

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies.

Filière : Industries Pétrochimiques.

Spécialité : Génie du Raffinage.

Présenté par :

LAHRECH Lazhar et MEDDOUR Abderrahime

Thème :

**Amélioration du procédé de traitement des eaux huileuses au
niveau du centre de production Haoued Berkaoui.**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

M ^{me} . BENABDESSLAM Soulef	MCA	Président	UKM Ouargla.
M ^{me} . BOUZIANE Khadidja	MAA	Examineur	UKM Ouargla.
M ^{elle} . CHAOUCH Noura	MCA	Rapporteur	UKM Ouargla.

Année universitaire : 2019/2020

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste mémoire, nous remercions Dieu, qui nous a donnés la force et le courage pour accomplir ce travail de recherche.

Notre profonde gratitude à la commission de jury ayant acceptée d'examiner ce mémoire de fin d'étude.

*Nous remercions vivement, notre encadreur Dr. **CHAOUCH Noura** pour ses conseils judicieux et ses orientations fructueuses.*

Nous remercions très chaleureusement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédié ce modeste travail à :

- ▶ *Mes très chers parents pour leur amour, patience, confiance, éducation et sacrifice, et sans leurs soutiens je ne serais pas arrivé à ce que je suis*
- ▶ *Mes chers frères et sœurs*
- ▶ *Toute ma famille*
- ▶ *Mes amis*
- ▶ *Mes enseignant(e)s.*
- ▶ *A tous ceux qui me sont chers.*

Abderrahime

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédié ce modeste travail à :

- ▶ *Mes très chers parents pour leur amour, patience, confiance, éducation et sacrifice, et sans leurs soutiens je ne serais pas arrivé à ce que je suis*
- ▶ *Mes chers frères et sœurs*
- ▶ *Toute ma famille*
- ▶ *Mes amis*
- ▶ *Mes enseignant(e)s.*
- ▶ *A tous ceux qui me sont chers.*

Lazhar

N°	Titre	Page
	Introduction générale	01
Chapitre I: Synthèse Bibliographique.		
I	Présentation de la région de Haoud Berkaoui	02
I.1	Situation géographique	02
I.2	Historique de la direction régional HBK	03
I.3	Principaux champs de Haoud Berkaoui	04
I.3.1	Champ de haoud berkaoui (HBK)	04
I.3.2	Champ de Guellala (GLA)	04
I.3.3	Champ de Ben kahla (BKH)	05
I.4	Réservoirs du champ de Haoud Berkaoui	05
II	Présentation de la station de déshuilage du centre HBK	07
II.1	Station de déshuilage du champ Haoud Berkaoui.	07
II.2	Schéma technologique de la station de déshuilage.	07
II.3	Equipement de traitement	09
III	Techniques de traitement des eaux huileuses au niveau de la station HBK	12
III.1	Colloïdales	12
III.1.1	Définition des colloïdales	12
III.1.2	Structure des colloïdes	13
III.1.3	Classes des colloïdes	14
III.2	Coagulation – Flocculation	14
III.2.1	Coagulation	15
III.2.1.1	Principe de la coagulation	15
III.2.1.2	Mécanisme de la coagulation	16
III.2.1.3	Coagulants	18
III.2.1.4	Facteurs influant sur la coagulation	19
III.2.1.4.1	pH	19
III.2.1.4.2	Dose du coagulant	19
III.2.1.4.3	Agitation	20
III.2.1.4.4	Température	20
III.2.1.4.5	Turbidité.	20
III.2.1.4.6	Sels dissous	20
III.2.2	Flocculation	21
III.2.2.1	Principe de la Flocculation	21
III.2.2.2	Types de flocculation	22
III.2.2.3	Floculants (adjuvants de coagulation)	23
III.3	Décantation	23
III.3.1	Principe de la décantation	23
III.3.2	Type de décantation	24

III.3.2.1	Décantation de particules discrètes	24
III.3.2.2	Décantation de particules flocculantes	24
III.3.2.3	Décantation freinée (en piston)	24
III.3.2.4	Décantation en compression de boue	25
III.3.3	Facteurs influençant la décantation	25
III.3.4	Mode de décantation	25
III.3.4.1	Décantation statique	25
III.3.4.2	Décantation accélérée	26
III.3.4.3	Décantation lamellaire	26
III.4	Flottation	26
Chapitre II: Expérimentation.		
II.1	Appareillage.	27
II.1.1	pH-metre type HACH.	27
II.1.2	Spectrophotomètre type DR/2000	27
II.1.3	Floculateur type ISCO	28
II.2	Produits chimiques.	29
II.3	Échantillonnage	29
II.4	Techniques de mesure.	29
II.4.1	Mesure de pH.	29
II.4.2	Mesures des Matières en suspension, de la turbidité et de la teneur en hydrocarbures.	29
II.5	Techniques d'analyse des eaux huileuses.	30
II.5.1	Préparation des coagulants.	30
II.5.2	Technique de coagulation, floculation et décantation.	30
Chapitre III : Résultats et discussions.		
III.1	Caractérisation des eaux huileuses.	31
III.2	Traitement des eaux par coagulation, floculation et décantation.	31
III.2.1	Coagulant C ₁ .	32
III.2.2	Coagulant C ₂ .	32
III.2.3	Coagulant C ₃ .	33
III.3	Choix du meilleur coagulant	34
	Conclusion.	35
	Bibliographie.	

N°	Figures	Page
Chapitre I : Synthèse bibliographique.		
I.1	Situation géographique de la région Haoud Berkaoui.	02
I.2	Stratigraphique du champ de Haoud Berkaoui	06
I.3	Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui	07
I.4	Procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de H.B.K	08
I.5	Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l'environnement	12
I.6	Structure des colloïdes (théorie de la double couche)	13
I.7	Coagulation – Flocculation	15
I.8	Phénomène de coagulation	16
I.9	Phénomène de flocculation	21
Chapitre II: Expérimentation.		
II.1	pH mètre type (HACH).	27
II.2	Spectrophotomètre DR/2000.	28
II.3	Floculateur ISCO.	28

N°	Tableaux	Page
Chapitre I : Synthèse bibliographique.		
I.1	Caractéristiques pétro physiques des niveaux producteurs	06
I.2	Dérivés des sels d'aluminium et de fer	19
Chapitre II: Matériels et méthodes.		
II.1	Listes des produits chimiques.	29
II.2	Conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000.	29
II.3	Conditions de préparation des coagulants.	30
Chapitre III: Résultats et discussions.		
III.1	Caractéristiques des eaux huileuses traitées au niveau de la station H.B.K	31
III.2	Effet de la dose du coagulant C_1 sur le procédé de traitement.	32
III.3	Effet de la dose du coagulant C_2 sur le procédé de traitement.	33
III.4	Effet de la dose du coagulant C_3 sur le procédé de traitement.	34

Introduction générale

L'industrie pétrolière représente le secteur de développement le plus important dans l'économie de notre pays. Elle repose sur trois axes essentiels : la prospection, l'exploitation et la récupération secondaire.

La région de Haoud Berkaoui est considérée comme l'une des principales zones de production de la province triasique en Algérie. Elle englobe trois champs productifs à savoir : Haoud-Berkaoui, Guellala et Benkahla.

Le centre de Haoud Berkaoui assure : la production de brut, la récupération de gaz torché, l'injection de l'eau et le traitement des eaux usées industrielles [1]. Ces activités génèrent quotidiennement de grandes quantités d'eaux huileuses contaminées non seulement par des hydrocarbures mais aussi par des particules solides et des matières en suspension.

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH a mis en œuvre un programme ambitieux visant l'élimination sinon la réduction de tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (loi no 83-03 du 05/02/1983, relative à la protection de l'environnement) [2].

Dans le cadre de la concrétisation de cette politique, la direction régionale de Haoud Berkaoui a mis en place une station de déshuilage dans chaque centre producteur. Ces stations dont la capacité de traitement est de 100 m³/h assurent à la fois la récupération des hydrocarbures et la production d'eau de réinjection dont les seuils des valeurs des caractéristiques doivent être en dessous de 5 mg/l pour la teneur en hydrocarbures, de 30 mg/l pour les matières en suspension (MES) et un pH variant entre 6.5 et 8.5.

L'objectif de cette étude est l'amélioration du procédé de traitement employé au niveau de la station de déshuilage du champ de haoud berkaoui 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 trois chapitres:

- Chapitre I : Synthèse bibliographique.
- Chapitre II : Expérimentation.
- Chapitre III : Résultats et discussions.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I- Présentation de la région de Haoud Berkaoui

I.1.Situation géographique

Sur la route N° 49 dite pétrolière reliant GHARDAIA à HASSI-MESSOUD et à 35 km du Sud-Ouest de Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolière : il s'agit de région de Haoud Berkaoui. Cette région située à 100 km de Hassi-messoud, à 770 au sud de la capitale Alger avec une superficie de 6300 km², est très importante en raison de sa part de production des hydrocarbures du pays. En effet, Elle est constituée de 03 champs principaux, Haoud Berkaoui, Benkahla, Guellala et de 22 champs périphériques. Elle s'étend du sud-est de Ghardaia jusqu'au champ externe Boukhzana, près de la route Touggourt [3].

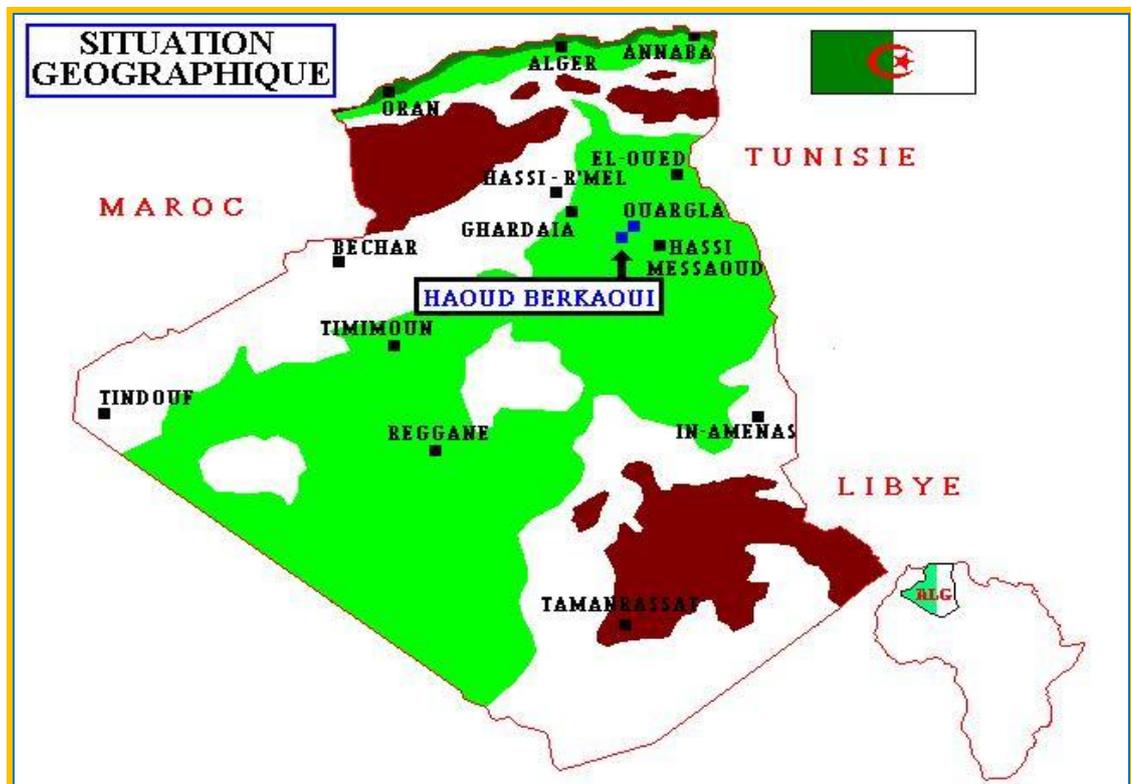


Figure I.1: Situation géographique de la région HAUD BERKAOUI [4].

A ce jour, 100 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs, dont 73 puits en gaz lift et 27 puits éruptifs. Les autres puits qui sont au nombre de 28 sont des puits injecteurs d'eau pour le maintien de la pression. La production cumulée depuis l'origine est de 86 millions de m³, pour des réserves en place de 472 millions de m³. Toutes les quantités de l'huile et de gaz récupérées sont acheminées vers les différents centres de production de la région [4].

I.2. Historique de la direction régionale HBK

Les actions marquantes de la Direction Régionale Haoud Berkaoui sont résumées dans ce qui suit :

- **1965** : Découverte du champ de Haoud Berkaoui par le forage du puits OK10.
- **1966** : Découverte du champ de Benkahla par le forage du puits OKP24.
- **1967** : Mise en service du centre de traitement d'huile de HBK.
- **1969** : Découverte du champ de Guellala par le forage du puits GLA 2.
- **1970** : Extension du centre Haoud Berkaoui pour recevoir la production de Benkahla (BKH).
- **1971** : Mise en service du centre de production et du centre de traitement d'huile à BKH.
- **1972** : Découverte du champ de Guellala Nord Est par le sondage GLA NE 01.
- **1976** : Création de la direction régionale et mise en service du centre de traitement d'huile GLA (Guellala)
- **1978** : Mise en service du centre de traitement d'huile à GLA/NE. (Guellala Nord Est)
- **1979** : Mise en service du centre de traitement d'huile à DRT. (Draa Ettamra)
- **1981** : Démarrage de l'injection d'eau à HBK et BKH pour le Maintien de pression de gisement.
- **1984** : Extension du centre de BKL.
- **1985** : Démarrage de l'unité de traitement du gaz associé à Oued Noummer.
- **1986** : Extension du centre de GLA /NE et Effondrement du puits OKN32.
- **1989** : Passation de consigne entre les régions HBK et Hassi R'mel pour le champ de Oued Noummer.
- **1992** : Mise en service de l'unité de récupération du gaz torché de BKH, BKL et GLA (boosting) et mise en service de l'usine de traitement de gaz.
- **1993** : mise en service de nouvelles unités électriques d'injection d'eau GLA et BKH. Démarrage de l'unité de traitement de gaz à GLA et des trois (03) stations de compression des gaz torchés (HBK, BKH et GLA).
- **1995** : Mise en service de nouvelles unités électriques d'injection d'eau BKH.
- **1996** : Mise en service de nouvelles unités de dessalage au centre Berkaoui.
- **1999** : Découverte du champ de Benkahla-Est. Par le sondage BKHE1.
- **2000** : Réalisations de trois stations de déshuilage à HBK, BKH et GLA, avec une capacité totale de traitement d'eau huileuse de 4800 m³/j.
- **2001** : Mise en service d'une station de traitement des eaux domestiques le mois de mars.
- **2002** : Découvert du sondage BKP1.

- **2003** : Création de l'unité de traitement du gaz GLA.
- **2004** : Déplacement des manifolds, production et refoulement vers l'extérieur du centre de production GLA. Endommagement du bac R01 à GLA, remplacement des pompes d'expédition du centre production de BHK et de centre de production de GLA-NE
- **2005** : Découverte des champs de NHN – EAAN – GLO – GLSW et BKRS. Lancement du projet démolition du bac R01 et construction de trois nouveaux bacs 5000 m³ deux GLA et un HBK.
- **2006** : Création de l'unité de traitement de gaz et lancement de projet tableau de bord XP.
- **2007** : Extension de projet de récupération de gaz associé, installation DCS des centres de production de HBK, BKH et GLA.
- **2008** : Démarrage du projet de récupération des gaz associés (RGA).
- **2010** : Découverte de la zone de BENKAHLA-Sud.(présentation HB)[5].

I.3.Principaux champs de Haoud Berkaoui

I.3.1.Champ de Haoud Berkaoui (HBK)

Sur une superficie de 303 km², le centre de production HBK se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de traitement 7500 m³/j.
- Une autonome de stockage de 18000 m³.
- Une unité de boosting d'une capacité nominale de 1042000 Sm³/j.
- Une station d'injection d'eau de capacité nominale de 250 m³/h.
- Une unité de déshuilage l'une capacité de 100 m³/h.

L'équipement d'expédition se compose de deux électropompes et de deux turbopompes d'une capacité d'expédition 7700m³/j.

I.3.2.Champ de Guellala (GLA)

Sur une superficie de 99 km², le centre de production se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de traitement 7500 m³/j.
- Une autonome de stockage de 15000 m³.
- Une unité de boosting d'une capacité nominale de 765000 Sm³/j.
- Une station d'injection d'eau de capacité nominale de 250 m³/j.
- Une unité de déshuilage l'une capacité de 60 m³/j.

L'équipement d'expédition se compose de deux électropompes et de deux turbopompes d'une capacité d'expédition 7200 m³/j.

Cette station est également dotée d'une unité de traitement de gaz d'une capacité environ de 2369 000 Sm³/j, sa capacité de récupération est estimée à 500T/j de GPL, de 90T/j pour les condensats, de gaz de vente de 1236000 Sm³/j et de 424000 Sm³/j de gaz lift.

I.3.3.Champ de Ben kahla (BKH)

Sur une superficie de 286 km², le centre de production BKH se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de 7000 m³/j.
- Une unité de boosting d'une capacité nominale de 562000 Sm³/j.
- Une station d'injection d'eau de capacité nominale de 250 m³/h.
- Une unité de déshuilage l'une capacité de 40 m³/h.

L'équipement d'expédition se compose de deux électropompes et de deux turbopompes (secours) d'une capacité d'expédition 3600 m³/j. Toute la production d'huile de BKH est expédiée vers le centre de production de HBK [5].

I.4.Réservoirs du champ de Haoud Berkaoui

Les gisements du champ Haoud Berkaoui, se sont formés dans le Trais (la deuxième ère géologique Mésozoïque). Le top du trias argilo gréseux se situe à une profondeur moyenne de 3380 m. La structure est un anticlinal orienté Nord-Sud d'environ 22 Km de long et de 15 Km de large, avec un relief vertical de l'ordre de 300 m au-dessus du contact huile-eau. La fermeture structurale est de 300 m.

L'étude stratigraphique du champ de Haoud Berkaoui montrée dans la figure III.2 met en évidence la présence de trois réservoirs à savoir :

- **La Série inférieure SI:**3470 à 3519 m : c'est le réservoir principal de la région, La série inférieure de trias argilo-gréseux, Elle est constituée de grés grossiers, de gré fin à moyen et de grés très fins pour terminer par des intercalations d'argiles souvent dolomitiques.
- **Trais Argilo-gréseuse 1 (T 1):**3406 à 3431 m : cette formation est constituée à la base de grés fins à moyens argilo carbonaté, s'affinant régulièrement vers le haut pour terminer au sommet avec des argiles dolomitiques. Ce réservoir apparaît comme une nappe gréseuse relativement continue sur tout le gisement.
- **Trais Argilo-gréseuse 2 (T2) :** 3431 à 3460 m : ce réservoir directement sus-jacent au T1 présente des indices de présence d'huile, mais était généralement compact, il n'est exploité que dans quelques puits. Les porosités varient de 2 à 4 % avec des perméabilités moyennes de 0,1 à 34 [6].

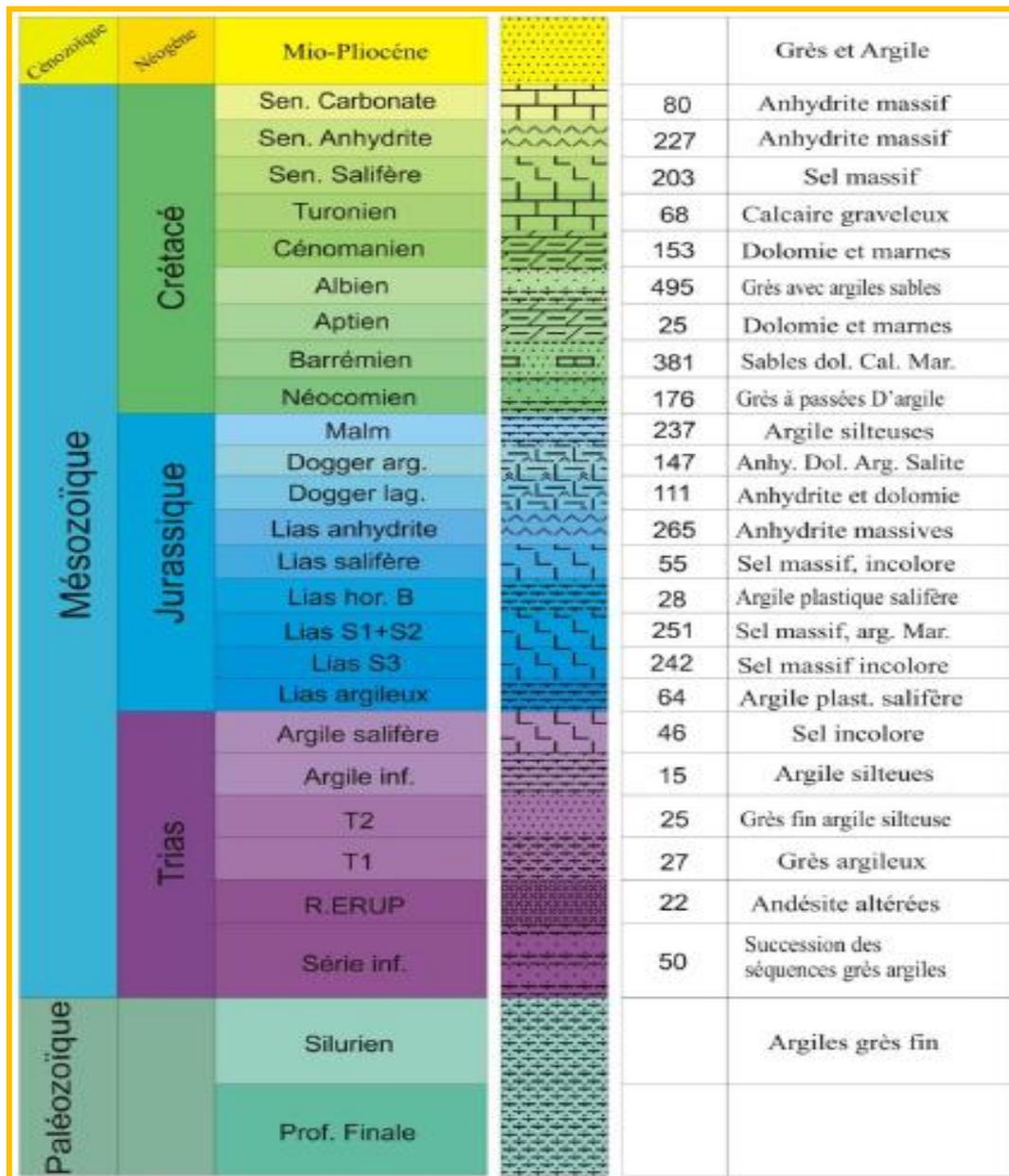


Figure I.2: Stratigraphique du champ de Haoud Berkaoui [7].

Les caractéristiques pétro physiques des niveaux producteurs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1: Caractéristiques pétro physiques des niveaux producteurs [8].

Caractéristiques Niveaux producteurs	Porosité moyenne \emptyset (%)	saturation en eau moyenne S_w (%)	Perméabilité moyenne K (%)
SI	8,8	32,7	56,2
T1	8,3	25,5	20,4

II- Présentation de la station de déshuilage du centre HBK

II.1. Station de déshuilage du champ Haoud Berkaoui

La station de déshuilages du champ de Houad Berkaoui (Figure I.3) garantis la récupération des hydrocarbures et la production d'eau de réinjection. dont les seuils des valeurs des caractéristiques doivent être en dessous de 5 mg/l pour la teneur en hydrocarbures, de 30 mg/l pour les matières en suspension (MES) et un pH variant entre 6.5 et 8.5.



Figure I.3 : Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui [9].

II.2. Schéma technologique de la station de déshuilage

Le schéma technologique du procédé de traitement des eaux au niveau de la station de déshuilage est présenté dans la figure ci- après.

Un ballon de flash (40 m³/h de capacité) est placé en amont de la station de déshuilage en vue de séparer les huiles et les gaz.

Les gaz sont envoyés vers la torche tandis que les effluents collectés au fond du ballon de flash sont acheminés vers le bac tampon **S-101** (500 m³/h de capacité).

Au niveau du bac tampon **S-101**, l'huile flottante est récupérée par un système écrème puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108** alors que les matières en suspension sont rassemblées au fond du bassin comme couche de sédiments formant des boues. Ces dernières sont assemblées par un racleur **MS-101** et envoyées vers une cuve à boues **S-107** à travers une vanne automatique **XV-101**.

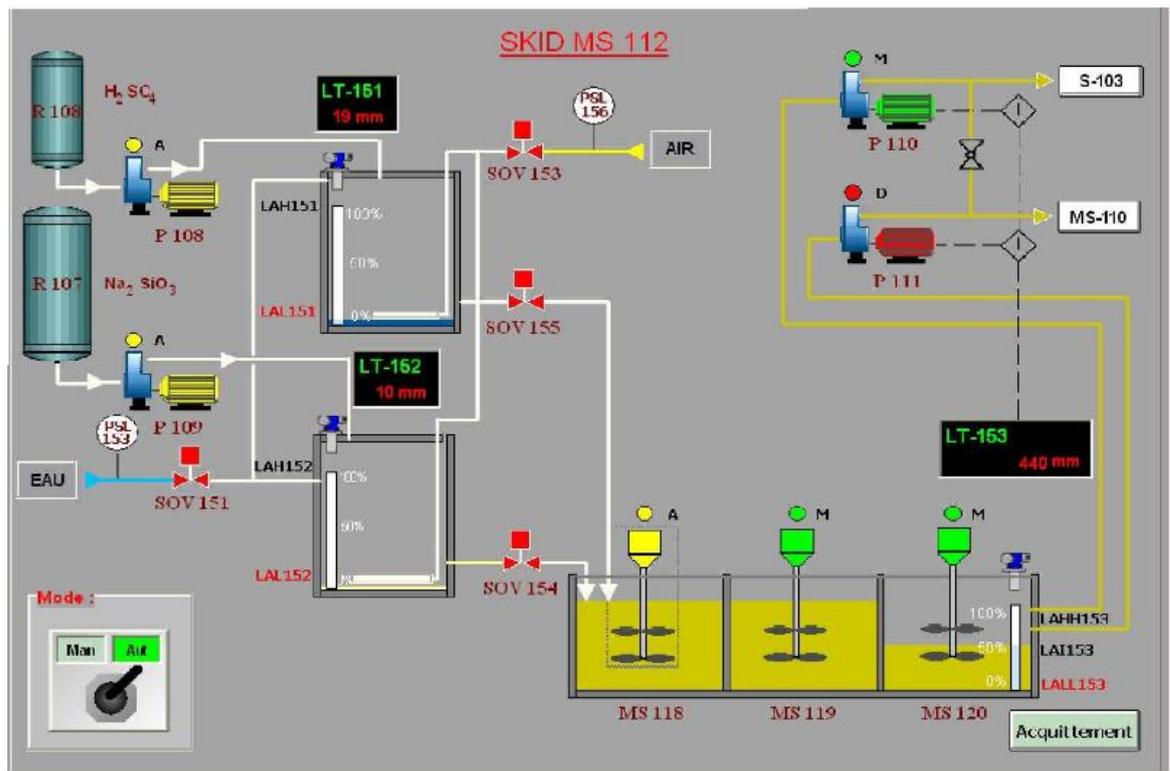
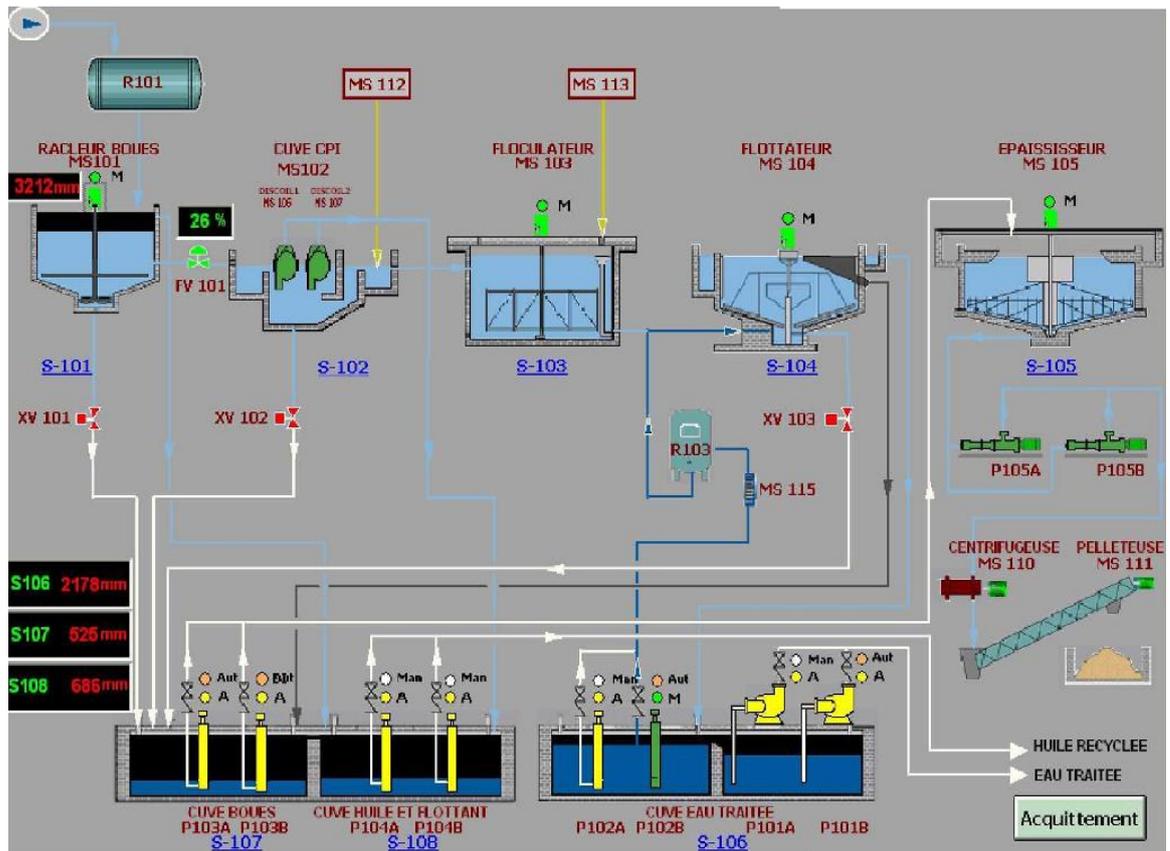


Figure I.4 : Procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de H.B.K [9].

Les effluents sortants du bac tampon sont canalisés vers la cuve **C.P.I MS-102** (30 m³/h de capacité) ou l'huile surnageante est envoyée par un déshuileur à disques rotatifs **MS-106** et **MS-107** vers la cuve d'huile **S-108**, la boue est évacuée à travers la vanne automatique **XV-102** vers la cuve à boues **S-107** et l'eau chargée en MES est canalisée vers la cuve de floculation **S-103** pour un éventuelle traitement qui consiste en l'ajout d'un coagulant à l'entrée et d'un floculant à la sortie. Ces deux agents chimiques sont fournis par des unités de dosage chimique **MS-112** et **MS-113**.

L'eau qui arrive par gravité à la cuve de flottation **S-104** se mélange à l'eau saturée en air. Les floes raclés à la surface de l'eau ainsi que la boue formée sont acheminés également vers la cuve à boues tandis que l'eau traitée est envoyée vers une cuve d'eau traitée **S-106**.

La cuve d'eau est constituée de deux compartiments, comportant chacun deux pompes. Les **P-101A/B** refoulant l'eau traitée vers l'extérieur à 60 m³/h et 15 bars alors que les **P-102A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers un ballon de saturation à air **R-103** pour un éventuelle mélange avec le fluide sortant de la cuve de floculation **S-103**.

Les boues rassemblées dans la cuve **S-107** sont pompées par les pompes **P-103A/B** à 10 m³/h et 1,5 bar vers un épaisseur de boue **S-105** dans laquelle le racleur **MS-105** assure l'homogénéité de la concentration des boues à envoyer par les pompes **P-105A/B** à 6 m³/h et 2,5 bars vers la centrifugeuse **MS-110** pour une déshydratation puis à l'extérieur du hangar **H-101** ou elles sont enlevées par une pelle mécanique et enterrées dans des tranchés imperméables **S-111 A/B/C [9]**.

I.3.Équipement de traitement [1]

Les caractéristiques principales et le fonctionnement des équipements de la station sont résumés dans ce qui suit :

Ballons de flache : ce séparateur horizontal d'une capacité de 40 m³ / h recevra les eaux huileuses des séparateurs de l'unité de production haute-moyenne-basse pression, des bacs de stockage et des FWKO (séparateurs sur collecteurs puits). Les eaux huileuses dégazées à la pression d'un bar sont dirigées vers le bac tampon et le gaz dégagé sera brûlé à la torche.

Bac tampon S-101 : ce bac de 12 m de diamètre et d'une capacité de 500 m³/h, reçoit les effluents du ballons flash. La couche d'huile qui surnage est extraite de l'eau au moyen des patins racleurs. Elle est envoyée ensuite vers la cuve d'huile. Un racleur de boues **MS-101**

collecte les boues qui seront envoyées vers la cuve à boues **S-107** à travers la vanne automatique **XV-101**.

Cuve C.P.I MS-102 : cuve d'une capacité de 30 m³/h recevant les effluent du bac tampon **S-101**, ils subissent une séparation physique entre l'eau, l'huile et les solides en suspension grâce à des tôles gaufrées. L'huile séparée de l'eau est récupérée par le déshuileur à disque rotatif **MS-107**. Les huiles provenant du bac tampon et du CPI sont recueillies dans la cuve d'huile **S-108**, puis recyclées vers les bacs de stockages du centre de production. La boue est évacuée à travers la vanne automatique **XV-102** vers la cuve à boue **S107**. L'eau chargée en MES a la quelle est additionnée un coagulant (silice activée) à la sortie du CPI, est envoyée vers la cuve de floculation **S-103**.

Cuve de floculation S-103: cuve d'une capacité de 25 m³/h recevant l'effluent du **MS-102** auquel sont additionnés deux agents chimiques de coagulation /floculation (silice activée et kurifix), le premier à la sortie de CPI et le deuxième à la sortie de flocculateur. Ces deux agents chimiques sont fournis par les unités de dosage chimique **MS-112** et **MS-113**.

Cuve de flottation S-104 : cuve d'une capacité de 75 m³/h et de 5 m de diamètre. Le fluide arrivé du flocculateur subit un traitement physique avec saturation par air comprimé (une partie d'eau traitée est recyclée à travers un saturateur d'air). Cette eau libère les bulles d'air qui en remontant en surface entraînent les matières légères agglomérées sous formes de mousses, ensuite raclées en surface et déversée dans une cuve à boue à travers la vanne automatique **XV-103**. Les floccs décantés sont raclées et dirigés vers la cuve à boues .L'eau traitée est envoyée vers la cuve d'eau traitée **S-106**.

Cuve d'eau traitée S-106 : cuve (2,5 x 5,5 x 2,5) d'une capacité de 34 m³/h. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les **P-101A/B** refoulent l'eau traitée vers les puits injecteurs d'eau. Les **P-102 A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers les ballons de saturation à air **R-103**, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation **S-103**.

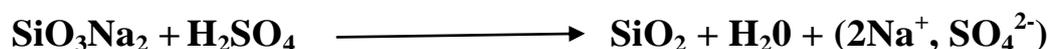
Cuve d'huile S-108 : cuve (2 x 2,75 x 2) d'une capacité de 11 m³/h alimentée par les déshuileurs à disques rotatifs **MS-106** et **MS-107** respectivement du bac tampon **S-101** et de CPI **S-102**. L'huile récupérée est recyclée par les pompes **P-104 A/B** à 10 m³/h avec une pression de 2 bars vers les bacs de stockages.

Cuve à boues S-107 : cuve (2 x 2,75 x 1,5) alimentée à partir des vannes automatiques **XV-101, XV-102 et XV-103** respectivement des fonds des **S-101, S-102 et S-104**. Ces boues sont pompées par les pompes **P-103A/B** à 10 m³/h et 1,5 bars vers l'épaississeur de boues **S-105**.

Cuve d'épaississement de boues S-105 : les boues issues des différentes cuves sont rassemblées dans la cuve **S-107** puis pompées par les pompes **P-103A/B** à 10 m³/h et 1,5 bars vers l'épaississeur de boue **S-105** dans lequel le racleur **MS-105** assure l'homogénéité de la concentration des boues à envoyer vers la centrifugeuse **MS-110** par les pompes **P-105A/B** à 6 m³/h et 2,5 bars pour être déshydratées.

Centrifugeuse MS-110 : les boues sont déshydratées au moyen d'une centrifugeuse puis récupérées par la pelleuse à 4 m³/h et envoyées à l'extérieur du hangar **H-101** pour être ensuite enterrés dans des tranchées imperméables **S-111A/B/C**.

Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112 .1/2 : comporte le stockage de réactifs, la dilution et le mélange, la préparation et le dosage pour une autonomie de trois mois. L'acide sulfurique (**H₂SO₄**) et le silicate de sodium (**Na₂SiO₃**) sont dilués séparément dans la cuve **S-112/1** et **S-112/2**. Ensuite les deux produits se dirigent vers la cuve **S-112/3** qui se compose de trois compartiments reliés entre eux par siphons : une cuve de réaction, une cuve de maturation et une cuve tampon. Trois agitateurs **MS-118, 119, 120** assurent la circulation du compartiment de réaction vers celui de maturation puis de tampon. La silice activée préparée (SAC) est pompée à un débit de 360l/h vers la cuve de floculation **S-103**. La réaction qui se produit dans cette phase de préparation est comme suit :



Station de préparation et dosage du poly-électrolyte MS-113.1/2 : le poly-électrolyte kurifix est fourni en poudre dans des sacs de 15 kg. Il est versé dans une trémie de 50 l de capacité, puis à l'aide d'une pelleuse de dosage il est envoyé dans une cuve de dilution, ensuite dans le compartiment de réaction, il passe dans le compartiment de maturation et enfin dans la cuve tampon. Deux pompes **MP-112/113** effectuent le dosage du poly-électrolyte préparé à un débit de 271 l/h.

III-Techniques de traitement des eaux huileuses au niveau de la station HBK

III.1. Colloïdales

III.1.1. Définition des colloïdales

Du point de vue de la clarification en traitement des eaux, les particules qui présentent un intérêt sont essentiellement des colloïdes. Ce sont des entités organiques ou inorganiques assez grandes pour avoir une structure et des propriétés supramoléculaires, c'est-à-dire la possibilité de changements de conformation pour les colloïdes organiques ou l'existence d'un champ électrique de surface pour les colloïdes inorganiques. Leur taille est fixée le plus souvent de manière arbitraire entre 1 nm et 1 μm .

Les plus abondants sont ceux provenant du sol notamment des oxyhydroxydes de fer et/ou d'aluminium ainsi que des aluminosilicates (argiles). On retrouve aussi des matières organiques de haut poids moléculaire et des biocolloïdes telles que les bactéries. Par ailleurs, issus de l'épandage de déchets ou de fertilisants, on rencontre également des colloïdes de nature carbonatée et phosphatée (Figure I.5).

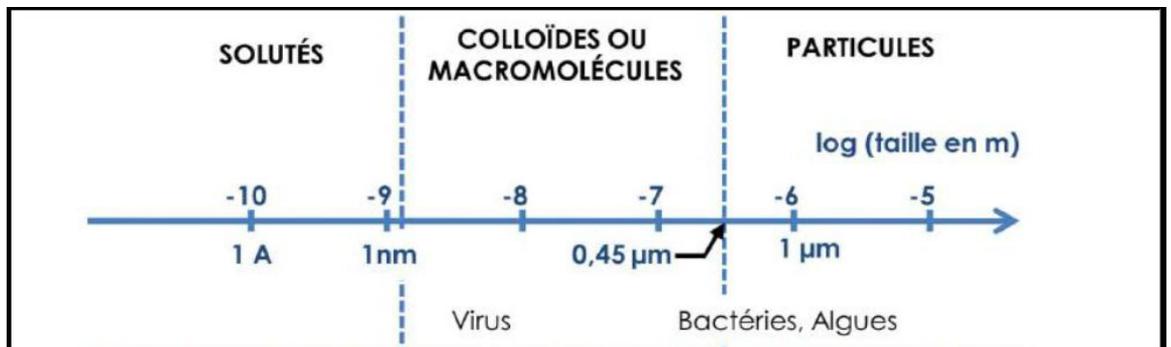


Figure I.5: Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l'environnement [10].

Ces différents types de colloïdes sont rarement présents à l'état pur dans les eaux naturelles mais plutôt associés à différents composés réactifs pour former des particules composites de taille colloïdale.

L'élimination des colloïdes est difficile du fait de leurs propriétés de charge de surface et de leurs tailles. Ces propriétés et les mécanismes de création de ces charges sont essentiellement liés à leur nature, leur taille, leur structure et à leur environnement ionique [11].

III.1.2. Structure des colloïdes

Les colloïdes portent des charges négatives situées à leur surface. Ces Charges négatives attirent les ions positifs en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés au colloïde et forment la couche liée ou de STERN. Elle attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité de cations : c'est la couche diffuse ou de GOUY. Il y a donc formation d'une double couche ionique, l'une accompagnant la particule lors de ces déplacements (couche liée ou couche fixe), l'autre se déplaçant indépendamment ou avec un certain retard (couche diffuse) [12].

Entre ces deux couches existe un potentiel de Nernst, qui peut varier en fonction de la distance par rapport à la surface du colloïde. Comme les cations qui constituent la couche de STERN sont uniformément répartis, le potentiel de Nernst décroît linéairement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface du colloïde. Le mélange hétérogène des charges qui se trouvent dans la couche de GOUY résulte en une variation non linéaire du potentiel de Nernst.

On appelle potentiel zêta (ζ) la valeur que prend le potentiel de Nernst à l'interface entre les deux couches. Il prend une valeur négative étant donné que les colloïdes sont chargés négativement. Il en découle que les colloïdes à zêta négatif se repoussent fortement [13].

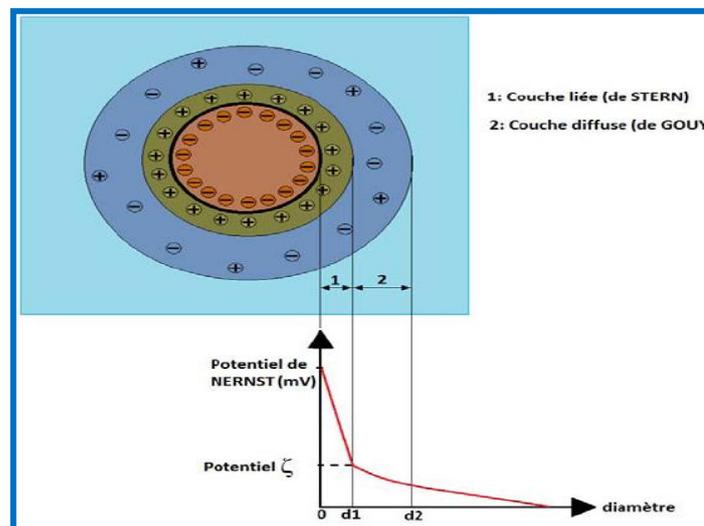


Figure I.6: Structure des colloïdes (théorie de la double couche) [13].

Étant donné que le potentiel Zéta (PZ) se situe à la limite extérieure de la couche liée. C'est ce potentiel qui persiste lorsque la particule se déplace. Il est important car il définit le comportement électrocinétique des particules et par voie de conséquence leur stabilité dans la solution.

L'annulation du potentiel Zéta 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 potentiel Zéta afin d'annuler les forces de répulsion [10].

III.1.3. Classes des colloïdes

Les colloïdes sont classés, arbitrairement, en deux groupes principaux :

- ❑ **Les colloïdes hydrophiles** : ils proviennent de substances solubles présentant une affinité pour l'eau, et qui adsorbent une couche d'eau liée, protectrice. Dans ce groupe se trouvent les protéines, les carbohydrates et, d'une façon générale, les produits organiques.
- ❑ **Les colloïdes hydrophobes** : généralement plus gros et n'ont pas de couche protectrice. Ils proviennent de substances peu ou pas soluble tels que les métaux, leurs oxydes et/ou leurs hydroxydes. Il s'agit généralement des produits minéraux [14].

III.2. Coagulation – Flocculation

La coagulation et la flocculation constituent les processus de base dans la plupart des usines de traitement des eaux potables et des eaux usées. Leur objectif est d'améliorer la séparation des espèces particulières dans les processus en aval tels que la sédimentation et la filtration [15].

La coagulation et la flocculation sont des phénomènes apparentés qui peuvent généralement se produire ensemble et impliquer l'agrégation de particules avec une déstabilisation conséquente et la sortie des agrégats de la suspension [16].

L'opération de coagulation-flocculation a pour but d'éliminer les matières en suspension (MES) et les colloïdes [17], 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 [18].

Le schéma qui illustre ce phénomène est présenté sur la figure ci-après

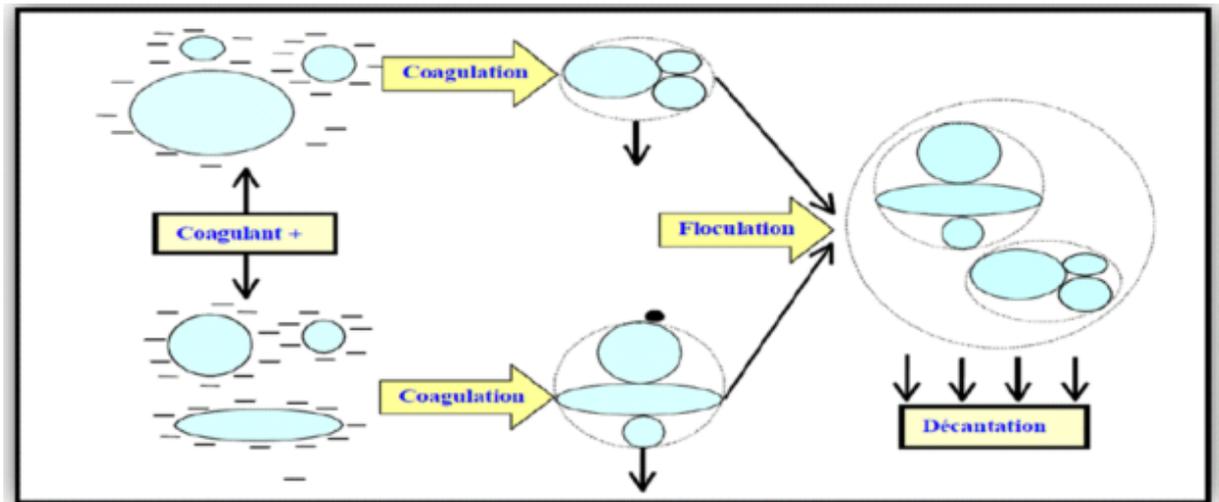


Figure I.7 : Coagulation – Flocculation [10].

L'efficacité du processus de la coagulation-flocculation dépend principalement des caractéristiques de l'eau à traiter, de la dose de coagulant et du pH, plusieurs mécanismes peuvent intervenir dans le processus de traitement [19].

III.2.1.Coagulation

III.2.1.1.Principe de la coagulation

Les particules colloïdales en solution sont caractérisées par deux points essentiels : d'une part, elles ont un diamètre très faible (de 1 μm à 1 nm), d'autre part, elles ont la particularité d'être chargées électro négativement, engendrant des forces de répulsions inter colloïdales, On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution. 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 [10].

La coagulation (du latin coaguler qui signifie « agglomérer ») représente l'ensemble des phénomènes physico-chimiques visant à déstabiliser une solution de particules très petites de charge négative, appelées colloïdes ($\emptyset < 1 \mu\text{m}$), et favoriser leur agglomération. Elle

consiste à la neutralisation des charges négatives portées par ces colloïdes [10][20]. On utilise, pour ce faire, des réactifs chimiques (minéraux ou organiques) nommés coagulants [21].

La figure ci-dessous illustre clairement le phénomène de coagulation : les petites particules possèdent, en général, une charge superficielle négative, qui empêche l'agrégation et la sédimentation (a). Des agents coagulants peuvent adsorber les particules et équilibrer les charges. L'introduction de charges opposées permet aux particules de se souder pour former des floccs submicroniques stables en suspension (b). Une agitation rapide est requise pour assurer une dispersion correcte des agents coagulants, favoriser la collision des particules et la formation de floccs submicroniques (c).

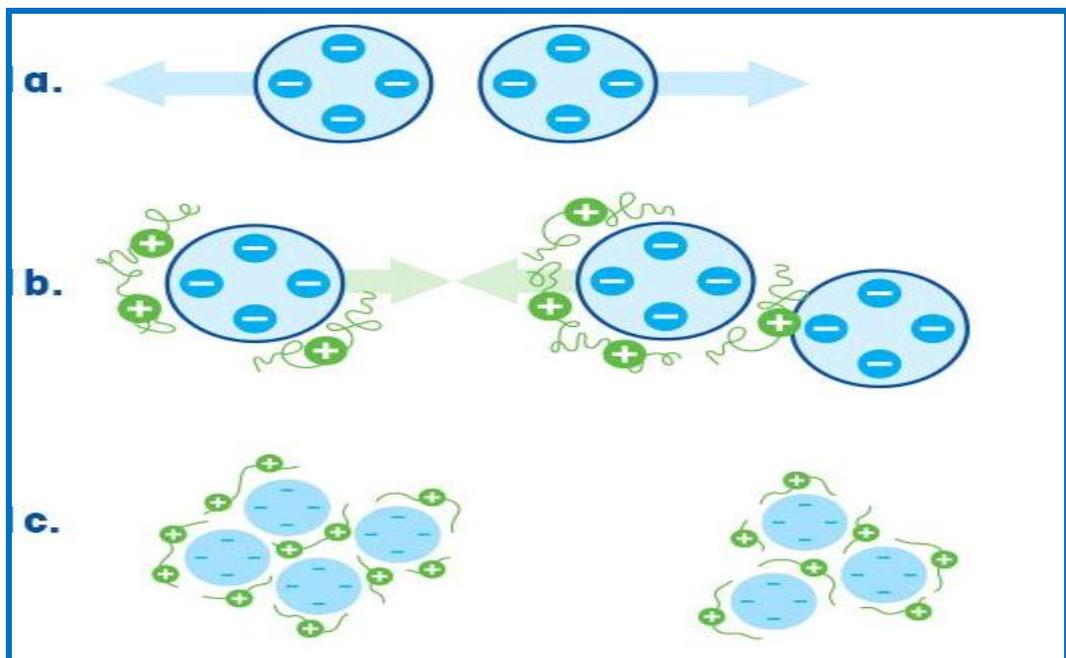


Figure I.8: Phénomène de coagulation [22].

La durée de coagulation est généralement assez courte, compte tenu d'une agitation importante permettant un temps de contact efficace entre les réactifs et les particules colloïdales [13].

III.2.1.2. Mécanisme de la coagulation

Dans le domaine de traitement des eaux, les actions ou mécanisme de la coagulation, provoqué par la présence de coagulant en solution, s'articulent autour de la déstabilisation des substances polluants et de leur extirpation subséquente des eaux usées.

La déstabilisation des systèmes colloïdaux consiste en les modifications des forces attractives de Van Der Waals et des forces électrostatiques répulsives qui vont faire varier la thermodynamique et la cinétique de la solution. Destabiliser la solution, c'est agir sur le système de manière à réduire la portée des répulsions électrostatiques, c'est-à-dire diminuer l'épaisseur de la double couche ionique et donc permettre aux particules de se rapprocher, et de s'agréger [23].

Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leur agglomération à savoir :

Mécanisme 1 : Compression de la double couche : coagulation non spécifique ou électrostatique par diminution des forces de répulsion électrostatique, provoquée par des électrolytes quelconques, qui compriment le nuage ionique autour des particules.

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.

Mécanisme 2 : Adsorption et neutralisation des charges : coagulation par adsorption d'ions de signe contraire fortement chargés, qui diminuent le potentiel à la limite de la couche de STREN. Ce 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.

Au contact des agents coagulants, il y a compression de la double couche électrique de chaque espèce polluante contenue dans l'eau. Cette double couche diffuse, qui assure la stabilisation de la particule en constituant une barrière à son agglomération, est grandement amenuisée. Il s'ensuit alors la neutralisation des charges des espèces polluantes par les contre-ions introduites dans le milieu aqueux.

Ces contre-ions réduisent considérablement les forces de répulsion électrostatique entre deux particules de même charge à tel point que les forces d'attraction intermoléculaires de Van Der Waals prévalant, provoquent de ce fait l'agglomération des particules solubles par adsorption direct sur des sites spécifiques ou interactions diverses.

L'agglomération des particules et colloïdes polluants les uns aux autres, entraîne la formation d'agrégats qui peuvent être facilement retirés des eaux usées [24].

Mécanisme 3 : Emprisonnement des particules dans un précipité : coagulation par entraînement "Sweep coagulation", pour les suspensions diluées dont les particules sont captées et entraînées dans un précipité de formation rapide.

Lorsque le maximum de solubilité de coagulant est atteint, il y a formation de précipités insolubles. Ces particules interagissent avec les polluants par adsorption. De plus, la formation non négligeable de précipités de coagulant entraîne la formation de gros floccs, communément appelées « sweep floccs ». Ceux-ci créent une voile de boue qui emprisonne les particules polluantes dans les floccs des précipités à l'image d'un filet de pêche qui capture des poissons [24].

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 flocc ($\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{Fe}(\text{OH})_3$) à pH neutre ou acide. Le flocc formé emprisonnerait les particules négatives et les entraînerait durant l'étape de décantation.

Mécanisme 4 : 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 [10][18].

III.2.1.3.Coagulants

Ce sont des produits minéraux ou organiques utilisés afin de favoriser la coagulation des colloïdes contenus dans l'eau à traiter. Ils doivent vérifier dans la mesure du possible les critères suivants :

- Cation trivalent.
- Non toxique.
- Insoluble dans un pH relativement neutre.

Les coagulants les plus efficaces sont des sels de métaux, à bases d'aluminium ou de fer, ils sont cités dans le tableau suivant.

Tableau I.2 : Dérivés des sels d'aluminium et de fer [10].

Sels d'aluminium	Formule chimique	Sels de fer	Formule chimique
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	$FeSO_4$

III.2.1.4. Facteurs influant sur la coagulation

Les principaux facteurs influençant le processus de coagulation sont décrits dans les paragraphes suivants:

III.2.1.4.1. pH

Ce paramètre influe considérablement sur le processus de coagulation. En effet pour chaque eau, il existe une gamme de pH pour laquelle la coagulation a lieu rapidement. Cette gamme dépend de la nature du coagulant utilisé, de sa concentration et de la composition de l'eau à traiter. Lorsque la coagulation se produit hors de cette gamme optimale, il faut augmenter la quantité du coagulant ce qui peut entraîner une augmentation significative du temps de coagulation compris entre 15 secondes et 3 minutes. Notons que le pH a également une influence sur l'élimination des matières organiques [9][10][25].

Il est important de signaler que l'ajout d'un coagulant modifie souvent le pH de la solution. Cette variation est à prendre en compte afin de ne pas sortir de la plage optimale de précipitation du coagulant, un pH supérieur à 4 pour les chlorures de fer et un pH compris entre 6 et 7 pour le sulfate d'aluminium [10][25].

III.2.1.4.2. 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 [10].

La dose du réactif est un paramètre à prendre en compte. Le coagulant qui est habituellement fortement acide a tendance à abaisser le pH de la solution. La difficulté principale est de déterminer la quantité optimale de réactif à injecter en fonction des caractéristiques de l'eau brute.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle de connaissance simple qui permet de déterminer le taux de coagulant en fonction des différentes variables affectant le procédé. La détermination du taux de coagulant est effectuée par analyse au laboratoire à l'aide d'un ensemble d'essai de floculation appelées « Jar-test » [25].

III.2.1.4.3. Agitation

Le mélange des coagulants se fait en deux étapes à savoir:

- Un mélange rapide de courte durée (60 s au maximum) en vue de disperser les produits dans la totalité du volume d'eau à traiter.
- Un mélange lent (30 à 60 min) pour favoriser le contact entre les particules déstabilisées.

Un mélange inadéquat entraîne éventuellement un accroissement de la quantité de coagulants [1].

III.2.1.4.4. 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 [10].

III.2.1.4.5. 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, dans le cas de fortes pluies, l'augmentation des MES favorise une meilleure décantation. Enfin, pour grossir et alourdir le floc, on ajoute un adjuvant de floculation [10][25].

III.2.1.4.6. Sels dissous

Les sels contenus dans une eau influent sur la coagulation car ils provoquent :

- Une modification de la gamme de pH optimal.
- Une modification de la quantité de coagulant.
- Une modification du temps requis pour la floculation [9].

III.2.2. Flocculation

III.2.2.1. Principe de la Flocculation

La flocculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but l'augmentation de la probabilité de contact entre les particules déstabilisées afin de former des flocs.

Cette opération est assurée par des flocculants constitués généralement de polymères à haut poids moléculaire possédant des groupes réactifs de charge inverse à celle de la suspension à traiter [2].

La figure ci-après illustre le phénomène de flocculation. Elle requiert d'agiter doucement le mélange pour permettre au flocculant d'adsorber les flocs submicroniques et facilite la formation de ponts entre les flocs (a). En se rapprochant, les particules entrent dans la portée effective d'interaction Van Der Waals permettant aux forces d'attraction de réduire la barrière énergétique pour la flocculation et de former des groupes de flocs épars. L'agrégation, la liaison et le renforcement des flocs se poursuivent jusqu'à ce que des flocs macroscopiques en suspension apparaissent (b). La sédimentation se produit une fois qu'ils atteignent le poids, la taille et le nombre adéquats. Les flocs macroscopiques sont très sensibles à l'agitation et une fois déchirés par des contraintes élevées de cisaillement, il est difficile, voire impossible pour eux de se reformer.

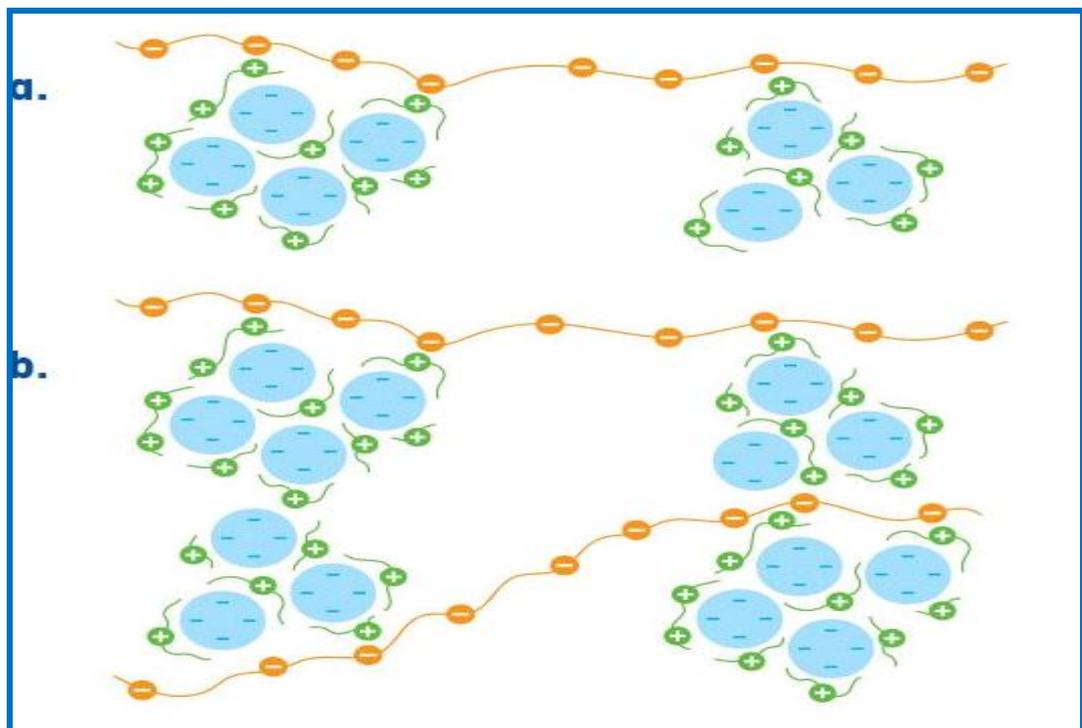


Figure I.9 : Phénomène de flocculation [22].

Comme pour la coagulation, il existe un certain nombre de paramètres à prendre en compte pour le bon fonctionnement de ce procédé. Le mélange doit être suffisamment lent afin d'assurer le contact entre les floccs engendrés par la coagulation. En effet, si l'intensité du mélange dépasse une certaine limite, les floccs risquent de se briser. Il faut également un temps de séjour minimal pour que la floculation ait lieu. La durée du mélange se situe entre 10 et 60 minutes. Les temps d'injection du coagulant et du floculant sont en général espacés de 1 à 3 minutes, cette durée étant fonction de la température de l'eau.

L'optimisation du procédé de floculation sera fonction des conditions qui peuvent être inhérentes à la phase liquide (pH, force ionique, nature des ions, température,...) ou aux particules à séparer (nature, taille, charges de surface,...). Elle pourra être accomplie en jouant sur le type et le dosage du coagulant, le temps de floculation, l'énergie du mélange, la géométrie du réacteur [25].

Une bonne floculation 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 floculant ou adjuvants de coagulation [12].

III.2.2.2.Types de floculation

On distingue trois types de floculation selon le type de mouvement qui anime les particules dans la suspension :

- ❑ **Floculation rapide ou pré cinétique (mouvement brownien)** : les contacts entre les particules sont causés par le mouvement aléatoire de celles-ci, dit mouvement brownien qui est fonction de la température de l'eau.

- ❑ **Floculation lente ou ortho cinétique (brassage mécanique)** : c'est la floculation provoquée par l'agitation de l'eau. Elle est donc causée par le brassage de l'eau qui permet d'augmenter les chances de contacts entre les particules.

- ❑ **Floculation par entraînement** : elle se produit dans une solution qui décante quand les grosses particules, tombant plus vite, entraînant les plus petites avec eux [18].

III.2.2.3.Floculants (adjuvants de coagulation)

Les principaux agents de floculation sont les polymères minéraux tels que la silice activée, les polymères naturels extraits de substances animales ou végétales et les polymères de synthèse apparus plus récemment et qui ont fait évoluer considérablement les performances de la floculation. Ces derniers sont les plus répandus dans le domaine de traitement des eaux, on parle en général de floculation par les polymères.

Les polymères organiques de synthèse sont des macromolécules composées de la répétition d'au moins un type de monomère. On distingue ainsi les polymères neutres (pas de charge), cationiques (charge positive) et anioniques (charge négative) [11]. Leur efficacité dépend des groupements chimiques réactifs, greffés sur les chaînes macromoléculaires, ainsi que la configuration des macromolécules au sein de la solution. Ils se présentent, à l'état sec, comme des poudres ou granulés, ou peuvent être sous forme liquide [13].

III.3.Décantation

III.3.1. Principe de la 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 [12].

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 [2].

La décantation est une technique de séparation entre les phases solides-liquides, utilisée soit dans les procédés industriels, soit dans les méthodes analytiques, c'est donc un procédé permettant de séparer soit une phase solide des matières en suspension dans un

liquide de masse volumique moindre, soit deux phases liquides non miscibles ayant des densités différentes [26].

Si on laisse reposer une suspension solide dans une phase liquide, on observe que les particules sous l'action de la pesanteur et de la poussée d'Archimède, tendent à tomber vers le fond ou à remonter à la surface selon leur densité et leur taille. Cette décantation peut cependant être relativement lente pour les très fines particules (sensibles à l'agitation thermique) et les liquides particulièrement visqueux. Toutefois, il est possible d'agir sur plusieurs paramètres pour augmenter la vitesse de sédimentation :

- Le diamètre des particules, en utilisant des flocculants.
- La différence de densité.
- La viscosité du fluide, qui diminue avec l'élévation de la température.
- La surface de base du bac [27].

III.3.2.Type de décantation

Selon la concentration en solide et la nature des particules (densité et forme) on distingue 4 types de décantation à savoir :

III.3.2.1.Décantation de particules discrètes

Ce type de décantation (dite discrète ou individuelle) est caractérisé par le fait que les particules conservent leurs propriétés physique initiales (forme, dimension et densité au cours de leur chute). La vitesse de chute est indépendante de la concentration en solides, c'est pourquoi les lois classiques de Newton et de Stokes s'appliquent ici, on retrouve ce type de décantation dans les dessableurs.

III.3.2.2.Décantation de particules flocculantes

Ce type de décantation est caractérisé par l'agglomération des particules au cours de leurs chutes. Les propriétés physiques de ces particules sont donc modifiées pendant le processus. On retrouve ce type de décantation dans les décanteurs des usines de traitement des eaux et dans les décanteurs secondaires des usines d'épuration.

III.3.2.3.Décantation freinée (en piston)

Ce type de décantation est caractérisé par une concentration élevée de particules, ce qui entraîne la formation d'une couche de particules et par conséquent, l'apparition d'une

démarcation nette entre les solides décantés et le liquide surnageant, on retrouve ce type de décantation dans la partie profonde des décanteurs.

III.3.2.4. Décantation en compression de boue

Dans ce type de décantation, les particules entrent en contact les unes avec les autres et reposent sur les couches inférieures, dans cette zone le phénomène de consolidation est relativement lent, on retrouve ce type de décantation dans les épaisseurs de boues par gravité [27].

III.3.3. Facteurs influençant la décantation

De nombreux facteurs influencent la décantation; parmi les plus importants, nous pouvons citer :

- La nature de la suspension : concentration de la phase solide, débit, température ;
- La phase liquide : nature, densité, viscosité, concentration en électrolytes ;
- La phase solide : nature, densité, granulométrie, structure (grains, fibres, colloïdes), tendance à l'agglomération;
- L'opération de décantation : vitesse et courbe de sédimentation, durée de la sédimentation, type d'appareil, mode de fonctionnement, adjuvants;
- Les produits résultants : concentration de la phase liquide dans le sédiment, concentration de la phase solide dans la surverse.

Ces facteurs régissent la décantation, l'optimisation et le contrôle de celles-ci confèrent un bon déroulement de l'opération des différents types de décantation [26].

III.3.4. Mode de décantation

Du point de vue technique trois grandes modes de décantation sont proposées, il s'agit de la décantation statique, accélérée et lamellaire.

III.3.4.1. Décantation statique

On parle de la décantation statique si l'extraction des boues déposées ainsi que du liquide clair se fait en permanence et séparément ; elle est réalisée dans des bassins rectangulaires ou circulaires avec ou sans raclage des boues.

III.3.4.2. Décantation accélérée

Cette technique est appliquée à des suspensions diluées avec des solides finement divisés et qui exige un traitement de coagulation et de floculation. La technique de floculation permet à la fois de former des floccs à partir des fines particules solides

III.3.4.3. Décantation lamellaire

Afin d'obtenir des débits importants sans que la cuve atteigne des volumes considérables aux formes prohibitives de très faible hauteur et très grandes surfaces ; on peut équiper la cuve avec des plaques inclinées de 60° et espacé de 10 à 15 cm, elles ont pour rôle de réduire le trajet accompli par les particules solides pour être capté par une paroi et ainsi séparé de la phase liquide [26].

III.4. Flottation

Une technique qui peut remplacer la sédimentation est la flottation. C'est un procédé de séparation liquide-solide basé sur la formation d'un ensemble appelé attelage, formé des particules à éliminer, plus léger que l'eau. Cette technique convient principalement pour éliminer les particules de diamètre compris entre 1 et 400 µm. Les solides sont transportés à la surface, fixés à des bulles, et sont ensuite écumés. Cette méthode permet d'éliminer des particules plus petites qu'avec la sédimentation. 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 [18].

Chapitre II

Expérimentation

II.1.Appareillage

Les appareils utilisés pour la réalisation de cette étude ainsi que leurs principes de fonctionnement sont présentés comme suit :

II.1.1.pH-mètre type HACH.

La différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence plongé dans une même solution est fonction linéaire du pH de celle-ci selon la loi de NERST:

$$E = E_0 + 2,3RT/n F \text{Log } a_h \quad (1)$$

Avec :

- **E**: potentiel mesuré (Volt) ;
- **E₀**: constante dépendant de l'électrode de référence et de la solution interne ;
- **R**: constant des gaz parfait (J/mole.K) ;
- **T**:température absolue (K) ;
- **n** : charge des ions ;
- **F** : constante de Faraday 96500 c ;
- **a_h**: activité de l'ion H⁺ dans l'échantillon [28].



Figure II.1 : pH mètre type (HACH).

II.1.2.Spectrophotomètre type DR/2000

Cette analyse s'appuie sur le fait que toute solution colorée traversée par un faisceau de lumière laisse passer une fraction de lumière incidente .La quantité de lumière absorbée est proportionnelle à la concentration du composé coloré recherché comme le montre la loi de Beer – Lambert :

$$DO = \log I / I_0 = \epsilon.l.C \quad (2)$$

Avec:

- **DO** : densité optique ;
- **I** et **I₀** : intensité du faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ à l'entrée et à la sortie de la cellule de référence ;
- **l** : épaisseur de la cellule de référence (cm) ;
- **C** : concentration de l'élément recherché (mg/l ou mole/l) ;
- **ϵ** : coefficient d'extinction molaire (l/mg.cm ou l/mole.cm) [28].



Figure II.2 : Spectrophotomètre DR/2000.

II.1.3.Floculateur type ISCO

Le floculateur ISCO est utilisé pour les essais de coagulation et de floculation. Il est composé de six béciers de un litre de capacité et de six agitateurs mécaniques comprenant des pales de 1,5 x 8,5 cm qui tournent de 20 à 250 tr/min.



Figure II.3: Floculateur ISCO.

II.2. Produits chimiques

Les réactifs employés dans cette étude sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Listes des produits chimiques.

Produits chimiques	Formules chimiques
Silicate de sodium	Na_2SiO_3
Acide Sulfurique	H_2SO_4
Kurifix	produit commercial
Solvant 38	produit commercial

II.3. Échantillonnage

Le prélèvement des eaux huileuses à été effectué à l'entrée de la station de déshuilage.

Les paramètres de qualité des eaux huileuses analysés sont :

- pH,
- MES,
- Turbidité,
- Teneur en hydrocarbure.

II.4. Techniques d'analyse des eaux huileuse

II.4.1. Mesure de 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.

II.4.2. Mesures des Matières en suspension, de la turbidité et de la teneur en hydrocarbures

L'ensemble de ces paramètres sont évaluées au moyen du spectrophotomètre DR 2000 sous des conditions spectrales différentes comme le montre le tableau suivant.

Tableau II.2 : Conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000.

Paramètres	Longueur d'onde (nm)
Matières en suspension	810
Turbidité	750
Hydrocarbures	410

L'analyse des hydrocarbures est réalisée juste après une extraction liquide/liquide avec le solvant 38.

II.5. Techniques de traitement des eaux huileuses

II.5.1. Préparation des coagulants

Dans cette partie du travail, trois coagulants à base de silicate de sodium ont été préparés suivant les conditions présentées dans le tableau ci dessous.

Tableau II.3 : Conditions de préparation des coagulants.

Désignation du coagulant	Eau de préparation	Silicate de sodium (% massique)	Acide sulfurique (% massique)
C ₁	Eau de service	4	1,2
C ₂			1,4
C ₃			2

Le choix des pourcentages de silicate de sodium et de l'acide sulfurique est fondé sur des études préalablement effectuées sur le même sujet au niveau du centre de Haoud Berkaoui.

II.5.2. Technique de coagulation, floculation et décantation

En vue de choisir le coagulant et la dose optimale de traitement, douze préparations de coagulants ont été testées selon le protocole expérimental :

- Remplir les six béciers du floculateur avec 500 ml de l'eau à traiter ;
- Ajouter des doses croissantes (14 ml – 20 ml) de chacune des 03 solutions de coagulants précédemment préparées et agiter à 80 tr/mn pendant 15 minutes ;
- Après la réduction de la vitesse d'agitation à 30 tr/mn pendant 10 minute, ajouter 1 ml de kurifix;
- Après 30 minute de décantation, prélever 25 ml de chaque bécier et mesurer les paramètres suivants : pH, MES, turbidité et teneur en hydrocarbures.
- Calculer le pourcentage d'élimination de chaque paramètre en appliquant la formule suivante :

$$P (\%) = (P_i - P_f) \times 100 / P_i \quad (4)$$

P_i et P_f correspondant aux teneurs initiales et finales des paramètres étudiés.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Caractérisation des eaux huileuses

Les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée prélevé à l'entrée de la station de déshuilage sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : Caractéristiques des eaux huileuses traitées au niveau de la station H.B.K

Paramètres	Teneur	Norme des rejets liquide Algérienne*	Tolérances aux valeurs limites anciennes installations	Normes appliquées à HBK
pH	6,14	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
MES (mg/l)	658	35	40	≤ 30
Turbidité (NTU)	746	-	-	30
HC (mg/l)	695	10	15	≤ 5

* L'article 4 du la Décret exécutif n° 06-141 19 avril 2006, Journal Officiel de la République Algérienne.

L'eau traitée au niveau de la station de déshuilage est caractérisée par un pH légèrement acide, une turbidité et une conductivité élevées ainsi qu'un taux important de MES et des hydrocarbures.

La comparaison des résultats obtenus avec les normes de rejets des effluents liquides industriels appliquées en Algérie et au niveau de la région de Haoud Berkaoui à montrer que mis à part le pH qui se rapproche des normes, les paramètres analysés présentent des valeurs dépassant largement la norme ce qui témoigne d'une pollution importante des eaux huileuses traitées au niveau de la station de déshuilage.

III.2. Traitement des eaux par coagulation, floculation et décantation

L'influence de la composition et la dose des coagulants préparés sur le procédé de traitement comportant une coagulation, une floculation et une décantation est montré dans ce qui suit :

III.2.1.Coagulant C₁

Les résultats relatifs à l'étude de l'effet de la dose du coagulant C₁ sur le procédé traitement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.2: Effet de la dose du coagulant C₁ sur le procédé de traitement.

Doses (ml)	14	16	18	20
Paramètres				
pH	6,20	6,38	6,51	6,69
MES (mg/l)	98,7	92,12	78,96	65,8
Turbidité (NTU)	164,12	7,46	0	0
HC (ppm)	264,1	215,45	166,8	118,15

Le traitement des eaux huileuses avec des doses croissantes du coagulant C₁ permet une augmentation du pH et la diminution du reste des paramètres analysés.

Les différentes doses du coagulant C₁ génèrent :

- Une augmentation de pH de 6,20 à 6,69 ;
- Une réduction du taux de MES de 98,7 à 65,8 mg/l ;
- Une réduction de la turbidité de 164,12 à 0 NTU ;
- Une réduction de la teneur en hydrocarbures de 264,1 à 118,15 mg/l.

Une dose de 20 ml du coagulant C₁ assure :

- La normalisation du pH ;
- L'élimination de la turbidité ;
- La réduction des matières en suspension de 90 % ;
- La réduction de la teneur des hydrocarbures de 83 %.

III.2.2.Coagulant C₂

Les résultats relatifs à l'étude de l'effet de la dose du coagulant C₂ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau III.3: Effet de la dose du coagulant C₂ sur le procédé de traitement.

Doses (ml)	14	16	18	20
Paramètres				
pH	7,30	7,98	8,28	8,50
MES (mg/l)	78,96	65,8	46,06	30
Turbidité (NTU)	52,22	0	0	0
HC (ppm)	257,15	215,45	173,75	132,05

Avec le coagulant C₂ nous avons remarqué que mis à part le pH, les teneurs des paramètres étudiés diminuent graduellement avec l'accroissement des doses ajoutées

Les différentes doses du coagulant C₂ assurent :

- Une augmentation de pH de 7,30 à 8,5 ;
- Une réduction du taux de MES de 78,96 à 30 mg/l
- Une réduction de la turbidité de 52,22 à 0 NTU ;
- Une réduction de la teneur en hydrocarbures de 257,15 à 132,05 mg/l.

Une dose de 20 ml du coagulant C₂ assure :

- La normalisation du pH ;
- L'élimination de la turbidité ;
- La normalisation des matières en suspension ;
- La réduction de la teneur des hydrocarbures de 81 %.

III.2.3.Coagulant C₃

Les résultats relatifs à l'étude de l'effet de la dose du coagulant C₃ sur le procédé de traitement sont présentés dans le tableau ci-après. Ils traduisent les mêmes remarques observées lors de l'emploi des coagulants précédents en matière d'évolution des paramètres analysés avec la dose du coagulant C₃.

Les différentes doses du coagulant C₃ génèrent :

- Une augmentation du pH de 4,35 à 12,34 ;
- Une réduction du taux de MES de 147 à 100 mg/l ;
- Une réduction de la turbidité de 210 à 123 NTU ;

- Une réduction de la teneur en hydrocarbures de 129 à 89 mg/l.

Tableau III.4: Effet de la dose du coagulant C₃ sur le procédé de traitement.

Doses (ml)	14	16	18	20
Paramètres				
pH	9,39	10,37	11,36	12,34
MES (mg/l)	76,32	74,35	73,04	71,06
Turbidité (NTU)	67,14	59,68	57,44	52,22
HC (ppm)	90,35	76,45	62,55	48,65

Bien qu'une dose de 20 ml du coagulant C₃ assure une réduction du taux des hydrocarbures de 93 %, elle produit des eaux basiques, troubles et chargées de matières en suspensions.

On conçoit donc que la quantité 2 % d'acide sulfurique ajoutée lors de la préparation de ce coagulant n'a pas assuré l'efficacité attendue.

III.3.Choix du meilleur coagulant

A travers l'analyse relative à chaque coagulant, on conçoit que pour chaque préparation l'efficacité de traitement augmente en sens direct avec la dose du coagulant.

La dose optimale relative à chacun des coagulants préparés C₁ et C₂ est de 20 ml par 500 ml d'eau huileuses traitées donc 40 ml par litre.

Toutefois, le coagulant C₂ a montré une efficacité meilleure de traitement en assurant la normalisation de deux paramètres, l'élimination de la turbidité et une réduction importante du taux des hydrocarbures atteignant les 81 %.

Le coagulant C₃ est une préparation qui assure certainement la meilleure efficacité de traitement en matière de réduction des hydrocarbures mais son emploi à des doses supérieures ou égales à 14 ml produit des eaux basiques, troubles et chargées de matières en suspensions.

Conclusion

Au terme de ce travail, nous pouvons tirer trois conclusions principales :

- ② L'eau à traiter au niveau de la station de déshuilage H.B.K est caractérisée par un pH légèrement acide, une turbidité élevée et un taux important de MES et d'hydrocarbure dépassant les normes appliquées à l'échelle nationale et celles plus strictes appliquées au niveau de la région HBK.

- ② Une dose de 40 ml du coagulant composé de 4% de silicate de sodium et 1,2 % d'acide sulfurique C₁ assure :
 - La normalisation du pH ;
 - L'élimination de la turbidité ;
 - La réduction des matières en suspension de 90 % ;
 - La réduction de la teneur des hydrocarbures de 83 %.

- ③ L'emploi du coagulant composé de 4% de silicate de sodium et 1,4 % d'acide sulfurique à raison de 40 ml par litre a donné les meilleurs résultats en matière de traitement en assurant :
 - La normalisation du pH ;
 - L'élimination de la turbidité ;
 - La normalisation des matières en suspension ;
 - La réduction de la teneur des hydrocarbures de 81 %.

- ④ L'emploi du coagulant composé de 4% de silicate de sodium et 2 % d'acide sulfurique permet certainement d'éliminer la teneur des hydrocarbures de 93 % mais produit en parallèle une eau basique, trouble et riche en matières en suspensions.

Bibliographie

-
- [1] CHAICH Zineb : Optimisation de procédés de déshuilage dans la région Haoud Berkaoui. Mémoire de Master en Génie Chimique. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2012, pp 2-7.
- [2] CHIHAN Imane : Études des procédés de déshuilage des eaux huileuses issues des centres de production des hydrocarbures de SONATRACH (Régions Haoud Berkaoui et Oued Noumer). Mémoire de Master en Génie de l'environnement. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2013, pp 1 - 12.
- [3] ZERNIZ Brahim : Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un debutaniseuse. Mémoire de Master en Raffinage et Pétrochimie, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 2016, p 23.
- [4] MEHIAOUI. Abderraziq et MEHIAOUI. Loqman : Étude et entretien de la mise en marche de la turbine à gaz Implantée au site de SONATRACH de Haoud Berkaoui. Mémoire de Master en Génie mécanique, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 2014, p 6.
- [5] GHERARA Nabila : Étude de la performance de la station d'épuration des eaux usées de la région Haoud Berkaoui. Mémoire de Master en Génie chimique. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019, pp 16 -19.
- [6] BOUTELLI Asma et MESSAOUDI Hadjer : Optimisation du système de dessalage d'un puits en modélisant les conditions de dépôt de sel, en utilisant les données de jaugeages et les contrôles Wire Line, Mémoire de Master en Production des hydrocarbures. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2017, pp 17 - 19.
- [7] BELARIBI Souleymane et NEHAR Naima : Apport de la diagraphie dans l'étude spatio-temporelle du réservoir tagi (cas du bassin de Haoud Berkaoui). Mémoire de Master en Géo-Ressources, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 2017,p 12.
- [8] Le transport du pétrole aux quatre coins du monde," Parlons Sciences. [Online].Available: <https://parlonsscience.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/le-transport-du-petrole-aux-quatre-coins-du-monde>. [consulté : 15/08/2020].
- [9] BACHOUCHE Amina : Traitement des eaux usées de la station de déshuilage de Haoud Berkaoui. Mémoire de Master en Génie Chimique. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2013, pp 1-12.
- [10] BOUTAOUI Fatima Zahra : Étude de l'efficacité de traitement des eaux huileuses au niveau de la station de déshuilage du centre industriel nord CINA - Hassi Messaoud. Mémoire de Master en Analyse et contrôle de qualité, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2017,pp 6-10.
- [11] M. D. Dihang : Mécanismes de coagulation et de floculation de suspensions d'argiles diluées rencontrées en traitement des eaux. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier,Toulouse III, 2007, pp 14-24.
- [12] BOUZIANE Amina : Choix d'une méthode de traitement des eaux usées de l'industrie pétrolière cas station de déshuilage HBK Ouargla. Mémoire de Master en Génie de l'environnement, Université M'hamed Bougara de Boumerdes, 2016, pp12-14.
- [13] MÉDIADTRICE Mujawamariya : Optimisation de la décantation primaire par ajout de produits chimiques – Jar-Tests. Mémoire de Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel en Chimie, Institut Supérieur Industriel de Bruxelles, 2012, pp 14-18.
- [14] ALEM Salim : Étude comparative entre coagulation - floculation et electrocoagulation-electroflottation. Mémoire de master en Ouvrages et Aménagements Hydrauliques, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2015, p 21.
-

-
- [15] <https://link.springer.com/chapter/10.1385/1-59259-820-x:103?fbclid=IwAR3x1q8aKxj1b4oE0aWUQKyouTkyzQiTipKQ27L8yrlrwPVBss1vd19Oxd0>, “link.springer.” .
- [16] A. F. S. Santos, L. A. Luz, T. H. Napoleão, P. M. G. Paiva, and L. C. B. B. Coelho: Coagulation, flocculation, agglutination and hemagglutination: Similar properties. *Adv. Chem. Res.*, vol. 20, 2013, pp 51–70.
- [17] SAWADOGO Boukary : Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien : cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso. Thèse de Doctorat en Génie des procédés, Université de Montpellier, 2018, p14.
- [18] LATRECHE Mohammed Seghir et ZERROUKI Abdelkrim :Traitement des eaux huileuses de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel. Mémoire de Master en Chimie de l'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019, pp 12-13.
- [19] D. Zogo, L. Bawa, H. Soclo, and D. Atchekpe : Elimination de la couleur et de la turbidité d'une eau de surface par coagulation-floculation au sulfate d'aluminium : cas de la retenue d'eau de l'Okpara en République du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 4, no. 5, 2011, pp 1667–1675.
- [20] MEZIANI Karim: Microtamisage de l'effluent d'un bioréacteur à lit mobile (mbbr). Mémoire de Master en génie civil, Université de Montréal, 2013, p11.
- [21] H.R.Hernandez : Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable. Thèse de Doctorat en Systèmes Automatiques. Institut national polytechnique de Toulouse, 2006, 151 p.
- [22] https://.mt.com/be/fr/home/applications/L1_AutoChem_applications_L2_ParticleProcessing/Formulation_Floculation.htm (consulté 11/09/2020)
- [23] MALLORIE Tourbin : Caractérisation et comportement de suspensions concentrées de nanoparticules sous écoulement. Thèse de Doctorat en Génie des procédés et de l'environnement, L'institut national polytechnique de toulouse, 2006, p 24.
- [24] V.Pallier : Elimination de l'arsenic par coagulation floculation et électrocoagulation d'eaux faiblement minéralisées. Thèse de Doctorat en Chimie et microbiologie de l'eau, Université de Limoges, 2008, 241 p.
- [25] BENCHERIF Yassine et KERKEB Nasereddine : Étude de l'efficacité du chitosane/bentonite comme adjuvants de coagulation-floculation pour le traitement des lixiviats de la décharge de Saida Présenté. Mémoire de Licence en Gestion et valorisation des déchet, Université Dr Moulay Tahar de Saida, 2014, pp 17-19.
- [26] <https://wikimemoires.net/2019/12/27/la-decantation-types-coagulation-et-floculation/?fbclid=IwAR1uMkKIWcsFghmAbS0-z1XHxx7srHcUPJfR1zT8eGO7XVJr4FdPFmAC2NI>, “WikiMemoires.” .
- [27] KHERIFI Wahida : Étude de la cinétique de sédimentation des matières en suspension dans le calcul des décanteurs. Mémoire de Magister Hydraulique Urbaine et Construction Hydraulique, Université badji-mokhtar-annaba, 2009, pp 16-53.
- [28] Jean Rodier: Analyse de l'eau ,8^{ème} édition, 1996, pp 1208-1230.
-

Résumé

La région de HAOUD BERKAOUI est considérée comme l'une des principales zones de production de la province triasique en Algérie. Elle englobe trois champs productifs à savoir : Haoud-Berkaoui, Guellala et Benkahla.

Le centre de Haoud Berkaoui assure : la production de brut, la récupération de gaz torché, l'injection de l'eau et le traitement des eaux usées industrielles. Ces activités génèrent quotidiennement de grandes quantités d'eaux huileuses contaminées non seulement par des hydrocarbures mais aussi par des particules solides et des matières en suspension.

La direction régionale de Haoud Berkaoui a mis en place une station de déshuilage dans chaque centre producteur pour assurer à la fois la récupération des hydrocarbures et la production d'eau de réinjection. Ces stations emploient pour le traitement des eaux usées une technique à trois étapes à savoir : la coagulation, la floculation et la décantation.

En vue d'améliorer l'efficacité du procédé mis en place, trois nouveaux coagulants ont été élaborés et testés afin de quantifier leurs effets sur le schéma de traitement.

Mots clés: Centre H.B.K, Coagulation, Floculation, Décantation.

Abstract

The HAOUD BERKAOUI region is considered to be one of the main production areas of the Triassic province in Algeria. It encompasses three productive fields namely: Haoud-Berkaoui, Guellala and Benkahla.

The Haoud Berkaoui center ensures: the production of crude, the recovery of flared gas, the injection of water and the treatment of industrial wastewater. These activities generate daily large quantities of oily water contaminated not only by hydrocarbons but also by solid particles and suspended matter.

The regional management of Haoud Berkaoui has set up a de-oiling station in each production center to ensure both the recovery of hydrocarbons and the production of reinjection water. These stations employ for the treatment of wastewater a three-step technique namely: coagulation, flocculation and decantation.

In order to improve the efficiency of the implemented process, three new coagulants were developed and tested in order to quantify their effects on the treatment regimen.

Keywords: Center H.B.K, Coagulation, Flocculation, Sedimentation.