

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

Département de Génie des Procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Analyse et contrôle de qualité

Présenté par : M^{elle} BOUTAOUI Fatima Zahra

Thème

**Etude de l'efficacité de traitement des eaux
huileuses au niveau de la station de déshuilage
du centre industriel nord
CINA - Hassi Messaoud**

Soutenu publiquement le

06/06/2017

Devant le jury

M ^r .	SIBOUKEUR Hicham	MA (A)	Président	UKM Ouargla
M ^r .	LESSOUED Ridha	MA (A)	Examineur	UKM Ouargla
M ^r .	CHAOUKI Mourad	MC (A)	Examineur	UKM Ouargla
M ^{elle} .	CHAOUCH Noura	MC (A)	Encadreur	UKM Ouargla

Année universitaire : 2016/2017

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 mes très chers frères : Raouf, Hamza , Yaakoub et Islam.

A ma belle sœurs : Sara

A mon neveu : Iyad Baha Adine.

A mes oncles et tantes.

A mes cousins et cousines surtout : Siham, Halima, Amina

A mes chères ami(e)s : Najwa, Amina C, Marwa, Ahlam, Asma , Amina H,
Basma, Mehdi, Louai et Sami

A toute la promotion de 2^{ème} master Analyse et contrôle de qualité, ainsi
qu'à tous mes professeurs durant mon cycle universitaire
Tous simplement, a tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Fatima Zahra

Remerciements

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

*J'exprime ma profonde reconnaissance à mon encadreur **M^{ELLE}.CHAOUCH Noura** Maitre de conférences A, à l'université KASDI Merbah Ouargla, pour son orientation, sa patience, ses précieux conseils et toutes ces remarques constructives pour le bon déroulement de ce travail.*

Je remercie vivement l'ensemble des membres du jury :

*A **Mr. SIBOUKEUR Hicham** Maitre assistant A, à l'université KASDI Merbah Ouargla, pour avoir accepté de me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire*

*A **Mr. LESSOUED Ridha** Maitre assistant A, à l'université KASDI Merbah Ouargla, pour avoir accepté d'examiner ce travail et faire partie de ce jury.*

*A **Mr. CHAOUKI Mourad** Maitre de conférences A, à l'université KASDI Merbah Ouargla, de bien vouloir accepter de juger ce travail et participer au jury du mémoire.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tout le personnel du l'unité traitement nord du complexe CINA et à **M^r SAYAH LEMBAREK Bachir** d'avoir guidé mes pas au niveau de la zone industrielle et pour son suivi et ses conseils.*

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance à **M^r MERIBAI Djamal**, Chef de Département Raffinage pour son accueil son aide et ses bons conseils. A **M^r TOUMI Mohamed Said**, Chef service contrôle pour sa disponibilité et les moyens qu'il a mis à ma disposition pour la réalisation de ce travail.*

*Mes plus vifs remerciements à **M^r BEZZIOU Salim**, ingénieur laboratoire pour son soutien, sa rigueur scientifique et sa bonne orientation, ainsi qu'à **M^r TAYEB Mohamed Amine**, cadre d'étude pour ses conseils considérable.*

Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Merci !!

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I. 1 : Dérivés des sels d'aluminium et de fer	6
---	---

Chapitre II

Tableau II. 1 : Capacité actuel de l'unité de traitement des eaux huileuse API- CINA.	14
--	----

Tableau II. 2 : Dimensions du séparateur tri-phasique	19
---	----

Chapitre III

Tableau III. 1. Equipement d'analyse pour le contrôle qualité des eaux.....	32
---	----

Tableau III. 2 : Propriété physico-chimique de silicate de sodium.	32
---	----

Tableau III. 3 : Propriété physico-chimique de l'acide sulfurique.	33
---	----

Tableau III. 4 : propriété physico-chimique de Kurifix.....	33
---	----

Tableau III. 5 : Conditions de préparation de coagulants (silice activée).....	33
--	----

Chapitre IV

Tableau IV. 1: caractéristiques de la charge initiale.....	45
--	----

Tableau IV. 2: Caractéristique de l'eau traitée au niveau de l'UTEH – CINA	45
--	----

Tableau IV. 3: Influence de la dose du coagulant C_1 sur le procédé de traitement.....	46
--	----

Tableau IV. 4: Influence de la dose du coagulant C_2 sur le procédé de traitement.....	47
--	----

Tableau IV. 5: Influence de la dose du coagulant C_3 sur le procédé de traitement.....	48
--	----

Tableau IV. 6: Influence de la dose du coagulant C_4 sur le procédé de traitement.....	49
--	----

Tableau IV. 7: Influence de la dose du coagulant C_5 sur le procédé de traitement.....	50
--	----

Tableau IV. 8: Influence de la dose du coagulant C_6 sur le procédé de traitement.....	51
--	----

Tableau IV. 9: Récapitulatif sur les conditions optimale de traitement	52
--	----

Tableau IV. 10: Ancienne méthode de préparation de la silice activée.....	53
---	----

Tableau IV. 11: Taux d'injection des Produits Chimiques.....	56
--	----

Tableau IV. 12: Variation du dosage des produits chimiques selon la quantité d'eau huileuse	59
--	----

Tableau IV.13: Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelle.....	61
--	----

Tableau IV.14: Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec le nouveau système du dosage automatique.....	64
---	----

Liste des figures

Chapitre I

Figure I. 1 : Coagulation – floculation.....	5
Figure I. 2: Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l’environnement.	7
Figure I. 3 : Structure des colloïdes «théorie de la double couche ».	8
Figure I. 4 : Potentiel zéta.	8

Chapitre II

Figure II. 1 : Unité de traitement des eaux huileuse API- CINA.....	14
Figure II. 2 : Station de déshuilage API- CINA.	16
Figure II. 3 : Séparateur Tri-phasique.....	18
Figure II. 4 : Bassin API.	20
Figure II. 5 : Puisard d’eau huileuse	21
Figure II. 6 : Puisard d’huile.....	22
Figure II. 7 : Skimmer à tube oléophile.	23
Figure II. 8 : Skimmer à tambour oléophile.....	23
Figure II. 9 : Séparateur IGF.....	24
Figure II. 10: Séparateur DGF	26
Figure II. 11 : Skids d’injection des produits chimiques.	28
Figure II. 12 : Schéma simplifié de filtre à poche.	29
Figure II. 13: Pompes d’expédition des eaux traitées	30
Figure II. 14 : Bassins d’évaporation.....	31

Chapitre III

Figure III. 1: Les différents préparations de coagulants (silice activée).....	34
Figure III. 2 : Flocculant Kurifix	35
Figure III. 3: Échantillon prélevé à la sortie de Séparateur triphasique	36
Figure III. 4 : Échantillon prélevé à la sortie de DGF/ IGF.....	36
Figure III. 5 : Dispositifs de pH-mètre	37
Figure III. 6 : Dispositif de filtration sous vide	38
Figure III. 7 : Appareil de mesure de la teneur en hydrocarbures HORIBA	40
Figure III. 8 : Solvant S-316	40
Figure III. 9: Jar Test	42
Figure III. 10 : Les échantillons avant l’injection du coagulant.	43

Figure III. 11: Influence de la concentration de la silice activée sur les eaux huileuses	44
---	----

Chapitre IV

Figure IV. 1: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₁	46
Figure IV. 2: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₂	47
Figure IV. 3: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₃	48
Figure IV. 4: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₄	49
Figure IV. 5: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₅	50
Figure IV. 6: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C ₆	51
Figure IV. 7 : Méthode manuelle de dosage des produits chimiques.....	55
Figure IV. 8 : Schéma du procès du dosage automatique.....	58
Figure IV. 9: Évolution du pH à l'entrée et à la sortie de l'UTEH.....	61
Figure IV. 10: Évolution de taux de MES en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage manuelle).....	62
Figure IV. 11: Évolution de la teneur d'hydrocarbure en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage manuelle).....	63
Figure IV. 12: Évolution du pH à l'entrée et à la sortie de l'UTEH.....	64
Figure IV. 13: Evolution de taux de MES en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage automatique).....	65
Figure IV. 14: Évolution de la teneur d'hydrocarbure en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage automatique).....	66
Figure IV. 15: Les taux de traitement relatifs à chaque mode de dosage	67

Liste des abréviations

API	Bassin de décantation
BSR	bactéries sulfato-réductrices
°C	degré celsius
CINA	centre industriel du nord Abd el hamidnaili.
CIS	centre industriel du sud
DGF	Dissolved Gas Flottation (séparateur à gas dissous)
DP	division production
GPL	Gaz pétrolier liquifié
HC	Hydrocarbure
HMD	Hassi Messaoud
IGF	Induced Gas Flottation (séparateur à gas induit)
LV	vanne automatique de décharge.
MES	Matières en suspension
MOV-610	vanne de contrôle temporisé
m ³	mètre carré
OMP57	station satellite
O ₂	Oxygène
P212 A/B/C/D	pompes d'expédition
P210 A/B	puisard d'huile
pH	potentiel hydrogène.
PPb	partie par billion.
ppm	partie par million
Rpm	Rotation par minute.
SH	Sonatrach
TOR	vanne automatique de décharge d'huile vers le séparateur tri-phasique
UTEH	unité de traitement des eaux huileuses.
USS1	Unité de stripping et de stabilisation
UTBS	Unité de traitement brut sud

Sommaire

Introduction générale	1
<i>Chapitre I. Traitement des effluents industriels dans le secteur pétrolier</i>	
I. Traitement des effluents industriels dans le secteur pétrolier	3
I.1. Prétraitement.....	3
I.1.1. Dégrillage	4
I.1.2. Dessablage	4
I.1.3. Décantation (Déshuilage, dégraissage)	4
I.2. Traitement primaire (Épuration physico-chimique).....	5
I.2.1. Coagulation – Flocculation.	5
I.2.1.1. Coagulation.....	6
I.2.1.1.1. Définition :.....	6
I.2.1.1.2. Les coagulants :	6
I.2.1.1.3. Les particules colloïdales	6
I.2.1.1.4. Mécanismes de déstabilisation des particules colloïdales :.....	8
I.2.1.1.5. Paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation.	9
I.2.1.2. Flocculation.....	11
I.2.1.2.1. Définition.....	11
I.2.1.2.2. Les flocculants (adjuvants de coagulation)	11
I.2.1.3. Décantation.....	11
I.2.1.4. Flottation.....	12
<i>Chapitre II: Description du lieu d'expérimentation</i>	
II.3. Traitement biologique	12
II.4. Traitement d'affinage.....	13
II.1. Présentation de la station de traitement des eaux huileuses API /CINA.....	14
II.2. Caractéristiques des eaux traitées.....	15
II.3. Le procédé de déshuilage	15
II.4. Description des installations	17
II.5. Fonctionnement des équipements	18
II.5.1 Séparateur triphasique	18
II.5.2 Bassin API.....	19
II .5.3 Puisards et pompes de transfert des eaux huileuses	20

II.5.3.1 Puisard d'eau huileuse.....	20
II.5.3.2 Puisard d'huile	21
II.5.4 Skimmers.....	22
II.5.4.1 Skimmer à tube oléophile.....	22
II.5.4.2 Skimmer à tambour oléophile	23
II.5.5 Les séparateurs	24
II. 5.5.1 Le séparateur IGF.....	24
II.5.5.2 Le séparateur DGF	25
II.5.6 Skids d'injection des produits chimiques.....	27
II.5.7 Filtre à poches	28
II.5.8. Réservoir d'eau traitée	29
II.5.9. Chaîne de filtration.....	29
II.5.10. Pompes d'expédition des eaux traitées	30
II.5.11. Bassins évaporateurs	31

Chapitre III: Matériels et méthodes

III.1. Equipment d'analyse pour le contrôle de la qualité des eaux	32
III.2. Produits chimiques.....	32
III.2.1. Produits chimiques purs.....	32
III.2.2. Préparation des réactifs	33
III.2.2.1. Préparation de coagulants : solutions de silice activée ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{H}_2$)	33
III.2.2.2. Préparation du flocculant.....	34
III.3. Échantillonnage	36
III.4. Techniques d'analyses	37
III.4.1. Mesure de pH.....	37
III.4.2. Mesure des matières en suspension (MES)	37
III.4.3. Mesure de la Teneur en hydrocarbure	39
III.4.4. Détermination de la concentration optimale de coagulants	41
III.5. Technique de traitement des eaux huileuses: coagulation, floculation et décantation ...	42

Chapitre VI: Résultats et discussions

IV.1. Caractéristiques des eaux huileuses.....	45
IV.1.1. Caractéristiques de la charge initiale (Echantillon de référence)	45
IV.1.2. Caractéristique des eaux huileuses après traitement par UTEH - CINA.....	45
IV.2. Traitement des eaux par coagulation, floculation.....	46

IV.2.1. Coagulant C ₁	46
IV.2.2. Coagulant C ₂	47
IV.2.3. Coagulant C ₃	48
IV.2.4. Coagulant C ₄	49
IV.2.5. Coagulant C ₅	50
IV.2.6. Coagulant C ₆	51
IV.3. Procédure de préparation et d'injection de la silice activée	53
IV.3.1. Descriptions des méthodes de préparation et d'injection	53
IV.3.1.1. Mode manuel	53
IV.3.1.2. Mode automatique	57
IV.3.2. Effet du mode d'injection sur le traitement	60
IV.3.2.1. La méthode de dosage manuelle.....	60
IV.3.2.2. La méthode de dosage automatique.....	63
IV.3.2.3. Comparaison entre la méthode de dosage manuelle et le dosage automatique	66
Conclusion générale.....	68
Références bibliographiques.....	70

Introduction générale

Introduction générale

Pendant longtemps l'eau a été considérée comme un bien naturel, un « don du ciel » gratuit, d'exploitation facile, bon marché et pour aussi dire sans valeur. Mais l'évolution spectaculaire que connaît l'environnement urbain et industriel pose dans de nombreux pays le problème de l'eau qui devient de plus en plus inquiétant.

Depuis la découverte du pétrole et du gaz naturel, l'homme a cherché d'exploiter ce potentiel, et commencer l'élaboration et la mise en place des grands complexes industriels, pour traiter le pétrole et le gaz, et le transférer à d'autres matériaux pouvant être utilisés dans plusieurs domaines.

Au cours de leurs opérations de production et de raffinage, les industries pétrolières et pétrochimiques génèrent d'importantes quantités des eaux huileuses chargés de matières polluantes de différents types : organique, minérale, physique etc. Le rejet de tels effluents dans l'environnement est à l'origine de nombreuses contaminations des eaux de surface et souterraine : érosion des sols, perturbation de l'écosystème et risque pour la santé humaine.

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. De ce fait la sonatrach doit prendre les dispositions qui s'imposent afin de remédier à ce phénomène de pollution.

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH s'est attelé très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant à éliminer sinon réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (**Loi n° 03-10 du 19 /07/2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable**) [1].

En effet, la Sonatrach DP HMD dispose de trois (03) stations de traitement des eaux huileuses installées comme suit : CIS, UTBS, CINA. Ces stations traitent la totalité des eaux huileuses provenant des stations de production sur champ ainsi que les eaux huileuses des

unités de traitement de brute, unité de compression et les purges des bacs de stockage au niveau de chaque centre industriel sur la région de Hassi Messaoud, assurant la récupération d'huile contenue dans la charge d'eau et la mise en valeur des eaux récupérées pour la réinjection dans le gisement dont les seuils des valeurs des caractéristiques doivent être en dessous de 10 mg/l pour la teneur en hydrocarbures, de 30mg/l pour les matières en suspensions (MES) et un pH varient entre 6,5 et 8,5 d'après la réglementation exigée par le groupe SONATRACH.

L'objectif général de ce travail est l'amélioration du procédé de traitement employé au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuse de centre de traitement **Naili Abdel Halim CINA/SH/DP/HMD** par l'élaboration de nouveaux coagulants et le test de leurs effet sur le schéma de traitement mis en œuvre.

Ce mémoire est composé de deux parties :

- **Partie bibliographique :**

Cette partie se compose de deux chapitres : le premier présente des généralités sur les différents procédés de traitement des effluents industriels dans le secteur pétrolier. Le deuxième chapitre aborde une description de l'unité de traitement des eaux huileuse.

- **Partie expérimentale :**

La deuxième partie décrit, d'une part les analyses essentielles réalisées pendant notre période de stage caractérisant la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité de traitement des eaux huileuse API, et d'autre part la discussion et l'interprétation des résultats obtenus.

Chapitre I.

*Traitement des effluents industriels dans le
secteur pétrolier*

I. Traitement des effluents industriels dans le secteur pétrolier

Les eaux huileuses représentent la pollution la plus importante rencontrée dans l'industrie des hydrocarbures.

La contamination des eaux par les huiles et les hydrocarbures se rencontre à tous les stades de l'industrie du pétrole, depuis les puits jusqu'au transport par tankers, elles sont de natures différentes et proviennent 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 huileuses ouverts des pluies et lavages [2]

Ces eaux résiduares issues de l'industrie pétrochimique nécessitent d'une manière très générale quatre types d'actions dans leur traitement :

- Prétraitement.
- Traitement primaire : une épuration physico- chimique.
- Traitement secondaire : traitement biologique.
- Traitement d'affinage [3]

I.1. Prétraitement

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement comportant un certain nombre d'opérations physiques ou mécaniques. Il est dessiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments, dont la nature où la dimension constituerait un gêne pour les traitements ultérieurs [4]. Les opérations de

prétraitement peuvent comporter un dégrillage, dessablage et décantation (dégraissage déshuilage). Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels.

I.1.1. Dégrillage

Il permet de filtrer les objets ou les détritiques 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 [3].

Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : le pré dégrillage (de 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (de 10 à 30 mm) et enfin le dégrillage fin (les barreaux sont espacés de moins de 10 mm) [5].

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 [3].

I.1.2. Dessablage

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

I.1.3. Décantation (Déshuilage, dégraissage)

Procédé d'enlèvement des matières solides décantables en suspension dans l'eau. Cette méthode fondée sur le phénomène de sédimentation vise la séparation des particules en suspension dans un liquide, par dépôt sous l'action de leurs poids (décantation gravimétrique) ou de la force centrifuge (décantation centrifuge). Le phénomène de sédimentation peut se manifester différemment selon la concentration de la suspension, les caractéristiques propres des particules et les interactions possibles entre elles [6].

I.2. Traitement primaire (Épuration physico-chimique)

Cette épuration représente la phase de traitement intermédiaire entre le déshuilage et l'épuration biologique. Les effluents à traiter contiennent encore des hydrocarbures en émulsion fine (30 à 100 mg/l), des matières colloïdales ou en suspensions et des métaux dissous ou en suspension.

Les objectifs attendus de l'épuration physico-chimique est d'abord d'éliminer les HC insolubles jusqu'à des teneurs résiduelles admissibles de 2 à 30 mg/l suivant les législations et les méthodes. Ensuite assurer plusieurs opérations importantes, conjointes et nécessaires soit pour un rejet direct, soit pour alimenter l'épuration biologique.

- Elimination des résidus d'HC ayant échappés au déshuilage.
- Neutralisation du pH.
- Précipitation des métaux lourds toxiques.
- Clarification des eaux en éliminant les matières colloïdales en suspension [7].

I.2.1. Coagulation – Flocculation.

L'opération de coagulation-flocculation a pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de floccs par absorption et agrégation. Les floccs ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite [8], [9]. Le schéma qui illustre ce phénomène est présenté sur la figure I.1.

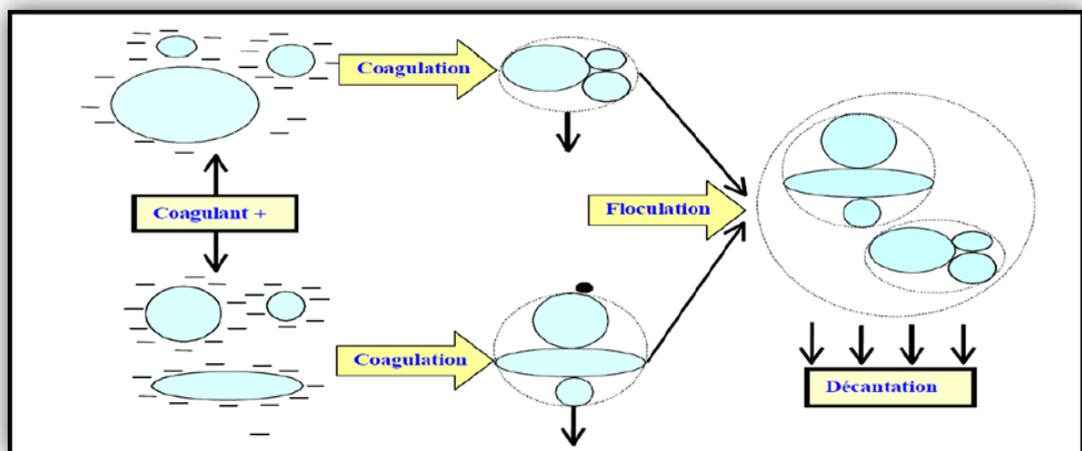


Figure I. 1 : Coagulation – flocculation [10].

I.2.1.1. Coagulation.

I.2.1.1.1. Définition : le mot coagulation vient du latin coagulare qui signifie « agglomérer ». La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif chimique permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable. Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée.

Elle demande aussi une dispersion immédiate du coagulant dans l'eau afin que les charges électriques des colloïdes soient déchargées uniformément. Cela permet aux particules de s'agglomérer et de décanter plus rapidement [3], [9].

I.2.1.1.2. Les coagulants : produits m ou organiques utilisés afin de favoriser la coagulation des colloïdes contenus dans l'eau à traiter. Ils doivent vérifiés dans la mesure du possible les critères suivants :

- cation trivalent.
- Non toxique.
- Insoluble dans un pH relativement neutre [6].

Les coagulants les plus efficaces sont des sels de métaux, à bases d'aluminium ou de fer [12]. Ils sont cités dans le tableau I.1.

Tableau I. 1 : Dérivés des sels d'aluminium et de fer [12].

<i>Sels d'aluminium</i>	<i>Formule chimique</i>	<i>Sels de fer</i>	<i>Formule chimique</i>
Sulfate d'aluminium	$Al_2(SO_4)_3$	Sulfate ferrique	$Fe_2(SO_4)_3$
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3$	Chlorure ferrique	Fe_2Cl_3
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Sulfate ferreux	$FeSO_4$

I.2.1.1.3. Les particules colloïdales

Les particules colloïdales sont caractérisées par deux points essentiels : d'une part, elles ont un diamètre très faible (de 1 μm à 1 nm) comme le montre la figure I.2- d'autre part, elles ont la particularité d'être chargées électro négativement, engendrant des forces de répulsions inter colloïdales. Ces deux points confèrent aux colloïdes une vitesse de sédimentation

extrêmement faible (que l'on peut même considérer comme nulle dans le cadre du traitement de l'eau).

La coagulation est un procédé permettant, en deux temps, de s'affranchir de cette absence de sédimentation. Cette technique permet de s'attaquer aux deux caractéristiques mentionnées précédemment rendant impossible une élimination naturelle des particules colloïdales.

Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent de l'érosion du sol, de la dissolution de substances minérales et de la décomposition de matière organique. A cet apport naturel, s'ajoutent les eaux d'égouts domestiques, industriels ou agricoles. En général, la turbidité est causée par des particules de matière inorganique, alors que la couleur est imputable aux particules de matière organique et aux hydroxydes de métaux [6].

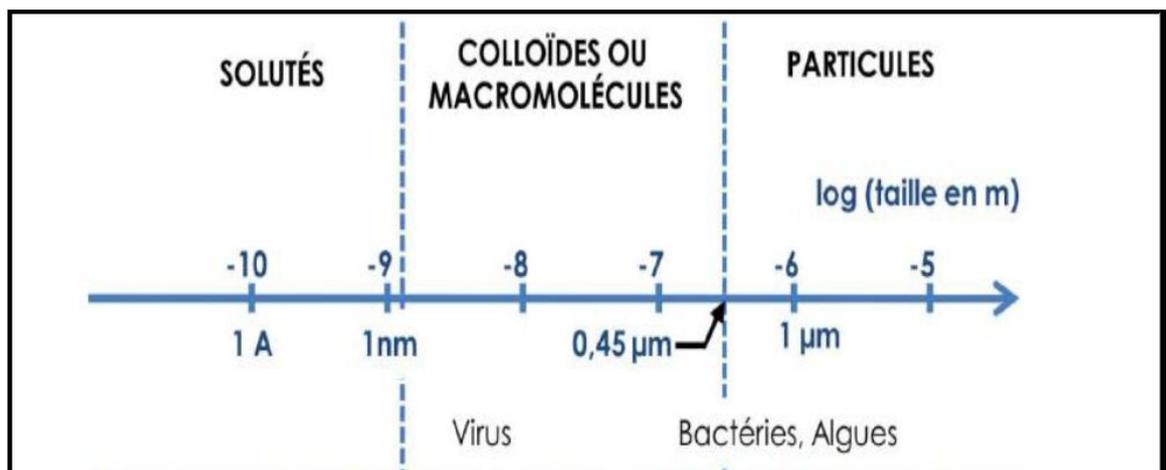


Figure I. 2: Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l'environnement [10].

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) [3] comme s'est indiqué dans la figure I.3.

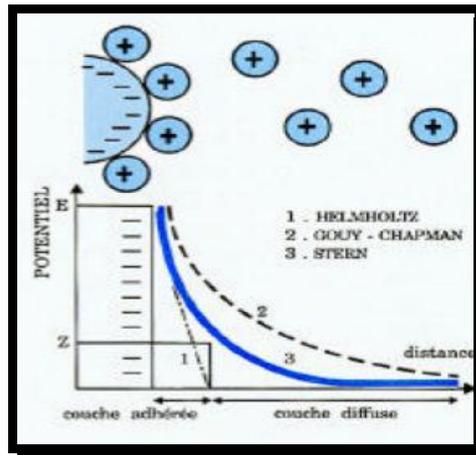


Figure I. 3 : Structure des colloïdes «théorie de la double couche » [3].

Potentiel Zéta : le potentiel Zéta se situe à la limite extérieure de la couche liée. C'est ce potentiel qui persiste lorsque la particule se déplace. Le PZ est important car il définit le comportement électrocinétique des particules et par voie de conséquence leur stabilité dans la solution. L'annulation du PZ est l'objectif de la coagulation. Cela permet de déstabiliser les particules et de favoriser leurs agglomérations. On déduit donc que l'élimination des colloïdes passe par l'annulation du PZ afin d'annuler les forces de répulsion [6].

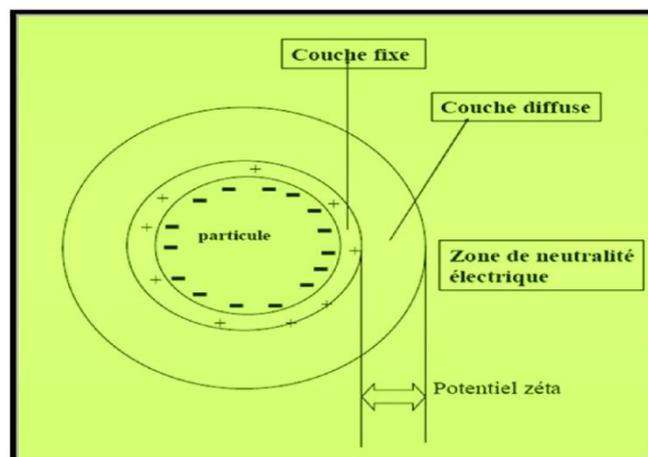


Figure I. 4 : Potentiel zéta [6].

I.2.1.1.4. Mécanismes de déstabilisation des particules colloïdales : Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leur agglomération :

1. Compression de la double couche
2. Adsorption et neutralisation des charges

3. Emprisonnement des particules dans un précipité
4. Adsorption et pontage entre les particules [13].

Ces quatre mécanismes sont décrits brièvement ci-dessous.

- ❑ **Compression de la double couche** : l'agglomération des particules peut être favorisée soit par la diminution du potentiel de répulsion entre les particules (augmentation de la force ionique), soit par l'augmentation de l'énergie cinétique [6].
- ❑ **Adsorption et neutralisation des charges** : le phénomène de rentabilisation pourrait s'expliquer par un surdosage de coagulant qui entraînerait l'adsorption de cations (issus du coagulant) et inverserait la charge des particules qui deviendrait positive [6].
- ❑ **Emprisonnement des particules dans un précipité** : l'ajout de coagulants qui sont des sels métalliques trivalents ($\text{Al}_2(\text{SO}_3)$ ou FeCl_3) permet d'obtenir un précipité nommé floc ($\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{Fe}(\text{OH})_3$) à pH neutre ou acide. Le floc formé emprisonnerait les particules négatives et les entraînerait durant l'étape de décantation [6].
- ❑ **Adsorption et pontage** : l'utilisation de polymères anioniques, cationiques ou non-anioniques possédant une masse moléculaire élevée et une longue chaîne permet l'adsorption d'un colloïde à une extrémité tandis que l'autre extrémité demeurera libre pour d'autres colloïdes formant ainsi des ponts entre les particules. Le phénomène de rentabilisation pourrait être observé s'il y a surdosage de polymère [6].

I.2.1.1.5. Paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation.

1. Le pH.

L'ajout d'un coagulant modifie souvent le pH de l'eau. En effet, une coagulation réalisée à un pH non optimal peut entraîner une augmentation significative du temps de coagulation [14].

2. La dose du coagulant.

Une dose de coagulant excessive entraîne une augmentation du coût d'exploitation, tandis qu'un dosage insuffisant conduit à une qualité de l'eau insuffisamment traitée [14].

3. La température.

Une basse température, entraîne une augmentation de la viscosité de l'eau, alors le floc se décante plus difficilement et a tendance à pénétrer plus profondément dans les filtres. La coagulation et la décantation du floc sont ralenties et la plage du pH optimal diminue. Pour éviter ces difficultés, une solution pratique consiste à changer de coagulant en fonction des saisons [14], [3].

4. La turbidité.

Dans une certaine plage de turbidité, l'augmentation de la concentration en particules doit être suivie d'une augmentation de la dose de coagulant. Quand la turbidité de l'eau est trop faible, on peut augmenter la concentration en particules par addition d'argile ou de la silice activée [14].

5. Les sels dissous.

Dans la coagulation et la floculation, les sels dissous dans une eau modifient la plage de pH optimal, le temps requis pour la floculation, la quantité de coagulant requis et la quantité résiduelle de coagulant dans l'effluent [3].

6. L'agitation

Au cours du mélange des produits chimiques lors de la coagulation et de la floculation, on procède au mélange rapide énergique et de courte durée (120 s) pour disperser les produits dans la totalité du volume d'eau [3] et au mélange relativement lent afin de favoriser la rencontre et l'agrégation des colloïdes mais sans détruire les floccs déjà formés

7. L'alcalinité

L'alcalinité naturelle de l'eau réagit avec l'alun pour former le précipité d'hydroxyde d'aluminium. Il faut donc un minimum d'alcalinité pour que l'alun agisse correctement et pour stabiliser le pH dans la plage optimale au cours de la coagulation dans les eaux de faibles alcalinités [13].

I.2.1.2. Flocculation.

I.2.1.2.1. Définition : 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 de contact entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion [10]. Une bonne flocculation est favorisée par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau
- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau
- L'emploi de certains produits appelés flocculant ou adjuvants de coagulation [3], [15].

I.2.1.2.2. Les flocculants (adjuvants de coagulation) : les flocculants ou les adjuvants sont, dans leur grande majorité, des polymères de poids moléculaire très élevé. Ces polymères emprisonnent les matières colloïdales agglomérées et forme ainsi des flocons volumineux qui se déposent par gravité. Ils peuvent être de nature minérale, organique naturelle ou organique [10].

Les adjuvants les plus communément utilisés sont : flocculants minéraux (la silice) ou des flocculants organiques (polymères à haut poids moléculaires) naturels tel que l'alginate extrait des algues marines ou synthétiques (polyélectrolytes anioniques, cationiques ou non ioniques) [3].

I.2.1.3. Décantation

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau.

Elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [3].

I.2.1.4. Flottation.

C'est une technique qui peut remplacer la sédimentation. C'est un procédé de séparation liquide-solide basé sur la formation d'un ensemble appelé attelage, formé de particules fines de densité plus légère que celle de l'eau.

Elle convient davantage aux eaux présentant une haute teneur en algues, une faible turbidité naturelle ou une forte coloration.

La flottation n'est pas aussi efficace que la sédimentation pour éliminer les particules et réduire la turbidité. Ce procédé est sensible à la température et affiche un piètre (négligeable) rendement par temps très froid [3].

II.3. Traitement biologique

C'est l'utilisation d' biomasse épuratrice 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 alimenté en effluent prétraité.

Dans ce bassin, le mélange eau brut plus floc (liqueur mixte) est brassé pour maintenir les boues en suspension et apporter l'oxygène nécessaire à la prolifération bactérienne. Pour un bon développement de floc bactérien, le substrat doit être équilibré, c'est à dire contenir les éléments de la nature vivante en particulier azote et phosphore assimilable

Une injection d'azote (sous forme d'urée) et de phosphore (sous forme d'acide phosphorique) est effectuée à l'entrée du bassin d'aération à l'arrivé de l'effluent à traiter.

Dans notre cas l'injection des biocides est nécessaire pour protéger les installations de surface contre la corrosion.

II.4. Traitement d'affinage

Les traitements d'affinage de l'eau font intervenir des procédés d'ozonation, de filtration sur charbon actif ou de filtration sur membranes (ultrafiltration ou nanofiltration).

L'affinage a pour effet l'oxydation et la biodégradation des matières organiques et l'élimination ou l'absorption de certains micropolluants. En outre, il améliore les qualités organoleptiques de l'eau (saveur, odeur, limpidité).

L'ozone, outre son grand pouvoir désinfectant (élimination des virus et des spores bactériennes), permet l'oxydation de certains micropolluants organiques (pesticides, composés aromatiques ...) et transforme les matières organiques naturelles (qui sont ensuite éliminées par le charbon actif biologique) en augmentant leur biodégradabilité.

Le charbon actif est un matériau poreux qui possède une très grande surface spécifique qui permet l'adsorption et la dégradation par voie microbiologique des matières organiques naturelles et des micropolluants organiques (notamment pesticides). L'utilisation de *membranes* présentant un seuil de coupure très faible (ultrafiltration ou nanofiltration) commence à être pratiquée en traitement d'affinage. Elles permettent de retenir des molécules de taille importante (ultrafiltration) à petite (ultrafiltration couplée à une injection de charbon actif en poudre, nanofiltration), comme les pesticides.

Chapitre II
Description du lieu
d'expérimentation

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

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 [16].



Figure II. 1 : Unité de traitement des eaux huileuse API- CINA [16].

Tableau II. 1 : Capacité actuel de l'unité de traitement des eaux huileuse API- CINA [16].

Produit	Provenance	Débit à la sortie de l'unité	Qualité de l'eau à la sortie unité	Destination
Eaux	- 8 séparateurs sur champs - OMP53 - Séparation - USS1	Design = 6000 m ³ /J Actuel = 2000 m ³ /J	-Teneur en HC = 10 ppm max -MES = 30 ppm max -O2 dissous = 50 ppb -BSR nulles	Eau traitée vers unité d'injection d'eau OMP53
Huile	- Bacs de stockage - Unité GPL - Stations de boosting - Stations de réinjection	40 m ³ /J.	Brut	Huile récupérée vers stockage de brut.

II.2. Caractéristiques des eaux traitées [17]

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 sulfato-réductrices : < 10 germes (état de traces)
- pH : Milieu neutre.

II.3. 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 :

- **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.
- **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.
- **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 [17].

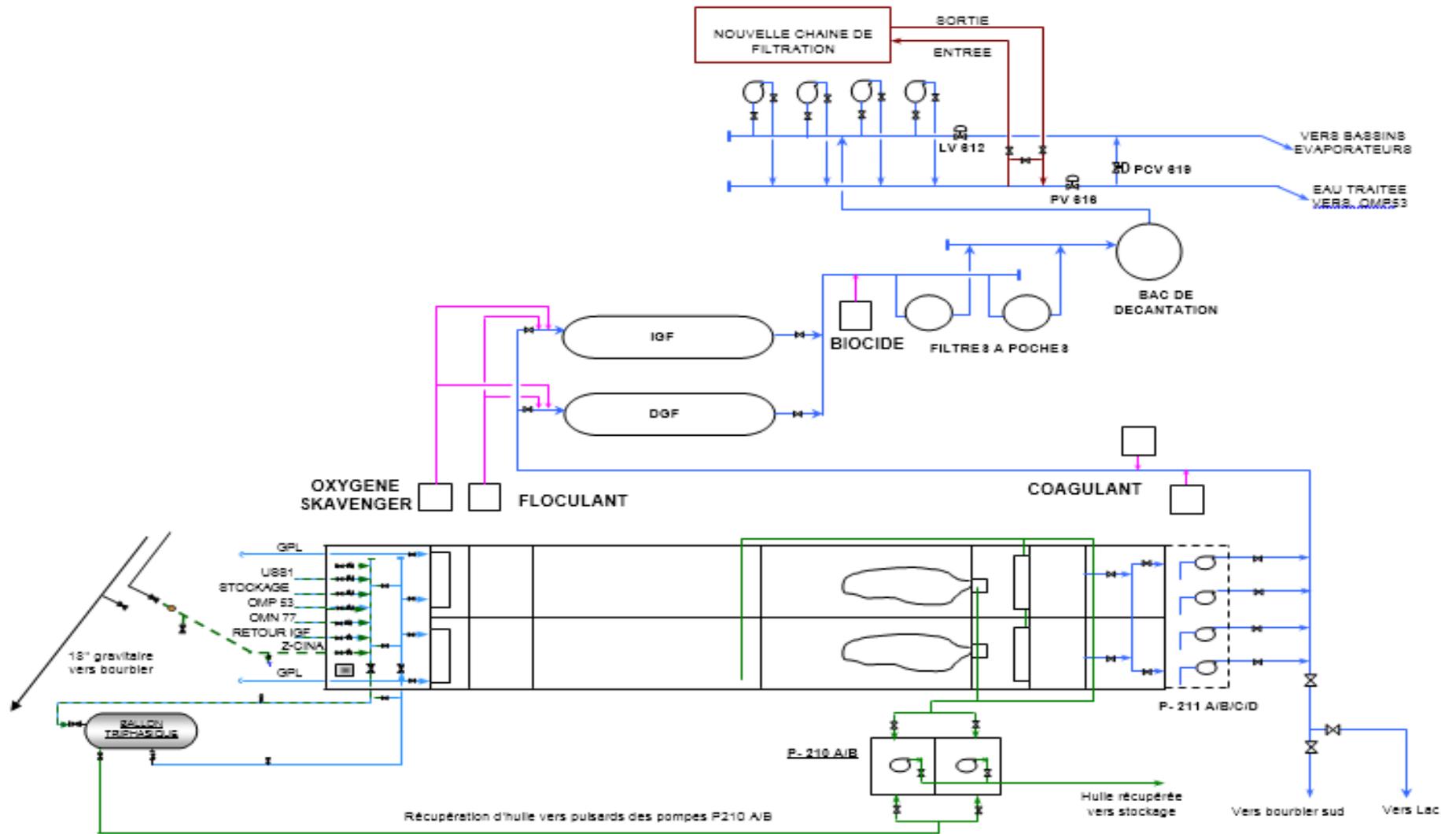


Figure II. 2 : Station de déshuilage API- CINA [17].

II.4. Description des installations

La station de déshuilage CINA est conçue pour :

- La collecte des eaux huileuses sur les différents sites (les champs satellites et des différentes unités du centre industriel) pour une capacité de traitement maximale de 6000 m³/j.
- Le traitement physico-chimique des eaux huileuses et la récupération de l'huile.
- L'expédition des eaux traitées vers la station satellite OMP53 [17].

La station est composée des équipements suivants :

Anciens équipements :

- ★ 02 bassins API
- ★ 02 Puisards d'eaux huileuses
- ★ 02 Puisards de transfert d'huile
- ★ 04 Pompes de transfert d'eaux huileuses
- ★ 02 Pompes de transfert d'huile
- ★ 01 Séparateur IGF
- ★ 04 Pompes d'expédition d'eaux traitées
- ★ 02 Bassins d'évaporation
- ★ 01 Poste de transformateur électrique moyenne tension et basse tension
- ★ 01 Sous-station électrique avec PLC
- ★ 01 Groupe électrogène de secours
- ★ 01 Système de protection anti-incendie à mousse
- ★ 01 Lot d'extincteurs [17].

Nouveaux équipements :

- ★ 01 Séparateur triphasique
- ★ 01 Séparateur DGF
- ★ 05 Skids de produits chimiques
- ★ 01 Réservoir d'eaux traitées
- ★ 02 unités de filtration à poches

- ★ 04 Détecteurs de gaz
- ★ 04 Gyrophares [17].

II .5. Fonctionnement des équipements

II.5.1 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 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 [17].



Figure II. 3 : Séparateur Tri-phasique [17].

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 [17].

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 [17].

Le séparateur tri-phasique possède les données dimensionnelles suivantes :

Tableau II. 2 : Dimensions du séparateur tri-phasique [17].

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>	<i>Unité</i>
Diamètre	2700	Mm
Longueur	7000	Mm
Niveau du liquide	1800	Mm
Pression opératoire	1.5	Bars
Température opératoire	42	°C

II.5.2 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 500 ppm 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 : 49,10 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 « skimmer à tambour oléophile » [17].



Figure II. 4 : Bassin API [17].

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 [17].

II .5.3 Puisards et pompes de transfert des eaux huileuses

II.5.3.1 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 [17].



Figure II. 5 : Puisard d'eau huileuse [17].

II.5.3.2 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.
- Largeur : 02,35 m.
- Profondeur : 02,10 m.

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 de détection et extinction de feu à mousse [17].



Figure II. 6 : Puisard d'huile [17].

II.5.4 Skimmers

II.5.4.1 Skimmer à tube oléophile

Les systèmes d'écumage en question ont été adaptés pour collecter les huiles de surface sur une distance de 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 [17].



Figure II. 7 : Skimmer à tube oléophile [17].

Grâce aux caractéristiques de la matière formant le tube, ce dernier 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 [17].

II.5.4.2 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 [17].



Figure II. 8 : Skimmer à tambour oléophile [17].

II.5.5 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 [17].

II. 5.5.1 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 (Oxygen 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 [17].



Figure II. 9 : Séparateur IGF [17].

Le procès 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 installé 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 [17].

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.

Le fuel gaz est introduit à travers un régulateur de pression fixé à 0.3 bars, d'autre part un évent de contrôle de pression permet de maintenir la pression opératoire dans l'intervalle déjà fixé. Les alarmes Haut et Bas sont indiquées en salle de contrôle.

L'huile récupérée de l'IGF est orientée à travers une vanne de contrôle temporisée «MOV-610 » vers le séparateur triphasique pour retraitement [17].

II.5.5.2 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) [17].

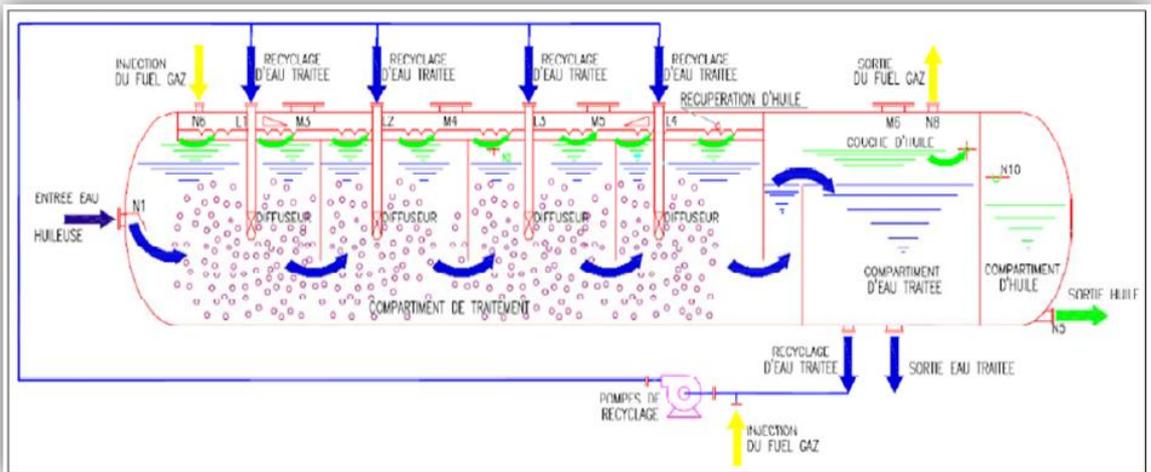


Figure II. 10: Séparateur DGF [17].

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 [17].

II.5.6 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 flocculant) 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 FLOCCULANT
- ❖ Réducteur d'oxygène (Oxygène scavenger) : Injecté dans le skid Oxygen scavenger
- ❖ Bactéricide : Injecté dans le skid BIOCIDÉ 1
- ❖ Bactéricide : Injecté dans le skid BIOCIDÉ 2

Ces produits ont été injectés dans les skids suivants :

- ❖ Skid 1 = Pour injection de coagulant
- ❖ Skid 2 = Pour injection de coagulant (skid redondant)
- ❖ Skid 3 = Pour injection de flocculant
- ❖ Skid 4 = Pour injection du réducteur d'oxygène (Oxygène scavenger)
- ❖ Skid 5 = Pour injection du biocide [17].



Figure II. 11 : Skids d'injection des produits chimiques [17].

Chaque skid est composé de :

- Un réservoir de stockage du produit chimique de type circulaire vertical en acier inoxydable et de capacité 1000 litres.
- 03 pompes doseuses d'injection.
- Un agitateur.
- Des conduites et piping de connexion en acier inoxydable.
- Une soupape de sécurité.
- Des indicateurs de pression.
- Un indicateur de niveau à ultrason [17].

II.5.7 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 [17].



Figure II. 12 : Schéma simplifié de filtre à poche [17].

II.5.8. Réservoir d'eau traitée

L'eau traitée sera stockée dans un réservoir cylindrique en acier revêtu en époxy, ayant les caractéristiques suivantes :

- Diamètre : 2200 mm
- Hauteur : 2400 mm
- Volume totale : 9000 litres

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, les instruments sont :

- 01 transmetteur de niveau.
- 01 indicateur de niveau à glace.
- 01 commutateur de niveau : permet de contrôler le niveau bas d'eau dans le réservoir afin d'éviter la marche à vide des pompes d'expédition [17].

II.5.9. 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 chaine de filtration composé des hydrocyclones (HC 101/102) et les filtres coalescers (FC-101/102) via une nouvelle station de pompage GA-110 A/B/C/D.
- L'eau traitée sortant de la chaine de filtration est envoyée vers le centre satellite OMP53 via une conduite en SVR de diamètre 12" qui sera relié au collecteur d'injection distant d'environ une vingtaine de km.
- 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 [17].

II.5.10. 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 118 m³/h, ces pompes fonctionnent en (3+1) trois pompes en service et 1 pompe en stand-by [17].

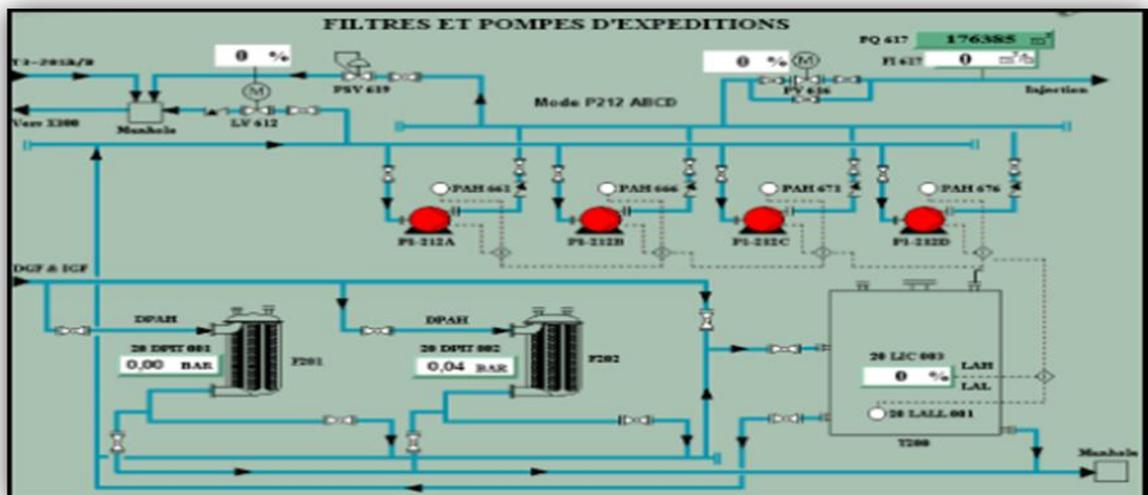


Figure II. 13: Pompes d'expédition des eaux traitées [17].

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 [17].

II.5.11. 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 où 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 où les pompes d'expédition sont à l'arrêt.

Les bassins évaporateurs dont les dimensions sont regroupées dans le tableau ci-dessous sont conçus pour recevoir la production de trois jours soit 24000 m³ d'eau traitée [17].

Tableau II.2 : Dimensions des bassins évaporateurs [17].

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



Figure II. 14 : Bassins d'évaporation [17].

Chapitre III
Matériels et méthodes

III.1. Equipement d'analyse pour le contrôle de la qualité des eaux

Les essais pratiques de ce travail ont été effectués au niveau de laboratoire UTBS (unité traitement brute sud) du service contrôle SONATRACH à Hassi Messaoud.

Tableau III. 1. Equipement d'analyse pour le contrôle qualité des eaux.

Paramètres de contrôle	Teneur en hydrocarbures	Teneur en MES	Ph
Méthodes d'analyse	Appareil OCMA-310 Horiba	Filtration sur papier filtre	pH mètre

III.2. Produits chimiques

III.2.1. Produits chimiques purs

Les fiches de données des produits chimiques actuellement employés sont présentées dans ce qui suit :

- **Silice activée (silicate de soude + acide sulfurique) : coagulant**

Tableau III. 2 : Propriété physico-chimique de silicate de sodium [18].

<i>Silicate de sodium</i>	
Nom commercial	SNa5 « silicate de sodium liquide »
Formule chimique	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Pourcentage : $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$	37 %
Densité relative	1,357 – 1383 kg /l
Viscosité	180 – 220

Tableau III. 3 : Propriété physico-chimique de l'acide sulfurique [18].

<i>Acide sulfurique</i>	
Nom commercial	Acide sulfurique
Formule chimique	H ₂ SO ₄
Teneur	96- 98%
Point de fusion	-15°C
Densité	1,84
Point d'ébullition	330°C

➤ **Kurifix « flocculant »**

Tableau III. 4 : propriété physico-chimique de Kurifix [18].

<i>Kurifix</i>	
Nom commercial	Kurifix CP 606
Formule chimique	C ₈ H ₁₅ NO ₂
Densité	0.945 g/cm ³
Point d'ébullition	187°C at 760mmHg

III.2.2. Préparation des réactifs

III.2.2.1. Préparation de coagulants : solutions de silice activée (Na₂O. SiO₂ +H₂)

En vue d'améliorer le processus de traitement appliqué au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses CINA - HMD, on a préparé 06 coagulants à base de silicate de sodium suivant les recommandations présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III. 5 : Conditions de préparation de coagulants (silice activée)

<i>Désignation du coagulant</i>	<i>Eau de préparation</i>	<i>Silicate de sodium</i> (% massique)	<i>Acide sulfurique</i> (% massique)
C ₁	Eau distillée	4	1,5
C ₂			2
C ₃			2,5
C ₄		5	1,5
C ₅			2
C ₆			2,5

➤ La réaction produite est :

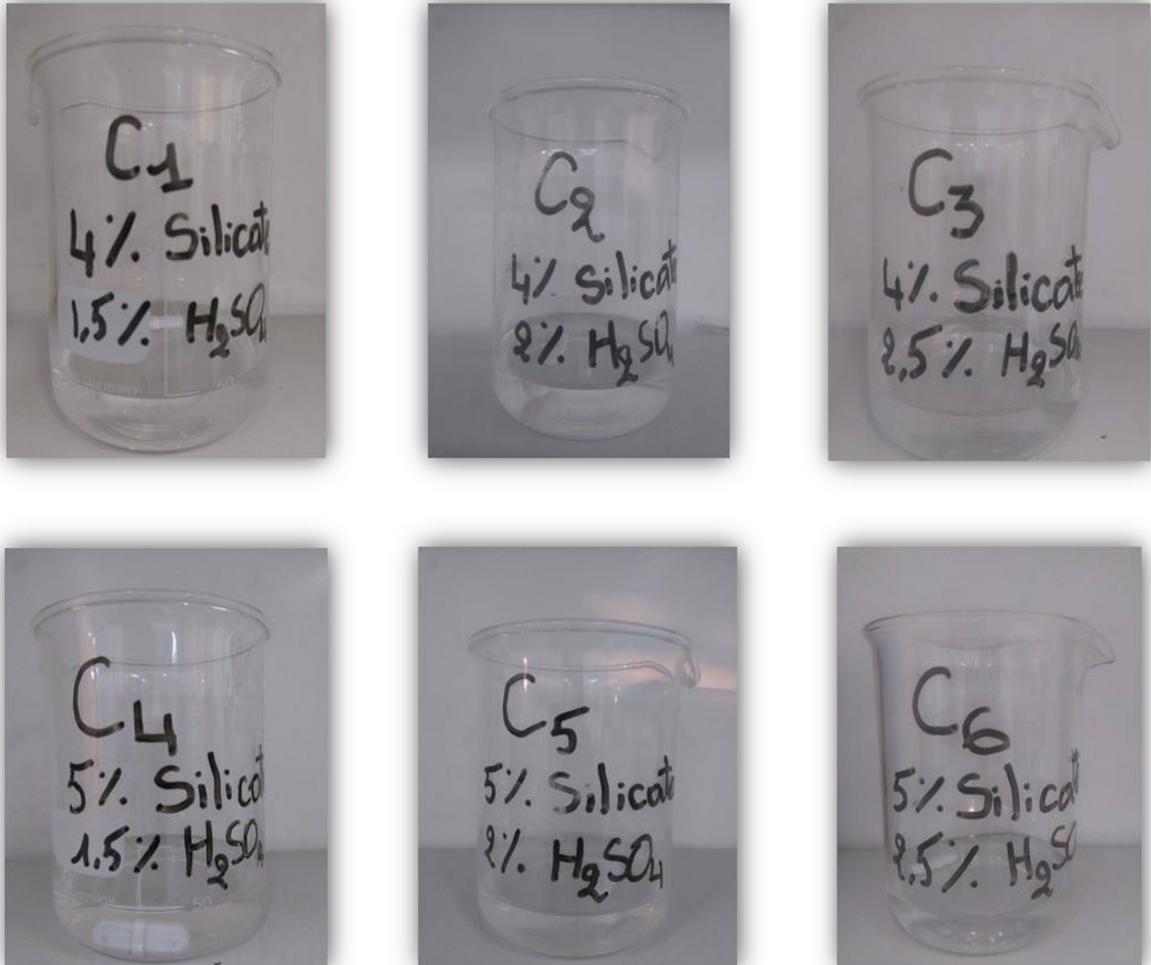


Figure III. 1: Les différents préparations de coagulants (silice activée)

III.2.2.2. Préparation du flocculant

La préparation du flocculant consiste en la dissolution d'un soluté solide (kurifix) dans l'eau

□ Matériels utilisés

- Balance analytique
- Spatule
- Verre de montre.
- Entonnoir.

- Fiole jaugée de 100 ml
- Agitateur magnétique et barreau aimanté

❑ Réactifs

- Kurifix (produit commercial)
- Eau distillée

❑ Mode opératoire

- 1- Peser une masse de 0,1g de Kurifix.
- 2- Introduire le solide dans une fiole jaugée de volume $V = 100$ mL en se servant éventuellement d'un entonnoir
- 3- Rincer le verre de montre et l'entonnoir avec d'eau distillée.
- 4- L'eau de rinçage doit couler dans la fiole jaugée.
- 5- Remplir la fiole jaugée environ aux $\frac{3}{4}$ avec de l'eau distillée.
- 6- Agiter pour accélérer la dissolution et homogénéiser la solution.
- 7- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- 8- Ajuster au trait de jauge avec une pissette d'eau distillée.
- 9- Mettre la fiole sur un agitateur magnétique afin d'accélérer la dissolution de soluté et homogénéiser la solution.

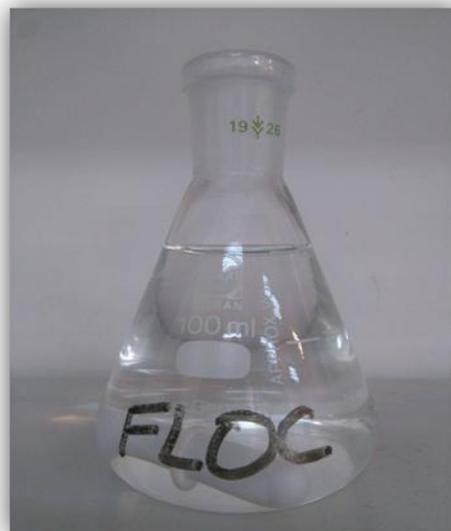


Figure III. 2 : Flocculant Kurifix

III.3. Échantillonnage

Dans ce travail, nous allons étudier l'influence du dosage des produits chimiques (coagulants et floculants) sur la qualité d'eau traitée pour une éventuelle réinjection. La vérification des valeurs optimums permet de produire une eau conforme aux spécifications exigées.

Les points de prélèvements choisis pour cette étude sont

- ❑ **Sortie Ballon Tri-Phasique** : l'échantillon d'eau à traiter est prélevé à la sortie du séparateur Tri-phasique de l'unité de traitement des eaux huileuses CINA (Centre Industriel nord de la Division Production SONATRACH-HMD) avant le passage aux bassins API



Figure III. 3: Échantillon prélevé à la sortie de Séparateur triphasique

- ❑ **Sortie IGF** : un échantillon de référence après traitement final par l'unité CINA a été prélevé et analysé au laboratoire afin de le comparer avec nos essais de traitement proposé.



Figure III. 4 : Échantillon prélevé à la sortie de DGF/ IGF

Les échantillons pris ont subi plusieurs analyses à fréquence quotidienne ou alternée durant un période de stage allant du 20 Février 2017 au 28 Mars 2017.

III.4. Techniques d'analyses

III.4.1. 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.

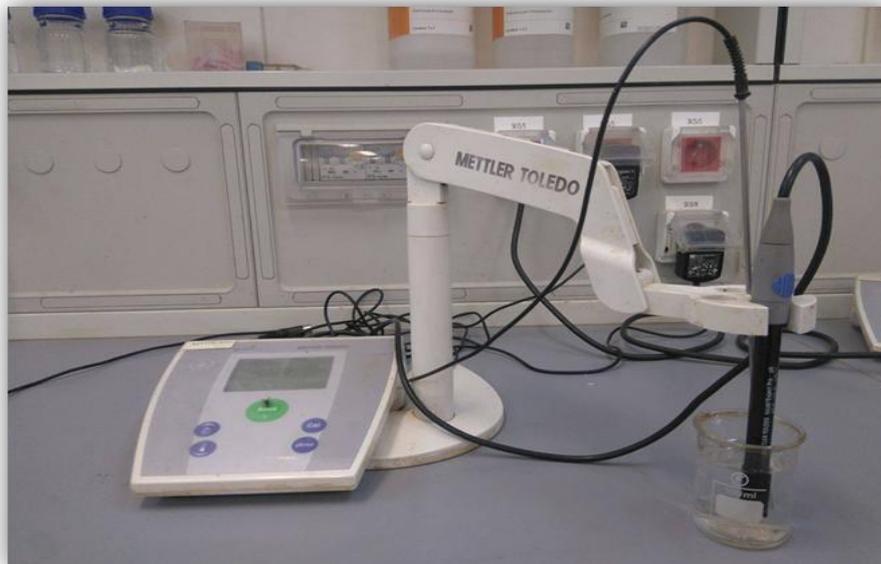


Figure III. 5 : Dispositifs de pH-mètre

III.4.2. 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 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. 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 III. 6 : Dispositif de filtration sous vide****❑ Mode opératoire [19] :**

- 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 **$0.45\ \mu\text{m}$** 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.
- 13- Détermination de la quantité de matières en suspension dans 100 ml d'échantillon :

$$q_{(MES)} = (m - m_0) \text{ mg}$$

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

$$Q_{(MES)} = (q \times 10) \text{ mg}$$

III.4.3. 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
- L'eau distillée
- Acide chlorhydrique (HCl)
- Solvant d'extraction S-316



Figure III. 7 : Appareil de mesure de la teneur en hydrocarbures HORIBA

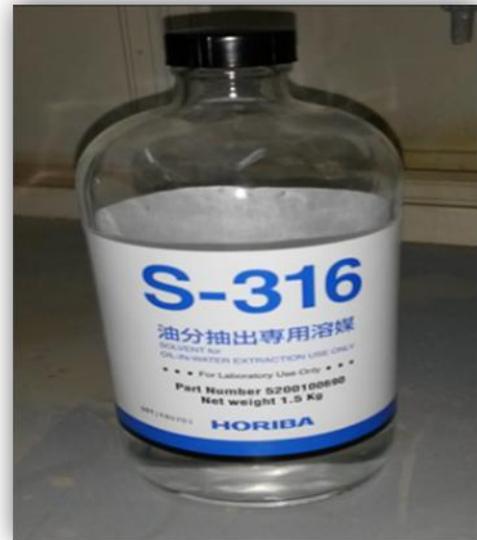


Figure III. 8 : Solvant S-316

☐ **Mode opératoire [20] :**

Plage de mesure : 0 à 200 mg / l

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.4.4. Détermination de la concentration optimale de coagulants

☐ Le jar test

Le Jar-test est une manipulation visant à déterminer, sur un échantillon donné, l'efficacité comparée d'un coagulant en fonction des doses injectées. Nous en déduisons la dose optimale nécessaire au traitement.

Il consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage permettant de les agiter tous à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu des doses différentes de réactifs et à la fin de l'expérience, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs / vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés.

☐ Principe de fonctionnement du Jar Test

Sur une série d'échantillons du même produit, nous injectons une dose variable de coagulant.

Il convient de préparer les doses de coagulant à l'avance et de l'injecter dans tous les échantillons en même temps.

- assurer une agitation intense (100,150 rpm) pendant 1 minute (afin de bien mélanger l'eau et que les colloïdes et les cations métalliques se rencontrent et se neutralisent)

- Réduire l'agitation à (25,30 rpm) pendant 15-20 minutes (afin de favoriser la rencontre et l'agrégation des colloïdes mais sans détruire les floccs déjà formés).

- Arrêter l'agitation.

- laisser les floccs se décanter pendant 45 minutes avant de déterminer par analyses les teneurs en HC, pH et MES.



Figure III. 9: Jar Test

III.5. Technique de traitement des eaux huileuses: coagulation, floculation et décantation

La détermination de la concentration optimale de la silice activée est réalisée selon le protocole suivant :

- 1- Prendre la même quantité d'échantillon dans 05 béchers de 800 ml (Jar Test)
- 2- Ajouter des doses croissantes 4ml, 8ml,12ml ,16ml, 20ml) de chacune des 06 solutions de coagulants précédemment préparées
- 3- Agitation intense (100,150 rpm) pendant 1 minute.
- 4- Après la réduction de l'agitation à (25,30 rpm) pendant 15-20 minutes. Ajouter 1 ml de kurifix
- 5- Cette agitation favorise la formation de floc.
- 6- Arrêt de l'agitation.
- 7- Sédimentation des floes de 30,45 minutes (Décantation).
- 8- Déterminer la concentration optimale en HC, MES et pH



Figure III. 10 : Les échantillons avant l'injection du coagulant.



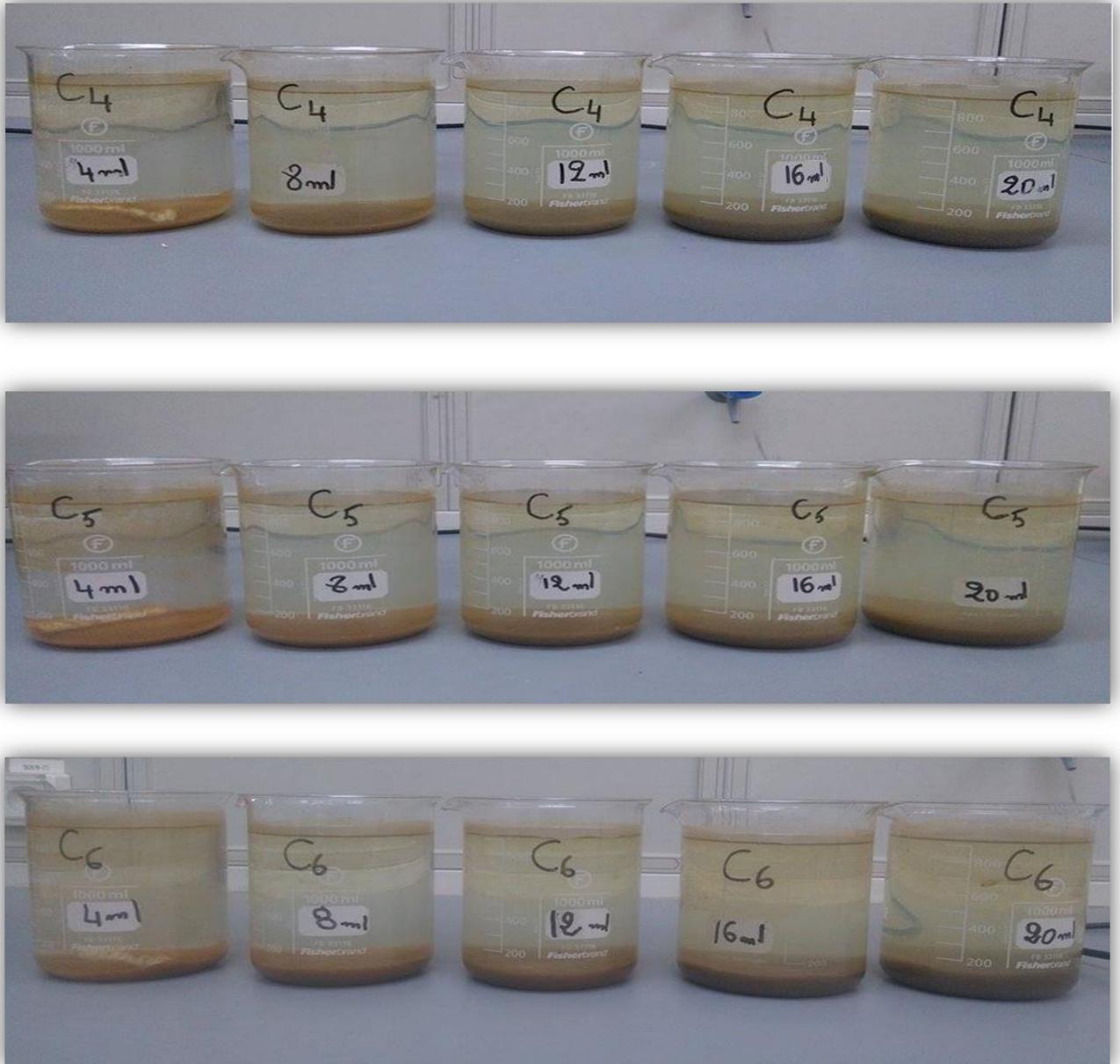


Figure III. 11: Influence de la concentration de la silice activée sur les eaux huileuses

(Les échantillons pendant la décantation - tests au laboratoire)

Chapitre VI

Résultats et discussions

IV.1. Caractéristiques des eaux huileuses

IV.1.1. Caractéristiques de la charge initiale (Echantillon de référence)

Des analyses préliminaires de la charge initiale ont été opérées pour déterminer le point de référence sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau IV. 1: caractéristiques de la charge initiale.

Les paramètres	pH	MES (ppm)	Teneur en HC (ppm)
		5,27	417

L'échantillon de référence est caractérisée par un pH légèrement acide, un taux de MES élevée et une teneur importante des hydrocarbures

IV.1.2. Caractéristique des eaux huileuses après traitement par UTEH - CINA

Les caractéristiques de l'eau après traitement par UTEH-SH-DP (sortie des séparateurs IGF/DGF) sont enregistrées dans le tableau VI.2

Tableau IV. 2: Caractéristique de l'eau traitée au niveau de l'UTEH – CINA

Les paramètres	pH	MES (ppm)	Teneur en HC (ppm)
		5,11	202

D'après le tableau ci-dessus on constate clairement que les eaux huileuses traitées au niveau de l'UTEH sont caractérisées par un pH acide et un taux de MES et HC qui sont toujours loin des normes imposés par l'entreprise (≤ 30 et ≤ 10 ppm) respectivement.

Ainsi, cette étude a été proposée afin d'augmenter le rendement de l'UTEH – CINA et normaliser les paramètres environnementaux à travers :

- La préparation de 6 nouveaux coagulants et un flocculant et l'étude de l'effet de leurs injections (manuelle /automatique) dans le procédé de traitement.

IV.2. Traitement des eaux par coagulation, floculation

Pour 6 préparations de coagulants, on a réalisé des essais sur jar test avec des doses croissantes qui varient de 4 ml à 20 ml pour trouver la dose optimale de chaque coagulant.

IV.2.1. Coagulant C₁

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₁ sur le procédé traitement sont présentés dans le tableau et la figure ci-dessous :

Tableau IV. 3: Influence de la dose du coagulant C₁ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	<i>pH</i>	<i>HC (ppm)</i>	<i>MES (mg/l)</i>
4	5,85	15,2	37
8	6,04	12	172
12	5,69	8,6	62
16	5,60	7,2	54
20	5,87	5,4	51

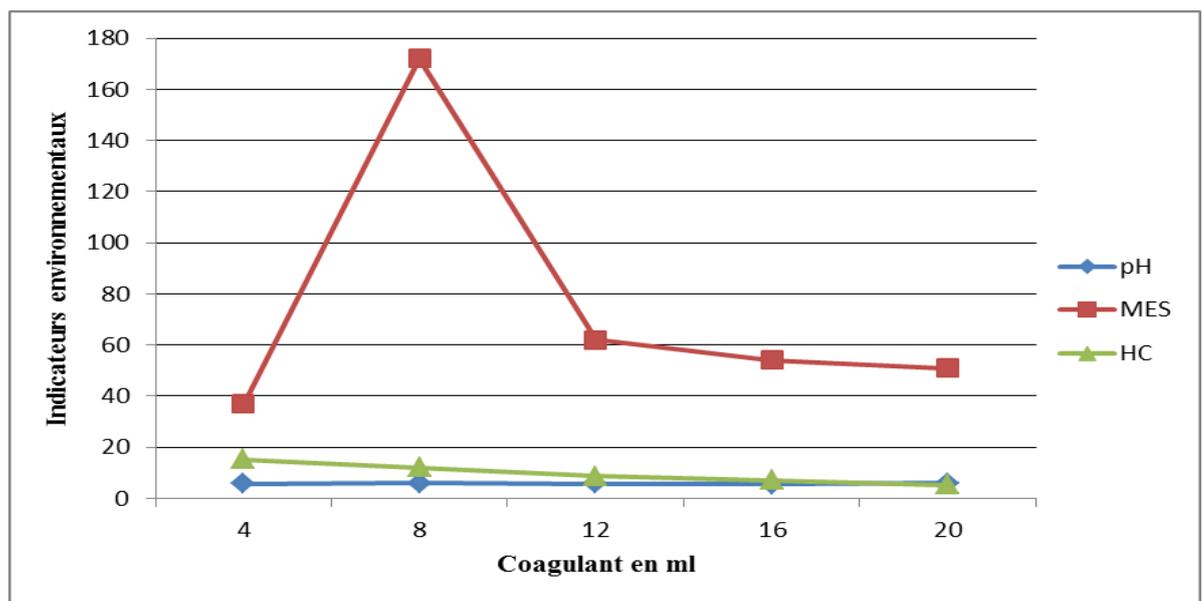


Figure IV. 1: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₁

La courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₁

- On remarque bien que l'addition de 8 ml de coagulant C₁ a provoqué l'augmentation de pH de 5,27 à 6,04

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 15,2 ppm et atteint les 5,4 ppm à 20 ml de coagulant C₁
- Une dose de 4 ml du coagulant C₁ génère une réduction du taux de MES de 417 à 37 ppm

IV.2.2. Coagulant C₂

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₂ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 4: Influence de la dose du coagulant C₂ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	<i>pH</i>	<i>HC (ppm)</i>	<i>MES (mg/l)</i>
4	5,36	18,6	56
8	5,62	11,1	52
12	5,70	7,4	57
16	5,81	8,4	69
20	5,82	7,1	63

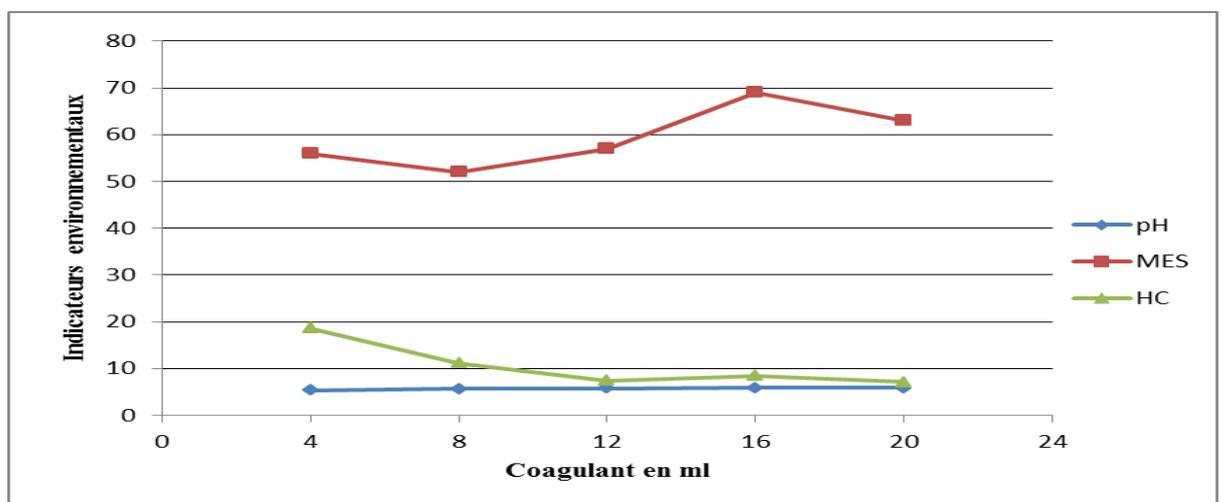


Figure IV. 2 : Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₂

La courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₂

- On remarque bien que les différentes doses du coagulant C₂ permettent d'augmenter le pH de 5,36 à 5,82

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 18,6 ppm et atteint les 7,1 ppm à 20 ml de coagulant C₁
- Une dose de 8 ml du coagulant C₂ génère une réduction du taux de MES de 417 à 52 ppm

IV.2.3. Coagulant C₃

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₃ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 5: Influence de la dose du coagulant C₃ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	pH	HC (ppm)	MES (mg/l)
4	5,87	25,2	59
8	6	14,8	56
12	5,86	14,5	61
16	6,11	11,7	45
20	6,11	13,3	77

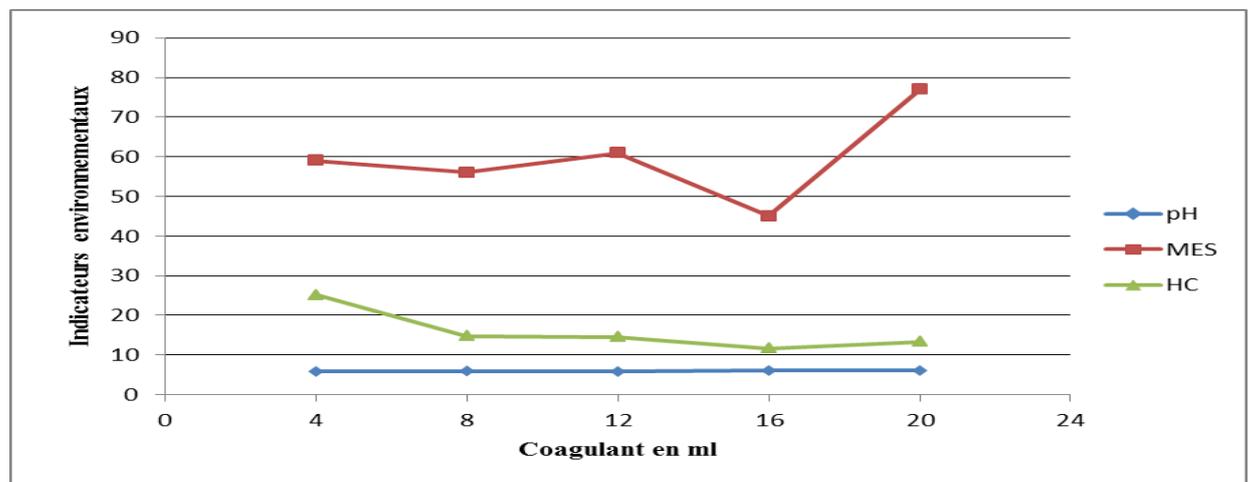


Figure IV. 3 : Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₃

La courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₃

- On remarque bien que l'addition de 8 ml de coagulant C₃ a provoqué l'augmentation de pH de 5,27 à 6,11

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 25,2 ppm et atteint les 11,7 ppm à 16 ml de coagulant C₃
- Une dose de 16 ml du coagulant C₃ génère une réduction du taux de MES de 417 à 45 ppm

IV.2.4. Coagulant C₄

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₄ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 6: Influence de la dose du coagulant C₄ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	pH	HC (ppm)	MES (mg/l)
4	5,95	12,3	58
8	5,84	7,6	59
12	5,88	6,5	157
16	5,88	5,6	65
20	5,84	5,8	87

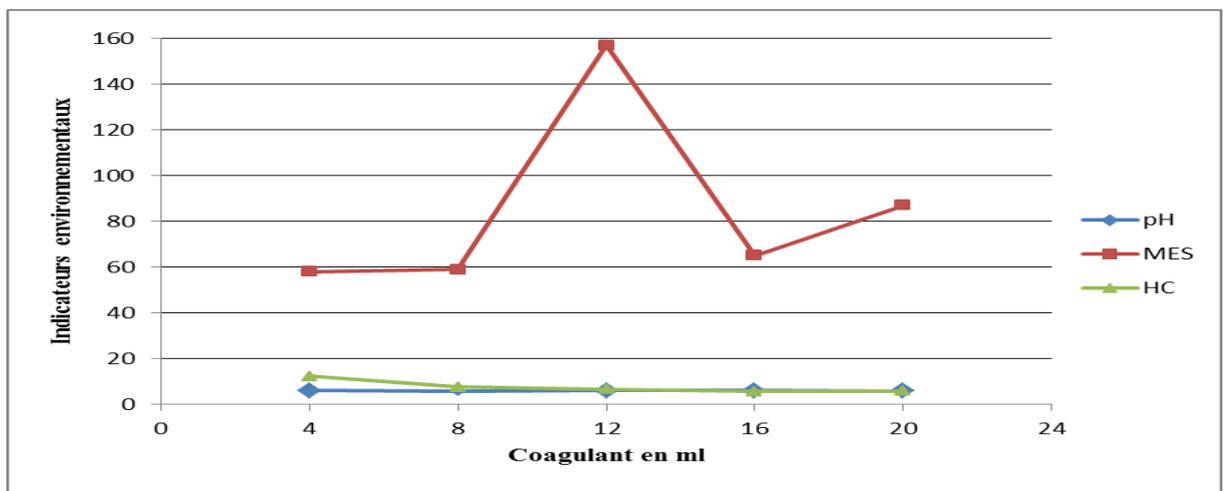


Figure IV. 4 : Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₄

La courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₄

- On remarque bien que l'ajout d'une dose de 4 ml de coagulant C₄ a provoqué l'augmentation de pH de 5,27 à 5,95

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 12,3 ppm et atteint les 5,6 ppm à 16 ml de coagulant C₄
- On remarque que l'addition d'une dose de 4 ml de coagulant C₄ a diminué le taux de MES de 417 à 58 ppm

IV.2.5. Coagulant C₅

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₅ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 7: Influence de la dose du coagulant C₅ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	pH	HC (ppm)	MES (mg/l)
4	5,80	14,7	46
8	5,68	9,7	40
12	5,58	5,4	43
16	5,91	5,1	37
20	5,69	8,1	50

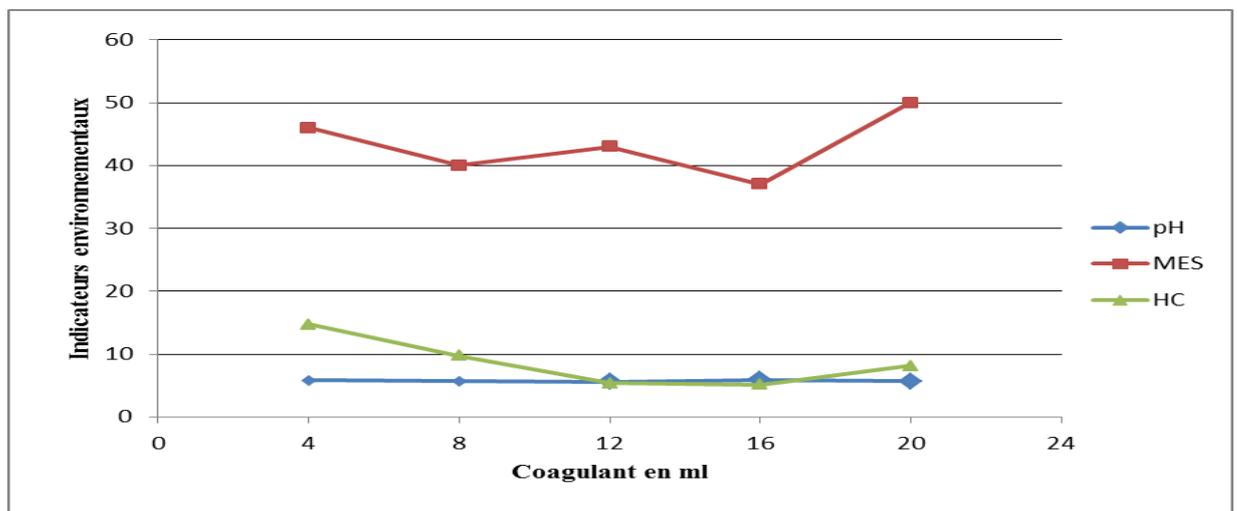


Figure IV. 5: Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₅

La courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₅

- On remarque bien que l'addition de 16 ml de coagulant C₅ a causé l'augmentation de pH de 5,27 à 5,91

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 14,7 ppm et atteint les 5,1 ppm à 16 ml de coagulant C₅
- Une dose de 16 ml du coagulant C₅ génère une réduction du taux de MES de 417 à 37 ppm

IV.2.6. Coagulant C₆

Les résultats relatifs à l'étude de l'influence de la dose du coagulant C₆ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 8: Influence de la dose du coagulant C₆ sur le procédé de traitement.

Dose (ml)	Paramètres		
	pH	HC (ppm)	MES (mg/l)
4	5,22	11,7	66
8	5,64	5,7	68
12	5,60	4,2	70
16	5,70	4,7	66
20	5,68	4,2	63

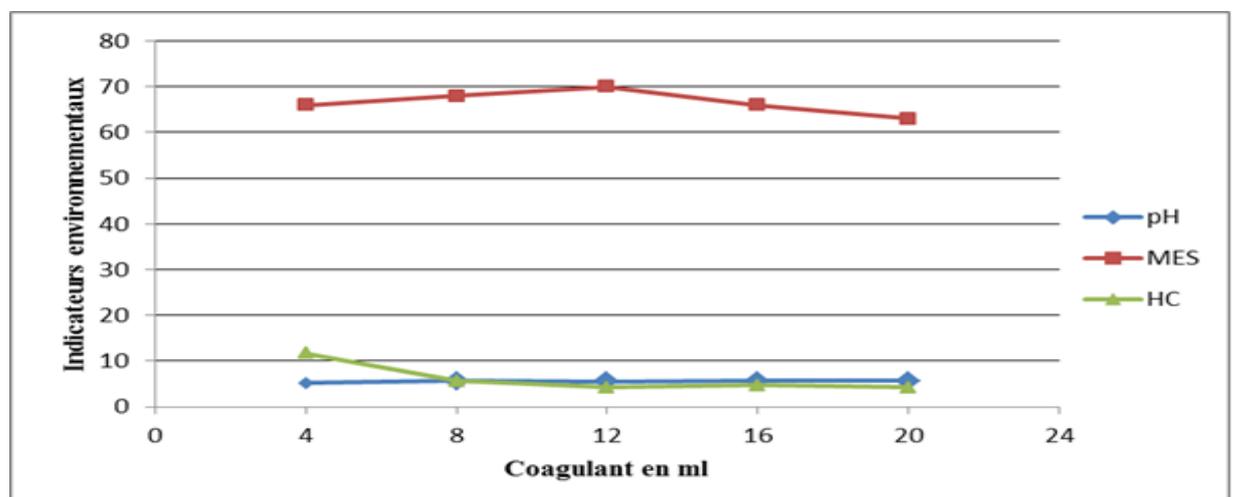


Figure IV. 6 : Evolution des indicateurs environnementaux en fonction de la dose du coagulant C₆

a courbe ci-dessus représente l'évolution de taux de MES, la teneur en hydrocarbure ainsi que le pH en fonction de la dose du coagulant C₆

- On remarque bien que l'addition de 16 ml de coagulant C₁ a provoqué l'augmentation de pH de 5,27 à 5,70

- On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de 4 ml du coagulant, la teneur en hydrocarbures a diminué de 11,7 ppm et atteint les 4,2 ppm à 12 ml et 20 ml de coagulant C₆
- Une dose de 20 ml du coagulant C₆ génère une réduction du taux de MES de 417 à 63 ppm

A travers cette analyse relative à chaque coagulant, on conçoit que :

- Pour chaque préparation, l'efficacité de traitement est dépend de la dose du coagulant comme le dévoile le tableau ci-dessous :

Tableau IV. 9: Récapitulatif sur les conditions optimale de traitement

		<i>pH</i>	<i>HC</i>	<i>MES</i>
<i>Dose optimale (ml)</i>	C₁	8	20	4
	C₂	20	20	8
	C₃	16	16	16
	C₄	4	16	4
	C₅	16	16	16
	C₆	16	12	20

- Les meilleurs résultats de traitement s'obtiennent lors de l'emploi du coagulant C₅ préparer par :
 - ☑ Une concentration de 5 % de silicate de sodium
 - ☑ Une concentration de 2 % d'acide sulfurique.

Les caractéristiques de l'eau ayant été traitée avec 16 ml du coagulant C₅ montre que les exigences environnementales imposées par l'entreprise sont atteintes pour tous les paramètres. Ainsi cette eau pourra être employée comme eau de réinjection.

IV.3. Procédure de préparation et d'injection de la silice activée

IV.3.1. Descriptions des méthodes de préparation et d'injection

IV.3.1.1. 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 IV. 10: 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 (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 totalement dans le réservoir du Skid de préparation et d'injection de la silice activée
		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

3	Prélèvement de l'acide sulfurique	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

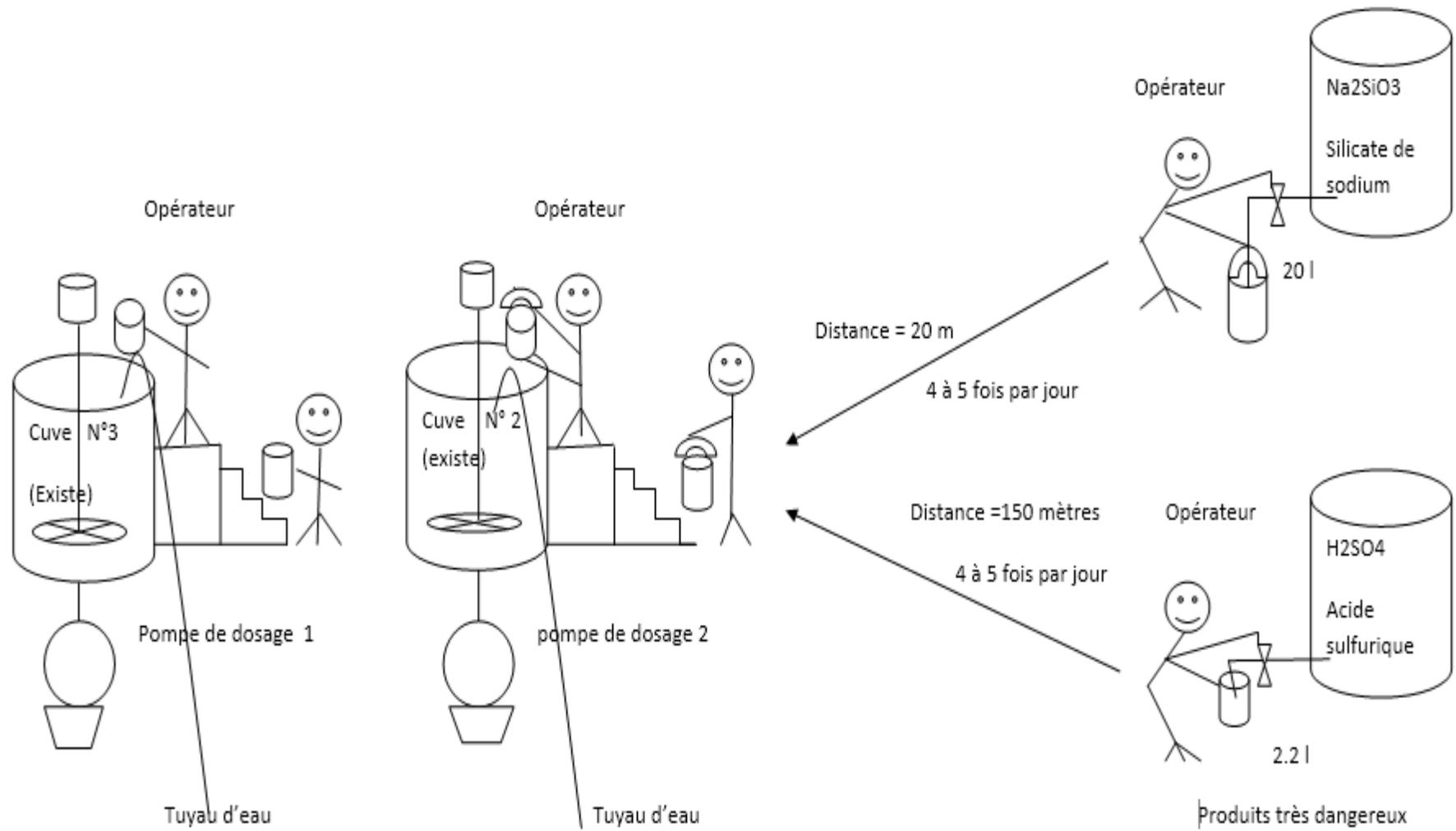


Figure IV. 7 : Méthode manuelle de dosage des produits chimiques [18].

Tableau IV. 11: Taux d'injection des Produits Chimiques [18].

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

IV.3.1.2. 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.

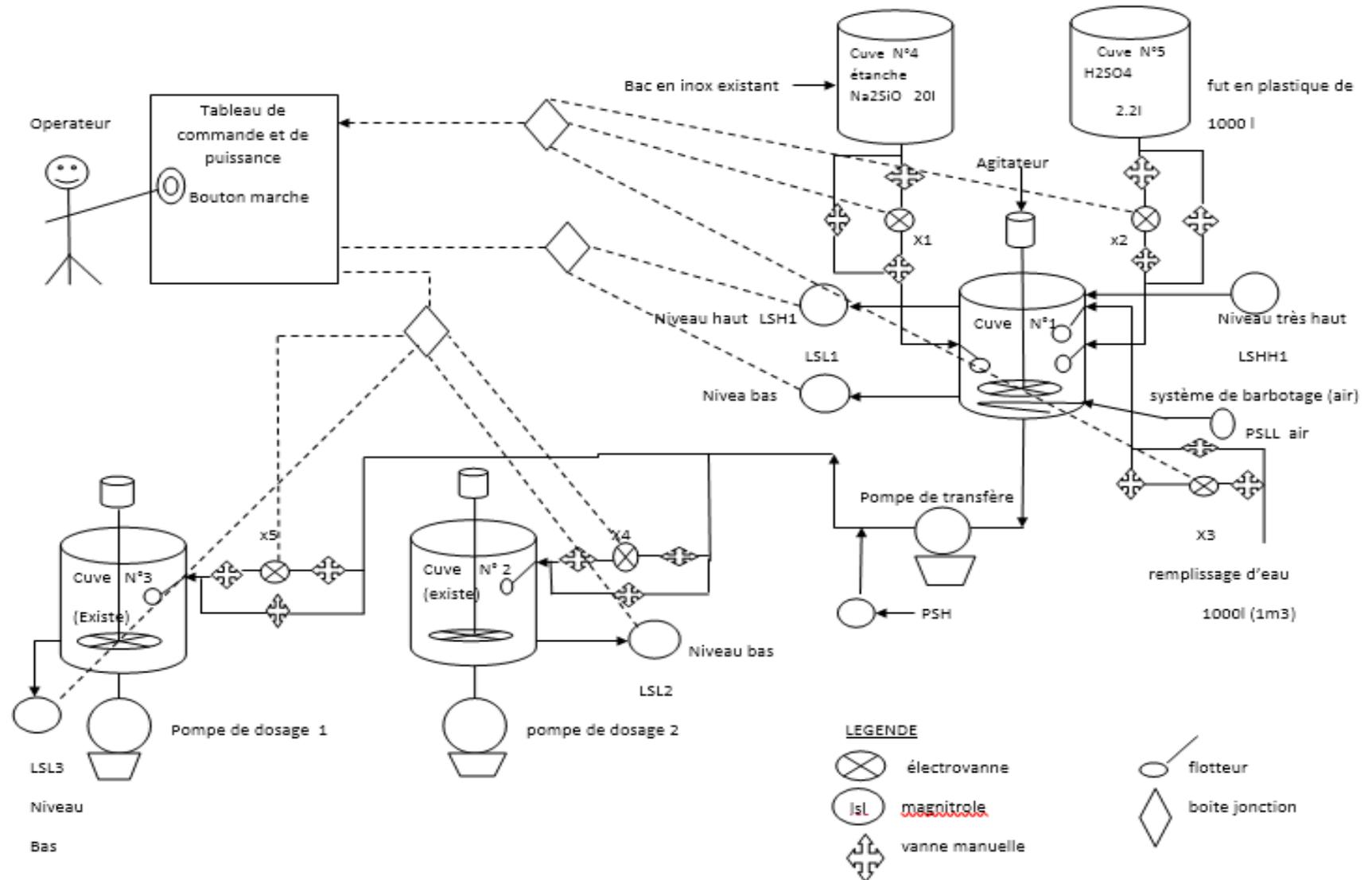


Figure IV. 8 : Schéma du procès du dosage automatique [18].

Tableau IV. 12: 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 en (litre/heure)	Débit d'injection de BIO 22 et BIO 125
1000 - 1500	41,7 – 62 ,5	400	80		
1500 - 2500	62,5 – 104,2	430	100	10	Fut 200 litre 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 dépendent :

- Le débit de l'eau huileuse.
- La qualité des eaux huileuses : la concentration en hydrocarbures et MES à l'entrée de la station.

IV.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 obtenus (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 process.
- pH : selon la maîtrise du procédé de traitement.

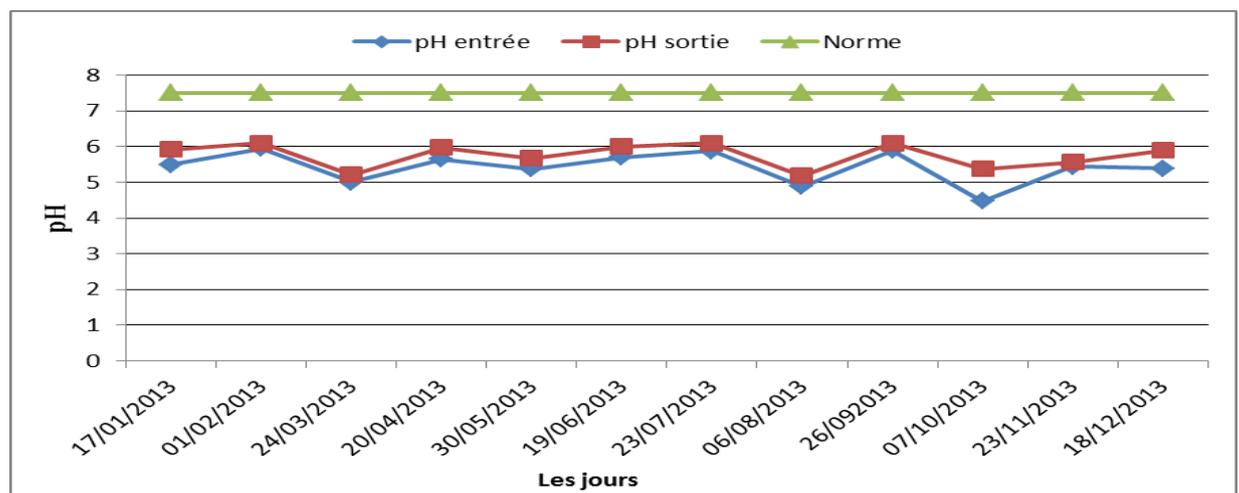
IV.3.2.1. La méthode de dosage manuelle

Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelle sont regroupés dans le tableau ci-après.

Tableau IV. 13: Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelle [21].

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	

L'évolution de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie (API) est commentée comme suit :

**Figure IV. 9: Évolution du pH à l'entrée et à la sortie de l'UTEH**

(méthode de dosage manuelle)

D'après les résultats on constate que la variation du pH à la sortie par rapport à l'entrée de l'unité API est légèrement faible, à l'entrée de l'unité les valeurs de pH sont comprises entre 4,47 et 5,95 tandis qu'à la sortie elles sont augmentées à 6,1 mais restent toujours hors la norme

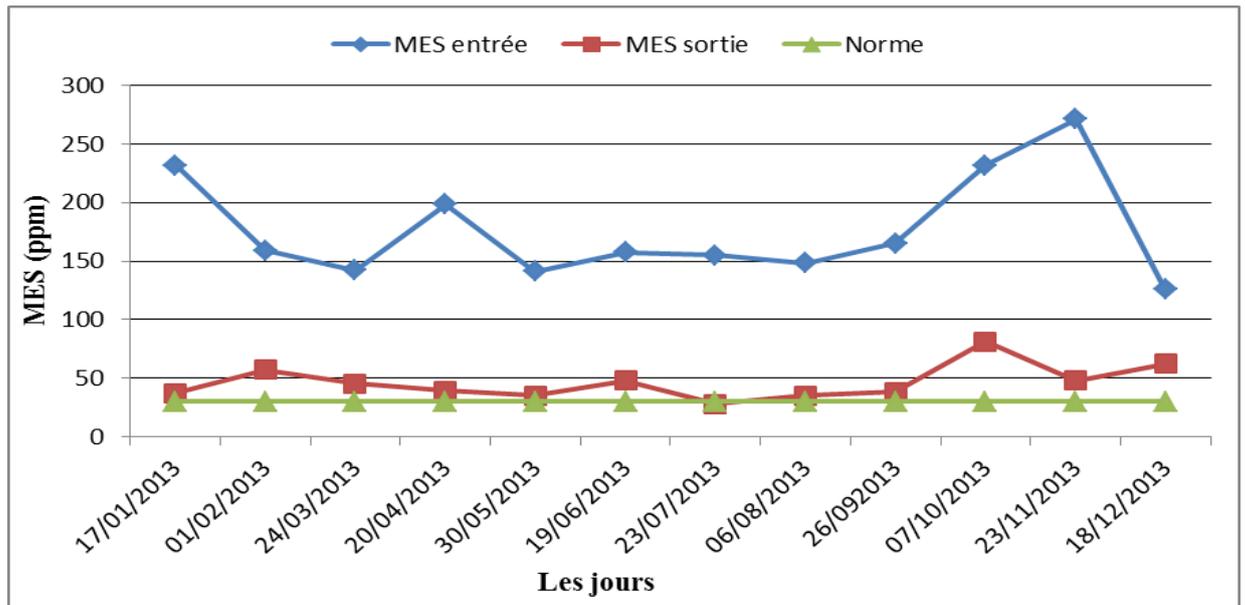


Figure IV. 10: Évolution de taux de MES en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage manuelle)

Nous avons remarqué d'après la figure (VI.10) que le taux des matières en suspensions à l'entrée de la station, ont atteint des valeurs de 271 ppm qui sont largement supérieures à la norme requise (30 ppm). A la sortie de la station, ces concentrations sont réduites jusqu'à 35 ppm 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.

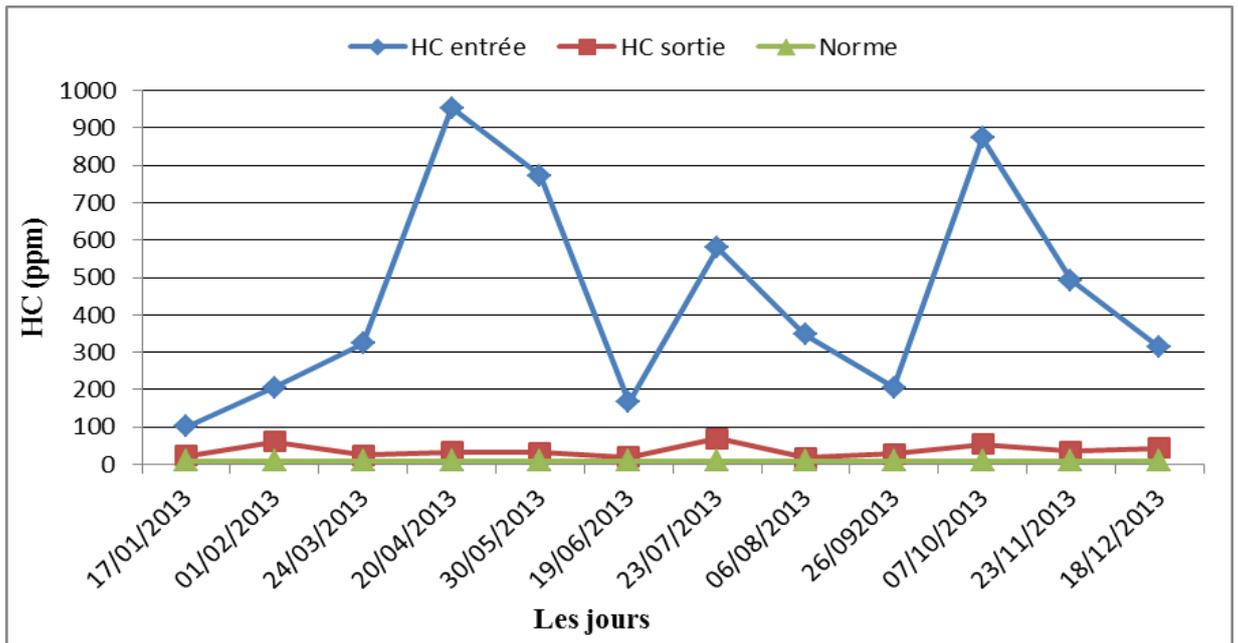


Figure IV. 11: Évolution de la teneur d'hydrocarbure en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage manuelle)

Les résultats obtenus montrent que les teneurs d'hydrocarbures présentes à l'entrée de la station de déshuilage, sont largement supérieures à la norme requise (10 ppm). La valeur maximale enregistrée à l'entrée de la station est de 952,8 ppm. En revanche l'eau à la sortie de la station contient toujours des traces des hydrocarbures avec une valeur minimale qui égale à 18 ppm.

IV.3.2.2. La méthode de dosage automatique

Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec la méthode de dosage manuelle sont regroupés dans le tableau ci-après.

Tableau IV. 14: Les résultats d'analyse des eaux huileuses avec le nouveau système de dosage automatique [21].

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	

L'évolution de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie (API) courant cette période sont comme suit :

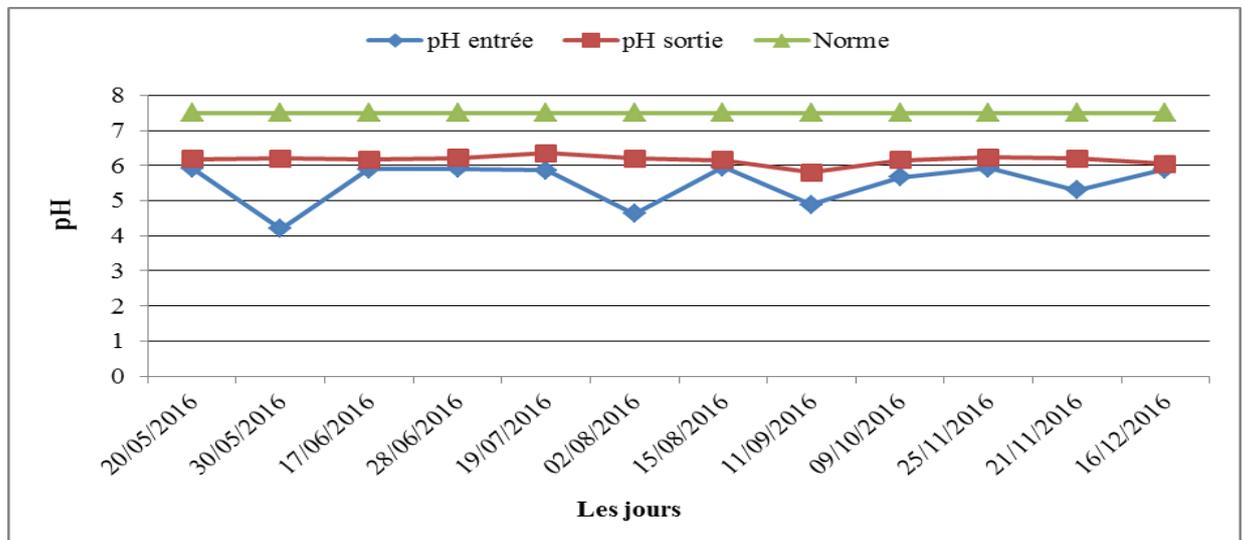


Figure IV. 12: Évolution du pH à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage automatique)

D'après les résultats obtenus représentant la variation du pH des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de l'API, on remarque qu'il y a une évolution importante de pH de l'ordre de 0,3. Les valeurs de pH à l'entrée de l'unité sont comprises entre 4,2 et 5,95 tandis qu'à la sortie de

l'unité, les valeurs de pH varient entre 5,8 et 6,35 avec une tendance vers la neutralisation et les limites de cette variation du pH qui se situe entre 6,5 et 8,5 généralement.

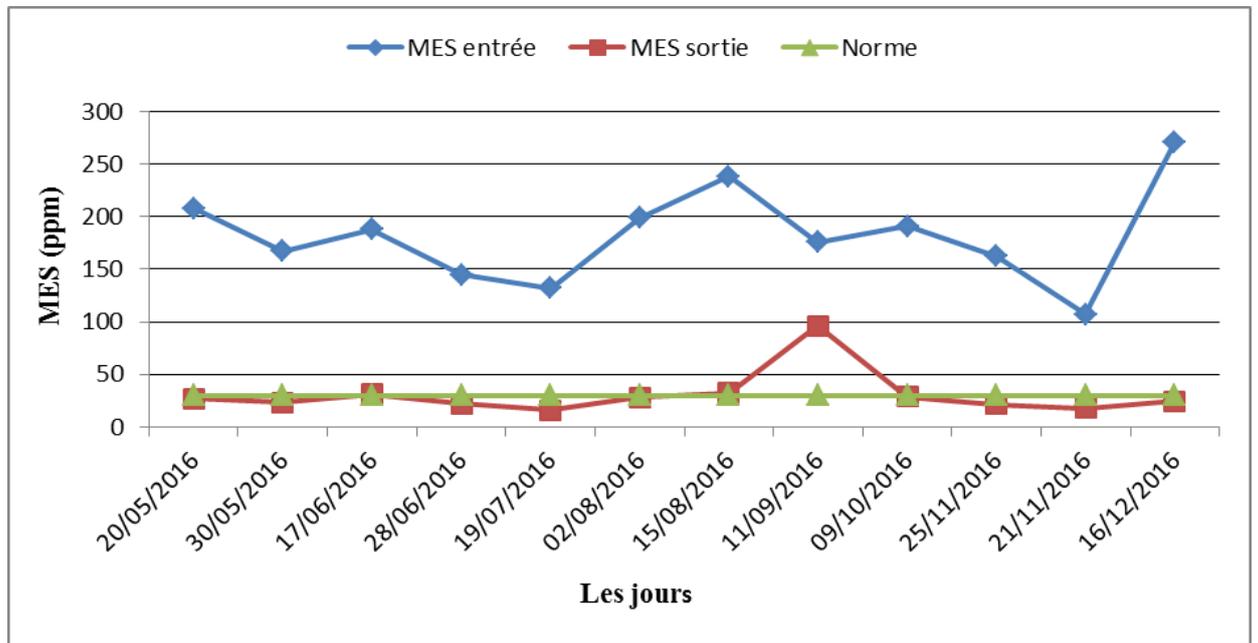


Figure IV. 13: Evolution de taux de MES en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage automatique)

Nous avons remarqué d'après la figure (VI.13), que les valeurs de taux d'élimination des matières en suspension à l'entrée de l'unité se situent entre 107 et 271 ppm, tandis qu'à la sortie elles sont diminuées jusqu'à 16 ppm et par conséquent répondent à la norme requise (30 ppm). En revanche, on remarque une augmentation jusqu'au 96 ppm dans le mois de septembre qui est du à une panne au système. Après réparation, on se retrouve une autre fois au voisinage des normes.

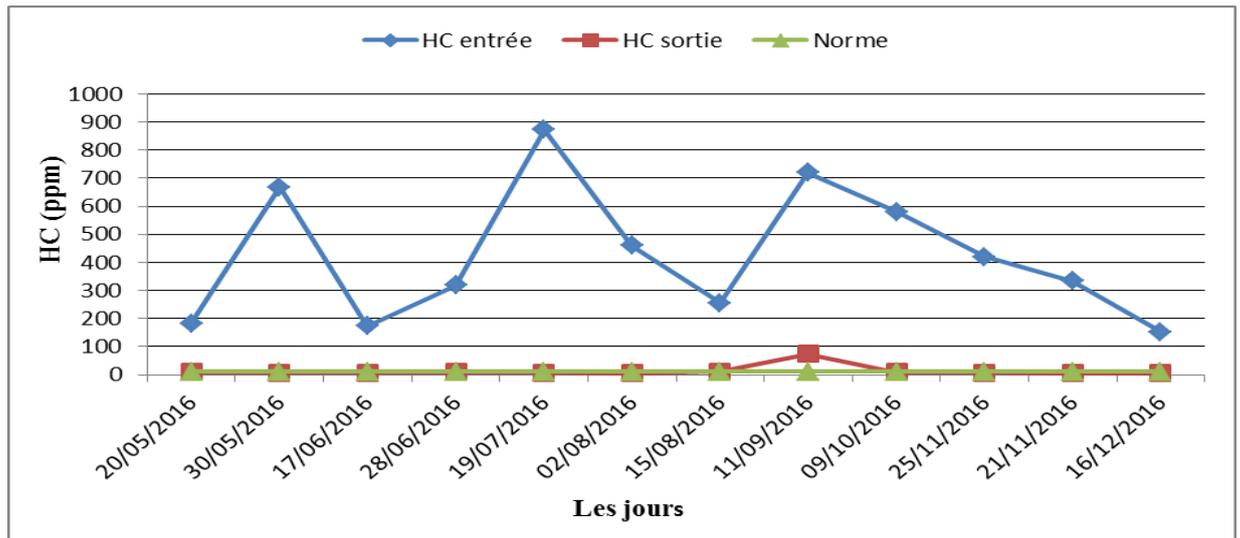


Figure IV. 14: Évolution de la teneur d'hydrocarbure en (ppm) à l'entrée et à la sortie de l'UTEH (méthode de dosage automatique)

Nous constatons d'après les résultats illustrés dans la figure (VI.14) que les teneurs des hydrocarbures à l'entrée de l'unité ont atteint des valeurs de 873,4 ppm qui sont largement supérieures à la norme requise (10 ppm). A la sortie de l'unité, ces concentrations sont réduites jusqu'à 5,2 ppm. En revanche, on remarque une augmentation jusqu'au 74 ppm dans le mois de septembre qui est du à une panne au système. Après réparation, on se retrouve une autre fois au voisinage des normes.

IV.3.2.3. Comparaison entre la méthode de dosage manuelle et le dosage automatique

Notre analyse comparative repose sur les deux méthodes de préparation de coagulant (silice activée) dont leurs descriptifs techniques ont été précédemment présentés.

La figure (IV.15) montre que les taux de traitement obtenus par le mode de dosage automatique sont nettement meilleurs que ceux obtenus par le mode de dosage manuel :

- On remarque que le taux de traitement des matière en suspension dans le methode de dosage manuelle est de 73,9 % tandis que au méthode de dosage automatique est de 83,1%
- Une augmentation de l'ordre de 5% entre le taux de traitement des hydrocarbures dans le dosage manuelle et le dosage automatique sont 91,7 et 96.9 % respectivement
- Le taux de traitement de pH dans le dosage avec la méthode automatique est important par rapport à la méthode manuelle avec 10,6 %

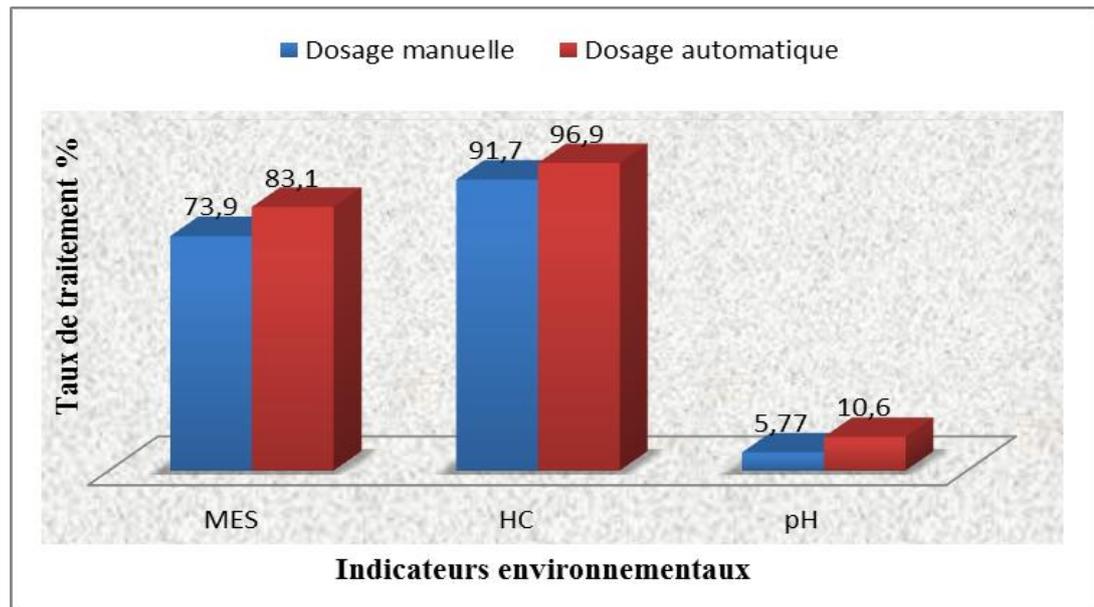


Figure IV. 15: Les taux de traitement relatifs à chaque mode de dosage

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...) restent 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

Le traitement des eaux huileuses pour la réinjection a pour objet de réduire le maximum des matières en suspensions et les hydrocarbures qu'elles portent pour les rendre conformes aux spécifications exigées

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation. La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, dans le but de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé consiste à l'injection et la dispersion de produits chimiques, appelés coagulants (Silice activée). La floculation a pour but de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un flocc qui pourra facilement éliminer par décantation.

A partir des résultats et discussions présentés, nous avons pu conclure que :

- ✓ Les eaux huileuses traitées au niveau de l'unité API CINA sont caractérisées par un pH légèrement acide, un taux de MES élevée et une teneur importante des hydrocarbures
- ✓ Les essais de traitement par coagulation - floculation/décantation ont montré que les six (06) coagulants utilisés permettaient de débarrasser l'effluent brut de sa matière en suspension, de diminuer sa teneur en hydrocarbure et d'augmenter son PH

- ☞ Augmenter le PH de 5,27 à 5,91
 - ☞ Réduire le taux de MES de 417 à 37 ppm
 - ☞ Réduire la teneur en hydrocarbure de 274 à 5,1 ppm
-
- ✓ Pour chaque préparation l'efficacité de traitement dépend de la dose du coagulant employé.
 - ✓ Le meilleur résultat de traitement est enregistré avec le coagulant C₅ préparé avec de l'eau distillée, une concentration de 5 % de silicate de sodium et une concentration de 2 % d'acide sulfurique.
 - ✓ la dose optimale de coagulant C₅ assurant un maximum de traitement correspond à 16 ml
 - ✓ le mode de dosage automatique donne une efficacité meilleure sur le schéma de traitement par rapport à l'ancienne méthode de dosage manuelle

En fin, on propose quelques recommandations et suggestions que nous jugeant utiles :

- La vérification continue de la préparation et de l'injection de la silice activée.
- La vérification continue de la préparation et de l'injection de Kurifix.
- Le nettoyage périodique du bassin de décantation API
- Le suivie instantanée des eaux huileuses entrée station.
- La vérification et le nettoyage des pompes et des circuits d'injection des produits chimique.
- Le drainage le ballon DGF ou L'IGF.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1] Journale officiel de la république algérienne n° 43, Dimanche 20 Jomada El Oula 1424
Correspondant au 20 juillet 2003
- [2] Anonyme, Total, le Process : les Eaux de Rejet, 2007, P.5
- [3] F. Mekhalif : reutilization des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, Mémoire de Magister, Université du 20 aout 1955, Skikda, 2009, PP.11 - 23
- [4] M. Sefraoui: Etude comparative sur le prétraitement des eaux de mer par ultrafiltration et coagulation floculation, Mémoire de Master en Hydraulique, Université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen , 2013
- [5] H. Zendagui : Etude sur la coagulation floculation décantation des eaux épurées de la station d'épuration Ain lhoutz, Mémoire de Master en Hydraulique, Université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2016, P.9
- [6] S. Necib: Valorisation et traitement des eaux huileuses dans l'industrie pétrolière. Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 2015, PP. 24 - 29
- [7] Anonyme, Séminaire traitement des eaux industrielles huileuses du 09 au 14 juin 2011 SH – HMD
- [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] H. Moulai Hadj: Etude de l'influence des particules argileuses sur traitement des eaux, Mémoire de Master, Université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2015, P. 19 - 36
- [12] L. CITEAU: « Etude des colloïdes naturels présents dans les eaux gravitaires des sols contaminés », Unité de science du sol, Versailles et INA-PG. 2004.

- [13] DESJARDINS.R : « Le traitement des eaux » 2ème édition, édition l'école polytechnique de Montréal, 1997.
- [14] M.H.ERNEST: « Dans fundamental problems instatistical mechanics ». Vol. VI. Edité par E. G. D. Cohen, Noeth Holland Publishing Company, Amsterdam, 1985.
- [15] Jean Paul. BEADRY: « Traitement des eaux. Les éditions le griffon d'argile ». Québec. Canada, 1984.
- [16] Anonyme, Descriptif des installations CIS et CINA de la direction régionale de Hassi Messaoud, 2004.
- [17] EPPM « Engineering procurement and Project Management », Mode Opérateur des Equipement de la Station de Déshuilage CINA a HMD, 2012.
- [18] Document de la bibliothèque API - CINA. 2016.
- [19] Anonyme : « Méthodes standards pour l'examen des eaux et eaux usées », édition 19, 1995.
- [20] Anonyme, Standard test method for oil and grease and petroleum hydrocarbons in water.
- [21] Analyses des eaux huileuses unité API – CINA.

Annexes

Annexe 1 :

Tableau (1) : La composition de fluide à l'entrée de séparateur tri-phasique.

Eléments	pourcentage molaire
N ₂	0,02
CO ₂	0,01
H ₂ O	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
Reste	1.22
Total	100

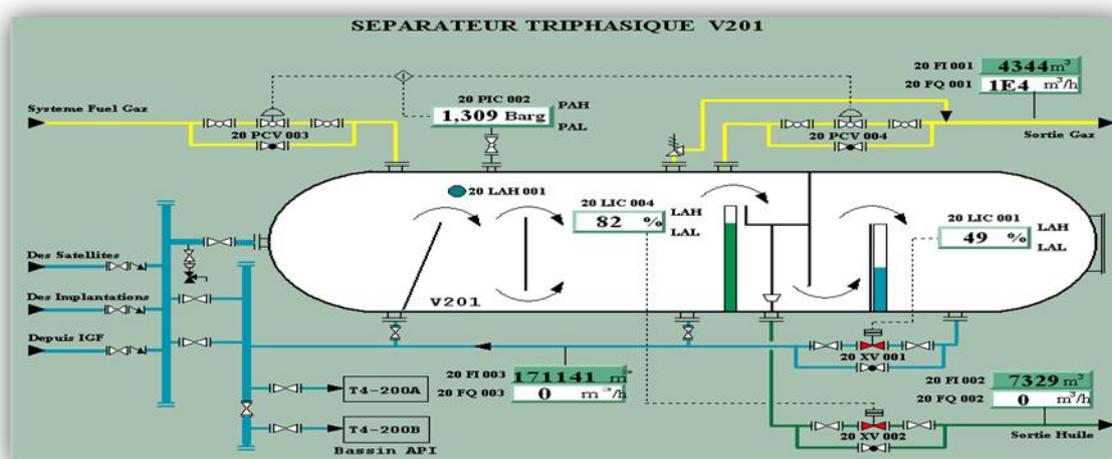
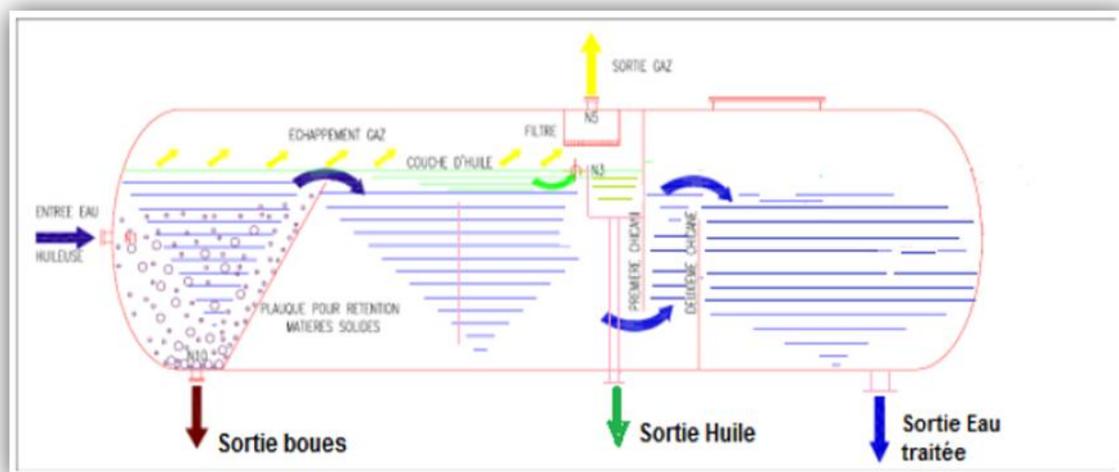


Figure (1) : Principe de fonctionnement de séparateur Tri-phasique.



Annexe 2 :

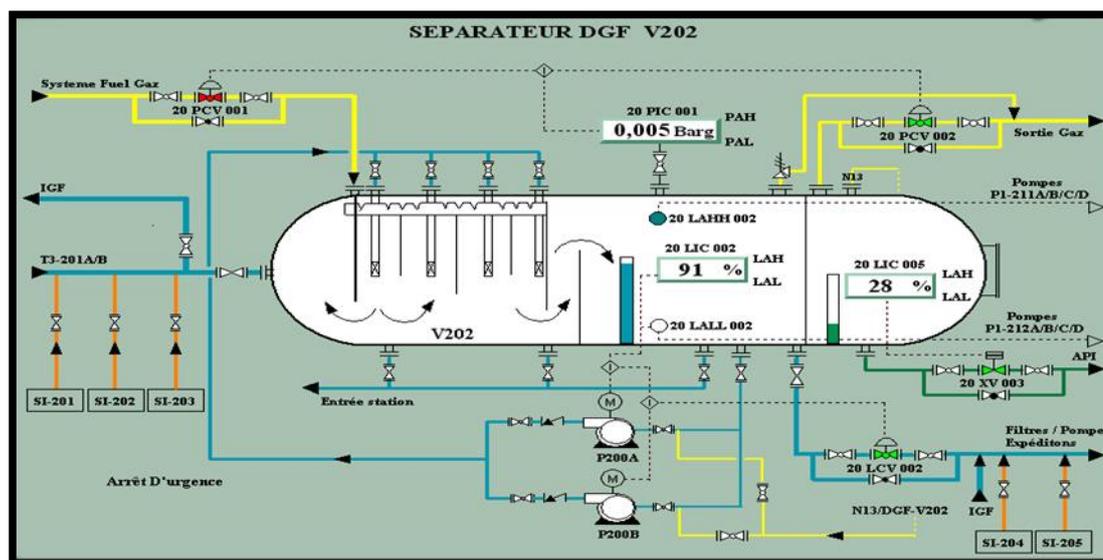


Figure (2) : Séparateur DGF (Dissolved Gaz Flottation).

Les influents des eaux huileuses en provenance des bassins API ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau (2) : Caractéristique techniques des effluents.

Paramètre	Valeur	Unité
Débit	354	m ³ /h
Pression	1,5	Barg
Température	40	°C
Concentration maximale en HC à l'entrée	200	Ppm
Concentration maximale en HC à la sortie	20	Ppm
Concentration maximale en MES à l'entrée	500	Ppm
Concentration maximale en MES à la sortie	40	Ppm
Tailles des particules à l'entrée	100	Microns
Tailles des particules à la sortie	20	Microns
Masse volumique de l'influent liquide	1000	Kg/m ³
Masse volumique de la phase légère	830	Kg/m ³

Annexe 3 :

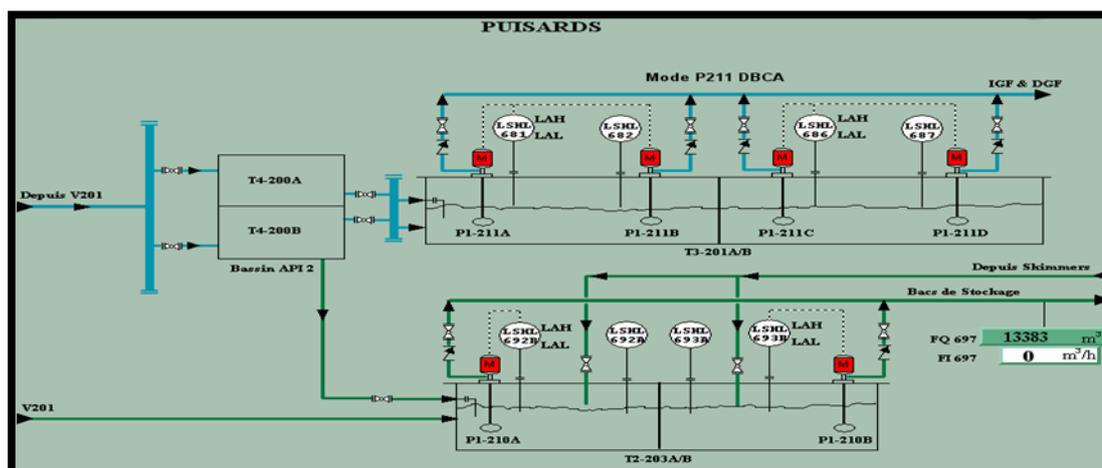


Figure (3) : PUISARD d'eau huileuse

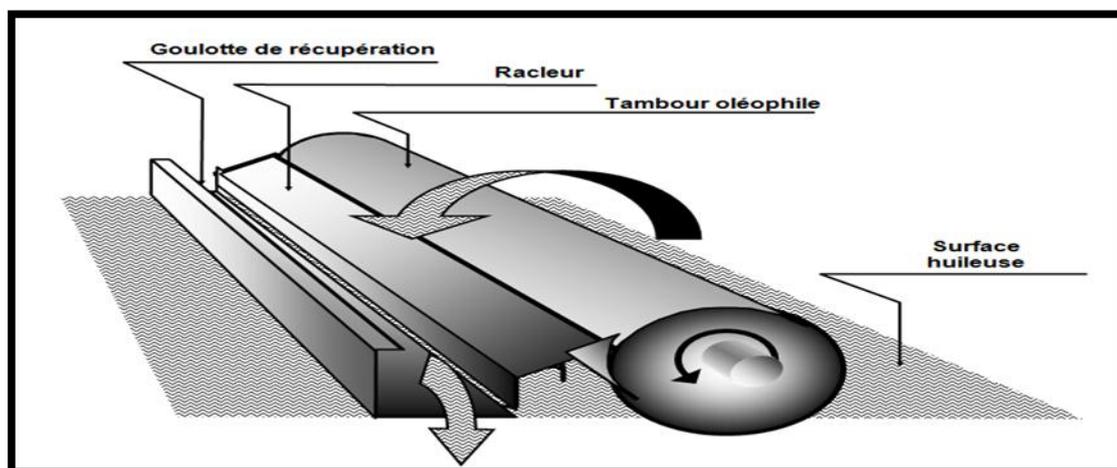


Figure (4) : Skimmer à tambour oléophile .



Figure (5) : Pompes d'expédition des eaux traitées.



Figure (6) : Bassins évaporateurs.

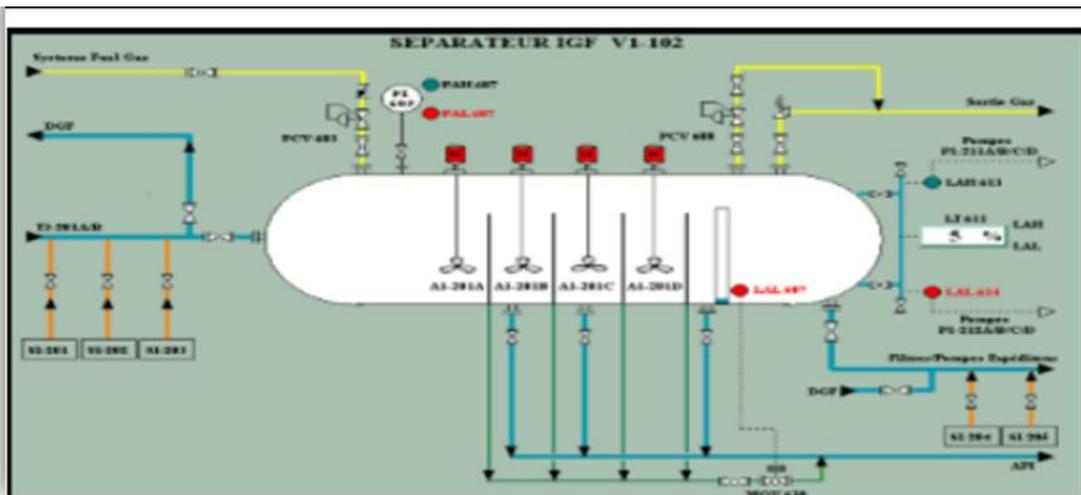


Figure (7) : DGF (Dissolved Gas Flottation)

Annexe 4 :

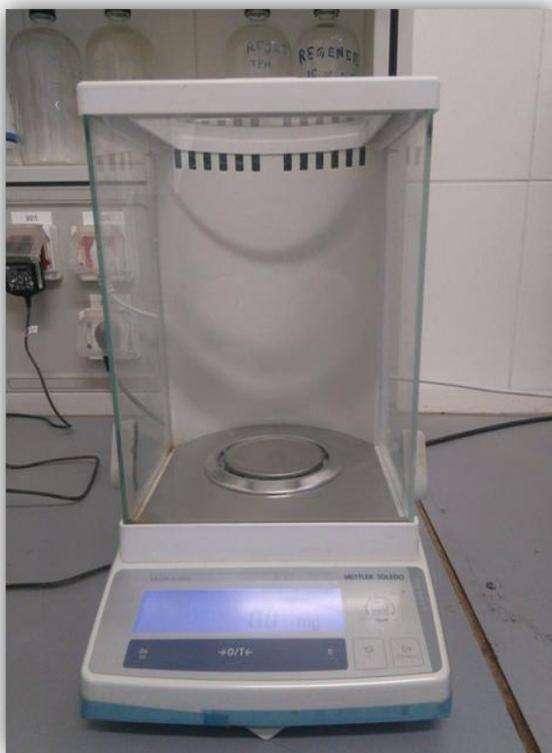


Figure (8) : Balance analytique



Figure (9) : Etuve.



Figure (10) : Dessiccateur en verre

Annexe 5 :

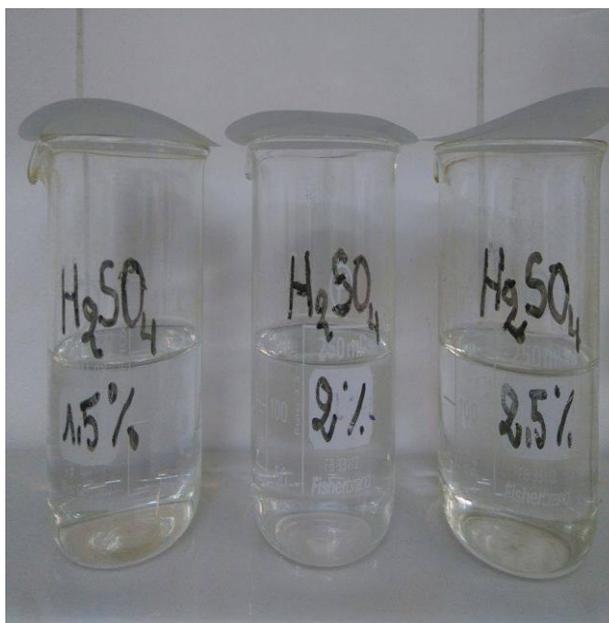


Figure (11) : Acide sulfurique à 1,5 %,2%
et 2,5%

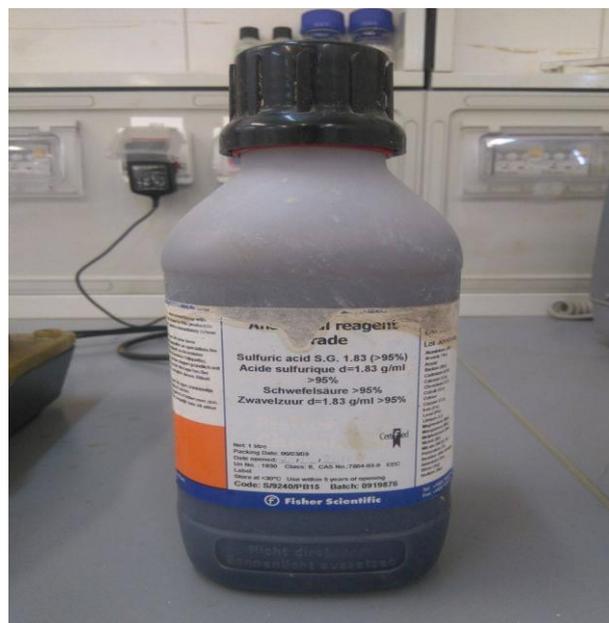


Figure (12) : Acide sulfurique 96 %



Figure (13) : Silicate de sodium 4% et 5%

Résumé

Etude de l'efficacité de traitement des eaux huileuses au niveau de la station de déshuilage du centre industriel nord CINA - Hassi Messaoud - Hassi Messaoud

La protection de l'environnement est de plus en plus le principal objectif dans le choix des procédés et technologies associées de traitement des eaux huileuses issues de la production d'hydrocarbures.

Le traitement des eaux huileuses vis l'élimination des contaminants présents dans les effluents avant leur rejet dans le milieu récepteur en respectant les normes de rejet.

Le but de notre travail consiste à analyser le procédé de traitement des eaux huileuses de l'unité API du centre industriel nord (CINA), il s'agit d'un traitement physique-chimique à base de la silice activée et le Kurifix.

Les mots clés : eaux huileuses, hydrocarbures, traitement, silice activée, matières en suspension, hydrocarbure

Abstract

Study of the efficiency of treatment of oily waters at the de-oiling station of the industrial center north CINA - Hassi Messaoud

Environmental protection is increasingly the main objective in the choice of processes and technologies associated with the treatment of oily waters resulting from the production of hydrocarbons.

The treatment of oily waters with regard to the elimination of contaminants present in the effluents before their rejection in the receiving environment while respecting the standards of rejection.

The aim of our work is to analyze the process of treatment of the oily waters of the API unit of the North industrial center (CINA), it is a physical-chemical treatment based on activated silica and Kurifix.

Keywords : oily waters, hydrocarbons, treatment, activated silica, suspended solids, hydrocarbon

ملخص

دراسة فعالية معالجة المياه الزيتية على مستوى محطة التزيت التابعة للمركب الصناعي الشمالي (CINA) - حاسي مسعود

الحفاظ على البيئة هو عامل مهم في اختيار نوعية العمليات و التكنولوجيات المتعلقة بمعالجة المياه الزيتية الناجمة عن إنتاج النفط و الغاز

الهدف الرئيسي من معالجة المياه الزيتية هو التقليل أو إزالة الملوثات المتواجدة في المخلفات السائلة قبل إلقائها في الطبيعة و بالتالي احترام شروط تصريف هذه المخلفات نحو الوسط البيئي، الهدف من هذه الدراسة هو تعيين الشروط الخاصة بالمعالجة الفيزيوكيميائية على مستوى وحدة المعالجة التابعة للمركب الصناعي الشمالي عن

طريق إستخدام المخثر (السيليكا المنشط) و المرسب (Kurifix)

الكلمات المفتاحية : المياه الزيتية ، النفط و الغاز ، معالجة ، المخثر السيليكا المنشط، المواد الصلبة العالقة ، الهيدروكربونات.