

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة امحمد بوقرة- بومرداس

UNIVERSITE « M'HAMED BOUGARA »  
BOUMERDES



FACULTE DES HYDROCARBURES ET DE LA CHIMIE  
Département: Génie des Procèdes Chimique et Pharmaceutique

Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

Présenté Par :

**KARIM Ilyes**  
**MAHDI Oussama**

Filière : Génie des Procèdes

Option : Génie de l'Environnement Appliquée aux Hydrocarbures

-THEME-

---

*Gestion des Aspects Environnementaux au Sein du Centre  
de Production de Haoud Berkaoui*

---

Soutenu le : 13 /06/ 2016

Encadre Par :

**Mme HAMMOUDI. S**

Année Universitaire : 2015/2016

# Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
<b>Introduction Générale</b>	<b>02</b>
<b>Présentation De La Direction Régionale De Haoud Berkaoui</b>	
<b>1. Présentation De La Direction Régionale De Haoud Berkaoui</b>	<b>04</b>
<b>2. Implantation du Champ</b>	<b>05</b>
<b>3. Historique de la Direction Régionale Haoud Berkaoui</b>	<b>06</b>
<b>4. Champs de la Direction Régionale</b>	<b>07</b>
4.1 Champ de Haoud Berkaoui	07
<b>5. Division Sécurité</b>	<b>08</b>
5.1 Le rôle du Service Protection de l'environnement	08
<b>Chapitre I : Identification Des Aspects Environnementaux</b>	
<b>1. Introduction</b>	<b>10</b>
<b>2. Définitions Générales</b>	<b>11</b>
A. L'aspect environnemental	11
B. L'aspect environnemental significatif	11
C. L'impact environnemental	11
D. Evaluation d'un impact environnemental	11
<b>3. Identification des Aspects et impacts environnementaux</b>	<b>12</b>
3.1 Détermination des Aspects	12
3.2 Méthodologie d'identification des aspects	12
3.3 Vue synthétique des actions à réaliser	14
<b>4. Informations Consolides Au Niveau de La Direction Régionale de Haoud Berkaoui</b>	<b>15</b>
4.1. Dispositions communes pour la gestion des déchets industriels	15
4.2. Dispositions communes pour le stockage des produits chimiques	17
<b>5. Cadre Réglementaire</b>	<b>19</b>
<b>Chapitre II : Gestion Des Effluents Industriels</b>	
<b>1. SITE CTH (Centre De Traitement Des Huiles) De Haoud Berkaoui</b>	<b>21</b>
1.1. Description du site	21
• Localisation et description des zones avoisinantes	21
• Activités, matières premières et produits intentionnels	21
• Alimentation en eau pour un usage industriel	22
<b>2. Identification des Aspects Environnementaux du Site</b>	<b>24</b>
2.1. Les aspects environnementaux dans le centre de production de HBK	24
2.2. Projets environnementaux en cours sur la région	24
<b>3. Gestion des Effluents Industriels</b>	<b>25</b>
3.1. Effluents liquides industriels	25
3.2. Produits chimiques	27
3.3. Emissions atmosphériques	30
3.4. Gestion des déchets	33
<b>4. Conclusion</b>	<b>34</b>
<b>Chapitre III : Méthodologie de Traitement</b>	
<b>1. Echantillonnage</b>	<b>36</b>
1.1. Introduction	36
1.2. Objectifs de l'étude de caractérisation	36
1.3. Choix du point d'échantillonnage	36
1.4. Types et méthodes d'échantillonnage	37

## Sommaire

---

1.5. Caractéristiques et préparation des équipements d'échantillonnage	39
1.6. Contrôle de la qualité	41
<b>2. Les méthodes d'analyse</b>	<b>42</b>
2.1. Introduction	42
2.2. Les analyses dans les milieux environnementaux	42
<b>3. Coagulation-floculation</b>	<b>44</b>
3.1. Introduction	44
3.2. Présentation de la clarification	44
3.3. Coagulation/floculation	45
3.4. Application dans traitement des eaux	57
3.5. Conclusion	59
<b>Etude de Cas : Déshuilage des Eaux de Rejets Industriels</b>	
<b>1. Introduction</b>	<b>61</b>
<b>2. Présentation De La Station de Déshuilage de HBK</b>	<b>62</b>
2.1 Station de Déshuilage du champ de Haoud Berkaoui	62
2.2 Schéma technologique de la station de déshuilage	63
2.3 Principe de fonctionnement de la station de déshuilage	64
2.4 Caractéristiques de la station de Déshuilage	66
<b>3. Définition et fonctionnement des équipements</b>	<b>66</b>
<b>4. Techniques de traitement des eaux huileuses</b>	<b>70</b>
4.1. Coagulation	70
4.2. Floculation	70
4.3. Décantation	71
<b>5. Méthodes d'analyses et appareillages</b>	<b>73</b>
5.1. Détermination de la Teneur des Hydrocarbures dans les Eaux	73
5.2 Appareillage	74
5.3.-Produits chimiques	76
5.4. Techniques de mesure	76
<b>6. Conclusion sur la conformité des effluents par rapport à la réglementation algérienne</b>	<b>77</b>
<b>Conclusion Générale</b>	<b>79</b>
Conclusion et recommandations	80
Bibliographie	
Annexes	

## Liste des figures

---

<b>LISTE DES FIGURES</b>	
<b>Présentation de La Direction Régionale de Haoud Berkaoui</b>	
Implantation du champ de Haoud Berkaoui	<b>05</b>
Carte satellite du centre Haoud Berkaoui	<b>07</b>
<b>Chapitre I</b>	
<b>Chapitre II</b>	
Aspects environnementaux du site HBK	<b>24</b>
<b>Chapitre III</b>	
Étapes d'une méthode analytique	<b>42</b>
Coagulation/floculation	<b>45</b>
Évolution du potentiel électro-négatif en fonction de l'éloignement de la particule	<b>49</b>
Eau brute additionnée de coagulant	<b>49</b>
L'appareil de mesure du potentiel Zéta	<b>50</b>
<b>Etude De Cas</b>	
Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui	<b>62</b>
Schéma de principe de fonctionnement de la station de déshuilage	<b>63</b>
Schéma représentatif du procédé du phénomène de coagulation-floculation	<b>71</b>
Spectrophotomètre DR 2000	<b>75</b>

## Liste Des Tableaux

---

<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	
<b>Présentation De La Direction Régionale De Haoud Berkaoui</b>	
<b>Chapitre I</b>	
Relation entre l'aspect et l'impact environnemental	<b>11</b>
Principaux facteurs à examiner lors de l'identification des aspects environnementaux en situation Normal et Accidentelle	<b>13</b>
Constats et recommandations communes pour la gestion des déchets	<b>16</b>
Constats et recommandations communes pour la gestion des produits chimiques	<b>18</b>
<b>Chapitre II</b>	
Constats et recommandations sur la consommation d'eau –HBK	<b>23</b>
Aspects environnementaux relatifs aux effluents liquides –HBK	<b>25</b>
Constats et recommandations sur la gestion des effluents –HBK	<b>26</b>
Caractéristiques des Bacs de stockage-HBK	<b>27</b>
Constats et recommandations sur le stockage des produits – HBK	<b>28</b>
Constats et recommandations sur la gestion des produits chimiques - HBK	<b>29</b>
Synthèse des stockages aériens sur le site CTH de HBK	<b>30</b>
Constats et recommandations sur les installations process – HBK	<b>30</b>
Sources d'émissions atmosphériques – HBK	<b>31</b>
Constats et recommandations sur les émissions atmosphériques – HBK	<b>32</b>
Constats et recommandations sur la contamination des sols – HBK	<b>33</b>
<b>Chapitre III</b>	
<b>Etude De Cas</b>	
caractéristiques de la station de Déshuilage-HBK	<b>66</b>
Présentation des résultats d'analyses des prélèvements selon les exigences du décret 06-141	<b>72</b>
Listes des produits chimiques	<b>76</b>
Conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000	<b>76</b>

## 1. Introduction

L'environnement est défini comme étant l'ensemble des aspects physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux et économiques susceptible d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les êtres vivants et les activités humaines dont la protection est devenue l'un des enjeux majeurs de développement économique.

Cependant, les problèmes de l'environnement ne sont pas seulement que des pollutions, nuisances, érosion des sols, etc. mais aussi l'infraction des lois et les pertes économiques due à la mauvaise gestion et/ou négligence des aspects environnementaux pertinents à l'activité industrielle.

Les activités recensées dans le centre de production Haoud Berkaoui, sont à l'origine de plusieurs pollutions. Les plus importantes sont les eaux de rejets industrielles provenant des centres de traitement d'huile.

L'objectif ambitieux de cette étude théorique est de bien identifier, caractériser, ainsi qu'améliorer la gestion des différents aspects au sein du centre de traitement d'huile de Haoud Berkaoui dans le but d'éliminer si non réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur en tenant compte des objectifs de production pour la relance de l'économie du pays ainsi que la préservation du patrimoine national et la qualité de vie.

Afin d'atteindre cet objectif, on vous présente notre modeste travail qui comporte une présentation de l'organisme d'accueil, puis un manuscrit composé de trois (03) chapitres :

- Chapitre I : Identification des aspects environnementaux
- Chapitre II : Gestion des effluents industriels
- Chapitre III : Méthodologie de traitement.

Et enfin une étude consacrée à la gestion des effluents liquides traités par le procédé de déshuilage, et on conclut par des recommandations et perspectives.

## 1.Présentation de La Direction Régionale de Haoud Berkaoui

La Direction Régionale de Haoud Berkaoui fait partie de la Division Exploration et Production de SONATRACH. Le Premier centre de traitement d'huile a été mis en service en 1967 ; aujourd'hui il existe 5 unités de traitement d'huile et une unité de traitement de gaz.

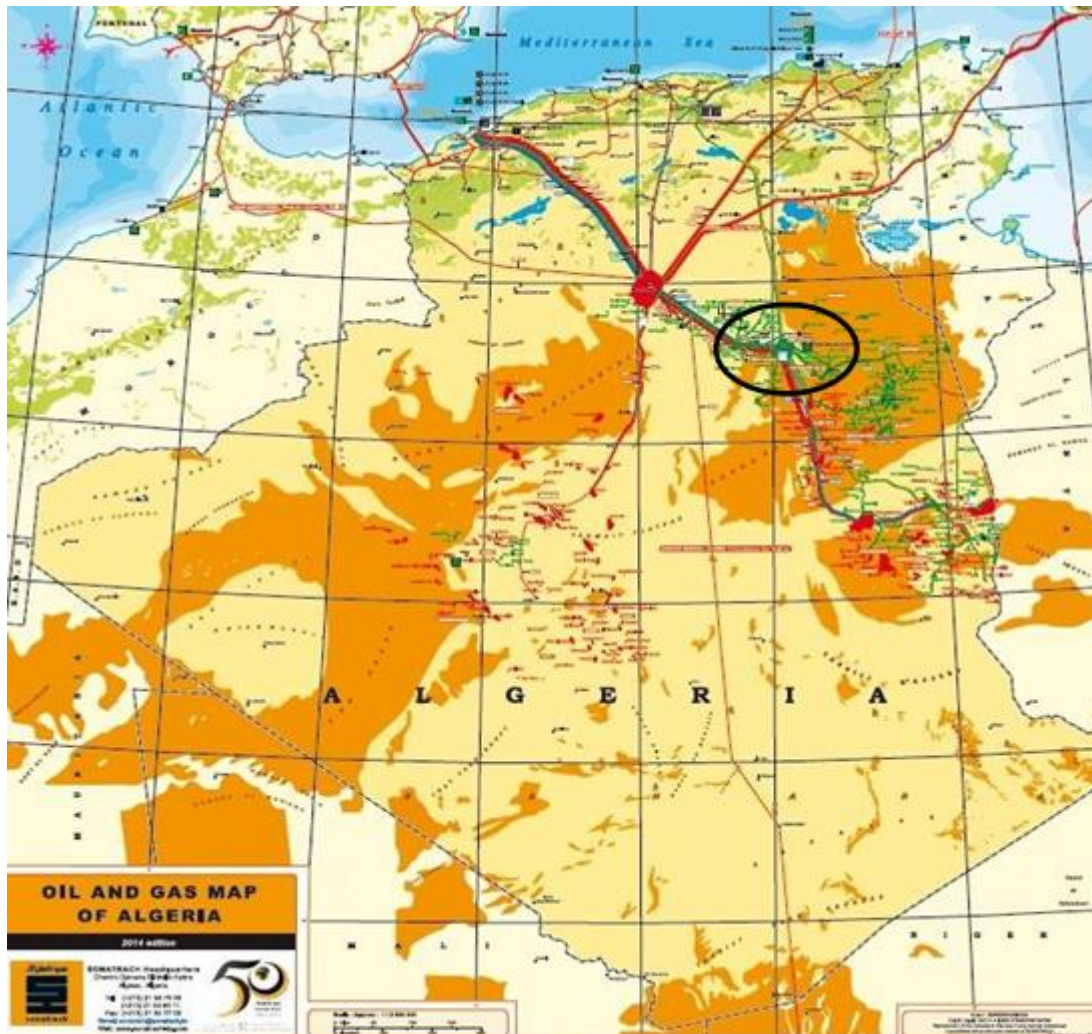
Le nombre des puits producteurs est de 95, dont 49 par gaz lift en vue de la récupération secondaire. Pour améliorer la capacité de récupération, il existe 28 puits injecteurs d'eau.

Chaque centre de production reçoit du brut provenant de divers puits où il est stabilisé et stocké dans des bacs pour être expédié après.

Le gaz récupéré de la stabilisation est comprimé et acheminé vers l'usine de traitement de gaz de Guellala (UTG/GLA) qui en soutire du GPL, du gaz de vente et du gaz-lift.

Aujourd'hui la Direction Régionale de Haoud Berkaoui a une capacité de traitement d'huile de 26100 m<sup>3</sup>/j (5800T/j), de 1236000 Cm<sup>3</sup>/j pour le traitement de gaz de 500 T/j pour le GPL et de 90 T/j pour le condensat. La capacité de stockage d'huile est de 28300 m<sup>3</sup> et de 3400 m<sup>3</sup> pour le gaz.

## 2. Implantation du champ



**Figure N°1 : Implantation du champ de Haoud Berkaoui**

Le champ est situé sur la route RN49, dite « des pétrolières », reliant Ghardaïa à Hassi Messaoud, à 35 km d’Ouargla, un carrefour indique la présence d’un champ pétrolier. Il s’agit de la direction régionale Haoud Berkaoui, située à 772 km au sud d’Alger, à 35 km au nord-ouest d’Ouargla et à 100 km à l’ouest de Hassi Messaoud. Cette direction régionale comprend les sites de Berkaoui (HBK), Benkahla (BKH) et de Guellala (GLA), et plusieurs petits champs dits périphériques (S’Ahane – Boukhzane – Oulouga, Haniet El Baida, N’Goussa, Drâa Tamra, Mokh El Kebch, Bab El Hattabat).



## 3. Historique de La Direction Régionale Haoud Berkaoui

En espace de 30 ans la direction régionale a connu des changements très importants au fur et à mesure de son développement dont voici les plus importants :

### • Etape1

1963 : Découverte du champ Ouargla par le sondage OA1.

1965 : Découverte du champ HAUD BERKAOUI par le sondage OK101 situé au sommet de la structure.

1966 : Découverte du champ de BENKAHLA par le sondage OKP24.

1967 : Mise en service d'un centre de traitement huile à BERKAOUI composé de deux batteries de séparation, 03 bacs de stockage et 02 motopompes diesel pour l'expédition par la mise en production du premier puits (OK 101).

1970 : Extension du centre BERKAOUI pour recevoir la production de BENKAHLA.

1971 : Mise en service du centre de traitement huile Benkahla

1972 : Dé 1976 : Création de la région+ Mise en service du centre de traitement huile Guellala.

1978 : Mise en service du centre de traitement huile Guellala Nord- est.

1979 : Mise en service du centre de traitement huile Drâa Tamra.

### • Etape2

1981 : Démarrage station injection d'eau Haoud Berkaoui+ Benkahla (11000 m<sup>3</sup>/j)

1993 : Mise en service de la nouvelle station injection d'eau Benkahla+ Guellala.

1995 : Mise en service de la nouvelle station injection d'eau Haoud Berkaoui (8000 m<sup>3</sup>/j).

### • Etape3

1992 : Mise en servicedes3 stations de compression de gaz torchés dans les centres de production Haoud Berkaoui, Benkahla, et Guellala (Boosting) capacité totale de compression de gaz torché =2 379 000 Cm<sup>3</sup>/j.

1993 : Mise en service de l'unité de traitement de gaz de Guellala.

### • Etape4

2000 : Mise en service des 3 stations de déshuilage à Haoud Berkaoui, Benkahla et Guellala Capacité totale = 4800 m<sup>3</sup>/j d'eau huileuse. Couverte du champ GUELLALA NORD-EST par le sondage de GLANE.

- De 1965 à 1977, le champ était géré par le district de HASSI MESSAOUD. En 1978 la direction régionale HAUD BERKAOUI est devenue autonome la découverte des champs périphériques s'étend entre 1963 et 1984.

### 4. Champs de La Direction Régionale

La zone pétrolière de Berkaoui, liée aux grés triasiques, est constituée de près de 20 champs pétroliers repartis sur 6300 Km<sup>2</sup> sur le bord oriental de la dépression d'Oued-Mya. La série inférieure de trias argilo-gréseux, située à une profondeur moyenne de 3350 mètres, est le principal réservoir productif d'huile du bloc, suivi par le réservoir T1 et à un degré moindre par le gothlandien.

#### 4.1. Champ de Haoud-Berkaoui

Le champ de Haoud-Berkaoui fût découvert en Mars 1965 par la Compagnie française de pétrole algérien (CFPA) par le forage du puits OK101 situé au sommet de la structure. Il s'étend sur une superficie de 175 Km<sup>2</sup>. La mise en production de ce gisement a eu lieu en Janvier 1967.

La profondeur moyenne est de 3550 m. Il produit par sa propre pression de réservoir aidée par l'injection d'eau pour le maintien de pression (dans certaines zones) et le gaz-lift.



**Figure N°2 : Carte satellite du centre Haoud Berkaoui**

## 5. Division Sécurité

La Division Sécurité se compose de :

- Service de Prévention.
- Service d'Intervention.
- Service de l'Environnement.
- Service sécurité Guellala.

### 5-1. Le rôle du Service Protection de l'environnement

La Direction Régionale de HBK est l'une des premières Direction Régionales qui a consenti beaucoup d'efforts en matière de réalisation des infrastructures de protection de l'environnement.

A cet effet il est à signaler que la Direction Régional HBK est dotée de :

- Trois (03) Stations de déshuilage destinées à traiter les effluents liquides industriels générés par les trois Centres de Production : HBK, GLA et BKH.
- Une (01) Station d'épuration des eaux usées domestiques.
- Un (01) Centre d'Enfouissement Technique [CET] pour le stockage et le traitement des déchets ménagers.
- Une (01) aire de stockage des déchets ferreux et non ferreux.
- Une (01) aire de stockage des déchets inertes.

Les principales tâches et missions assignées au service Environnement sont :

- Identification des aspects environnementaux et sources de pollution
- Évaluation de l'intensité des différents types de pollution.
- Présentation des mesures d'atténuation.
- Mise à jour de la réglementation relative à la protection de L'environnement.
- Information et sensibilisation dédiés au personnel sur des thèmes liés à la protection de l'environnement.

## I-1. Introduction

Dans un système de management environnemental, il est essentiel d'identifier les aspects environnementaux liés à une activité. Il faut ainsi connaître les aspects maîtrisables et déterminer les impacts environnementaux significatifs.

Selon la norme ISO 14001, la démarche choisie doit être développée dans une procédure et les résultats consignés dans un document. On parle couramment d'analyse environnementale. Sa mise en place permet d'orienter la politique environnementale et de proposer des objectifs environnementaux.

L'analyse environnementale comporte plusieurs étapes :

- Identifier des activités, des procédés de fabrication et des flux ;
- Identifier les exigences (notamment légales) applicables aux activités inventoriées ;
- Réunir les pièces informatives sur les flux, l'historique et le milieu (environnement) ;
- Identifier les entrants et les sortants pour chaque activité identifiée ;
- Inventorier les aspects environnementaux correspondants aux activités et définir les impacts correspondants (pour toutes les phases de vie de l'activité) ;
- Définir la significativité des impacts environnementaux (cotation des impacts).

L'analyse environnementale prend en compte l'ensemble des paramètres suivants :

- L'air ;
- Le bruit ;
- Les déchets ;
- L'eau ;
- L'énergie ;
- Le paysage ;
- Le sol et les sous-sols ;
- Les risques naturels et technologiques. [1]

## I-2. Définitions Générales

- a- L'aspect environnemental (AE) :** Un aspect environnemental est un élément qui peut réagir avec l'environnement.
  - b- L'aspect environnemental significatif (AES) :** est un Aspect Environnemental qui peut avoir un impact significatif sur l'environnement.
  - c- L'impact environnemental :** Un impact environnemental représente l'ensemble des modifications fonctionnelles, qualitatives et quantitatives de l'environnement engendrées par une action, une activité, un processus, un procédé, un produit, un organisme de sa conception à sa fin de vie. Les modifications peuvent être positives ou négatives du point de vue de l'environnement. [2]
- ✓ **Relation Aspect-Impact :** une activité génère un aspect qui lui même produit un impact (relation cause à conséquence entre l'aspect et l'impact), comme par exemple :

**Tableau I-1 : Relation entre l'aspect et l'impact environnemental [3]**

Activité	Aspect Environnemental	Impact Environnemental
Combustion	Consommation de charbon	Epuisement des ressources naturelles fossiles
Combustion	Rejets d'oxydes d'azote NOx	Pollution de l'air
Maintenance	Production chiffons souillés d'huiles et graisses	Impacts liés au stockage, à la collecte et à l'incinération des déchets
Dépotage fioul	Déversement accidentel de fioul	Pollution de la rivière

L'activité est la source de l'aspect qui est la cause de l'impact (conséquence).

L'aspect Environnemental est une notion absolue dans la mesure où il est parfaitement quantifiable et/ou mesurable, Au contraire, l'Impact Environnemental est lié au milieu récepteur.

- d- Evaluation d'un impact environnemental (EIE) :** pour évaluer un impact environnemental, il faut le caractériser, mais aussi connaître le milieu environnant et notamment sa sensibilité. [3]

## I-3. Identification des Aspects et impacts environnementaux

### I-3.1. Détermination des Aspects :

Déterminer les éléments des activités, produits ou services d'un organisme susceptibles d'interactions avec l'environnement.

Il est utile, d'avoir réalisé l'état détaillé et à jour des installations présentes sur le site et concernées par la réglementation des installations classées (IC) : soumises à autorisation, enregistrement, déclaration ou non classées car en dessous des seuils. Cet inventaire permet de repérer rapidement les équipements ayant le plus d'impact sur l'environnement. [4]

### I-3.2. Méthodologie d'identification des aspects :

En environnement, il est usuel de baser sa méthodologie sur un listage des impacts environnementaux, pour le cas du fonctionnement normal, par thématiques, et pour le fonctionnement accidentel, par scénarii génériques (pour les sites ayant un processus peu complexe et diversifié).

L'identification des aspects environnementaux doit se faire, comme précisé dans l'ISO 14004 :

- En situation **normale** : lors des activités de routine, mais aussi lors des activités ponctuelles telles que les phases de démarrage ou d'arrêt des installations, les phases de maintenance.
- En situation **accidentelle** : lorsqu'une défaillance technique, organisationnelle ou humaine est survenue engendrant une situation d'urgence ou un accident. [3]

L'identification des aspects environnementaux est une étape fondamentale pour la mise en place d'un système de management environnemental. Celle-ci se résume en 3 étapes essentielles :

- ⇒ Faire un bilan exhaustif des sources de pollution, rejets et déchets et mesurer les impacts associés.
- ⇒ Identifier parmi ces sources de pollution celles que l'on peut maîtriser dans les processus de fabrication.
- ⇒ Déterminer alors les aspects environnementaux significatifs. [4]

**Tableau I-2 : Principaux facteurs à examiner lors de l'identification des aspects environnementaux en situation Normal et Accidentelle. [5]**

<b>Fonctionnement Normal</b>	Consommation d'eau	
	Consommation d'énergie	
	Consommation de matière premières et consommables	
	Rejets dans l'air	
	Rejets dans les eaux	
	Rejets dans les eaux souterraines - Pollution du sol/sous-sol	
	Déchets	
	Bruits, vibrations	
	Faune/Flore	
	Rayonnements ionisants	
	Rayonnements électromagnétiques	
	Insertion paysagère	
Autres nuisances : odeurs...		
<b>Fonctionnement Accidentel</b>	Risques technologiques	Déversement / Dispersion produits liquides ou gazeux
		Incendie
		Explosion
	Risques naturels	Inondation, glissement de terrain
		Foudre
		Séisme
	Agressions extérieures	Vandalisme
		Accidents extérieurs
		...

**Note :** Méthodologie d'identification des aspects et impacts environnementaux du site en situation Normale et Accidentelle de fonctionnement sera développée en Annexe A.

## I-3.3. Vue synthétique des actions à réaliser [6]

- Liste des activités, procédés, équipements, produits
- Plans de l'établissement
- Cartographie des processus



Découper l'établissement en secteurs et identifier les responsabilités



Documents réglementaires utiles à l'identification et à la caractérisation Des AE/IE



Identifier par secteur les activités et les AE/IE associés



- Liste des activités /AE/IE associés



Collecter des informations sur la sensibilité de l'environnement



Informations sur la sensibilité de l'environnement



Evaluer les AE/IE



- Liste hiérarchisée des AE/IE évalués



Définir le seuil de significativité



- Liste des AE/IE



### I-4. Informations Consolidées Au Niveau de La Direction Régionale de Haoud Berkaoui

#### I-4.1. Dispositions communes pour la gestion des déchets industriels

Les déchets industriels produits par la Direction Régionale de Haoud Berkaoui sont principalement :

- Des futs métalliques ayant contenu des produits chimiques (inhibiteur de corrosion, huile de lubrification, etc.)
- Des équipements (vannes, tuyauteries, moteurs de pompe, etc.)
- Des sols souillés par les hydrocarbures.
- Des huiles usées
- Des pneumatiques
- Des filtres à air
- Des chiffons souillés et des graisses générées par les opérations de maintenance
- Des batteries de véhicules
- Des bouteilles vides ayant contenu des fréons
- D'anciens compresseurs hermétiques usés. [7]

Les déchets industriels sont collectés sur les différents sites de l'unité et regroupés dans les parcs de stockage situés sur le site de HBK :

- **Le parc à tubes rebutés en périphérie du site industriel de HBK** : Un recensement des déchets ferreux est en cours dans le sud algérien. Sur le site de HBK, il existe un parc à tubes qui contient environ 5 000 tonnes de tubes en acier usagés.
- **Une décharge de déchets ménagers et assimilés** : Était en cours de réalisation lors de l'audit. Quatre alvéoles (de 90 m x 90 m x 1,5 m) sont destinées à accueillir les déchets ménagers et assimilés de la région (HBK, BKH et GLA pour environ 1,5 à 2 tonnes/jour). Un système de collecte des lixiviats sera mis en place. La décharge est grillagée. La capacité de cette décharge a été calculée pour couvrir 5 années de production.
- **Un parc de réforme** : Est également présent sur site. Il contient des meubles de bureau, de l'électroménager, ... Des ventes aux enchères sont régulièrement organisées. [7]

## Chapitre I : Identification des Aspects Environnementaux

**Tableau I-3 : Constats et recommandations communes pour la gestion des déchets**  
[7]

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Texte de référence	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
<p>Les enlèvements d’huiles usées par Naftal ont stoppé.</p> <p>Les huiles usées sont stockées dans des futs de 200L sur sol nu ou éventuellement dans des citernes dédiées en attendant leur enlèvement. Certains fûts sont fuyards</p>	Réglementaire	Loi 01-19	<p>Afin d’être en mesure d’apporter des preuves à l’administration du respect de la réglementation, demander à Naftal la remise d’un bordereau attestant de la réception des huiles usagées qui lui ont été remises par SH</p> <p>Division Production Berkaoui, avec les quantités remises.</p>	Temps
<p>Les déchets spéciaux dangereux (batteries, fûts souillés, etc.) ne sont pas enlevés par des prestataires agréés et les filiales de traitement ne sont pas connues</p>	Réglementaire	Loi 01-19	Rechercher des prestataires agréés pour le transport des déchets et autorisés pour l’exploitation de centre de traitement	Temps
<p>Les déchets spéciaux dangereux liquides ne sont pas stockés sur rétention.</p>	Bonne pratique		Les déchets liquides tels que les huiles usagées doivent être stockés sur des aires étanches et pourvues de rétention	Massif de béton
<p>Des produits périmés ont été observés en attente d’élimination.</p>	Bonne pratique		Confier l’élimination des produits chimiques périmés à des entreprises agréées par le MATE.	Temps
<p>Des zones de décharges sauvages de déchets divers ont été observées à plusieurs endroits sur le site de HBK (entre la base vie et la zone d’expédition, et aux alentours de la base vie du site d’HBK).</p>	Bonne pratique		<p>Réhabiliter les sites de décharge sauvage ;</p> <p>Mettre en place un plan de gestion des déchets sur le site, conformément aux orientations du plan de gestion des déchets du groupe</p>	Temps Conteneurs étanches

### I-4.2. Dispositions communes pour le stockage des produits chimiques

A ce jour, les produits chimiques périmés datant de 1996 et avant sont stockés sur le site en attente de filière d'évacuation. Sur le site, un tri par catégorie de déchets a été entrepris.

Le stock principal des produits chimiques est implanté sur le site de HBK. Les produits principaux stockés sont les suivants :

- Huile Torada 32 (huile moteur pour les différents équipements) ;
- Boue de forage (Baryte) en sac de 50 kg ;
- Inhibiteur de corrosion (Chimec 1038) ;
- Inhibiteur de paraffine (Prochinor AP104) ;
- Désémulsifiant (Chimec 899 ou Nalco 2216A) ;
- Bactéricide (Bactiram 509).

Le stock principal de ces produits se trouve dans un hangar construit en 2005. Précédemment les produits étaient stockés à l'air libre. L'inventaire des produits chimiques présents sur le site de HBK a été consulté lors de l'audit.

De plus, chaque site dispose de ce qui est nécessaire à son fonctionnement.

Les produits chimiques périmés sont stockés sur deux aires dédiées sur le site de HBK. Ces deux aires sont situées à l'air libre sur sol nu. Ces produits sont composés essentiellement de :

- Huiles usées (environ 150 fûts de 200 l) ;
- Produits divers (solvants, fluides frigorigènes, ...) stockés depuis 1996-1997.

Ces produits ont été triés.

Il existe un laboratoire d'analyse pour la Direction Régionale de Haoud Berkaoui. Ce laboratoire est localisé sur le site de HBK, et réalise les analyses suivantes : Le contrôle qualité du brut extrait, l'auto-suivi de l'efficacité des trois stations de déshuilage (HBK, BKH et GLA) à une fréquence de 2 à 3 fois par semaine, l'analyse de l'eau potable destinée à la consommation, le suivi de la Station de Traitement des Eaux (STEP), des tests sur les nouveaux produits et les analyses de l'eau de la piscine de la base vie.

Dans le stock des produits chimiques du laboratoire (étagère en bois dans un local non ventilé), il n'existe pas de règle de stockage selon les compatibilités des

## Chapitre I : Identification des Aspects Environnementaux

produits chimiques. Un stock d'acide et d'ammoniaque ont été observés au même endroit. Des solvants chlorés (111-trichloroéthane) ont été observés pendant l'audit et d'autres (tétrachlorométhane et trichlorométhane) ont été utilisés sur site jusqu'en 2006, d'après les personnes du laboratoire interviewées. [7]

**Tableau I-4 : Constats et recommandations communes pour la gestion des produits chimiques [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Les aires de stockages de produits chimiques (périmés ou non) en fûts ou en bidons ne sont pas équipées de rétentions étanches	Bonne pratique	Mettre en place des rétentions au niveau des deux aires de stockage de produits chimiques d'HBK.	Bacs métalliques pour les bidons  Massif en béton avec rigoles, bordures et collecteur pour les futs
Des stockages de produits chimiques incompatibles ont été observés au laboratoire et au niveau de la station de déshuilage	Bonne pratique	Séparer physiquement par des cloisons étanches les produits incompatibles	Cloisons étanches
En général, les fiches de données de sécurité des produits ne sont pas disponibles à proximité des zones de stockages et d'utilisation. Elles ne sont pas communiquées aux opérateurs.	Bonne pratique	Mettre en place un recueil des fiches de données de sécurité à des endroits accessibles aux opérateurs qui manipulent les produits	Pas d'investissement. Temps de management
Un inventaire des produits chimiques utilisés et périmés a été réalisé. En revanche ce dernier ne mentionne pas les phrases de risques associées à chaque produit. D'après les informations transmises, des produits toxiques sont utilisés et il n'y a pas de programme visant à les substituer ou à en limiter les quantités	Bonne pratique	Réaliser une analyse des risques chimiques et définir et déployer un programme de substitution et de limitation des quantités pour les produits dangereux dans la mesure du possible	Temps

## I-5. Cadre Réglementaire

- **Principaux Textes Règlementaires à Prendre en Compte au Niveau De L'Audit**

L'institution gouvernementale responsable de la protection de l'environnement est le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE).

La législation environnementale est basée principalement sur la loi 03-10 du 19 juillet 2003 qui a pour objet de définir les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Les textes dont les exigences sont couramment applicables aux installations pétrolières et gazières et peuvent générer des dispositions particulières au niveau des sites sont :

- Le décret exécutif 07-144 du 19 mai 2007 fixe la nomenclature des installations classées susceptibles de générer des nuisances ou des dangers à la santé publique ou à l'environnement.
- Le décret exécutif 07-145 du 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.
- Le décret exécutif 08-312 du 5 octobre 2008 fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures. Ce décret mentionne que l'Etude d'Impact sur l'Environnement doit être soumise à l'Autorité de Régulation des Hydrocarbures (ARH), pour approbation.
- Le décret exécutif 06-198 du 31 mai 2006 qui a pour objectif de définir la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement et, notamment, les régimes d'autorisation et de déclaration d'exploitation des établissements classés, leurs modalités de délivrance, de suspension et de retrait ainsi que les conditions et modalités de leur contrôle
- Le décret exécutif 06-138 du 15 avril 2006 réglementant les émissions dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.
- Le décret exécutif 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents industriels liquides. [7]

### II-1. SITE CTH (Centre De Traitement Des Huiles) De Haoud Berkaoui

#### II-1.1. Description du site

- **Localisation et description des zones avoisinantes**

Le voisinage immédiat du site de production (CTH de HBK) peut être décrit comme suit :

- Au Nord : Trois (3) torches sont localisées à l'extérieur de l'enceinte du site à une vingtaine de mètres environ, puis une zone désertique ;
- A l'Est : la base de vie de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui jouxte le site de production.
- Au Sud : le puits de production (équipé d'un séparateur mobile) ainsi qu'un borbier adjacent est situé à environ 200 m du site de production, ensuite il existe une zone de stockage de matériaux ferreux et en acier (pièces détachées d'équipement de forage) à environ 500 m ; puis une zone désertique ;
- A l'Ouest : la station de déshuilage est adjacente au site de production. On trouve ensuite le borbier historique du site, divisé en trois extensions dont les deux premières étaient en cours de traitement à la date de la visite. Lors de l'audit, la base de chantier des sous-traitants effectuant le traitement du borbier était localisée à environ 200 m du site de production. Ensuite, à environ 500 m sont situés les lits de séchage des boues de la station de déshuilage. Ensuite, la zone est désertique. [7]

- **Activités, matières premières et produits intentionnels**

Les activités du site sont les suivantes :

- Séparation primaire du brut, stockage et expédition ;
- Récupération des gaz qui sont soit torchés, soit comprimés et expédiés vers l'unité de traitement de gaz à Guellala ;
- Injection d'eau pour maintenir le réservoir en pression ;
- Déshuilage et traitement des eaux huileuses.

La production du site varie entre 5 000 et 6 000 m<sup>3</sup> de brut par jour.

Le centre de production de HBK (CTH) comporte sept (7) zones :

- Une zone de séparation d'huile composée de trois (3) séparateurs de brut (basse, moyenne et haute pression) ;
- Une zone de récupération des gaz composée de trois (3) tours (basse et haute pression et refoulement) d'aspiration (avec récupération des condensats de brut), un séparateur de gaz instrument, une unité de compression de gaz (unité de boosting), deux (2) compresseurs d'air et un sécheur d'air ;
- Une unité d'injection d'eau comprenant une unité de pompage d'eau, deux (2) filtres de traitement des eaux pompées dans l'Albien, un compresseur, et deux (2) pompes d'injection ;
- Une unité de déshuilage sur 6 138 m<sup>2</sup> comprenant un bac tampon, une cuve CPI (Corrugated Plate Interceptor), une cuve de floculation, une cuve de flottaison et une cuve d'épaississement. Il existe aussi dans cette zone trois (3) réservoirs aériens de 3, 36 et 5 m<sup>3</sup> contenant respectivement du gasoil, du silicate de sodium et de l'acide sulfurique ;
- Une zone de stockage des produits finis composée de cinq (5) bacs de stockage aériens (quatre (4) bacs de 2 170 m<sup>3</sup> et un (1) de 5 000 m<sup>3</sup>) ;
- Une zone d'expédition comprenant deux (2) électro-pompes et deux (2) turbos pompes pour le gaz d'expédition (qui fonctionnent en alternance selon les conditions) et une plateforme d'expédition.

- **Alimentation en eau pour un usage industriel**

L'alimentation en eau industrielle des sites de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui se fait par l'intermédiaire de 14 forages captant le Sénonien carbonaté, et 17 forages captant le Continental Intercalaire. Une partie de ces captages alimente le site de HBK.

Au niveau de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui, l'eau du Sénonien, qui représente 5 % du total, est utilisée pour des besoins domestiques, tandis que l'eau des forages captant le Continental Intercalaire (Albien) est destinée à l'injection dans les forages pétroliers (90%) et à la consommation industrielle (5%). Ces ratios sont les mêmes pour le site de HBK. [7]

## Chapitre II : Gestion Des Effluents Industriels

---

L'eau est destinée aux usages suivants :

- Lutte anti incendie (deux (2) bacs maintenus pleins de 3 200 et 2 173 m<sup>3</sup>) ;
- Réinjection dans des puits injecteurs pour maintenir le réservoir en pression ;
- Nettoyage des installations et aires de lavage ;
- Essais hydrostatiques des bacs de stockages lors des épreuves décennales.

L'eau utilisée pour la réinjection est traitée avant utilisation : Elle passe par deux (2) filtres placés en série afin de supprimer un maximum de matières en suspension puis elle subit deux injections d'agents de traitement anti-corrosion et anti-bactérien. Le nettoyage des filtres est effectué en moyenne toutes les 72 heures. Les eaux de lavage des filtres sont envoyées vers la station de déshuilage.

Il existe un réservoir de gasoil à côté de la pomperie anti-incendie d'une capacité de 500 l, muni d'une cuvette de rétention. [7]

**Tableau II-1 : Constats et recommandations sur la consommation d'eau –HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Il n'y a pas de programme en place de réduction des consommations d'eau bien que différents projets aient été évoqués (récupération des eaux de la station de production d'eau potable pour l'irrigation notamment).	Bonne pratique	Définir et déployer un programme de réduction des consommations d'eau et/ou de réutilisation (pour l'irrigation notamment).	Temps



### II-2. Identification des Aspects Environnementaux du Site

#### II-2.1. Les aspects environnementaux dans le centre de production de HBK :

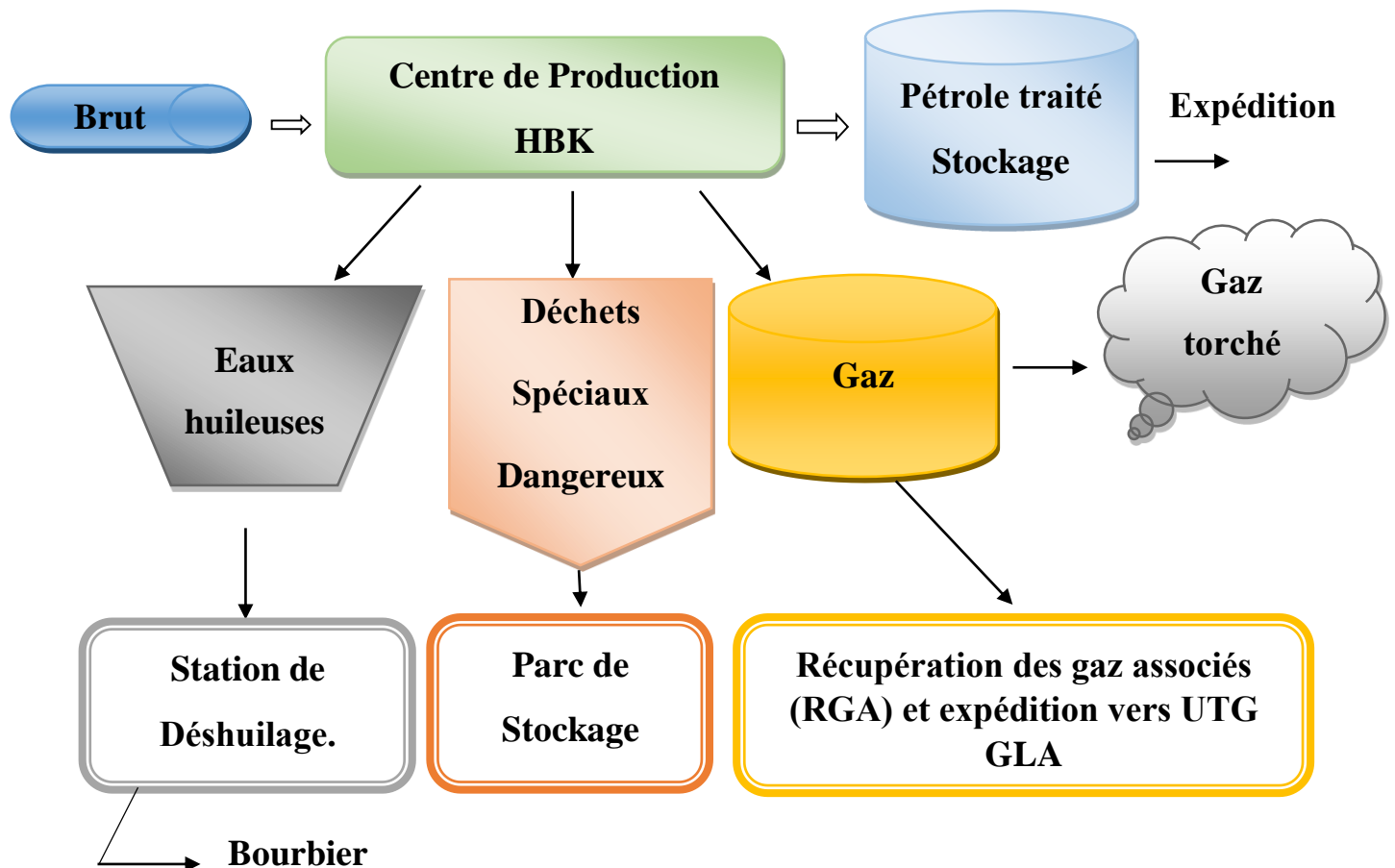


Figure II.1. : Aspects environnementaux du site HBK

#### II-2.2. Projets environnementaux en cours sur la région

- **Projet de réhabilitation des bourbiers de production :**

Lors des audits sur site en juillet 2009, le bourbier principal de HBK était en cours de traitement (excavation des terres polluées et traitement par stabilisation).

La fouille d'excavation avait une profondeur d'environ 10 m. Le fond de fouille observé ne présentait pas de signe visuel d'une pollution aux hydrocarbures. [7]

### II-3. Gestion des Effluents Industriels

#### II-3.1. Effluents liquides industriels

Le tableau ci-après précise les aspects environnementaux relatifs aux effluents liquides produits par le site :

**Tableau II-2 : Aspects environnementaux relatifs aux effluents liquides –HBK [7]**

Nature des effluents	Sources	Traitement sur site	Destination
Eaux de lavage des filtres	Lavage des filtres	Station de déshuilage	Bourbier
Eaux de lavage de zone injection	Lavage de la zone de stockage de Prochinor	Non	Milieu naturel
Eaux huileuses	Ballons séparateurs	Station de déshuilage	Bourbier
Effluents de laboratoire	Rejets des analyses de la société EPPM (Exploitant de la station de déshuilage) et rejet du laboratoire de HBK	Station de déshuilage	Bourbier
Eau huileuse, condensat	Purges au niveau des points bas des installations (liners d'injection d'anticorrosifs, bacs, ...)	Station de déshuilage	Bourbier
Huiles (hydrocarbures)	Fuite au niveau des installations de surface et canalisations	Non	Milieu naturel



En conclusion, sur le site de HBK trois (3) points de rejets d'eaux industrielles ont été identifiés :

- Deux points de rejets au niveau du bournier ;
- Un point de rejet des eaux de lavage des filtres.

Un seul de ces points a été prélevé et analysé : Il s'agit du rejet au niveau du bournier des eaux en provenance de la station de déshuilage. Les deux (02) autres exutoires n'ont pas été prélevés ni analysés. [7]

### II-3.2. Produits chimiques

#### a) Stockage d'hydrocarbures

Il existe sur le site cinq (5) bacs principaux pour le stockage des hydrocarbures :

**Tableau II-4 : Caractéristiques des Bacs de stockage-HBK [7]**

Type d'hydrocarbures	Type de stockage	Volume	Rétention	Dépotage
Brut & condensats	Bac aérien vertical à toit fixe	1 x 5 000 m <sup>3</sup> 4 x 2 170 m <sup>3</sup>	Merlon en béton (depuis 4 ans) et sol compacté en fond.	Sur sol compacté

D'après la direction du site, ces cinq cuves sont soumises à deux types de contrôles par le Ministère :

- Triennaux : Inspection visuelle et contrôle des épaisseurs ;
- Décennaux : Nettoyage et lavage des cuves et réalisation d'un test hydrostatique.

Le fond des rétentions possède un regard qui est relié à la station de déshuilage. Il a été rapporté pendant l'audit que ce regard doté d'une vanne d'ouverture reste en position ouverte.

Il existe également :

- Une cuve enterrée de 50 m<sup>3</sup> servant à la récupération des purges et des eaux de lavage contenant des huiles usées au niveau de la plateforme d'expédition. D'après les personnes interviewées, cette cuve n'a, à ce jour, jamais été éprouvée ni vidangée. Par le passé, les purges étaient envoyées vers un bournier localisé à proximité de la zone d'expédition (d'après les personnes rencontrées, ce bournier a été utilisé pendant environ 10 ans et avait un diamètre approximatif de 15 à 20 m) ;

## Chapitre II : Gestion Des Effluents Industriels

- Un réservoir de gasoil à côté de la pomperie anti-incendie, d'une capacité de 500L, muni d'une cuvette de rétention. [7]

**Tableau II-5 : Constats et recommandations sur le stockage des produits – HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
La vanne associée au regard située au fond des rétentions des cuves reste en position ouverte	Bonne pratique	Les vannes associées au regard des rétentions doivent être en position fermée afin que la rétention puisse jouer son rôle en permanence.  L'évacuation des eaux de pluies ou de lavage peut se faire par action manuelle de la vanne en présence d'un opérateur.	Temps
La cuve enterrée de récupération des purges au niveau de la zone d'expédition n'a jamais été testée ni vidangée	Bonne pratique	Prévoir une fréquence minimale de vidange de la cuve enterrée (5 ans) et prévoir de réaliser un test d'étanchéité à cette occasion	Vidange régulière  Personnel qualifié  Matériel pour tester l'étanchéité
Les stockages d'hydrocarbures ne sont pas équipés de rétentions étanches	Bonne pratique	Aménager des rétentions étanches pour les stockages de brut/condensats fixes. Une fois les rétentions installées, mettre en place un suivi de leur état (inspection visuelle, vidange, remontée des fuites en tant qu'incidents)	dalles béton avec pente ou murets de rétention, volume maximum entre 110 % du plus gros stockage ou 50% de la somme des stockages
Les zones de dépotage des réservoirs ne sont pas sur rétention étanche	Bonne pratique	Aménager des zones de rétention étanches pour le dépotage des stockages de brut/condensats fixes	Rétention  En béton
Le contenu des réservoirs ne fait pas l'objet d'un affichage (type de produit, risque)	Bonne pratique	Mettre en place un affichage sur les réservoirs d'huile/brut/condensats indiquant le type de produit et ses risques (ex : inflammable).	Panneaux

### b) Approvisionnement, stockage et injection de produits chimiques additifs

Pour les besoins de sa production le site utilise les additifs suivant : Dé-émulsifiants (Prochinor), des inhibiteurs de corrosion, des bactéricides, des anti-paraffines stockés en fûts de 200 l.

La plateforme d'injection des dé-émulsifiants (le Prochinor contient des HAP et des BTEX) a été observée sur une dalle béton fissurée et tachée. Il n'existe pas de rétention dans la zone. Deux fûts de 200 l sont stockés en permanence sur la plateforme.

Les produits chimiques liés à l'utilisation de la station de déshuilage sont stockés dans un abri couvert dédié. Il a été noté des stockages de produits acides et basiques (produits non compatibles en cas de mise en contact) sur les mêmes zones. Les FDS ont été consultées. La version de la FDS de l'acide sulfurique est en 14 points. [7]

**Tableau II-6 : Constats et recommandations sur la gestion des produits chimiques - HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Il a été noté des stockages d'acides et de bases (produits non compatibles en cas de mise en contact) sur les mêmes zones	Bonne pratique	Les plateformes d'injection de produits chimiques et toutes les zones de manipulation et transfert de produits doivent être étanches aux produits utilisés et pouvoir contenir les déversements dans une rétention.  Les règles de compatibilité des produits chimiques doivent être respectées pour les aires de stockages et pour les rétentions (pas de rétention commune).	Cloisons et rétentions étanches
La version de la FDS de l'acide sulfurique est en 14 points	Bonne pratique	S'assurer de la présence de l'ensemble des FDS à proximité des points d'utilisation.  Mettre en place un système qui permette de s'assurer que la dernière version à jour des FDS est disponible. Les FDS	Temps

### c) Stockages aériens

Les stockages aériens suivants ont été identifiés lors de la visite :

**Tableau II-7 : Synthèse des stockages aériens sur le site CTH de HBK [7]**

Contenu	Volume	Localisation	Rétention
Gasoil	0,5 m <sup>3</sup>	Local pompe incendie	oui
Silicate de sodium	36 m <sup>3</sup>	Station de déshuilage	non
Acide sulfurique	5 m <sup>3</sup>	Station de déshuilage	Oui, sauf la zone de dépotage
Eau (réserve incendie)	2 173 & 3 200 m <sup>3</sup>	Au sud de la zone de production du site	Non (rétention inutile)
Gasoil	3 m <sup>3</sup>	Station de déshuilage	oui

### d) Capacités du procédé de traitement des hydrocarbures

Les principales capacités de traitement sont :

- Les ballons séparateurs BP, MP et HP ;
- Les compresseurs ;
- Les pompes.

**Tableau II-8 : Constats et recommandations sur les installations process – HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Les sols au niveau de l'unité ont été observés dans un état convenable. Quelques souillures ont été observées sous des points de purge ou à des raccords ou joints.	Bonne pratique	Il conviendrait d'installer au droit de l'ensemble des points de purge des rétentions permettant de récolter les égouttures.	Temps

### II-3.3. Emissions atmosphériques

Sur le site de HBK, il n'a pas été mis en évidence de sources d'émissions atmosphériques majeures lors de la visite exceptées les trois séries de trois torches (BP, MP et HP) en service localisées au nord du site à environ 100 m. Elles sont utilisées en cas d'excès de gaz au niveau des séparateurs BP, MP et HP en service.

## Chapitre II : Gestion Des Effluents Industriels

Il convient de noter qu'une autre torche, liée au ballon flash de la station de déshuilage, a été identifiée lors de la visite. [7]

Les autres sources d'émissions atmosphériques continues et canalisées sont les turbines à gaz de la station de boosting et de la pomperie d'expédition. Elles sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau II-9 : Sources d'émissions atmosphériques – HBK [7]**

n°	Source de l'émission	Type d'émission	Principaux polluants
1	Torches	Combustion de gaz pilote et des gaz associés	CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , particules (PM <sub>2.5</sub> et PM <sub>10</sub> )
2	Turbines à gaz de la station de boosting	Combustion de fuel gaz	CO, CO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
3	Bacs de stockage de brut et condensats	Respiration	CH <sub>4</sub> , COV
4	Turbines à gaz de la pomperie d'expédition de brut	Combustion de fuel gaz	CO, CO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>

**Note :** Les gaz SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S sont susceptibles d'être présent à l'état de trace compte tenu de la composition du pétrole algérien pauvre en soufre.

Quelques sources mineures ont été identifiées telles que des émissions atmosphériques occasionnelles associées à la combustion de gazoil au niveau du groupe électrogène pour les pompes incendie.

Des émissions diffuses de gaz au niveau du système de gaz instrument, du système de contrôle des pompes, et plus généralement du réseau de canalisation de gaz peuvent également être présentes.

Par conception, les torches ne sont pas concernées par le décret 06-138.

Il convient néanmoins de noter que les torches observées lors de l'audit ne sont pas conventionnelles. D'après la direction du site, il arrive lors de surpression que des hydrocarbures liquides s'en échappent. Lors de l'audit, il a été mentionné par le site un projet de transformer toutes les torches non conventionnelles en torches conventionnelles dans un délai de 2 ans. [7]



## Chapitre II : Gestion Des Effluents Industriels

Les conduits d'évacuation des fumées de combustion des turbines à gaz ne sont pas équipés de points de prélèvement normalisé des émissions atmosphériques permettant de conclure sur la conformité des rejets atmosphériques.

Par ailleurs, les autres émissaires identifiés sur site ne sont pas des émissions continues et canalisées et par conséquent ne sont pas non plus concernées par le décret 06-138.

Les installations (cf. tableau ci-dessus) sont exploitées, entretenues de manière à réduire leur durée d'indisponibilité. Si une indisponibilité est susceptible de provoquer des dépassements des valeurs limites des rejets atmosphériques fixés par décret exécutif 06-138, SONATRACH mettra en œuvre tous les moyens permettant de prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou arrêtant, si besoin, les activités concernées. [7]

**Tableau II-10 : Constats et recommandations sur les émissions atmosphériques – HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Texte de référence	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Les exutoires d'émissions atmosphériques ne sont pas pourvus de point de prélèvement normalisé et donc l'unité ne réalise pas de contrôle de ses rejets atmosphériques selon le décret 06-138.	Réglementaire	Décret 06-138	Les conduits d'évacuation des gaz de combustion des turbines présentes sur le site doivent être équipés de points de piquage normalisés afin de pouvoir réaliser les prélèvements prescrits.	Points de piquage normalisés Personnel qualifié Matériel de mesure
Du fait de l'absence de ballon de garde liquide sur le système de torche, il y a entrainement de liquide vers le fut de torche et combustion incomplète (génération potentielle de fumée noire). Les torches présentes sur le site ne sont pas conventionnelles.	Bonne pratique		Installer des débitmètres sur les lignes d'arrivée au pied des torches et des analyseurs en ligne afin de connaître la composition des gaz torchés. Et Enregistrer et surveiller les fumées noires émises par les torches ou Remplacer les torches par des torches conventionnelles	Débitmètres Analyseurs en ligne Compteurs Torches conventionnelles

### II-3.4. Gestion des déchets

#### ○ Pollution des sols et eaux souterraines

##### a) Sources Historiques de Contamination

D'après les interviews menées et la consultation des documents disponibles, le site était une zone désertique avant son développement en 1965. Le site CTH de HBK est un site industriel depuis environ 45 ans.

Il a été rapporté plusieurs incidents environnementaux relatifs aux bacs de stockage et notamment celui de mars 2009 survenu sur le bac R04 dont on a pu noter des traces lors de l'audit.

De plus, il a été rapporté la présence d'un borbier, aujourd'hui recouvert et non traité, ayant servi à accueillir les purges des pompes d'expéditions. D'après les personnes rencontrées, ce borbier a été utilisé pendant environ 10 ans et avait un diamètre approximatif de 15 à 20 m. [7]

**Tableau II-11 : Constats et recommandations sur la contamination des sols – HBK [7]**

Constat	Ecart réglementaire ou de bonne pratique	Action de mise en conformité	Moyens à mettre en place
Lors de la visite, le borbier historique de rejet des eaux huileuses était en cours de traitement lors de l'audit	Bonne pratique	Il est recommandé de s'assurer de l'efficacité des excavations en réalisant des prélèvements de sol et analyses pour les flancs et fonds de fouille.	Matériel de prélèvement Personnel qualifié pour les analyses

##### b) Sources Actuelles de Contamination

Sur la base des observations des pratiques identifiées lors de l'audit les sources de pollution des sols liées aux activités actuelles du site sont les suivantes :

- Bourbier de rejet des eaux huileuses après traitement, non imperméable, d'une superficie d'environ 15 000 m<sup>2</sup> (150 x 100 m) situé à environ 200 mètres au sud-ouest du site ;

- La zone d'injection des produits anti-corrosion présente une dalle en état dégradé et l'absence de rétention de la zone. La zone concernée représente une surface d'environ 20 m<sup>2</sup> ;
- La zone de stockage des produits périmés situées au nord du CTH correspond à une aire non pavée (sol nu) avec présence de fûts fuyards sur une surface d'environ 800 m<sup>2</sup> (20 x 40 m) ;
- La zone de stockage de déchets spéciaux dangereux sur sol nu au nord-est de la base vie couvre une surface approximative de quelques hectares. [7]

### II-4. Conclusion

D'après les informations obtenues sur le contexte géologique et hydrogéologique du Site, sur l'historique du site et de son voisinage, sur les activités actuelles du site et les conditions de stockage des produits chimiques, la probabilité de pollution du sol au droit du site est forte. En revanche, les eaux souterraines sont situées à environ 70-80 m d'après les informations géologiques récoltées. Ainsi, la nappe phréatique est jugée moyennement vulnérable à une pollution en provenance de la surface du site.

Il est recommandé de procéder à une caractérisation de l'étendue de ces pollutions au moyen de carottages et d'analyses de sol.

Le traitement par inertage est la technique actuellement mise en œuvre par MESP. D'autres techniques de traitement des terres polluées peuvent être envisagées, par exemple les techniques de bio-pile (traitement in-situ) ou d'excavation des sols pollués et leur traitement ex-situ par incinération ou chaulage. Il conviendra d'évaluer au préalable les aspects technico-économiques et les performances de chacune de ces techniques dans l'environnement de l'étude. Dans tous les cas, il est important de limiter voire de faire cesser les rejets de substances polluantes dans le sol.

### III-1. Echantillonnage

#### III-1.1. Introduction

La provenance souvent fort variée des échantillons des rejets liquides (effluents industriels, effluents domestiques, effluents finals de procédé ou de traitement, eaux de lixiviation provenant de lieux d'enfouissement, déversement d'origine inconnue ou accidentelle comme les bris de conduite, etc.) démontre fréquemment des variations notables de quantité de polluants aussi bien d'un point d'échantillonnage à l'autre que d'un moment à l'autre. Il est primordial, pour s'assurer de la meilleure représentativité possible, d'effectuer des prélèvements en appliquant des protocoles d'échantillonnage rigoureux et de connaître le comportement des substances qui influenceront les choix des méthodes d'échantillonnage. [8]

#### III-1.2. Objectifs de l'étude de caractérisation

Généralement, les objectifs d'une campagne de caractérisation de rejets liquides sont d'identifier et de quantifier les substances contenues dans les différents types d'effluents et de les comparer aux normes en vigueur ou d'établir des objectifs environnementaux. D'autres objectifs peuvent également être fixés telle que la mesure de l'efficacité d'un traitement ou l'étude des caractéristiques d'un rejet. [8]

#### III-1.3. Choix du point d'échantillonnage

Le point d'échantillonnage est certes l'un des facteurs les plus importants lors d'une campagne d'échantillonnage et doit être choisi judicieusement. Idéalement, son emplacement est sélectionné en fonction de la représentativité des échantillons. Le choix de points d'échantillonnage représentatifs doit s'appuyer sur une déduction logique tenant compte des objectifs de l'échantillonnage et des substances à analyser. Il est très difficile de décrire la position idéale d'un point d'échantillonnage, mais il est important de tenir compte de la présence des composés volatils, des composés surnageant (ex. : hydrocarbures), de la température et des possibilités de décantation. Lorsque la substance à analyser est soluble dans l'eau et qu'on n'a pas à craindre de pertes par aération ou volatilisation, il faut prélever les échantillons à un endroit où l'eau est parfaitement mélangée. Si, au contraire, on craint de perdre des composés volatils, il faut plutôt prélever l'échantillon dans un endroit plus calme. [8]

### III-1.4. Types et méthodes d'échantillonnage

#### ➤ Échantillonnage instantané

Les échantillons instantanés sont prélevés en milieux dynamiques en une seule prise dans un intervalle généralement inférieur à 15 minutes. Les échantillons instantanés sont principalement utilisés lorsque l'on veut :

- Déterminer les variations temporelles des concentrations ou des paramètres ;
- Connaître la qualité d'un effluent à un instant donné ;
- Connaître les variations des concentrations ;
- Prélever des échantillons de volumes variables ;
- Comparer les résultats d'analyse avec ceux des échantillons composés ;
- Échantillonner une solution utilisée en circuit fermé, dont la concentration et la nature ne sont pas appelées à varier en raison de son temps de rétention prolongé ;
- Échantillonner la sortie d'un bassin d'eau important dont il a été démontré que la concentration des éléments présents n'est pas appelée à varier rapidement.

Le prélèvement d'échantillons instantanés se fait habituellement par la méthode manuelle. Cette méthode nécessite peu d'équipement. Les échantillons sont prélevés par immersion d'un contenant dans l'effluent à échantillonner. L'ouverture du contenant doit être face au courant de l'effluent et sous la surface du liquide. Il faut maintenir le contenant par l'autre extrémité de façon à garder les mains aussi loin que possible de l'ouverture (porter des gants si nécessaire). Le contenant peut également être fixé à une tige d'échantillonnage ou à un instrument autre pour faciliter le prélèvement lorsque l'effluent est difficile d'accès.

Il est également possible de prélever un échantillon instantané par l'intermédiaire d'un échantillonneur automatique. L'échantillon est aspiré par l'appareil directement dans les bouteilles qui seront expédiées au laboratoire.

On prélève des échantillons instantanés lorsque les paramètres à analyser peuvent être altérés tels que le pH, le chlore résiduel libre, combiné ou total, les paramètres microbiologiques ou toxicologiques, les composés organiques volatils, les sulfites, les sulfures et les cyanures. Certaines précautions particulières concernant l'échantillonnage de quelques-unes de ces substances. [8]

### ➤ Échantillonnage composé

Un échantillon composé est obtenu en combinant dans un même contenant des échantillons instantanés prélevés périodiquement en fonction du temps ou du débit en respectant l'égalité des proportions. Un échantillon composé peut se prélever automatiquement ou manuellement.

On obtient un échantillon composé en fonction du temps en prélevant des échantillons de même volume à intervalles de temps réguliers. On obtient des échantillons composés en fonction du débit en prélevant des échantillons proportionnellement au débit des eaux. Un échantillon composé couvre une période de temps définie en fonction des besoins (généralement de 24 heures).

Un prélèvement composé en fonction du débit s'effectue normalement en utilisant un échantillonneur automatique asservi à un débitmètre selon le principe de volume fixe, à intervalles de temps variables. L'échantillonneur doit être ajusté en fonction du débit pour obtenir un volume équivalent à au moins six prélèvements par heure. Pour atteindre cet objectif, il faut obtenir les renseignements nécessaires pour estimer le débit moyen journalier.

Un prélèvement composé en fonction du temps s'effectue généralement en utilisant un échantillonneur automatique qui prélève et combine des volumes égaux d'échantillons à des intervalles de temps égaux n'excédant normalement pas 10 minutes, soit au moins six échantillons par heure.

Le choix de la méthode à utiliser dépend des objectifs du plan d'échantillonnage. Il peut s'avérer opportun d'utiliser la méthode en fonction du débit, mais en divisant, par exemple, la période de 24 heures en trois périodes de huit heures, lorsque les débits, la nature ou les effluents eux-mêmes sont variables. Le débit des effluents doit toujours être mesuré durant la période de prélèvement, peu importe la méthode utilisée, si le calcul de la charge polluante est nécessaire.

Le volume minimal de chacun des prélèvements pour former un échantillon composé est d'au moins 50 ml afin de s'assurer de la représentativité de l'échantillon prélevé. Dans tous les cas, le volume total prélevé ne doit pas être inférieur à 1,5 fois le volume nécessaire pour effectuer toutes les analyses. [8]

### III-1.5. Caractéristiques et préparation des équipements d'échantillonnage

Lors de l'installation des équipements utilisés pour le prélèvement d'échantillons de rejets liquides, toute la tuyauterie servant à l'échantillonnage doit être en position verticale ou suffisamment inclinée de façon à assurer son drainage par gravité entre les prélèvements. [8]

#### ➤ **Matériel utilisé**

Tous les outils de prélèvement et de préparation de même que les surfaces de tous les équipements d'échantillonnage (tubes, godets, contenants, etc.) qui entrent en contact avec les échantillons doivent être propres, c'est-à-dire exempts de contamination et être compatibles aux analyses envisagées. [8]

#### ➤ **Lavage du matériel utilisé et des contenants**

Le préleveur doit apporter avec lui sur le terrain tous les produits nécessaires pour effectuer un lavage adéquat des outils d'échantillonnage ou le matériel utilisé pour l'échantillonnage des rejets liquides. Cependant, s'il n'effectue pas le lavage sur le terrain, il doit préparer auparavant tout le matériel pour l'échantillonnage adéquat (lavage des tubes, contenants intermédiaires, etc.). Afin de se familiariser avec les protocoles techniques généraux de lavage du matériel d'échantillonnage. Généralement, avant tout prélèvement, tout matériel en contact avec l'échantillon est rincé avec le rejet liquide à échantillonner hormis les cas de prélèvement d'échantillons destinés à l'analyse microbiologique. [8]

#### ➤ **Filtration des échantillons sur le terrain**

Lorsque les échantillons liquides doivent être filtrés avant l'analyse de certains composés (ex. : métaux dissous), il est préférable de le faire immédiatement sur le site d'échantillonnage avec des filtres ayant une porosité de 0,45 µm. Les agents de conservation prescrits (le cas échéant) sont ajoutés au filtrat. Lorsque la filtration sur le terrain est impossible, l'échantillon peut être transmis au laboratoire, mais sans les agents de conservation.

Dans ce cas, il est important d'aviser à l'avance le laboratoire, car les analystes devront filtrer l'échantillon et ajouter les agents de conservation requis dans les 24 heures suivant la réception de l'échantillon. Par contre, les résultats d'analyse seront représentatifs des caractéristiques de l'échantillon lors de la filtration et non lors de l'échantillonnage. Le moment de la filtration doit être spécifié dans le rapport d'échantillonnage. [8]

### ➤ Identification des échantillons

Il est primordial d'enregistrer correctement et adéquatement l'ensemble des renseignements pertinents pour décrire et identifier tous les échantillons prélevés. Les détails concernant l'enregistrement et l'identification des échantillons requis pour les rejets liquides. [8]

### ➤ Conservation des échantillons

Tous les échantillons prélevés doivent être conservés dans un environnement d'environ 4 °C entre le prélèvement et l'analyse (utiliser des glacières et agents réfrigérants ou glace). La quantité de glace doit toujours être suffisante pour conserver le milieu ambiant aux environs de cette température. La glace et l'eau ne doivent pas contaminer les échantillons.

Lorsque les prélèvements s'étendent sur une période supérieure à une heure (échantillon composé), les échantillons doivent aussi être refroidis pendant cette période. Dans ces cas, les échantillons peuvent être maintenus dans un environnement d'environ 4°C à l'aide d'un échantillonneur possédant un système de refroidissement ou à l'aide d'un réfrigérant adéquat (ex. : glace).

Les délais maximaux de conservation des échantillons de rejets liquides au laboratoire avant l'analyse s'appliquent à partir du moment où l'échantillon est complètement constitué, c'est-à-dire à la fin de la période de composition lorsqu'il s'agit d'un échantillon composé. Lors de la planification de l'échantillonnage, il est préférable de vérifier la disponibilité du laboratoire afin d'harmoniser les délais d'analyse avec les délais de conservation des échantillons afin que les analyses soient effectuées à l'intérieur des délais de conservation.

Les échantillons soumis à plusieurs types d'analyse peuvent être combinés dans un même contenant pourvu que les agents de conservation soient identiques et que les types de contenants permis soient compatibles. Dans ce cas, la quantité d'échantillons doit être suffisante pour faire les analyses demandées. Les laboratoires peuvent toutefois avoir des exigences différentes en ce qui concerne les quantités d'échantillons combinés. Pour éviter la confusion, il vaut mieux communiquer avec le laboratoire concerné. [8]



### III-1.6. Contrôle de la qualité

#### ➤ Sur le terrain

La mise en place d'un programme d'assurance et de contrôle de la qualité, tant sur le terrain qu'au laboratoire, permet de s'assurer que les résultats fournis ont une qualité satisfaisante pour répondre aux objectifs visés.

Une attention spéciale doit être accordée aux préparatifs de l'échantillonnage, à l'installation des équipements d'échantillonnage, au type d'échantillonnage (instantané ou composé), à la continuité des mesures et à l'acheminement des échantillons au laboratoire.

De plus, une des étapes du programme d'assurance et de contrôle de la qualité consiste à préparer et à analyser des échantillons de contrôle qui permettront de mieux vérifier la qualité des résultats d'analyse. Au moins un blanc de lavage doit être prélevé avant l'échantillonnage des rejets liquides. Lorsqu'une série d'équipements est décontaminée simultanément, un seul blanc peut être prélevé pour la série.

Il peut être nécessaire d'utiliser d'autres types de contrôle, par exemple des duplicatas de terrain, des blancs de terrain et des blancs de transport. Ces deux derniers types de contrôle permettent de vérifier l'influence de l'environnement de prélèvement et de transport (contaminants atmosphériques ou aéroportés) et sont fortement recommandés pour les composés organiques volatils. [8]

#### ➤ Au laboratoire

Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité en laboratoire requiert également l'utilisation et l'analyse d'échantillons de contrôle. Ces contrôles peuvent être, sans s'y restreindre, des contrôles intégrés, des échantillons témoins, des échantillons de référence, des blancs de procédure et des duplicatas d'analyse. Il ne revient pas au responsable de l'échantillonnage de préparer ces contrôles.

Cependant, lors de la planification de la campagne d'échantillonnage et du choix du laboratoire, il est important de s'assurer que le laboratoire applique scrupuleusement un programme d'assurance et de contrôle de la qualité adéquat répondant aux exigences du programme d'accréditation des laboratoires d'analyse. Les données liées au contrôle de la qualité doivent être disponibles sur demande avec les résultats d'analyse. [8]

### III-2. Les méthodes d'analyse

#### III-2.1. Introduction

L'analyse est indispensable à l'élaboration d'un projet d'installation de traitement d'eaux ainsi que pour le contrôle de son fonctionnement et l'appréciation de la qualité de l'eau traitée (sortie station, réseaux, milieu naturel). Les progrès incessants des techniques analytiques permettent d'améliorer la connaissance des constituants des eaux et de leurs effets. Les normes de qualité sont de plus en plus sévères, les traitements de plus en plus sophistiqués et le contrôle demande à être d'autant plus précis et fiable. [9]

La détection d'une espèce chimique ou biochimique ainsi que l'évaluation de sa quantité ou de sa concentration peuvent être faites soit à l'aide d'instruments d'analyse tels que les chromatographes ou les divers spectromètres, soit à l'aide de capteurs. [10]

#### III-2.2. Les analyses dans les milieux environnementaux

Les éléments à prendre en compte concernant la technique d'échantillonnage sont la représentativité de l'échantillon constitué, le type d'analyse pouvant être réalisée sur l'échantillon obtenu et les performances de l'échantillonneur en termes de récupération de germes. [11]

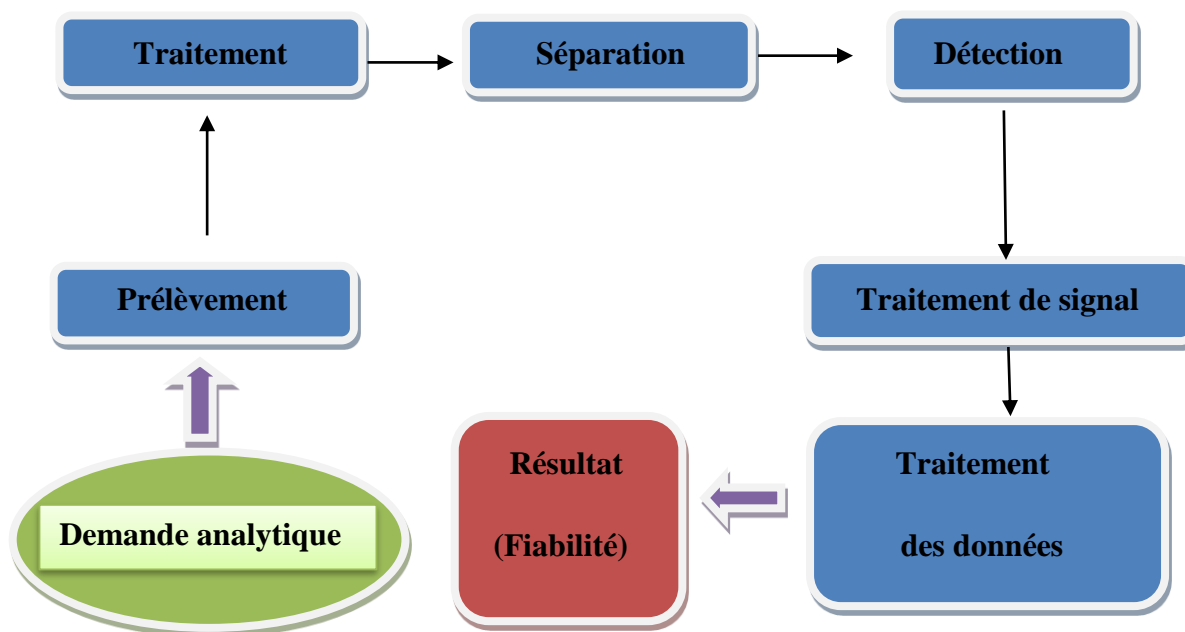


Figure N°1 : Etapes d'une méthode analytique. [12]

### ➤ Les prélèvements

Le premier objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire analyser (eau, matériau, boue, dépôt, gaz, réactif...). L'eau doit être prélevée dans des bouteilles particulièrement propres et rincées plusieurs fois avec l'eau à examiner, sauf si la bouteille, provenant du laboratoire, contient un agent chimique : par exemple déchlorant (bactériologie) ou encore acide conservateur (métaux), etc.

Dans la plupart des analyses physico-chimiques d'eaux destinées à l'alimentation (eau de réseau, de forage...), il faut laisser couler le temps nécessaire à l'obtention d'une eau de qualité permanente. [9]

### ➤ Les analyses

#### • Méthodes potentiométriques

Ces méthodes mettent en œuvre le plus souvent des électrodes spécifiques qui sont utilisées par immersion dans l'eau ; elles permettent de mesurer : pH, potentiel d'oxydo-réduction, oxygène, turbidité, résistivité, fluorures, cyanures... Le couplage de ces sondes à une unité centrale de saisie de données (microprocesseur ou 337 micros ordinateurs) permet de suivre sur le site l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps.

#### • Méthodes colorimétriques

Ces méthodes mettent en jeu des "réactions colorées" dont l'intensité de la couleur obtenue est évaluée au moyen de comparateurs possédant des disques, plaquettes ou bandes colorées servant d'étalons.

#### • Méthodes volumétriques

De nombreux paramètres sont déterminés par volumétrie (alcalinité, dureté totale, dureté calcique, chlorures...). Des malles contenant de la verrerie classique de laboratoire permettent ces déterminations (burettes, erlenmeyer, éprouvettes graduées, fioles...). [9]

### III-3. Coagulation-floculation

#### III-3.1. Introduction

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, du fait de leur grande stabilité, elles n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. 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.

En traitement des eaux, la coagulation et la floculation sont des traitements qui visent à optimiser l'élimination des particules en suspension par les procédés de décantation et de filtration. Ces traitements favorisent l'agrégation des particules colloïdales en larges et denses agrégats. Ils se déroulent en deux étapes principales à savoir la déstabilisation des particules et la collision des particules déstabilisées pour former des agrégats volumineux. La déstabilisation et l'agrégation sont des phénomènes physicochimiques. La séparation par décantation et filtration met en jeu des phénomènes essentiellement physiques.

Dans le cas du traitement des eaux, application principale des coagulants et floculants, de gros efforts de recherche et développement sont nécessaires pour répondre à des exigences de qualités très réglementées imposées par le renforcement permanent des contraintes environnementales. [13]

#### III-3.2. Présentation de la clarification

La clarification est l'élimination des matières en suspension, des matières colloïdales et des macromolécules susceptibles de communiquer à l'eau une turbidité ou une couleur indésirables. On peut distinguer deux catégories de procédés. [14]

➤ **Traitements physiques :**

Ils sont appliqués lorsqu'il s'agit d'une simple séparation mécanique solide-liquide, sans introduction de réactifs :

- Dégrillage (si possible, grille à nettoyage automatique)
- Tamisage (vide de maille de l'ordre de 1 mm) ;
- Micro-tamisage (vide de maille de l'ordre de la dizaine de micromètres) ;
- Dessablage ;
- Débourage et Déshuilage.

### ➤ Traitements physico-chimiques :

Ils sont nécessaires pour clarifier les eaux contenant des colloïdes, c'est-à-dire la quasi-totalité des eaux superficielles, certaines eaux de sources issues de terrains karstiques, certaines eaux profondes contenant des acides humiques en pseudosolution colloïdale, etc.

La clarification se subdivisera en trois étapes :

- **Coagulation** : déstabilisation des particules colloïdales et formation de micro-micelles constituées d'hydroxyde métallique et de colloïdes ;
- **Floculation** : rassemblement des micro-micelles sous forme séparable de la phase aqueuse ;
- **Séparation des phases solide et liquide** : décantation, flottation ou filtration. [14]

### III-3.3. Coagulation/floculation :

La coagulation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques amenant une suspension stable de particules de très petite taille en solution - les colloïdes - à se séparer en deux phases distinctes.

La floculation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques menant à l'agrégation de particules stabilisées pour former des flocons ou « flocs ». Ce phénomène est réversible, c'est à dire que l'on peut casser ces agrégats, par exemple en agitant fortement le liquide, pour retrouver la solution de colloïdes initiale. [15]

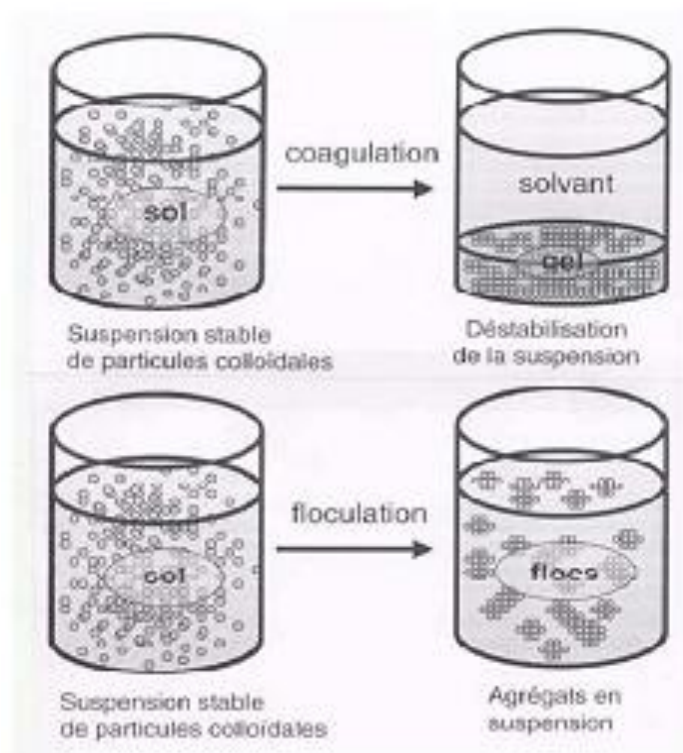


Figure N°2 : Coagulation/floculation. [15]

La coagulation-floculation facilite l'élimination des MES (Matières En Suspension) et des colloïdes en les rassemblant sous forme de floccs dont la séparation s'effectue par décantation, flottation et/ou filtration. C'est donc un traitement physique qui permet d'éliminer tous ou une partie des polluants des effluents notamment les fractions particulaires inertes ou vivantes, les fractions floculables des matières organiques et de certains métaux lourds, les micropolluants associés aux MES et les macromolécules colloïdales.

La Coagulation et la floculation sont des processus souvent indissociables. En effet, la coagulation, en diminuant les forces de répulsion entre les particules, favorise les collisions et la formation d'agrégats ; et la floculation, en permettant la croissance des agrégats accélère la séparation des phases.

Le temps de décantation des particules coagulées dépend du type de particules, du diamètre des particules et de leur surface spécifique. Ce temps va d'une seconde pour du gravier coagulé ayant un diamètre de 10 mm et une surface spécifique de  $6.10^2 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$  à 20 ans pour du colloïde de  $10^{-2} \mu\text{m}$  ayant une surface spécifique de  $6.10^8 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$ . Il est donc impossible que certaines particules notamment les colloïdes et les particules à surface spécifique très élevée décantent naturellement. Pour obtenir la décantation de ces particules, il faudrait assembler un très grand nombre de colloïdes en agrégats d'au moins 10 à 100  $\mu\text{m}$ . Malheureusement, ces particules exercent entre elles des forces de répulsion de nature électrostatique empêchant leur assemblage. [15]

La déstabilisation des entités en suspension passe par des phénomènes d'adsorption, expliqués par la théorie de la double couche. Elle explique comment les colloïdes sont traités par coagulation.

### III-3.3.1. Aspects pratiques de la floculation :

La formation du floc étant amorcée par l'introduction du coagulant, il est nécessaire d'accroître son volume, sa masse et sa cohésion, ce qui sera favorisé par :

- ✚ Une coagulation préalable aussi parfaite que possible ;
- ✚ Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau ; on a intérêt à mettre l'eau en contact avec les précipités déjà formés par le traitement antérieur (recirculation des boues ou lit de boue) en recherchant la plus forte concentration possible (sans toutefois dépasser une valeur optimale au-delà de laquelle la décantation ultérieure se trouverait freinée) ;

- ✚ un brassage homogène et lent de l'ensemble afin d'augmenter les chances de rencontre des particules colloïdales déchargées électriquement avec une particule de floc ; lorsque les appareils de séparation ne comportent pas de contact de l'eau en cours de floculation avec les boues préexistantes, on fait d'abord passer l'eau dans un flocculateur (temps de contact de l'ordre de 20 min), bassin muni d'un système d'agitation (hélice, ou ensemble de pales fixées sur un arbre tournant, vertical ou horizontal), qui tourne relativement lentement pour ne pas briser les flocons déjà formés, mais suffisamment vite pour assurer le grossissement progressif du floc et éviter une sédimentation précoce ;
- ✚ L'emploi de certains produits appelés flocculants. [14]

### III-3.3.2. Les suspensions colloïdales :

La très grande majorité des eaux naturelles (et, en particulier, celle des eaux de surface), contient des impuretés qui affectent leur apparence et peuvent avoir des effets néfastes pour le consommateur. Ces solides peuvent être grossièrement classés comme suit :

- ✚ Impuretés dissoutes (sels minéraux dissous, molécules organiques ...),
- ✚ Colloïdes,
- ✚ Solides en suspension.

En fait, cette classification recouvre celle de la taille des particules concernées, intuitivement, on saisit que les particules les plus difficiles à éliminer sont les plus fines.

A cette notion de dimension, s'ajoutent deux autres encore plus importantes qui sont celles du rapport surface/volume des particules colloïdales qui leur confère des propriétés d'adsorption très prononcées, et celle de leur charge électrique de surface. Cette charge peut provenir :

- ✚ De la dissociation de groupes ionisables appartenant au colloïde lui-même,
- ✚ De l'adsorption d'ions contenus dans la solution,
- ✚ D'une substitution isomorphique (remplacement dans un réseau macromoléculaire d'un atome par un autre atome de valence différente) ; c'est le cas général des argiles.

Pour leur étude, 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. Plus généralement, ce sont des produits minéraux.

L'existence des systèmes colloïdaux dépend de l'interaction entre deux particules. Elle met en jeu deux forces contraires :

\_ Une force de répulsion qui tend à écarter les particules les unes des autres. Cette force dépend de la charge des particules qui sont de même signe.

\_ Une force d'attraction (type de Van der Waals) qui tend à rassembler les particules pour atteindre l'énergie potentielle minimum. Cette force est, bien entendu, fonction de la distance entre particules. [15]

### III-3.3.3. Théorie de la double couche :

La difficulté de séparation des colloïdes présents dans une eau par simple décantation ou filtration provient du fait que ces particules, qui sont d'origine minérale (argiles), végétale (acides humiques ou fulviques, algues), animale (zooplancton), humaine (suspensions graisseuses, rejets ERU) ou industrielle (eaux résiduaire diverses), se trouvent dans l'eau à l'état de particules chargées électriquement [14].

Les anions étant en général moins hydratés que les cations, s'approchent de la surface des particules et leur confèrent une charge négative. C'est la raison pour laquelle des composés présumés neutres présentent des charges de surfaces négatives en solution [16].

Afin de neutraliser cette charge négative de surface, des ions positifs présents dans l'eau brute ou ajoutés sont attirés et forment une couche autour du colloïde.

Au centre : l'ion colloïdal, à l'extérieur : les ions libres de charge électrique équivalente et de signe contraire à celle de l'ion colloïdal et formant deux couches :

- ions de parois (couche dense-théorie d'Helmholtz) indissolubles de l'ion colloïdal qui présentent une charge toujours inférieure à celle de l'ion colloïdal (le niveau énergétique à cette distance est caractérisé par le potentiel Zêta), c'est une couche d'ions positifs recouvre intégralement la surface du colloïde et assure la neutralité de l'ensemble (couche fixée).

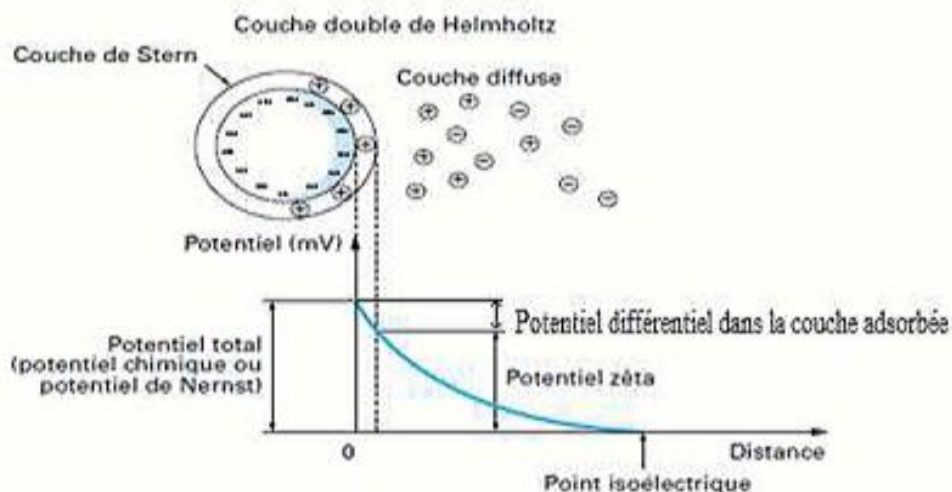
- ions complémentaires (théorie de Gouy-Chapman) formant une couche diffuse à une plus grande distance de l'ion colloïdal, en équilibre avec le solvant, présentant un



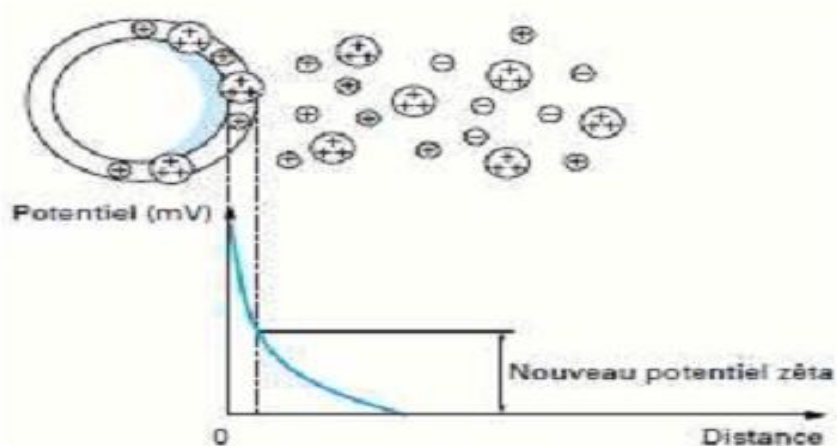
appauvrissement progressif en ions de signe contraire à celui de l'ion colloïdal, accompagné d'un enrichissement correspondant en ions de l'autre signe ;

-théorie de Stern qui combine les deux théories précédentes et considère la formation d'une double couche : la première formée d'ions du liquide mais adhérente au colloïde, la seconde diffuse dans le liquide environnant. [15]

La figure 4 montre les différentes couches et le potentiel électrique des particules colloïdales.



**Figure N° 3 : Évolution du potentiel électronégatif en fonction de l'éloignement de la particule dans le cas de l'eau brute** (le rapprochement de deux particules colloïdales engendre des forces de répulsion électrostatique « dues au potentiel zêta » qui l'emportent sur les forces d'attraction de Van der Waals).



**Figure N° 4 : Eau brute additionnée de coagulant zêta jusqu'à obtention du potentiel critique, à partir duquel les forces d'attraction l'emportent, permettant (l'introduction d'ions positifs trivalents abaisse le potentiel ainsi la coagulation).** [14]

Un colloïde se caractérise par deux potentiels :

- **Potentiel thermodynamique ou potentiel de Nernst**

Le potentiel thermodynamique est présent à la surface même du colloïde mais est malheureusement non mesurable par des méthodes simples.

- **Potentiel zêta ou potentiel électrocinétique**

Le potentiel zêta reste négatif comme la charge générale des colloïdes. Il donne le niveau de l'interaction mutuelle des colloïdes et se mesure par électrophorèse.

Un appareil de mesure directe du potentiel existe et est appelé zétamètre, son principe repose sur la mesure de la vitesse de déplacement des colloïdes sous l'effet d'un champ magnétique. [17]

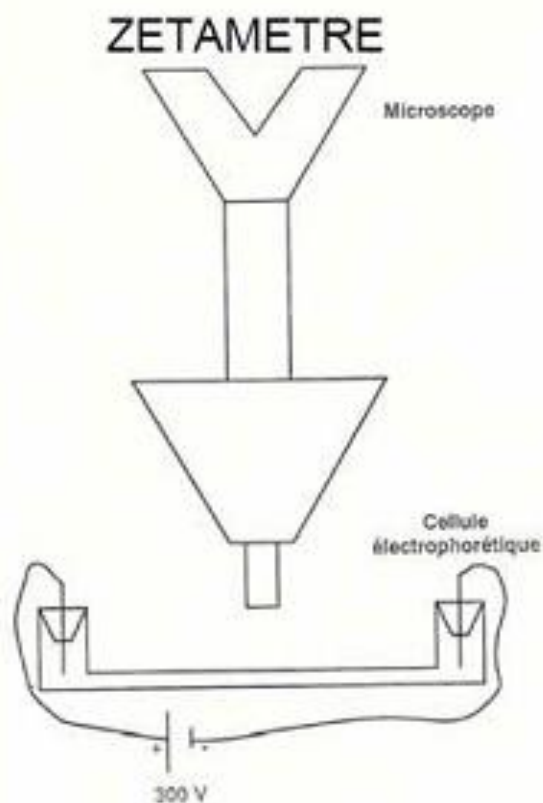


Figure N°5 : L'appareil de mesure du potentiel Zéta [17]

### III-3.3.4. Stabilité des suspensions colloïdales

Lorsque les particules se rapprochent sous l'effet du mouvement brownien ou de l'agitation de la solution, l'énergie d'interaction quasi nulle à grande distance devient négative : les molécules s'attirent. Puis les forces électrostatiques deviennent prépondérantes. Les particules se repoussent. Cette énergie de répulsion est maximale à un niveau correspondant à l'énergie d'activation ou « barrière d'énergie »  $E_{\max}$ . Le système est d'autant plus stable qu' $E_{\max}$  est élevée. Si l'on arrive à surmonter cette barrière énergétique, les forces attractives deviennent à nouveau prépondérantes et il y a coagulation. Pour cela, il faudrait agiter ou chauffer l'eau pour que l'énergie cinétique des particules soit supérieure à  $E_{\max}$ , ou bien il faut réussir à abaisser la valeur de la barrière d'énergie. Pour l'agitation la pratique consiste à mettre en œuvre deux séquences : une agitation rapide qui favorise le mélange des réactifs et la déstabilisation des particules, une phase d'agitation lente pour favoriser les collisions entre les particules déstabilisées et ainsi entraîner leur agrégation.

L'apport énergétique nécessaire étant considérable compte tenu des volumes mis en jeu, il est bien préférable de chercher à diminuer  $E_{\max}$  par un ajout de cations susceptibles de neutraliser la charge de surface en s'adsorbant sur la surface des particules. [13]

### III-3.3.5. Coagulants utilisés :

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les coagulants les plus généralement efficaces et utilisés sont des sels de métaux, à bases d'aluminium ou de fer. Pour l'utilisation des sels de métaux à base de fer à dose élevée induit souvent une coloration rouille de l'eau traitée : c'est le principal inconvénient de ces produits.

#### ✓ Sulfate d'aluminium :

- La gamme de pH d'utilisation est de 5,7 à 7,2 (Optimum 6).
- Sa formule générale est :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, n \text{H}_2\text{O}$ .
- Produit commercial  $n = 14$ , produit pur  $n = 18$ .
- Il est disponible sous différentes formes solides (selon les fabricants),
- **Présentation :**
  - Concassé, morceaux de 10 cm de large et de 1 cm d'épaisseur environ,
  - Noisette, granulométrie comprise entre 2 et 12 mm ou 3 et 35 mm,
  - Poudre, granulométrie courante de 0,1 à 3 mm,
  - Sous forme de solution aqueuse à 8,2% d' $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oxyde d'aluminium ou Alumine).
- Solution à 600 ou 720 g · L<sup>-1</sup> environ de sulfate d'alumine cristallisé. [14] [18]

### ✓ Chlorure ferrique :

- La gamme de pH d'utilisation est de 5,5 à 8,5 (Optimum 8).
- **Présentation :**
  - Sublimé ou cristallisé ( $\text{FeCl}_3$  ou  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ;
  - Sa formule à l'état pur est  $\text{FeCl}_3$ .
  - Pour le traitement des eaux, il est uniquement utilisé sous forme de solution aqueuse d'environ 592 g/l (41 % en  $\text{FeCl}_3$ , en poids).
  - Il est stocké en bonbonnes, en containers ou citernes. [14] [18]

### ✓ WAC, Aqualenc, PCBA (liquides) ou PACI (poudre) :

- Ce sont diverses formes de polychlorure basique d'aluminium dont la formule brute serait :  $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$  dans laquelle  $m/3n$  est compris entre 0,45 et 0,60.
- Ces réactifs sont moins acidifiants que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique et donnent souvent (mais pas toujours) naissance à un floc mieux décantable que celui obtenu à partir de sulfate d'aluminium.
- Il se présente sous forme d'un liquide dont la teneur en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  est d'environ 10%.
- La gamme de pH d'utilisation est de 6 à 7,5 (optimum 6,5).
- Il est stocké en citernes. [14] [18]

### ✓ Autres réactifs parfois mis en œuvre :

#### ▪ Sulfate ferreux : $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

- **Présentation :** en poudre.
- Mise en œuvre : tel quel dans certains effluents industriels, après oxydation par le chlore (formation de chlorosulfate ferrique dont l'une des formes commerciales est le Clairtan ; voir plus loin la réaction chimique correspondante) pour le traitement des eaux naturelles. [14] [18]

#### ▪ Sulfate ferrique: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

- **Présentation :** en poudre. [14]
  - **Aluminate de sodium :  $\text{NaAlO}_2$**
- **Présentation :** -en poudre ;
  - En solution à 20 % (en masse) d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
  - Il est systématiquement choisi lorsque l'on veut abaisser la teneur en silice dissoute. [14] [18]

### ✓ **Coagulants organiques :**

Dans certains pays, on remplace maintenant tout ou partie du coagulant minéral par un poly électrolyte cationique de synthèse ; ces réactifs de masse molaire relativement peu élevée (de l'ordre de  $10^5$ ) sont présentés en solution aqueuse et dilués en ligne juste avant injection dans l'eau à traiter ; leur taux de traitement usuel, exprimé en produit commercial, est généralement compris entre 5 et 15  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ; leur avantage est, entre autres, de diminuer la production de boues et de ne pas modifier le pH ni la salinité de l'eau. [14]

### **III-3.3.6. Aides-coagulants (adjuvant de floculation) :**

Les floculants sont aussi appelés adjuvants de coagulation ou de floculation. Ils peuvent intervenir au niveau de la filtration (vis-à-vis de l'avancement du front de colmatage, évitant ainsi les phénomènes de « crevaison » des filtres) aussi bien qu'à celui de la floculation/décantation (vitesse de floculation ; floc plus gros, donc mieux décantable ; cohésion accrue dans les appareils à contact de boues). [14]

On peut classer les floculants en deux groupes :

### ✓ **Floculants minéraux :**

Il s'agit essentiellement de la silice activée, préparée (en continu ou discontinu) en neutralisant partiellement l'alcalinité d'une solution de silicate de sodium par un acide ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  le plus souvent, mais aussi  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , sulfate d'aluminium, eau de chlore, etc.). [14]

### ✓ **Floculants organiques :**

#### ▪ **D'origine naturelle :**

On utilise surtout l'acide alginique ou ses sels, les alginates de sodium (polymères anioniques linéaires), plus simples à mettre en œuvre, mais souvent moins actifs que la silice activée (sauf lorsque le coagulant est un sel de fer). Formes commerciales : Aqualgine, Sobalgine, Cellalgine, etc.

#### ▪ **D'origine synthétique :**

Ce sont des polyélectrolytes anioniques, cationiques ou non ioniques, à très haute masse molaire ( $10^6$  à  $10^7$ ) ; il s'agit de polyacrylates, polyacrylamides, polyamines, polyéthylèneimines, etc. ; ce sont les plus efficaces des floculants ; ceux-ci sont donc utilisables dans toutes les industries, pour la préparation d'eaux de tous types. [14]

### III-3.3.7. Choix des réactifs :

- **Choix du coagulant :**

Un certain nombre de paramètres doivent être pris en compte :

- Température de l'eau,
- Caractéristiques des eaux brutes (dont l'équilibre calco-carbonique),
- Paramètres physico-chimiques à inclure ou éliminer prioritairement (turbidité et/ou Matières Organiques, par exemple),
- Gestion de l'exploitation (stocks, automatisme, etc....),
- Coût du produit,
- Choix imposé ou "considération esthétique".

### III-3.3.8. Facteurs intervenants dans la coagulation :

Le processus de coagulation est complexe et peut être influencé par plusieurs facteurs. Dans cette partie, nous discutons brièvement des effets de la température, du pH et de l'alcalinité. D'autres paramètres tels que la dose du coagulant, la concentration des particules colloïdales, la couleur, la présence d'anions et cations, l'intensité du mélange et le potentiel Zéta sont importants.

- **Effets de la température :**

Comme toute réaction chimique, la floculation est accélérée par l'élévation de température. La floculation des eaux froides est donc plus lente et moins complète que celle des eaux chaudes.

D'autre part, la rapide augmentation de la viscosité de l'eau lorsque la température s'abaisse (la valeur de la viscosité passe de 1 à 2 entre 25 et 0°), joue contre la fréquence des rencontres des particules dans la phase de floculation ortho-cinétique et diminue le nombre de chocs efficaces. Enfin, cette viscosité entrave le phénomène de décantation. Nous savons qu'une baisse de la température ralentit la cinétique des réactions chimiques. Une baisse de température se traduit par une réduction de la constante de vitesse **k**.

- **Valence des colloïdes :**

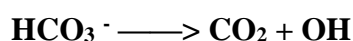
Selon la nature des particules colloïdales et leur interaction vers le milieu aqueux, c'est-à-dire leur facilité d'échange des cations périphériques selon qu'elle s'avère forte ou faible, elle favorise plus ou moins le processus de coagulation. [15]

- **Effets du pH :**

Le pH est un des paramètres qui affecte beaucoup plus la coagulation-floculation. Son contrôle est donc conseillé. Selon les caractéristiques d'une eau, il existe un pH optimal permettant la meilleure coagulation. Ce pH se situe souvent dans la plage où la solubilité du coagulant utilisé est minimale, ce qui donne une meilleure précipitation. Le contrôle du pH permet aussi d'améliorer la coagulation lorsque la température de l'eau est faible.

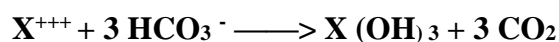
Il existe un pH de floculation optimum pour un type d'eau et un floculant donné : ce pH résultera de celui de l'eau brute, de l'action du coagulant qui consomme des ions  $\text{OH}^-$  et de l'éventuelle introduction d'un réactif correcteur.

Aux valeurs habituelles de pH rencontrées dans les eaux naturelles, les ions  $\text{OH}^-$  libres n'existant pas, ils résulteront de la décomposition des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) par le floculant (et formation de gaz carbonique  $\text{CO}_2$ ) :



Réaction à laquelle se superpose celle de l'équilibre du bicarbonate de calcium avec ses produits de dissociation.

L'équation globale type de coagulation peut donc s'écrire :



Donc, précipitation d'un hydroxyde métallique  $\text{X}(\text{OH})_3$  et formation de  $\text{CO}_2$ .

Rappelons que  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \lll \ggg \text{H}_2\text{CO}_3$  (acide carbonique).

L'apparition d'acide carbonique et la diminution subséquente de l'alcalinité bicarbonatée conduit à un abaissement du pH du milieu dont l'ampleur dépend du pouvoir tampon (Alcalinité initiale et Force ionique) et de la dose de coagulant introduite. C'est pour cette raison qu'il est essentiel de tenir compte du pH, de l'alcalinité et de la minéralisation de l'eau brute pour la définition du procédé de coagulation/floculation.

Il peut être nécessaire, pour obtenir une floculation correcte, d'ajuster le pH de l'eau en y ajoutant soit un acide, soit une base (soude, chaux, carbonate de sodium). [15]

- **Grosseurs et concentration des particules colloïdales :**

Il existe un seuil propice, pour la coagulation, du point du vue dimensionnel. Pour les particules dont les dimensions sont inférieures au micron, les forces de surface deviennent prépondérantes vis-à-vis des forces de masse. Dans ces conditions, on constate un état de dispersion stable due aux effets conjugués du mouvement brownien.

De même, il s'avère que la concentration des particules ; c'est-à-dire le nombre de charges électriques à mettre en jeu pour rompre le potentiel zêta, a une grande influence sur la coagulation. Cette coagulation est très difficile quand la concentration colloïdale est basse, sachant que le taux de contact interparticulaire se trouve probablement baissé. [15]

- **Etat d'hydratation :**

L'hydratation est un phénomène complexe dont les effets se répercutent sur le taux d'agrégation des colloïdes. Dans une solution aqueuse, les particules microscopiques s'hydratent et s'enveloppent de liquide inter micellaire. Cette monocouche d'eau absorbée chimiquement sur les surfaces des particules (ex : les oxydes métalliques, les argiles et le quartz) produit l'effet d'une gaine isolante protectrice, s'opposant à l'agrégation des particules, par réduction de la tension superficielle à l'interface particule liquide, par conséquent, la stabilité des colloïdes se trouve renforcée.

Aussi, les interactions colloïdes-eau peuvent retarder l'agrégation des systèmes colloïdaux. Ce phénomène peut être contrarié par l'augmentation de la quantité de coagulant et le prolongement de l'opération. [15]

- **Electrifications des particules :**

Comme il a été souligné précédemment ; toutes les particules sont ionisées. Cette électrisation est due soit aux constituants superficiels par adsorption préférentielle soit par combinaison de la particule avec le solvant suivie d'une dissociation de cette combinaison. La charge électrique agit par la modification de la tension superficielle si cette tension est positive, les particules s'agglomèrent ; si elle est négative, les particules se dispersent.

En réalité, l'électrisation n'est pas la seule cause de dispersion et ne fait que superposer son effet à ceux des autres agents. Mais elle s'avère un facteur prépondérant du moment que son abaissement au-dessous d'un certain point critique provoque ou au moins accélère la coagulation. [15]

- **Concentration du coagulant :**

La détermination de la concentration du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes. Une surdose du polymère produit inévitablement une restabilisation des particules colloïdales qui sont susceptibles de la charge de surface. Aussi les sites d'adsorption des particules colloïdales ne seraient plus disponibles pour la formation des ponts interparticulaires.



Un traitement de coagulation mal ajusté peut donc conduire à une dégradation rapide de la qualité de l'eau et à des dépenses d'exploitation non justifiées.

Bien souvent, la dose de coagulant conditionne de fonctionnement des ouvrages de séparation et il se trouve tout simplement impossible de réaliser la clarification si cette dose est mal ajustée. [15]

- **Vitesses et temps d'agitation :**

Lors de l'introduction du coagulant dans l'eau, on procède à une agitation rapide pour la dispersion et l'homogénéisation de la solution. Mais une agitation intense empêche l'agrégation des particules, tandis qu'une agitation prolongée, permet l'effraction des liaisons entre coagulant et la surface des particules, et le rabattement ultérieur des segments étendus sur la surface des particules. [15]

- **La nature de la couleur et de la turbidité et leur proportion relative dans l'eau brute :**

Rappelons qu'il n'y a pas de solution de continuité entre les mesures de couleur et de turbidité des eaux, et que seules les tailles des particules et dans une certaine mesure leur nature, permettent d'établir une classification arbitraire.

Les particules de grande taille et de nature généralement minérale (argiles) constituent la turbidité. Les petites particules et certains composés solubles de nature généralement organique sont responsables de la couleur.

La floculation des acides humiques exige des doses élevées de coagulant approximativement proportionnelles à leur concentration dans l'eau.

Au contraire, les colloïdes minéraux sont facilement floculés par de faibles doses de coagulant, sans rapport avec l'intensité de la turbidité. [15]

### **III-3.4. Application dans traitement des eaux :**

Les applications industrielles de la coagulation et de la floculation sont nombreuses. Mais la principale application des coagulants et floculants est le traitement des eaux.

Une eau de rivière, une eau municipale usée ou une eau utilisée dans un procédé industriel contiennent de nombreux composés qui sont à l'origine de la turbidité, la couleur, voire la toxicité de cette eau : des matières en suspension, des colloïdes et des matières dissoutes.

Les domaines d'emploi des coagulants et floculants sont les suivants [19] :

### **Eaux de surface :**

En clarification, le floculant de synthèse est utilisé en combinaison avec un coagulant. Le meilleur polymère est généralement anionique ou non ionique, ou à la rigueur faiblement cationique. Les quantités utilisées sont de l'ordre de 0,05 à 0,5 g.m<sup>-3</sup> et peuvent atteindre 2 g.m<sup>-3</sup> pour des eaux très chargées.

### **Eaux résiduaires industrielles :**

On combine généralement l'action d'un coagulant avec un polymère anionique, en employant ce dernier jusqu'à des doses de 2 g.m<sup>-3</sup>. Cependant, un polymère cationique utilisé avec des quantités de 0,5 à 5 g.m<sup>-3</sup> est mieux approprié pour des effluents issus de traitements de surface ou de lavage des gaz.

### **Eaux usées urbaines :**

En association avec un coagulant, on utilise un polymère anionique avec des concentrations atteignant 2 g.m<sup>-3</sup>. Quand on recherche seulement l'élimination des matières en suspension, un floculant synthétique employé sans coagulant suffit.

### **Déshydratation des boues :**

Les boues organiques nécessitent en général un floculant cationique et les boues à caractère minéral un floculant anionique. La consommation est de l'ordre de 0,5 à 7 kg de polymère par tonne de matière sèche.

### **Émulsions d'hydrocarbures et d'huiles :**

Les émulsions mécaniques, relativement instables, donnent après 1 h de décantation statique des micelles de taille comprise entre 10 et 100 µm, avec des concentrations de 100 à 500 mg/l.

Les émulsions chimiques sont relativement stables en raison soit de la nature des hydrocarbures (asphaltènes, naphthénates), soit de la coprésence d'agents dispersants (sels alcalins, détergents...). Les micelles, après décantation statique de 1 h, présentent des tailles de 0,1 µm avec des concentrations très variables, comprises entre 100 mg/L (cas des effluents pétrochimiques) et 50 g/L (cas de fluides aqueux de coupe).

Les émulsions mécaniques peuvent être le siège d'un mécanisme de coalescence prédominant.

Le traitement peut comporter une coagulation partielle correspondant à une déstabilisation. Par contre, les émulsions chimiques nécessitent une coagulation complète suivie d'une floculation et une séparation par décantation.

### III-3.5. Conclusion

Aucun autre procédé de technique séparative ne met en jeu d'aussi grands volumes. Il est donc nécessaire, compte tenu de la qualité et de la constance du résultat attendu, de disposer d'un procédé performant.

Les techniques membranaires se développent dans ce domaine, mais la coagulation-floculation reste actuellement le procédé physico-chimique le moins cher par rapport à la quantité de particules éliminées. La sédimentation est en effet le procédé de séparation le plus économique en termes de consommation d'énergie. Les technologies les plus récentes exigent une vitesse de sédimentation minimum d'un mètre par heure. Ce qui correspond - selon la loi de Stokes, qui énonce qu'une particule sphérique isolée, tombant en régime laminaire dans un fluide atteint une vitesse  $V_0$  proportionnelle au carré de son diamètre- à la vitesse de sédimentation d'une particule de silice de 1.7 micron dans une eau à 20°C. Il ne serait donc pas possible par exemple de séparer correctement avec les équipements disponibles dans les stations d'épuration des bactéries isolées (vitesse de sédimentation de cinquante centimètres par heure) et encore moins un virus qui mettrait deux années pour parcourir un mètre ! La coagulation-floculation permet d'agréger ces particules colloïdales en floccs d'une taille comprise entre 100 microns et quelques millimètres, suffisamment denses pour sédimenter facilement. [13]

## 1. Introduction

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

Ces eaux de rejets du point de vue de la protection de l'environnement contre la pollution ou du point de vue de leur recyclage doivent être débarrassées de leurs matières en suspension qui peuvent causer : la dégradation de l'environnement, le développement bactérien dans les circuits de recyclage, le colmatage des filtres et de la roche de formation dans le cas de la réinjection de ces eaux dans le réservoir.

En Algérie, Haoud Berkaoui est l'une des dix (10) principales zones productrices de pétrole. Elle est située à 770 Km au sud de la capitale Alger et englobe trois centres de production à savoir : le centre de Haoud Berkaoui, le centre de Guellala et le centre de 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.

Dans le cadre de la concrétisation de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, 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 m<sup>3</sup>/h assurent à la fois la récupération des hydrocarbures et la production d'eau de réinjection.

Dans ce chapitre, on va étudier le cas de la station de déshuilage celle de Haoud Berkaoui et définir son principe de fonctionnement, type de traitement, cible de ses effluents ainsi que les analyses effectuées sur les eaux huileuses.

### 2. Présentation De La Station de Déshuilage de HBK

#### 2.1 Station de Déshuilage du champ de Haoud Berkaoui

Les effluents issus des différentes étapes de séparation du centre de production et des purges de bacs de stockage contiennent de grandes quantités d'huile qui peuvent engendrer une pollution du sol si elles sont rejetées directement dans la nature, ainsi qu'une perte financière.

La station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui récupère les eaux usées rejetées des différents champs et les traite de manière à ramener le taux d'hydrocarbures à un niveau inférieur à 10 mg /l, les matières en suspension à un taux inférieur à 30 mg/l et des valeurs de pH comprises entre 6,9 et 7,5. La capacité de traitement de cette station est de 100 m<sup>3</sup>/h. [20]



Figure N°01 : Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui

## 2.2 Schéma technologique de la station de déshuilage

Le schéma technologique du procédé de traitement des eaux huileuses au niveau de la station de déshuilage est présenté dans la figure N°02 ci- après. [21]

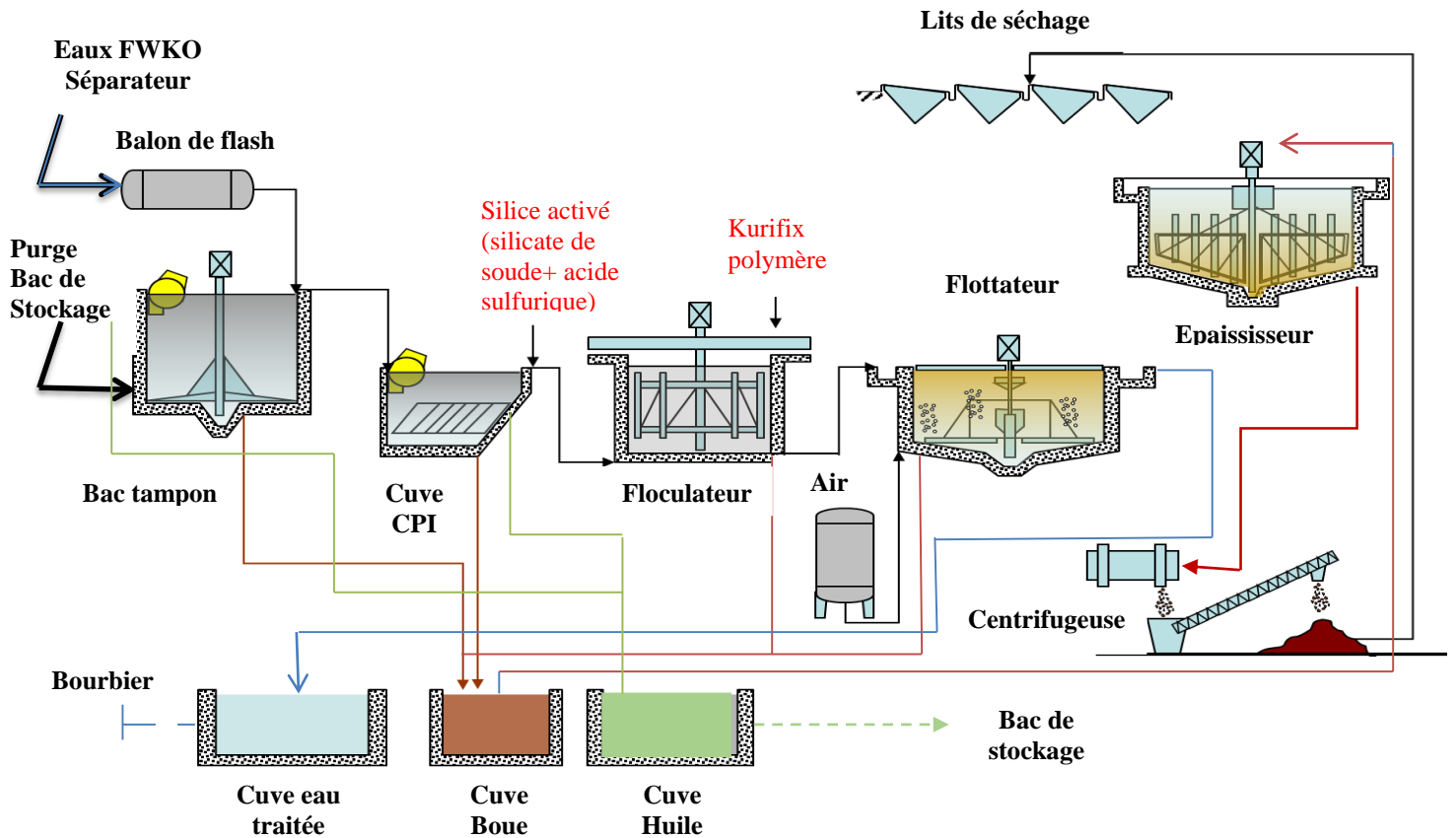


Figure N°2 : Schéma de principe de fonctionnement de la station de déshuilage



Un ballon de flash (40 m<sup>3</sup>/h de capacité) est placé en amont de la station de déshuilage en vue de séparer les huiles et les gaz. Ces derniers 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 m<sup>3</sup>/h de capacité).

Le schéma de traitement employé au niveau de la station montre que l'élimination des hydrocarbures et des matières en suspension (MES) est effectuée par des méthodes purement physicochimique au niveau de la cuve CPI. Les particules fines sont séparées par coagulation et floculation. L'huile surnageant est récupérée par le déshuileur à disques rotatifs **MS-126** à 5 m<sup>3</sup>/h et 4 bars puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108** par les pompes **p-104 A/B** à raison de 100 m<sup>3</sup> /h. Les matières solides régénérées sous forme de boues sont déshydratées puis enterrées dans des tranchées de décharge de boues imperméables. [20]

### 2.3 Principe de fonctionnement de la station de déshuilage

La station de déshuilage est conçue pour traiter les eaux huileuses industrielles provenant du séparateur FWKO (Free Water Knock Out) installé près du puits HBK, des séparateurs d'huile, des ballons séparateurs de l'UTG et des bacs de stockage de brut du CP/HBK.

En effet, les eaux huileuses provenant des purges sous pression contiennent en général du gaz, sont préalablement collectées et acheminées vers le ballon flash afin d'éliminer les gaz dissous et les brûler à la torche prévue à cet effet et maintenue allumée par du fuel gaz prélevé du gaz instrument au niveau des pompes d'expéditions d'huile à 7 bar et détendu jusqu'à 0,5 bar.

Par contre les eaux provenant des bacs de stockage sont envoyées directement vers le bac tampon **S-101** et sont mélangées à celles provenant du ballon flash.

Au niveau du bac tampon **S-101**, L'huile flottant est récupérée par un système écrème (disques rotatifs **MS-108**) et 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** qui assure l'agitation et la collecte des boues vers une cuve à boues **S-107** à travers une vanne automatique **XV-101**.

Les effluents sortants du bac tampon sont ensuite canalisés vers la cuve **C.P.I** (Corrugated Plate Interceptor), **MS-102**, (30 m<sup>3</sup>/h de capacité) pour subir une autre séparation au moyen de tôles gaufrées et disques rotatifs **MS-106** et **MS-107** où l'huile surnageant est envoyée 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**.

L'eau chargée en MES est canalisées vers la cuve de floculation **S-103** pour un éventuel traitement chimique qui consiste en l'ajout de deux agents chimiques de coagulation-floculation, la silice activée et un polyélectrolite (kurifix), le premier coagulant à l'entrée et le deuxième un floculant à la sortie. Ces deux agents chimiques sont fournis par des unités de dosage chimique **MS-112** et **MS-113** pour augmenter le pouvoir de traitement du flottateur.

L'eau qui arrive par gravité à la cuve de flottation à air dissous **S-104** se mélange à l'eau saturée en air. Les floes raclés à la surface de l'eau ainsi que les boues formées 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 m<sup>3</sup>/h et 15 bars alors que les pompes **P-102A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers un ballon de saturation à air **R-103** pour un éventuel 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 à 4 m<sup>3</sup>/h puis enlevées et enterrées dans des tranchées de décharge de boues imperméables **S-111 A/B/C** réalisées à cet effet d'une capacité de 2 x 219 m<sup>3</sup>.

Les huiles récupérées au niveau de la cuve **S-108** de densité 0.81 g/cm<sup>3</sup> sont recyclées vers la section de traitement d'huile à l'entrée des séparateurs BP par les pompes **P-104 A/B** à raison de 10 m<sup>3</sup>/h.

L'eau traitée est pompée par les **P-201A/B** à 60 m<sup>3</sup>/h vers un bassin lagunaire (bourbier) ou envoyée à l'aspiration des pompes de gavage de la station d'injection d'eau **P-02A/B** en seconde phase pour être réinjectée dans le gisement. [21]



## 2.4 Caractéristiques de la station de Déshuilage

**Tableau 1 : caractéristiques de la station de Déshuilage-HBK [21]**

<b>Paramètres/caractéristiques</b>	<b>Actuel</b>	<b>Design</b>
<b>Capacité nominale de traitement</b>	<b>20 m<sup>3</sup> /h</b>	<b>100 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Teneur en Hydrocarbures</b>	<b>1.5 % Vol</b>	<b>5 % vol</b>
<b>Quantité d'huile récupérée</b>	<b>8 m<sup>3</sup>/j</b>	<b>3 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Densité d'huile récupérée</b>	<b>0.81 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>0.81 g/cm<sup>3</sup></b>
<b>Quantité d'eau réinjectée</b>	<b>0 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>57 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Teneur Résiduelle en Hydrocarbures</b>	<b>-</b>	<b>≤ 10 mg/l</b>
<b>Teneur en MES</b>	<b>-</b>	<b>≤ 30 mg/l</b>
<b>Salinité</b>	<b>200 g/l</b>	<b>-</b>
<b>PH</b>	<b>5.5</b>	<b>-</b>
<b>Quantité de Boues produites</b>	<b>-</b>	<b>0.6 m<sup>3</sup>/j</b>

## 3. Définition et fonctionnement des équipements

### 3.1. Ballon flash :

Il reçoit les eaux huileuses du séparateur FWKO (free water keep out) et les séparateur BP, MP, HP, et les dégazent à une pression de 1 bar ensuite ces eaux sont dirigées par gravité vers le bac tampon. [21]

### 3.2. Bac tampon : S-101

Le bac tampon d'une capacité de 500 m<sup>3</sup>/h et d'un diamètre de 12 m reçoit les effluents du ballon flash et les purges des bacs de stockage. Un racleur de boues **MS-101** collecte les boues à envoyer vers la cuve a boues **S-107** à travers la vanne automatique **XV-101** réglée à s'ouvrir chaque huit heures pendant huit secondes. L'huile surnageant est récupérée par un système écrème puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108**. [21]

### 3.3. Cuve C.P.I. (Corrugated Plate Interceptor/intercepteur a tôles gauffrées) : S-102

La cuve CPI d'une capacité de 30 m<sup>3</sup>/h reçoit les effluents du bac tampon **S-101**, le drainage des eaux de la centrifugeuse **S-110**, le trop-plein de l'épaississeur **S-105** et l'eau de drainage des boues **P-107A/B**.

La séparation se fait au moyen de tôles gaufrées en PEHD entre l'eau, l'huile et les solides en suspension d'un diamètre supérieur ou égal à 60 ppm. L'huile surnageant est récupérée puis envoyée par le déshuileur à disques rotatifs (Disc oil-1et2) **MS-107** et **MS-106** 5 m<sup>3</sup> /h et 4 bars vers la cuve d'huile **S-108**, la boue est évacuée en gravitaire du fond de la cuve à travers la vanne automatique **XV-102** réglée à s'ouvrir toutes les huit heures pendant huit secondes vers la cuve a boues **S-107** et l'eau chargée en MES à laquelle est additionné un flocculant (la silice activée) à la sortie du CPI, est envoyée vers la cuve de floculation **S-103**. En cas de problèmes au niveau du traitement chimique, l'eau débarrassée des hydrocarbures peut être envoyée vers la cuve d'eau traitée **S-106** par l'ouverture de la vanne. [21]

### 3.4. Cuve de floculation : S-103

La cuve de floculation d'une capacité de 15 m reçoit l'effluent du **S-102** auquel sont additionnés deux agents chimiques de floculation (silice activée et polyélectrolite), le premier à l'entrée **S-103** (ou sortie CPI) et le deuxième à la sortie du flocculateur, ces deux agents chimiques sont fournis par les unités de dosage chimique **MS-112** et **MS-113** pour augmenter le pouvoir de traitement du flottateur **S-104**. [21]

### 3.5. Cuve de flottation : S-104 (avec saturation par air comprime)

D'une capacité de 49 m<sup>3</sup>/h et de diamètre 5 m L'eau arrive par gravite vers la cuve de flottation **S-104** qui se mélange à l'eau saturée en air. L'eau traitée est envoyée vers la cuve d'eau traitée **S-106**, les flocons sont raclés à la surface de l'eau vers la cuve d'huile et la boue par la vanne automatique de fond **XV-103** réglée à s'ouvrir toutes les quatre heures pendant douze secondes vers la cuve à boues également. [21]

### 3.6. Cuve d'eau traitée : S-106

Cette cuve a une capacité de 34 m<sup>3</sup>/h et de dimensions 2,5 x 5,5 x 2,5 m. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les **P-101A/B** refoulant l'eau traitée vers l'extérieur à 60 m<sup>3</sup>/h et 15 bars. Les **P-102A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers le ballon de saturation à air **R-103** à 30 m<sup>3</sup>/h et 5 bars, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation **S-103**, ceci favorise la montée en surface des flocons et colloïdes (processus de flottation). [21]

### 3.7. Cuve à boues : S-107

D'une capacité de 8 m<sup>3</sup>/h et de dimensions 2 x 2,75 x 1,5 m. Elle est 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 **P-103A/B** à 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/h et 1,5 bars vers l'épaississeur de boues **S-105**. [21]

### 3.8. Cuve d'huile : S-108

D'une capacité de 11 m<sup>3</sup>/h et de dimension 2 x 2,75 x 2 m, cette cuve est alimentée par les disc-oil **MS-106** et **MS-107** respectivement du bac tampon **S-101** et du **CPI S-102**.

L'huile récupérée est recyclée par les pompes **P-104A/B** à 10 m<sup>3</sup>/h et à la pression de 2 bars au pied de bacs **R22**, **R23** sous l'action automatique des interrupteurs de niveau **LSHL-109/110**. [21]

### 3.9. Cuve d'épaississement de boues : S-105

Les boues issues des différentes cuves sont rassemblées dans la cuve **S-107** puis pompées par les **P-103A/B** à 10 m<sup>3</sup>/h et 1,5 bar 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 Mono **P-105A/B** à 6 m<sup>3</sup>/h et 2,5 bars pour être déshydratées. [21]

### 3.10. Centrifugeuse : MS-110

Les boues auxquelles sont ajoutés les deux agents de dosage de floculation de boues, sont déshydratées à la centrifugeuse puis récupérées par la pelleteuse à 4 m<sup>3</sup>/h et envoyées à l'extérieur du hangar **H-101** pour être ensuite enlevées par une pelle mécanique et enterrées dans des tranchées imperméables **S-111 A/B/C** spécialement construites à cet effet. La station de déshuilage sera by-passée au besoin vers borbier dans les cas de fonctionnement anormal et d'arrêt programmé. [21]

### 3.11. Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112.1/2

Elle comporte le stockage des réactifs, la dilution et le mélange, préparation et dosage pour une autonomie de trois mois.

L'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et le silicate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sont dilués séparément dans les cuves **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 des siphons :

- Cuve de réaction
- Cuve de maturation
- Cuve tampon

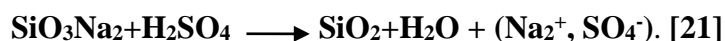
Trois agitateurs **MS-118**, **119**, **120** assurent la circulation du compartiment de réaction vers celui de maturation puis de tampon.

La silice activée préparée (SAC) est pompée à un débit maxi de 360 l/h vers la cuve de floculation **S-103** et (la centrifugeuse **MS-110**).

- **Silice Activée :**

On exprime les doses en poids de  $\text{SiO}_2$ , la préparation en continu en mélangeant une solution de silicate de sodium, une solution d'acide sulfurique et en diluant de façon à obtenir une concentration de 1 % en  $\text{SiO}_2$ . Le temps de maturation étant de 30 min (optimum).

- **L'équation de réaction :**



### 3.12. Station de préparation et dosage du polyélectrolyte MS-113.1/2

Le polyélectrolyte 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 crèche de dilution, ensuite dans le premier 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 polyélectrolyte préparé à un débit de 271 l/h max. [21]

## 4. Techniques de traitement des eaux huileuses

### 4.1. Coagulation

Les particules colloïdales en solution sont naturellement chargées négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution.

La coagulation consiste en la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives. On utilise, pour ce faire, des réactifs chimiques (minéraux ou organiques) nommés coagulants. [22] Les principaux facteurs influençant le processus de coagulation sont :

- **Le 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.
- **Les 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.
- **L'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. [20]

Un mélange inadéquat entraîne éventuellement un accroissement de la quantité de coagulants

### 4.2. Floculation

La floculation a pour but l'augmentation de la possibilité de contact entre les particules déstabilisées par coagulation afin de former des floes.

Cette opération est assurée par des flocculants qui sont, dans leur grande majorité, des polymères à haut poids moléculaire possédant des groupes réactifs de charge inverse à celle de la suspension à traiter. [22]

### 4.3. Décantation

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 par force centrifugeuse (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. [20]

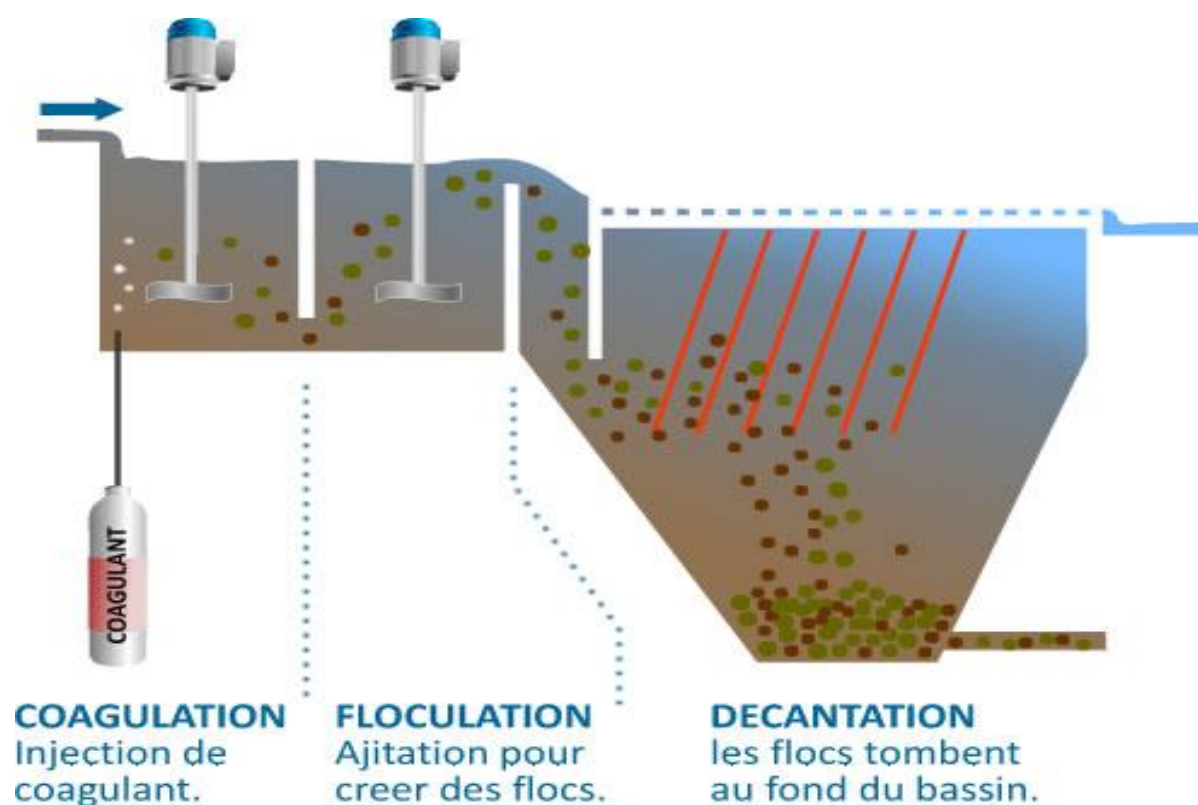


Figure N°3 : Schéma représentatif du procédé du phénomène de coagulation-floculation

## Etude de Cas : Déshuilage des Eaux de Rejets Industrielles

**Tableau 2 : Présentation des résultats d'analyses des prélèvements selon les exigences du décret 06-141. [21]**

N °	Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites des anciennes installations	HBK-HBK-W1	
					Valeur mesurée	Conforme ou Non Conforme
1	Température	°C	30	30	<b>34,8</b>	NC
2	pH		6,5-8,5	6,5-8,5	<b>5,76</b>	NC
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30	40	<b>46</b>	NC
5	Phosphore total	mg/l	10	15	0,044	C
6	DCO	mg/l	120	130	<b>1100</b>	NC
7	DBO <sub>5</sub>	mg/l	35	40	<b>47</b>	NC
8	Aluminium	mg/l	3	5	<0,03	C
9	Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0,005	0,01	NA	
10	Cyanures	mg/l	0,1	0,15	<0,01	C
11	Fluor et composés	mg/l	15	20	0,49	C
12	Indice phénol	mg/l	0,3	0,5	0,35	C
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15	3,1	C
14	Huiles et graisses	mg/l	20	30	8	C
15	Cadmium	mg/l	0,2	0,25	0,11	C
16	Cuivre total	mg/l	0,5	1	<0,02	C
17	Mercure total	mg/l	0,01	0,05	<0,001	C
18	Plomb total	mg/l	0,5	0,75	<0,01	C
19	Chrome total	mg/l	0,5	0,75	<0,005	C
20	Etain total	mg/l	2	2,5	0,1	C
21	Manganèse	mg/l	1	1,5	<b>41</b>	NC
22	Nickel total	mg/l	0,5	0,75	<0,01	C
23	Zinc total	mg/l	3	5	<b>25</b>	NC
24	Fer	mg/l	3	5	<b>110</b>	NC
25	Composés organiques chlorés	mg/l	5	7	< 0,05	C

**Note :** En gras les valeurs non conformes

**NC :** Non conforme (dépassement des valeurs limites)

**C :** Conforme

< **X** : Indique que la valeur mesurée est inférieure à la limite de quantification (« X ») de l'appareil d'analyse : Du fait de la charge polluante élevée de certains échantillons, des dilutions ont été effectuées par le laboratoire et ont augmenté la limite de quantification. Par conséquent, cette limite peut être dans certains cas supérieure à la valeur réglementaire. Dans un tel cas de figure, le résultat est jugé non-conforme

**NA :** Non applicable en raison de l'absence de protocole normalisé réalisable par un laboratoire accrédité :

Les substances bio-accumulables sont des substances qui s'accumulent dans les organismes vivants à mesure que ces derniers absorbent de l'air, de l'eau ou de la nourriture contaminés. Elles sont très lentement métabolisées ou excrétées.

Le RÈGLEMENT (CE) N° 1907/2006 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), permet de définir les modalités qui déterminent si une substance peut être considérée comme bio-accumulable. Cependant, il n'existe pas d'analyse chimique ou d'indice global d'analyse chimique permettant de répondre à cette notion de substances bio-accumulables. [21]

## 5. Méthodes d'analyses et appareillages

### 5.1. Détermination de la Teneur des Hydrocarbures dans les Eaux

La méthode consiste à extraire un volume d'échantillon dans 10% de son volume de Solvant 38, soit : 35 ml de solvant pour 350 ml d'échantillon.

Selon la richesse de l'eau en hydrocarbures, on procède à une dilution de la prise d'échantillon. [23]

#### a- Dilution de la prise d'échantillon

1- Prendre 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser dans une burette et le transvaser dans l'ampoule à décantation.

2- Rincer la burette par 250 ml d'eau distillée (par portions de 50 et 100 ml), et transvaser l'eau de rinçage dans l'ampoule de décantation. [23]



### **b- Extraction et décantation :**

- 1- Ajouter 35 ml de Solvant 38 dans l'ampoule de décantation.
- 2- Fermer et agiter l'ampoule énergétiquement pendant 2 minute.
- 3- Laisser un temps de séparation de 10minutes.
- 4- Placer un coton dans le robinet de décantation de l'ampoule et l'ouvrir doucement pour séparer la phase solvant dans un récipient. [23]

### **c- Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits (par le spectrophotomètre)**

- 1- Choisir la méthode 410 et régler la longueur d'ondes à 450 nm.
- 2- Utiliser des cellules de mesures lavées et sèches. Remplir une cellule de 25 ml de Solvant 38. Insérer la cellule dans le DR2000 et appuyer sur « Zéro ».
- 3- Remplir la cellule avec 25 ml du solvant extrait de l'ampoule et appuyer sur « Read »
- 4- La teneur des hydrocarbures en l'eau (en ppm) est égale à :

**La valeur indiquée par le spectrophotomètre \* 3.5**

#### **Remarque :**

La méthode de mesure appliquée correspond aux concentrations allant de 0 à 85 ppm.

Si le spectrophotomètre indique une valeur supérieure à 85 ppm, il faut augmenter la dilution de la prise d'essai et y adapter la formule de calcul. [23]

### **5.2 Appareillage**

Les appareils utilisés dans cette étude ainsi que leur principe de fonctionnement sont présentés comme suit :

- **PH-mètre type HANNA.**

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

$$E = E_0 + \frac{2,3RT}{nF} \log a_h \quad \dots (2)$$

Avec :

- E : potentiel mesuré (Volt) ;
- E<sub>0</sub> : 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<sub>h</sub> : activité de l'ion H<sup>+</sup> dans l'échantillon. [24]

- **Spectrophotomètre type DR/2000**

L'analyse par cet instrument 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 :

$$DO = \log I / I_0 = \epsilon.l.C \quad \dots (3)$$

Avec :

- DO : densité optique ;
- I et I<sub>0</sub> : intensité du faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  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 mol/l) ;
- $\epsilon$  : coefficient d'extinction molaire (l/mg.cm ou l/mole.cm) [24].



**Figure N°4 : Spectrophotomètre DR 2000**

- **Floculateur type ISCO**

Le floculateur est un appareil couramment utilisé pour les essais de coagulation et de floculation.

Cet appareil est composé de six béciers d'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. [24]

### 5.3.-Produits chimiques

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

**Tableau 3 : Listes des produits chimiques [23]**

Produits chimiques	Formules chimiques
Solvant 38	Produit commercial
Silicate de sodium	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$
Acide Sulfurique	$\text{H}_2\text{SO}_4$
Kurifix	Produit commercial

### 5.4. Techniques de mesure

- **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.

- **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 N°02. [23]

**Tableau 4 : Conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000**

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

Notons que, pour l'analyse des hydrocarbures, il est recommandé d'effectuer au préalable, une extraction liquide/liquide avec le solvant 38.

### 6. Conclusion sur la conformité des effluents par rapport à la réglementation algérienne

- Pour HBK, les paramètres suivants : T°, pH, Azote, Phosphore, DCO, DBO, Manganèse, Zinc et Fer ; sont pas conformes par rapport à la réglementation algérienne.

#### **Recommandations (en cas de non-conformité) :**

- Réaliser un suivi de la qualité des effluents régulièrement (base mensuelle ou trimestrielle) sur la base des critères réglementaires afin de s'assurer de la conformité des rejets émis par les sites.

L'ensemble des rejets d'eaux industrielles doit être intégré au suivi et au programme analytique :

- Mettre en place un traitement des eaux industrielles usées adapté à la demande réglementaire avant rejet vers un bassin étanche, dans tous les cas ;
- Installer des stations de déshuilage sur les sites qui n'en possèdent pas, et Améliorer le fonctionnement des stations existantes ;
- Compléter ce traitement par la floculation et la coagulation afin de faire précipiter les matières en suspension et les métaux et les extraire de la phase aqueuse.

A terme, il est recommandé d'atteindre un rejet zéro d'eaux industrielles vers l'environnement. Pour cela il pourra être envisagé :

- L'installation de bassins d'évaporation étanches (liners + béton) de taille suffisante pour permettre une évaporation efficace. La présence d'inhibiteurs de corrosion dans les effluents devra être prise en compte parmi les données qui serviront au dimensionnement de ces bassins car ceux-ci limitent l'évaporation. Des opérations de curage du sable et des boues accumulées dans ces bassins pour traitement devront être organisées régulièrement.
- La mise en œuvre de ces techniques devra faire l'objet d'études techniques préalables.

### ◆ Conclusion et recommandations

Au terme de cette étude, les conclusions sont impressionnantes.

La gestion des aspects environnementaux pertinents à l'activité industrielle au sein du centre de traitement d'huile de Haoud Berkaoui est assez satisfaisante vue que le site a entrepris des efforts considérables afin de bien gérer ses divers déchets par la conception des infrastructures servant non seulement à satisfaire la réglementation visant la préservation de l'environnement mais aussi le bénéfice économique vue que ses projets environnementaux ont un rendement très agréable en matière de la récupération des quantités d'hydrocarbures et matériaux destinés à être rejetés sans subir aucun traitement en premier temps.

En effet, cette politique environnementale doit être répartie et appliquée au niveau de tous les centres de production du territoire Algérien dans le but de minimiser l'impact des aspects environnementaux significatifs, pour cela il est recommandé de réaliser une étude bien approfondie déterminant les sources, vecteurs et cibles relatives à la pollution dont le but final est sa élimination totale, dépenser des efforts servant à l'optimisation des méthodes et appareillages et unités de traitement, sensibiliser les responsables et l'application du slogan "Polluant payant".

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pris conscience de l'importance de la station d'épuration qui a pour objectif d'épurer les eaux huileuses pour qu'elles ne soient pas directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique.

L'aspect bénéfique de la station d'épuration se résume dans les points suivants :

- Gain économique traduit par la récupération d'une quantité impressionnante des huiles recyclables et des gaz acheminés vers l'UTG.
- Préservation de la nappe phréatique vue que la teneur en hydrocarbures des effluents traités est réduite.
- Amélioration de la qualité d'eaux quel que soit leurs qualités.

Cette station de déshuilage porte d'autant d'avantages que des inconvénients dont on peut citer les suivants :

- La non-conformité de certains paramètres physico-chimiques des eaux traitées.
- La quantité importante des produits chimique persistants utilisés lors du traitement.

## Conclusion Générale

---

-les effluents liquides traités sont expédiés vers des borbiers sauvages.

-Les boues générés sont stockés dans les lits de séchages sans subir aucun traitement.

Cette étude nous a permis de faire certaines perspectives :

-Traitement des boues issus de la station d'épuration de Haoud Berkaoui.

-Traitement des borbiers sauvage actuel de Haoud Berkaoui et les remplacés par d'autres imperméables.

-L'installation des bacs de stockages des eaux huileuses en cas de panne dans l'unité d'épuration.

-les eaux de production doivent subir des traitements spécifiques afin de satisfaire les réglementations en vigueur de rejets de plus en plus contraignantes et ainsi limiter au maximum les risques environnementaux.

## Bibliographie

---

- [1] <http://www.stockage.univ-valenciennes.fr/MenetACVBAT20120704/acvbat/chap01>  
(consulté le 27 Avril à 9.30 h).
- [2] <http://www.stockage.univ-valenciennes.fr/MenetACVBAT20120704/acvbat/chap01>  
(consulté le 27 Avril à 9.30 h).
- [3] [http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche\\_2/Fiche\\_02\\_a2.htm](http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche_2/Fiche_02_a2.htm) (consulté le 27  
Avril à 9.30 h).
- [4] chapitre II, Aspect Environnemental et Réglementation, mémoire de fin d'études-  
Université Hadj Lakhder Batna.
- [5] [http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche\\_2/Fiche\\_02\\_a2.htm](http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche_2/Fiche_02_a2.htm) (consulté le 27  
Avril à 10.00 h).
- [6] [http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche\\_3/Fiche\\_03\\_3.htm](http://www.ineris.fr/guide-sse/guide/fiches/fiche_3/Fiche_03_3.htm) (consulté le  
28 Avril à 9.00 h).
- [7] Manuel opératoire de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui
- [8] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DES PARCS DU QUÉBEC, Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses  
environnementales : Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides, Québec, Centre  
d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante,  
[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides\\_ech.htm](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm)  
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009  
Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale (Ensemble)  
© Gouvernement du Québec, 2009
- [9] TEFIANI. VALETTE, L'eau, élément fondamental, p333-336.
- [10] Nicole JAffrezic-Renault, développements analytiques : microcapteurs  
électrochimiques pour le suivi in-situ des contaminants, Laboratoire IFOS, Ecole  
Centrale de Lyon, 69134 ECULLY Cédex (France) Reçu le, 06 Janvier 2003,  
Accepté le 16 Mai 2003.
- [11] R. BONNARD, Rapport final (Le risque biologique et la méthode d'évaluation du  
risque), Unité Evaluation des Risques Sanitaires Direction des Risques Chroniques,  
INERIS DRC-01-25419-ERSA-RBn-383/microb6.doc, 2001, p38
- [12] Marie-Claire Hennion, L'évolution des systèmes analytiques, impact sur les  
formations, Laboratoire Environnement et chimie Analytique, ESPCI, Paris,  
JOURNEES MIEC-JIREC 2005.

## Bibliographie

---

- [13] Yves MOTTOT. Texte de la 279e conférence de l'Université de tous les savoirs donnés. Coagulant et floculant. Le 5 octobre 2000.
- [14] Pierre MOUCHET. Traitement des eaux avant utilisation. Matières particulaires. Technique d'ingénieur. G 1 170.
- [15] LAKHDARI Bouazza. (2011). Effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de Magister. Département de chimie. Université ABOU BEKR, BELKAID-TLEMCEN.
- [16] Moise Desire DIHANG. (2007). Mécanismes de coagulation et de floculation de suspensions d'argiles diluées rencontrées en traitement des eaux. Mémoire du doctorat. Université PAUL SABATIER. TOULOUSE III.
- [17] EAUDEPARIS. Conf 2006/63. Traitement de potabilisation des eaux de surface. Coagulation floculation séparation.
- [18] [http:// www.hydro-land.com](http://www.hydro-land.com)
- [19] Pierre PLAZY. El-Aïd JDID. Jean Luc BERSILLON. Décantation. Equipements et procédés. Technique d'ingénieur. J 3 451.
- [20] Z.Chaich: Optimisation de procédés de déshuilage dans la région Houad Berkaoui. Mémoire de Master en Génie Chimique. Université Ouargla,2012, pp2-7.
- [21] Manuel opératoire de la station de déshuilage de Haoud Berkaoui, SONATRACH Ourgla.
- [22] H.R.Hernandez : Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau pota.  
Thèse de Doctorat en Systèmes Automatiques. Institut national polytechnique de Toulouse•2006, 151p.
- [23] laboratoires de Haoud Berkaoui, SONATRACH Ourgla.
- [24] Jean Rodier : Analyse de l'eau ,8ème édition, 1996, pp 1208-1230.



### I-3.2. Méthodologie d'identification des aspects environnementaux

- Identification des aspects et impacts environnementaux du site en situation normal de fonctionnement
  - **Fonctionnement normal:**

<b>Secteur: Magasins produits neufs</b>			
<b>Activité</b>	<b>Aspect</b>	<b>Impact</b>	<b>Caractérisation</b>
Stockage carburants	Lessivage de la zone de dépotage par la pluie	Pollution du sol et des eaux	Pas de mesure Décanteur en sortie de réseau eaux pluviales Entretien semestriel du décanteur

Ci-après sont listées, pour chacune des thématiques à envisager, les informations à qui peuvent être collectées pour identifier les aspects environnementaux et les caractériser.

Ces informations sont de nature qualitative et quantitative. Il appartient à l'organisme de collecter suffisamment d'informations pour pouvoir procéder à l'identification des aspects et leur évaluation. A l'inverse, il est important de savoir s'arrêter dans la recherche d'informations. L'évaluation permettra notamment de dire si le manque d'informations est préjudiciable et dans ce cas de les compléter.

Si l'entreprise a réalisé des études réglementaires (études d'impacts, étude de sol, étude déchets...), celles-ci contiennent beaucoup des renseignements cités ci-après. Il convient simplement de s'assurer que ces éléments sont à jour.

- **Consommation d'eau**

- ✓ Origine – disponibilités et consommation
  - ◆ Plan des réseaux de distribution
  - ◆ Identification de l'origine de l'eau utilisée (réseaux publics, forage, eau de surface)
  - ◆ Identification des différents types d'eau consommés (eau potable, eau industrielle)

- ◆ Existence de périodes de restriction
- ◆ Existence d'une source d'approvisionnement de substitution en cas de défaillance
- ◆ Existence de prélèvements d'eau importants en amont (agriculture, etc.)
- ◆ Constance dans le temps du besoin en eau du site.
  - ✓ Maîtrise des consommations
- ◆ Evolution des consommations au cours des dernières années par type d'eau utilisée
- ◆ Compteurs séparatifs : nombre, fréquence des relevés, étalonnage
- ◆ Indicateurs de suivi mis en place, détection des surconsommations
- ◆ Dispositifs et actions existants pour réduire la consommation d'eau

### • **Consommation d'énergie**

- ✓ Origine – disponibilités et consommation
- ◆ Identification des différents types d'énergies utilisés sur le site
- ◆ Justification éventuelle des choix
- ◆ Stockages et réseaux d'alimentation sur le site
- ◆ Utilisation (énergie par énergie) : type d'équipements, éventuellement puissance installée

- ✓ Maîtrise de la consommation
- ◆ Evolution des consommations au cours des dernières années
- ◆ Compteurs séparatifs : nombre, fréquence des relevés, étalonnage
- ◆ Indicateurs de suivi mis en place, détection des surconsommations
- ◆ Dispositifs et actions existants pour réduire la consommation d'énergie

### • **Consommation de matières premières et consommables (hors énergie)**

- ✓ Nature – disponibilités – quantité utilisée et stockée
- ◆ Recensement des principales matières premières et consommables utilisés sur le site, de leurs caractéristiques (dangers...), de leur mode de stockage et de leur lieu de stockage
- ◆ Quantités utilisées et stockées en moyenne
- ◆ Utilisation de matières premières non renouvelables
- ◆ Utilisation de matières premières sensibles aux yeux de l'opinion publique

## Annexes

---

- ◆ Nombre et quantité de matières premières dangereuses utilisées sur le site (matières nécessitant un étiquetage particulier)
  - ✓ Maîtrise des consommations
- ◆ Recensement et gestion pour les matières premières dangereuses pour l'environnement des fiches de données de sécurité
- ◆ Moyens mis en œuvre pour réduire la consommation de matières premières
- ◆ Indicateurs de suivi mis en place
- ◆ Existence de bilans matières
- ◆ Rejets dans l'air
- ◆ Les aspects
- ◆ Activités/équipements à l'origine des rejets
- ◆ Type de polluants rejetés et quantification : NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, COV, etc.
- ◆ Mesures prises pour limiter les impacts
- ◆ Plan des réseaux de collecte
- ◆ Traitements à l'émission
- ◆ Maintenance des équipements de traitement
- ◆ Mesures à l'émission (résultats, périodicité), existence de seuils réglementaires et comparaison des mesures
- ◆ Calcul de rendement des équipements de combustion, existence de seuils réglementaires et comparaison des résultats
- ◆ Sensibilisation/formation/modes opératoires
- ◆ Prévention des envols (bâche de protection...)
- ◆ Rejets dans les eaux superficielles
  - ✓ Les aspects
- ◆ Activités/équipements à l'origine des rejets
- ◆ Type de polluants rejetés et quantification : DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, Hydrocarbures, NO<sub>3</sub>, métaux lourds, autres substances identifiées, etc.
- ✓ Mesures prises pour limiter les impacts
- ◆ Plan des réseaux de collecte des eaux usées et eaux pluviales
- ◆ Station de traitement (description, performance)
- ◆ Bassin de confinement

## Annexes

---

- ◆ Mesure et contrôle avant rejet (donner les résultats, périodicité), existence de seuils réglementaires et comparaison des mesures
- ◆ Formation / sensibilisation du personnel / modes opératoires
- ◆ Maintenance
- ◆ Rejets dans les eaux souterraines – Pollution du sol/Sous-sol
  - ✓ Les aspects
  - ◆ Activités/équipements à l'origine des rejets, par exemple :
    - ◆ Lixiviation des zones de stockage à l'air libre de DIS
    - ◆ Eaux de ruissellement sur les aires de dépotage
    - ◆ Infiltration des eaux de ruissellement de parking, de toiture
    - ◆ Pollutions résiduelles issues des activités passées
  - ✓ Mesures prises pour limiter les impacts
    - ◆ Imperméabilisation du sol
    - ◆ Récupération et traitement des eaux de ruissellement
    - ◆ Bassin de confinement
    - ◆ Abris
    - ◆ Plan des zones imperméabilisées/activités et équipements à l'origine de rejets/sens d'écoulement/bassin/exutoires/milieu récepteur
    - ◆ Formation/sensibilisation/modes opératoires
    - ◆ Les déchets
  - ✓ Les aspects
    - ◆ Identification des types de déchets produits et quantification (si possible) : DIS (Déchets Industriels Spéciaux), DAOM (Déchets Assimilés aux Ordures Ménagères), DIB (Déchets Industriels Banals) (se référer à l'étude déchet phase 1 si elle existe)
  - ✓ Mesures prises pour limiter ces déchets et modalités de traitement
    - ◆ Description des modalités de gestion sur le site (repérage des conteneurs, zones de stockage en atelier, zones de stockage intermédiaire, personnes ou organisme en charge de la collecte interne...)

## Annexes

---

- ◆ Description des modalités d'enlèvement (déclenchement des enlèvements, protocole de sécurité, transporteur agréé, bordereaux de suivi de déchets dangereux et bons d'enlèvement, consignes...)
- ◆ Description des modalités d'élimination (éliminateur autorisé IC, filière adaptée)
- ◆ Description des mesures prises pour limiter la production de déchets sur le site
- ◆ Le bruit, les vibrations...

- ✓ Les aspects

- ◆ Equipements concernés, localisation

- ✓ Mesures prises pour limiter les impacts

- ◆ Campagne de mesure de niveau sonore en limite de propriété (résultats)
- ◆ Consignes à respecter
- ◆ Isolation phonique
- ◆ Faune, flore (écosystèmes)

- ✓ Les aspects

- ◆ Il s'agit ici d'identifier les aspects susceptibles de perturber ou de modifier les écosystèmes locaux (végétal et animal).
- ◆ Note : les aspects concernés par ce chapitre seront bien souvent les mêmes que ceux identifiés dans les chapitres précédents.

- ✓ Mesures prises pour limiter les impacts

- ◆ Surveillance du milieu (indices biotiques)
- ◆ Insertion paysagère

- ✓ Les aspects

- ◆ Identification et quantification des structures et équipements visibles et pouvant constituer un impact visuel
- ◆ Par exemple : présence de cheminées, d'antennes, hauteur des plus hauts bâtiments, emprise au sol des bâtiments, couleur, état, etc.

## Annexes

---

- ✓ Mesures prises pour limiter les impacts
  - ◆ Ravalement
  - ◆ Plantations (entretien des espaces verts, etc....)
  - ◆ Pourcentage d'espaces verts par rapport aux surfaces imperméabilisées du site
  - ◆ Autres nuisances spécifiques
- Par exemple : odeur, éclairage, nuisances liées aux transports générés par le site...
- Pour chacune d'elles :
- ✓ Les aspects : émissions de solvants, éclairage de nuit, bruit induit par les poids lourds desservant le site...
  - ✓ Mesures prises pour limiter les impacts : consignes aux postes de travail pour limiter les déperditions, équipements pour le traitement des émissions, limitation du flux lumineux extérieur au juste nécessaire...
- ◆ Pollutions historiques
- ✓ Identification des zones potentielles polluées
  - ✓ Identification des activités à l'origine de ces pollutions (connaissance des types de polluants susceptibles d'avoir été émis)
  - ✓ Existence d'études de sol (Etude Simplifiée des Risques, Etude Détaillée des Risques)
  - ✓ Suivi des concentrations de polluants dans la nappe phréatique.

- **Identification des aspects et impacts environnementaux en situation accidentelle**

Il s'agit d'identifier les pollutions et nuisances pouvant survenir en situation accidentelle. Ces pollutions et nuisances touchent en général l'air, les eaux de surface, le sous-sol et les eaux souterraines et peuvent avoir des conséquences sur l'homme, la faune, la flore et les biens matériels. Elles ont bien souvent pour origine un incendie, une explosion, une dispersion accidentelle de produits dangereux.

Il est rappelé ici que si l'organisme dispose d'une étude de dangers à jour, cette étude peut répondre à cette étape. Dans le cas contraire, ce paragraphe donne des éléments pour réaliser cette étape.

## Annexes

Dans chacun des cas, on s'attachera, dans un premier temps, à identifier les **zones à risques** ainsi que les éventuel susceptibles de se produire correspondant à des **défauts** ou **défaillances**.

Exemples de défaillances : corrosion, accélération de réactions chimiques, incompatibilité entre produits, surtension, électricité statique, pannes, chocs, chaleur, action inopportune, variations de débit, de température, fuite, perte de stabilité des terrains ou des ouvrages, venues d'eau ou inondations, accidents mécaniques, concentrations de produits chimiques anormales, problème de niveau, panne d'utilité...

Chaque phénomène dangereux identifié donne lieu à une recherche de ses **causes** et de ses **conséquences**, en d'autres termes de ses impacts sur l'environnement au sens large. Un récapitulatif des éléments de **maîtrise** existants permettra de mieux identifier les éventuels manques.

Il peut être intéressant d'établir dans chaque cas un tableau du type :

- **Fonctionnement accidentel**

Secteur : Magasins produits neufs				
Activité	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences : Aspect/Impact	Maîtrise
Dépotage acide chlorhydrique	Rupture du flexible	Usure mauvais branchement	Ecoulement acide hors de la rétention/Pollution des eaux pluviales, du sol	Contrôle visuel des flexibles Remplacement périodique systématique Détrompeur sur la bouche d'empotage Consigne de dépotage