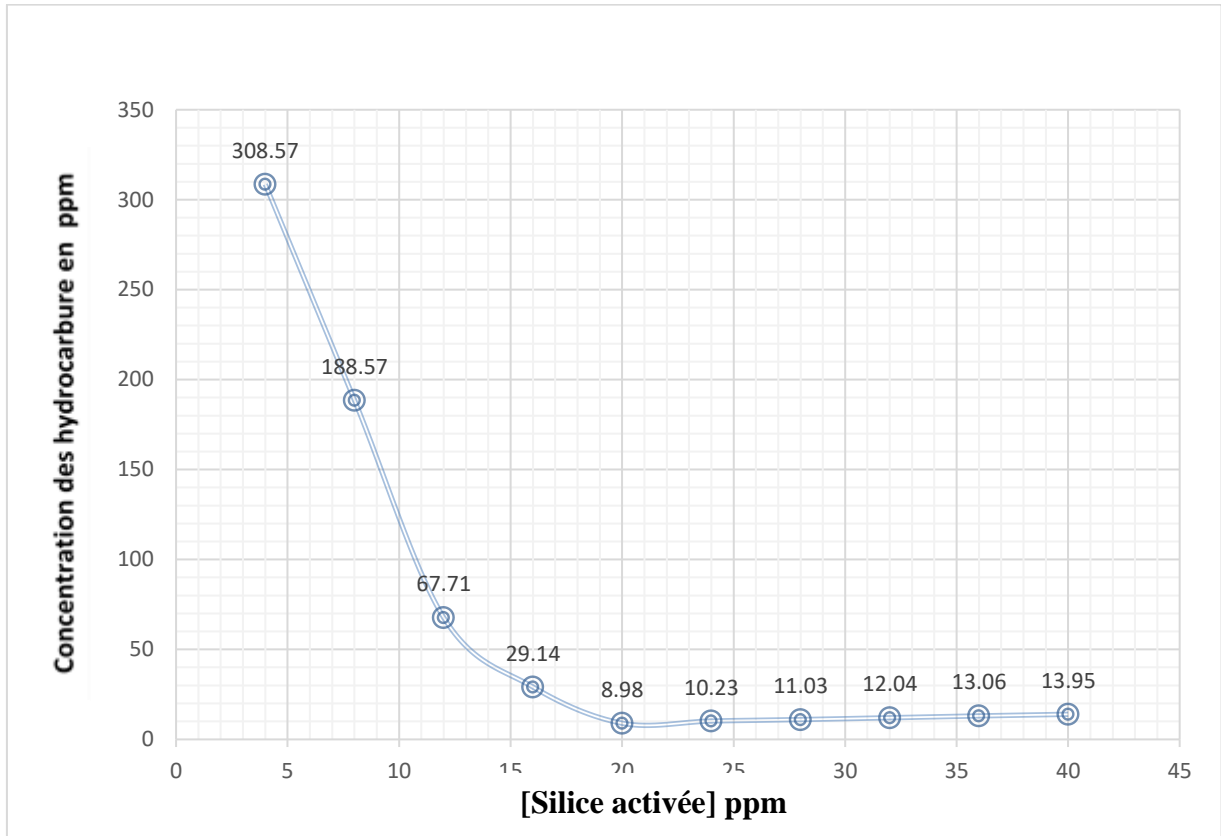
Graph3:

Figure II.30: Concentration des hydrocarbures en fonction de la concentration de la silice activée

Teneur en hydrocarbure en fonction de la concentration en coagulant «la Siliceactivée».

On peut distinguer L'efficacité du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures est clairement visible. En effet, à une dose de 4 ppm du coagulant, la teneur en hydrocarbure sa diminué de 368.57ppm et atteint les 08,98ppm à 20ppm de coagulant.

L'unité de traitement des eaux huileuses doit respecter les normes:

- La teneur résiduelle finale en hydrocarbures totaux à moins de 10ppm (<10mg/l).
- La teneur en MES à moins de 30mg/l.
- pH variée ente 6,5 et 8,5.
- On constat que la variation de la turbidité varie d'une manière continue entre 183NTU et 171 NTU.

D'après les résultats obtenus, on ne déduit que la concentration optimale de coagulant (Silice Activée) est de 20ppm.

Tableau II.4: Taux d'injection des Produits Chimiques

Skid	Produit	Mode de préparation	Débit d'injection	Point d'injection	Nombre Des appoints
SI-201 SI-204	COAGULANT	20l de Silicate de Sodium (Na_2SiO_3) + 2,2L d'Acide Sulfurique (H_2SO_4) + 1m ³ d'eau	450-550l/h (suivant la qualité d'eau expédiée)	Ligne 8'' Refoulement des pompes P2011 vers IGF/DGF	5fois par jour
SI-202	FLOCULANT	1Kg de KURIFIX+ 1m ³ d'eau	100l/h	Entrée IGF/DGF	3fois par jour
SI-203	OXYGENESK AVENGER	Produit pur	5l/h	Entrée IGF/DGF	Une fois par 3jours
SI-205	BIOCIDE	Produit pur	4l/h	Sortie IGF /DGF	Une fois par semaine

2.2.3 Descriptions des méthodes de préparation et d'injection:

2.2.3.1 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.

Tableau II.5: Ancienne méthode de préparation de la silice activée [17]

Étapes	Désignations	Détails des manipulations
1	Port des EPI	1. Combinaison et chaussures spéciales acide sulfurique
		2. Gants spéciaux acide sulfurique (La ver les gant savant 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 totalement dans le réservoir du Skid de préparation et d'injection de la silice activée
3	Prélèvement de l'acide sulfurique	1. Préparer le CARAFE gradué en polyéthylène de 1 litre + Flacon en verre brun de 2,5 litre
		2. Ouvrir lentement le robinet et 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 a fin d'éviter les projections de l'acide sur l'opérateur

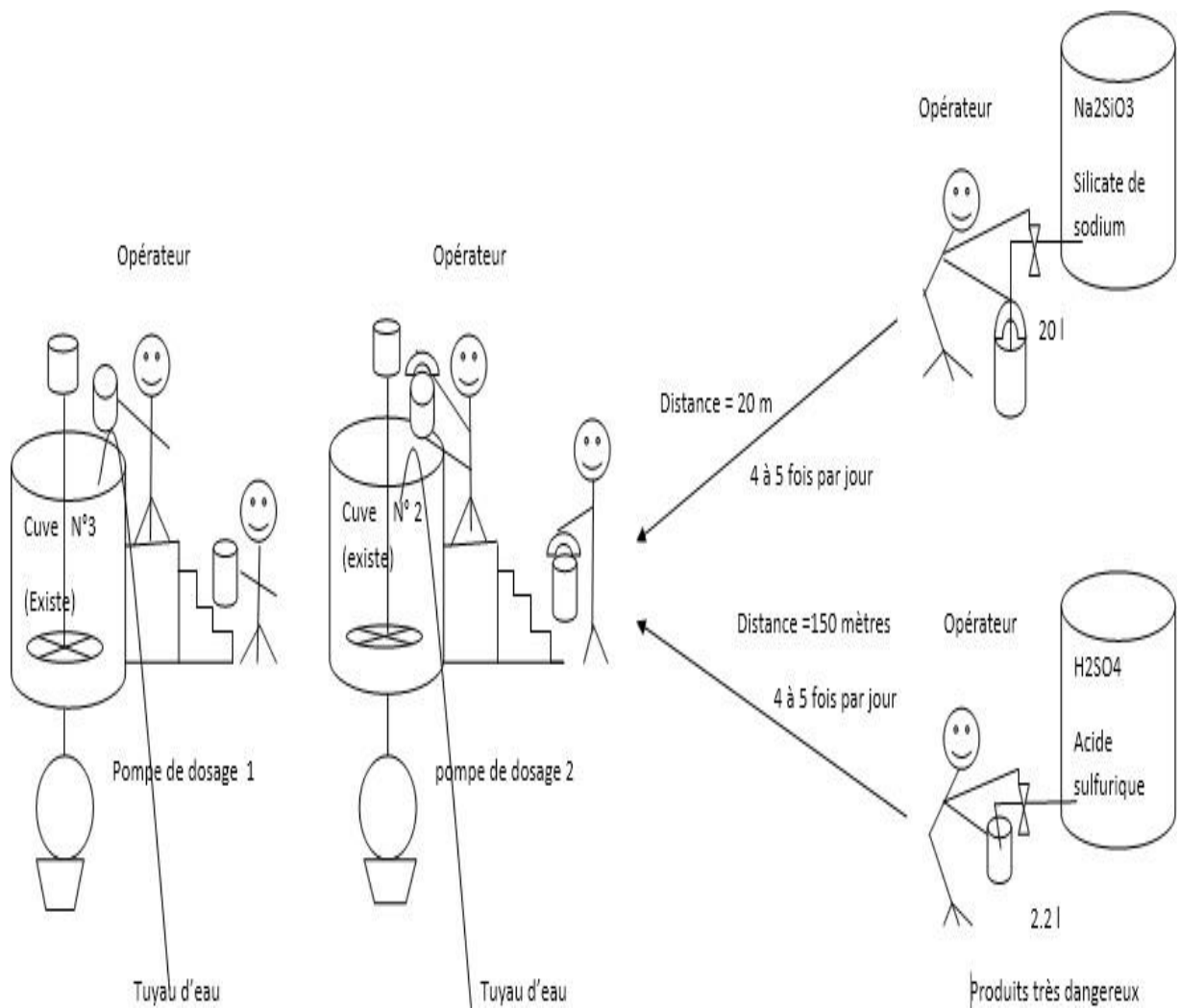


Figure II.31 : Méthode manuelle de dosage des produits chimiques [18]

2.2.3.2 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.

La figure ci-dessous donne une explication sur le nouveau système où l'opérateur intervient

uniquement sur le tableau de commande.

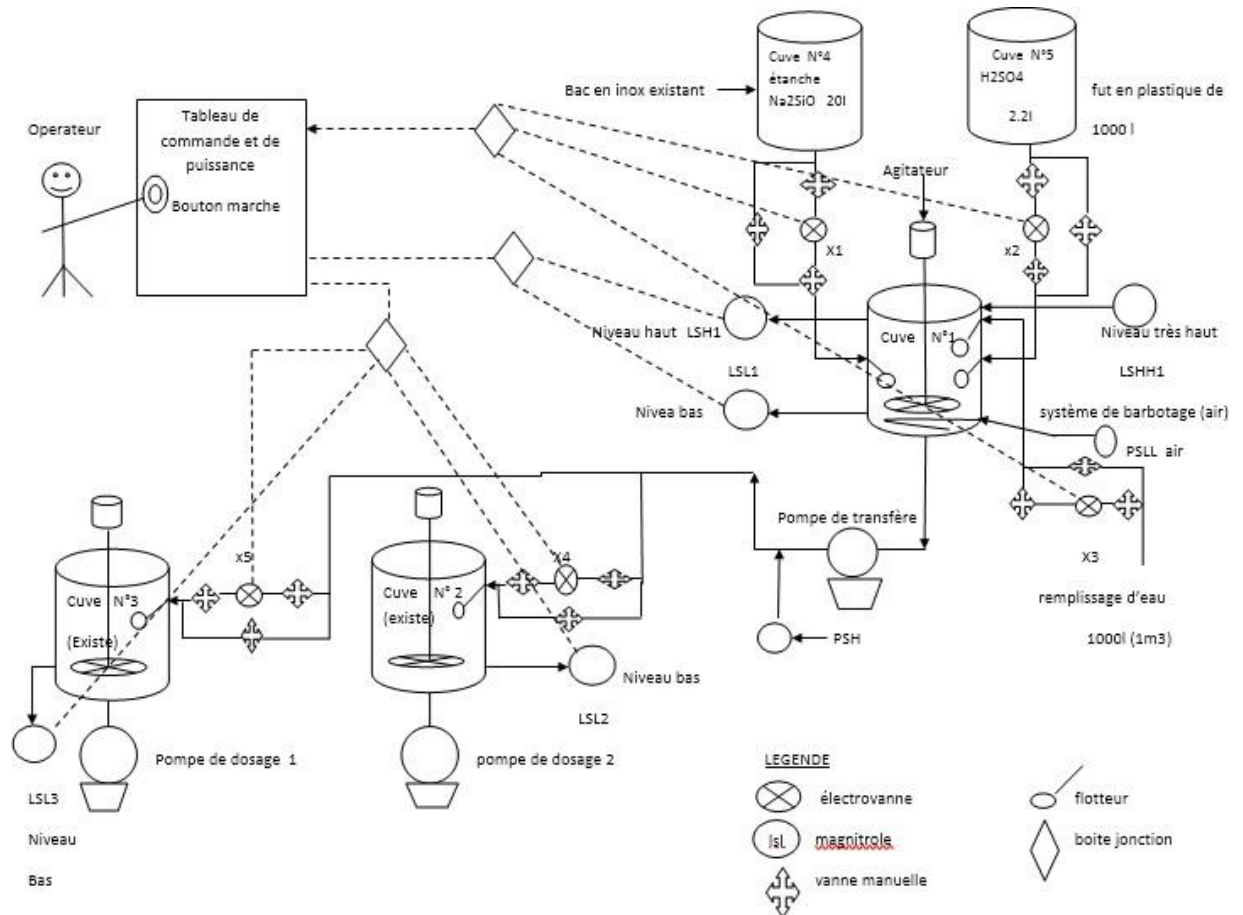


Figure II.32: Schéma du procès du dosage automatique [18]

Tableau II.6: Variation du dosage des produits chimiques selon la quantité d'eau huileuse [18]

Quantité d'eau huileuse (m3/jour)	Quantité d'eau huileuse (m3/heure)	Débit d'injection coagulant en litre/heure	Débit d'injection floculant en (litre/heure)	Débit d'injection de réducteur d'oxygène (litre/heure)	Débit d'injection de BIO22 et BIO 125
1000 –1500	41,7 – 62 ,5	400	80		
1500 –2500	62,5 – 104,2	430	100	10	Fut 200litre par semaine
2500 –3000	104,2 – 125	500	120		
3000 – 3500	125 – 145,8	570	150		

Le tableau ci-dessus montre que la variation des débits d'injection des produits chimique dépend: le débit de l'eau huileuse.

La qualité des eaux huileuses: la concentration en hydrocarbures et MES à l'entrée de la station.

2.2.4 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 concernent l'année 2012 (avant la mise en service du nouveau système de dosage) et l'année 2019 (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 ect...).
- Hydrocarbures (HC): dépendent de la fiabilité du procès.
- pH: selon la maitrise du procédé de traitement.

2.2.4.1 La méthode de dosage manuelle:

Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelles ont regroupés dans les tableaux ci-après:

2.2.4.1.1 Résultat de pH:**Tableau II.7: Analyse quotidienne du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)**

Date	pH		Norme
	pH entrée	pH sortie	
17/01/12	5,41	6,18	≤7,5
01/02/12	5,65	6,2	≤7,5
24/03/12	5	6,17	≤7,5
20/04/12	5.61	6,22	≤7,5
30/05/12	5.3	6,25	≤7,5
19/06/12	5,81	6,204	≤7,5
23/07/12	5.86	6.32	≤7,5
06/08/12	4.74	6.125	≤7,5
26/09/12	6	6.45	≤7,5
07/10/12	4.63	6.51	≤7,5
23/11/12	5.7	6.44	≤7,5
Moyenne	5.52	6.279	7,5

2.2.4.1.2 Teneur en hydrocarbure (HC):

Le tableau ci-dessous donne quelques résultats (teneur en HC) de l'analyse d'eau fais en 2012.

Tableau II.8: Analyse du HC à l'entrée et à la sortie (API)

Date	HC (ppm)		
	HC entrée	HC sortie	Norme (ppm)
17/01/12	102,82	23	≤10
01/02/12	87,09	18,7	≤10
24/03/12	77,76	24,1	≤10
20/04/12	90,63	32,8	≤10
30/05/12	133,51	31,2	≤10
19/06/12	124	20	≤10
23/07/12	72	27,3	≤10
06/08/12	132	40,5	≤10
26/09/12	62	27,4	≤10
07/10/12	233	54,2	≤10
23/11/12	72,162	35,7	≤10
Moyenne	107.9	30.44	10

D'après ce tableau on peut constater que l'eau à la sortie de l'unité contient toujours des traces des hydrocarbures qui dépassent les normes de réinjection.

Cette légère différence est due à la méthode manuelle de préparation du dosage des produits chimiques. Cette dernière est basée toujours sur l'opérateur qu'il ne peut pas avoir un dosage exact et qui va influencer sur le traitement.

2.2.4.1.3 Résultat de détermination de MES:

Tableau II.9: Analyse de la MES de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)

Date	MES (ppm)		Norme (ppm)
	MES entrées	MES sorties	
17/01/12	232	60	≤30
01/02/12	159	57	≤30
24/03/12	132	45,5	≤30
20/04/12	124	73	≤30
30/05/12	141	56	≤30
19/06/12	157,6	31	≤30
23/07/12	155	27	≤30
06/08/12	148,5	97	≤30
26/09/12	165	38	≤30
07/10/12	113	81	≤30
23/11/12	271	48	≤30
Moyenne	163.46	55.77	30

D'après ce tableau on remarque toujours le même phénomène qui se répète où la concentration des matières en suspension est plus grande à la sortie de l'unité. En revanche, on rajoutant les produits chimiques, on se retrouve une autre fois au voisinage des normes après la baisse de la concentration.

2.2.4.2 La méthode de dosage automatique:

Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage automatique sont regroupés dans les tableaux ci-après:

2.2.4.2.1 Résultat de pH:

Tableau II.10: Analyse quotidienne du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)

Date	pH		
	pH entrée	pH sortie	Norme
20/2/19	5.92	6.18	≤7.5
26/2/19	5.9	6.2	≤7.5
07/3/19	5.9	6.17	≤7.5
15/3/19	5.91	6.22	≤7.5
19/3/19	5.87	6.25	≤7.5
22/3/19	5.94	6.3	≤7.5
27/3/19	5.91	6,3	≤7.5
03/4/19	5.86	6.1	≤7.5
10/4/19	5.89	6.18	≤7.5
16/4/19	5.9	6.2	≤7.5
Moyenne	5.9	6.21	7.5

D'après les résultats on constate que la variation du pH à l'entrée et la sortie de l'unité API respecte les normes (Iso14001).

2.2.4.2.2 Résultat de la teneur en hydrocarbure (HC):

Le tableau ci-dessous donne quelques résultats (teneur en HC) de l'analyse d'eau fais après la mise en service du nouveau système.

Tableau II.11: Analyse du HC à l'entrée et à la sortie (API)

Date	HC (ppm)		
	HC entrée	HC sortie	Norme (ppm)
20/2/19	94,82	5,6	≤10
26/2/19	117,09	7,1	≤10
07/3/19	173,76	7,9	≤10
15/3/19	148,63	4,8	≤10
19/3/19	133,51	6,2	≤10
22/3/19	123	8	≤10
27/3/19	255	6,3	≤10
03/4/19	166	7,4	≤10
10/4/19	333	5,9	≤10
16/4/19	153	5,2	≤10
Moyenne	169.781	6.44	10

2.2.4.2.3 Résultat de détermination de MES:

Le tableau ci-dessous donne quelques résultats de MES de l'analyse d'eau faites après la mise en service du nouveau système.

Tableau II.12: Analyse de la MES de l'eau à l'entrée et à la sortie (API)

Date	MES (ppm)		
	MES entrée	MES sortie	Norme (ppm)
20/2/19	232	26,7	≤30
26/2/19	159	23,3	≤30
07/3/19	188	26,7	≤30
15/3/19	310	25,3	≤30
19/3/19	264	16	≤30
22/3/19	199	19,2	≤30
27/3/19	238	27,3	≤30
03/4/19	208	26	≤30
10/4/19	236	20	≤30
16/4/19	271	21,8	≤30
Moyenne	230.5	23.23	30

D'après ces deux tableaux on remarque que la concentration des matières en suspension et teneur en HC respectent les normes exigées. En revanche, on remarque une petite différence qui est due à une panne au système.

Après réparation, on se retrouve une autre fois au voisinage des normes.

2.3 Comparaison entre la méthode de dosage manuelle et le dosage automatique:

Les résultats montrent que les taux de traitement obtenus par le mode de dosage manuel sont nettement plus faibles que ceux obtenus par dosage automatique.

Il est à noter que le taux de traitement des matières en suspension dans la méthode de dosage manuelle est de 65,88% tandis que dans la méthode de dosage automatique est de 89,92%.

Une évolution positive d'environ 24,42% entre le taux de traitement d'hydrocarbures en dosage manuel et automatique était de 71,78% et 96,2%, successivement.

Le taux de traitement de pH dans le dosage avec la méthode automatique est élevé par rapport à la méthode manuelle de 7%.

Conclusion générale

Conclusion générale:

Le but principal de cette recherche est l'optimisation du procédé de traitement utilisé au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses (CINA) pour le recyclage et la réinjection, par faire toutes les étapes de décantation après la réalisation du processus physico-chimique de coagulation et de floculation.

Afin d'éliminer le maximum des matières en suspensions et les hydrocarbures, des procédés de coagulation et de floculation sont utilisés.

D'après les analyses des rejets liquides entrant et sortant de la station API de l'unité CINA, on trouve que les résultats obtenus par les deux méthodes utilisés (manuelle et automatique) sont généralement éliminés les (HR) et le (MES) mais la méthode automatique c'est la seul qui conformes aux normes approuvées par la réglementation algérienne tell 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.

Une unité de réinjection recevoir l'eau traitée vient de l'unité de traitement. Cette unité responsable de faire refouler l'eau traité pour la réinjection dans les puits pour maintenir la pression du gisement si l'expansion de l'aquifère ne fournit pas suffisamment d'énergie.

Bibliographie:

- [1]: Asselin, Mélanie (2007). Utilisation de l'électrocoagulation dans le traitement des eaux usées industrielles chargées en matière organique. Mémoire. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Maîtrise en sciences de l'eau, 282 p.
- [2]: F. Mekhalif : reutilisation 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.
- [3]: Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.
- [4]: NECIB Sana « Valorisation et traitement des eaux huileuses dans l'industrie pétrolière » ; encadrer par : Dr. Sakri Adel, Mémoire de Master, université Mohamed Khider Biskra, Algérie (2014-2015).
- [5]: Dégréement. Mémento technique de l'eau. 1998.
- [6]: Traitement des eaux. www.univ-ubs.fr.
- [7]: Laetitia C. Etude des colloïdes naturels présents dans les eaux gravitaires des sols contaminés. Unité de science du sol. Versailles et INAPG. 2004.
- [8]: Claude CARDOT : « Génie de l'environnement, les traitements de l'eau », Edition Ellipses, Paris, 1999.
- [9]: M.H. ERNEST: «Dans fundamental problems instatistical mechanics », Vol. VI, Edité par E. G. D. Cohen, Noeth Holland Publishing Company, Amsterdam, 1985.
- [10]: JEAN LUC LAURENT. L'assainissement des agglomérations techniques d'épuration actuelles et évolutions. Les agences de l'eau et le ministère de l'environnement. France. Avril 1994.
- [11]: TPE Technologies Inc. UV Tech 7700, Transcanadienne, St-Laurent, Qc H4T 1A5 CANADA, www.uvtech.ca
- [12]: Article J1270 | Date de publication : 10 nov. 2011 Chantal GUILLARD, Benoit KARTHEUSER, Sylvie LACOMBE.
- [13]: David-Alexandre Cazoir. Traitement d'eaux huileuses par photocatalyse hétérogène : application _a la dépollution des eaux de cales. Autre. Université Claude Bernard - Lyon I, 2011.Français. (Thèse de doctorat spécialité génie chimie soutenue le 13 décembre 2011 par David).

[14]: Document total (Exploration et Production Le Procès Injection d'eau).

[15]: Anonyme, Descriptif des installations CIS et CINA de la direction régionale de Hassi Messaoud, 2004.

[16] EPPM « Engineering procurement and Project Management », Mode Opérateur des Equipement de la Station de Déshuilage CINA a HMD, 2012.

[17]: Anonyme : « Méthodes standards pour l'examen des eaux et eaux usées », édition 19, 1995.

[18]: Document de la bibliothèque API-CINA. 2016.