

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

Faculté des Sciences et Technologie

Département hydraulique et génie civil

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de  
MASTER**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique urbaine

Par: AOUED Belkacem

ABDI Mohammed.

THEME

**Traitement de problème des huiles dans la station de KEF**

**EDOUKHAN à la ville de Ghardaïa.**

Les membres de jury :

Boulmaiz Tayeb	MAA	Université Ghardaïa	Président
Mr. Bachir Mechri.	Docteur	Université Ghardaïa	Encadreur
Chouireb Mustapha	Docteur	DRE Ghardaïa	Examineur

**Année Universitaire : 2019/2020**



## **DEDICACE**

*Je dédie ce modeste travail à tous mes ami(e)s et tout spécialement à mes chers parents, chères sœurs et Cher frère. Sans eux je ne serai pas là aujourd'hui.*

## **REMERCIEMENTS**

*Au terme de ce travail, je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire*

*Je tiens à remercier particulièrement mon encadreur Mr Bachir Mechri qui, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour le soutien, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.*

*Je profite de l'occasion pour remercier aussi mes profs qui m'ont formé pendant ces deux dernières années je vous dis **UN GRAND MERCI***

## **RESUME**

*En aval de la station d'épuration KEF EDDOUKHANE, les huiles reste stagnées dans les eaux traitées avec un taux et quantité inconnus à cause du manque d'un équipement ou bien un procédé de déshuilage, dans ce travail on a essayé de trouver une solution en proposant de réaliser une unité de déshuilage à proximité de station d'épuration existante avec des conditions bien déterminées.*

## **ABSTRACT**

*After the purification and filtration process at the Kaf Al-Dukhan station, the oils remain stagnant in the treated water at an unknown rate and quantity due to the absence of oil separation equipment or oiling process, In this work we tried to find a solution by proposing to build an oil removal unit near the existing wastewater treatment plant with well defined conditions.*

## **ملخص**

بعد عملية التنقية والتصفية في محطة كاف الدخان تظل الزيوت راكدة في المياه المعالجة بمعدل وكمية غير معروفة بسبب عدم وجود معدات فصل الزيت أو عملية إزالة الزيوت، في هذا العمل حاولنا إيجاد الحل باقتراح بناء وحدة لإزالة الزيوت بالقرب من محطة معالجة مياه الصرف الصحي الحالية بشروط محددة جيداً.

## Table des matières

I.....	1
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>ET PROBLEMATIQUE</b> .....	1
<b>DESCRIPTION ET</b> .....	4
<b>PRESENTATION DE LA STEP</b> .....	4
II.1 .GENERALITES:.....	5
II.1 .1 .Cadre géographique :.....	5
II.1 .2. Aspect climatique :.....	6
II.1 .3. Aspect géologique.....	8
II.1 .4. Aspect hydrogéologique :.....	9
II.2.PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION D'EL-ATTEUF.....	10
II.2 .1. Situation géographique.....	10
II.2 .2. Dimensionnement de la STEP de Ghardaïa.....	11
II.2.3 Situation climatologique de la région.....	12
II.2.4 Les sources et réseau orographiques du Oued M'Zab.....	12
II.2.5 Capacité de traitement.....	13
II.3.Présentation de la station d'épuration de Kaf Doukhane.....	13
II.3.1 Caractéristiques :.....	13
II.3.2 Ouvrages du traitement des eaux et des boues :.....	13
II.3.3. Procédé de fonctionnement de la station d'épuration.....	14
Déversoir d'orage :.....	14
III LES EAUX HUILEUSES.....	15
III.1 Introduction.....	16
III.2 Oxydation des mélanges d'huile dans l'eau.....	17
<b>III. 3. Influence du milieu réactionnel</b> .....	17
III.3.1. PH.....	17
III.3.2. Oxygène dissous.....	18
III.3.3. Composition inorganique (sels, métaux, etc.).....	18
III.4. Station de déshuilage HR.....	19
<b>III.4.1 Provenance des eaux huileuses</b> .....	19
<b>III.4.2 Les étapes de traitements des eaux huileuses</b> .....	20
A/ Première étape :.....	20
B/ Deuxième étape.....	21
C/ Troisième étape : Filtration et ultrafiltration.....	23
III.5. Analyse des eaux huileuses.....	25

III.6. Matériels ET méthodes.....	25
III.7. Destinée des eaux de rejets traitées.....	27
III.8. Conclusion.....	29
<b>SOLUTION ET.....</b>	<b>30</b>
<b>RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>30</b>
<b>IV.1/ Introduction :.....</b>	<b>331</b>
<b>IV.2/ Unité de déshuilage et filtration à Ait kheir :.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.3/ Description de fonctionnement de l'unité d'Ait-Kheir :.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.3.1/ Bac tampon : C-201 .....</b>	<b>33</b>
<b>IV.3.2/ Cuve C.P.I. (Corrugated Plate Interceptor/intercepteur à tôles gaufrées) : C-202 .....</b>	<b>35</b>
<b>IV.3.3/ Décanteur lamellaire : C-203.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.3.4/ Cuve de flottation : C-204.....</b>	<b>37</b>
<b>IV.3.5/ Cuve d'eau traitée C-209 :.....</b>	<b>38</b>
<b>IV.3.6/ Les filtres F-201 A /B :.....</b>	<b>38</b>
<b>IV.3.7/ Cuves d'eaux filtrées C-210 :.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.3.8/ Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-207 :.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.3.9 / Fosse d'huile C-208 :.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.3.10/ Cuve de récupération des huiles C-206 :.....</b>	<b>41</b>
<b>IV.3.11/ Epaisseur : C-205.....</b>	<b>42</b>
<b>IV.3.12/ Lits de séchages :.....</b>	<b>43</b>
<b>IV.4/ Principe de fonctionnent et d'exploitation de l'oléo-filtration :.....</b>	<b>43</b>
<b>IV.4.1/ Mode de filtration :.....</b>	<b>44</b>
<b>IV.4.2/ Mode de regeneration :.....</b>	<b>45</b>
<b>IV.4.3/ Caractéristiques et propriétés de la céramique oléophile :.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.5/ Système à mousse :.....</b>	<b>48</b>
<b>IV.6/ SYSTEME DE COMMANDE DE PROCEDE (DCS) :.....</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>50</b>

# **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 Situation de la wilaya de Ghardaïa .....	5
<b>Figure 2 Répartition de la population de la wilaya de Ghardaïa .....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3 Précipitation mensuelles (mm) .....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 4 Variations mensuelles de la température .....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 5 Géologie de la région .....</b>	<b>8</b>
<b>Figure 6 Variation du toit et de l'aquifère de l'albien .....</b>	<b>10</b>
<b>Figure 7 Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF .....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 8 les sources et réseau orographiques du Oued M'Zab.....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 9 Bac tampon le de pré -déshuilage S-101 .....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 10 déshuileur flottant à disque rotatifs(Discoil) MS-107.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 11 Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »(22/042019) .....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 12 Cuve floculation « S-103.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure 13 la cuve de flottation « S-104.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure 14 les filtres à cartouche .....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 15 les filtres à sable.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 16 Les échantillonneuses sous l'appareille JAR-TEST .....</b>	<b>25</b>
<b>Figure 17 puits-bourbier de Hassi R'mel .....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 18 puits-bourbier débordant.....</b>	<b>29</b>
<b>Figure 19 Les deux compartiments du bac tampon C-201.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 20 Bac tampon C-201 .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 21 Cuve C.P.I C-202 .....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 22 Le décanteur lamellaire C-203 .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure 23 Cuve de flottation C-204 .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 24 Cuve d'eau traitée C-209 .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 25 Unités de filtration UF200 .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 26 Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-207 .....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 27 Fosse d'huile C-208.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 28 Cuve de récupération des huiles C-206.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 29 Epaisseur : C-205 .....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 30 Oléofiltre.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 31 Mode filtration.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 32 Mode de régénération .....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 33 La céramique oléophile .....</b>	<b>48</b>

**I**  
**INTRODUCTION GENERALE**  
**ET PROBLEMATIQUE**

L'eau est un élément primordial dans la vie humaine. Elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégé par les autorités et les individus.

Les ressources en eaux en Algérie sont limitées, vulnérables et mal réparties en raison de climat saharien qui caractérise la majorité du territoire.

Des nombreuses villes des pays en voie de développement connaissent une croissance démographique exponentielle, leur besoin en nourriture et en eaux croît continuellement, ce qui engendre des problèmes multiples et complexes.

En effet avec cette croissance, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées, qui sont rejetées le plus souvent sans traitement et directement dans le milieu naturel, qui menacent à une pollution brutale de la nature et surtout les eaux souterraines.

Le traitement des eaux usées est devenu impératif, la dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes fait appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques.

Cependant, L'Algérie reste en retard dans ce domaine. En effet, comme la ressource en eau n'est pas manquante en Algérie et que le prix de l'eau potable est encore faible, la réutilisation n'est pas indispensable et donc non prise en compte par l'état et la population.

Selon le type d'eau, différents types de traitements tertiaire peuvent être préconisés (la coagulation- floculation, décantation, filtration etc.).

Le rejet des eaux usées ménagères et industrielles sans traitement dans le milieu naturel aggrave davantage sa pénurie. Il dégrade les écosystèmes aquatiques de façon parfois impressionnante et permanente. Cette pollution pose un grave problème car elle pourrait à terme rendre les réserves progressivement inexploitable et condamner à mort la faune comme la flore qui en vit.

La raréfaction de l'eau et la dégradation alarmante de sa qualité ont commencé à se faire sentir déjà depuis des décennies. La sonnette d'alarme est alors déclenchée pour attirer l'attention des usagers de cette ressource et les appeler à être vigilants et à en faire la bonne utilisation. Les spécialités s'accordent à affirmer que sa gestion constituera un des principaux enjeux internationaux du XXI<sup>e</sup> siècle.

Diverses solutions existent pour mettre en place une gestion cohérente de cette ressource, parmi lesquelles figurent en bonne place les actions d'assainissement des zones polluées et le recyclage de l'eau ...

Sur ce plan, les pays développés, notamment en Europe, les Etats unis et même la chine ont opté pour cette voie.

Aussi la réalisation de stations de traitement entre dans le cadre de cette stratégie. Elle a connu depuis 1997 dans ces pays un développement très rapide atteignant une croissance des volumes des eaux traitées de l'ordre de 10 à 29 % par an.

En Algérie, le traitement des eaux usées se trouve dans une étape préliminaire. Actuellement la capacité de production des eaux traitées par la vingtaine de stations en fonction est de 130 000 m<sup>3</sup> / an. Le volume aurait pu être plus important si on ne dénombre pas quelques 20 stations inutilisées pour des problèmes techniques dus à une mauvaise gestion de ces infrastructures. Le gouvernement s'est penché sur cette situation anachronique mais compte poursuivre son programme de dotation du pays de ces stations mais avec une autre approche de gestion. Il prévoit de réaliser à moyen terme, 52 autres stations. Les perspectives dans ce domaine sont en 2020 à 972 hm<sup>3</sup>/ et l'horizon 2030, 1.271 hm<sup>3</sup>/an.

Si le traitement de l'eau est considéré comme un excellent moyen de la protection de l'environnement, la réutilisation des eaux usées traitées peut constituer, d'un autre côté, comme une solution alternative d'approvisionnement ne serait-ce que pour un certain nombre de secteurs grands consommateurs d'eau comme par exemple l'agriculture.

Cependant l'exploitation de ces eaux en agriculture doit obéir à des critères définis et arrêtés par les organisations mondiales de Santé ou de l'Alimentation, parce que sa teneur en métaux lourds et surtout qu'en certains agents pathogènes peut conduire à des risques de contamination des sols, des nappes et des problèmes d'infections pour l'homme et les animaux.

Les chercheurs sont arrivés aussi à valoriser la masse de boue que génère le processus de traitement des eaux usées. Elle peut combler un besoin en matière organique des sols agricoles, notamment pour les pays qui en manquent comme l'Algérie en raison de la chaleur du climat car les températures élevées provoquent une minéralisation rapide de la matière organique. Tout comme l'eau, l'exploitation des boues est soumise elle aussi à des normes.

Dans notre cas le problème réside à la quantité d'huile non traitée qui reste dans l'eau en aval, à cause du manque d'un dispositif ou unité de traitement déshuilage.

Les huiles existantes dans l'eau peuvent contaminer le sol à irriguer si cette eau est destinée à l'irrigation.

Pour éliminer ces huiles on propose de réaliser une unité de déshuilage et le détail est venu dans le chapitre précédent.

**II**

**DESCRIPTION ET**

**PRESENTATION DE LA STEP**

## II.1 .GENERALITEES:

La wilaya de Ghardaïa a connu ces dernières années un accroissement rapide de la population et un important développement agricole. Cette situation a engendré une grande demande de mobilisation de la ressource en eau. La nappe du Continental Intercalaire dite " Nappe Albienne " constitue la principale ressource en eau de la wilaya.

Pour une meilleure quantification des eaux usées on a été obligé de faire un inventaire systématique de l'ensemble des points d'eau qui ont été réalisés, ainsi que des prélèvements d'échantillons d'eau pour des éventuelles analyses physico-chimiques au laboratoire.

### II.1 .1 .Cadre géographique :

La wilaya couvre une superficie de 86.105 km<sup>2</sup>, et une population estimée à 500.740 habitants répartis sur 13 communes (fig.1), soit une densité de peuplement de 3,60 habitants/km<sup>2</sup>.

Elle est située à l'Ouest du bassin secondaire du bas-sahara, sur un plateau sub-horizontale composé de calcaire dolomitique ; appelé couramment "dorsale du M'zab ". Il est jalonné par un réseau ramifié d'oueds de direction générale Ouest-Est., telles que l'Oued M'zab, Metlili, Sebseb, Mansourah, Nsaa (Berriane) et Oued Zegrir (Guerrara).

Les altitudes varient de 650 à 550 m au Nord et le Nord - Ouest, et de 450 - 330 m au Sud et le Sud - Est.

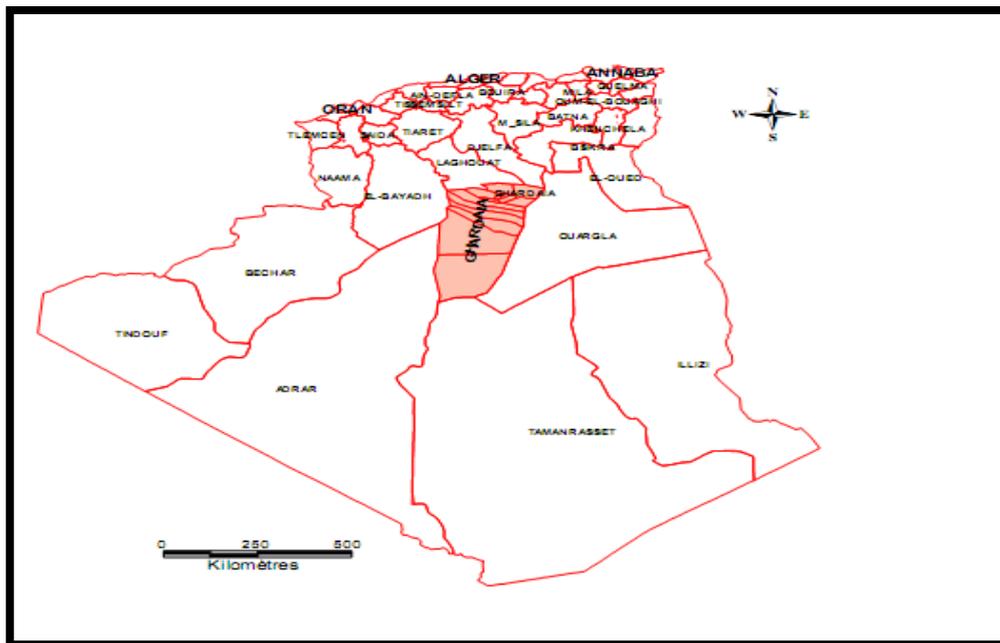
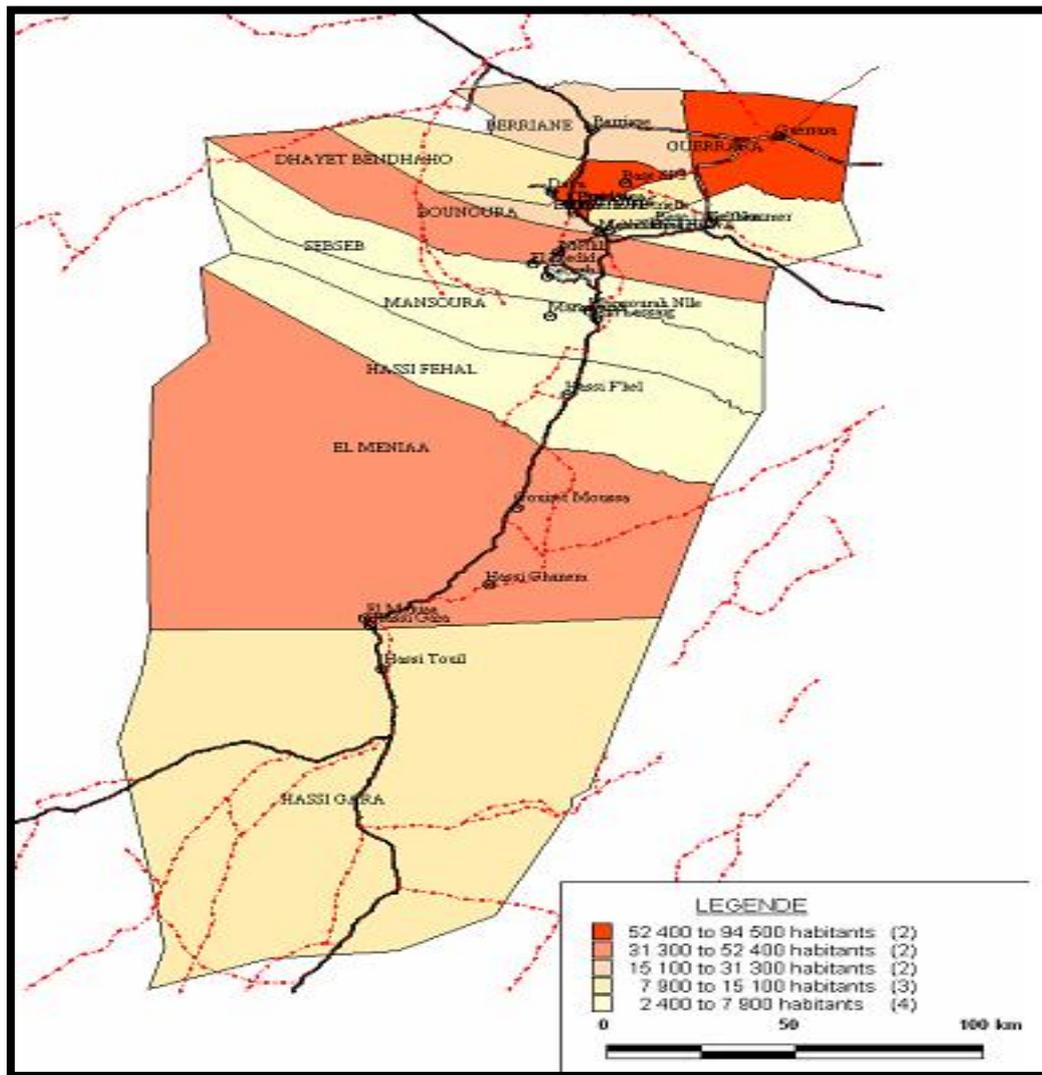


Figure 1 Situation de la wilaya de Ghardaïa

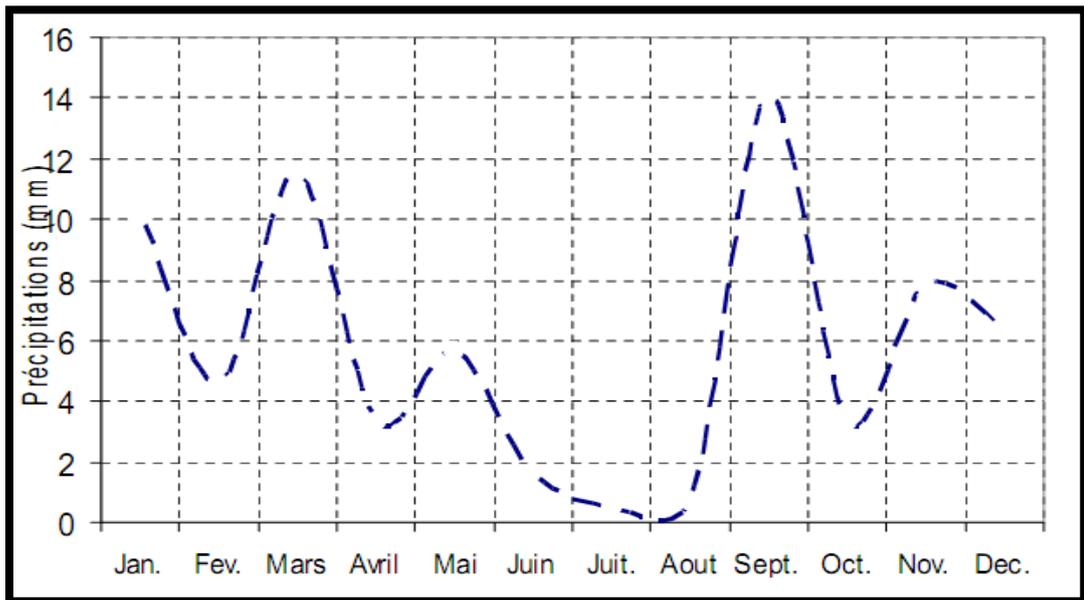


*Figure 2 Répartition de la population de la wilaya de Ghardaïa*

### **II.1 .2. Aspect climatique :**

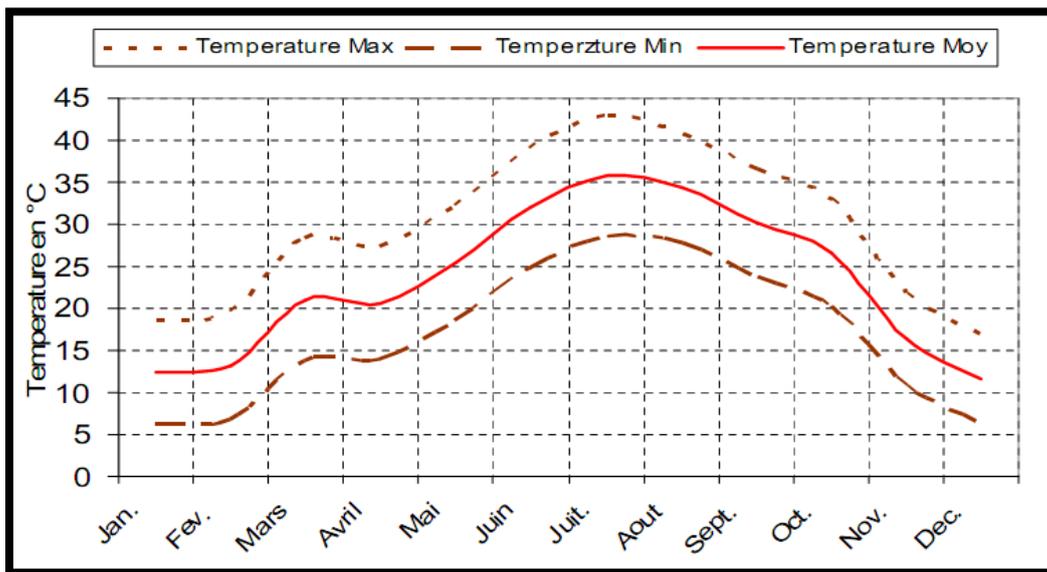
La région de Ghardaïa est caractérisée par un climat saharien aride, à des hauteurs de précipitations annuelles de moins de 100 mm La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 60mm.

Cette valeur moyenne de la pluviométrie n'a pas une grande signification car les pluies peuvent faire défaut pendant plusieurs années consécutives et que deux à trois jours de pluies peuvent apporter 50 à 80 mm, engendrant parfois des importantes crues avec des débits considérables, qui peuvent atteindre 1000 m<sup>3</sup>/s pour une fréquence cinquantennale.



**Figure 3 Précipitation mensuelles (mm)**

L'écart de la température de l'été et celle de l'hiver est très élevé. Janvier représente le mois le plus froid de 10,7°C, par contre juillet est le mois le plus chaud de 34°C.



**Figure 4 Variations mensuelles de la température**

### II.1 .3. Aspect géologique

La wilaya de Ghardaïa est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur.

Du point de vue lithologique, ces affleurements sont de type ;

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-Ouest attribués au Cénomaniens ;
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à l'Est et au Nord-Est attribués au Mio-pliocène.
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

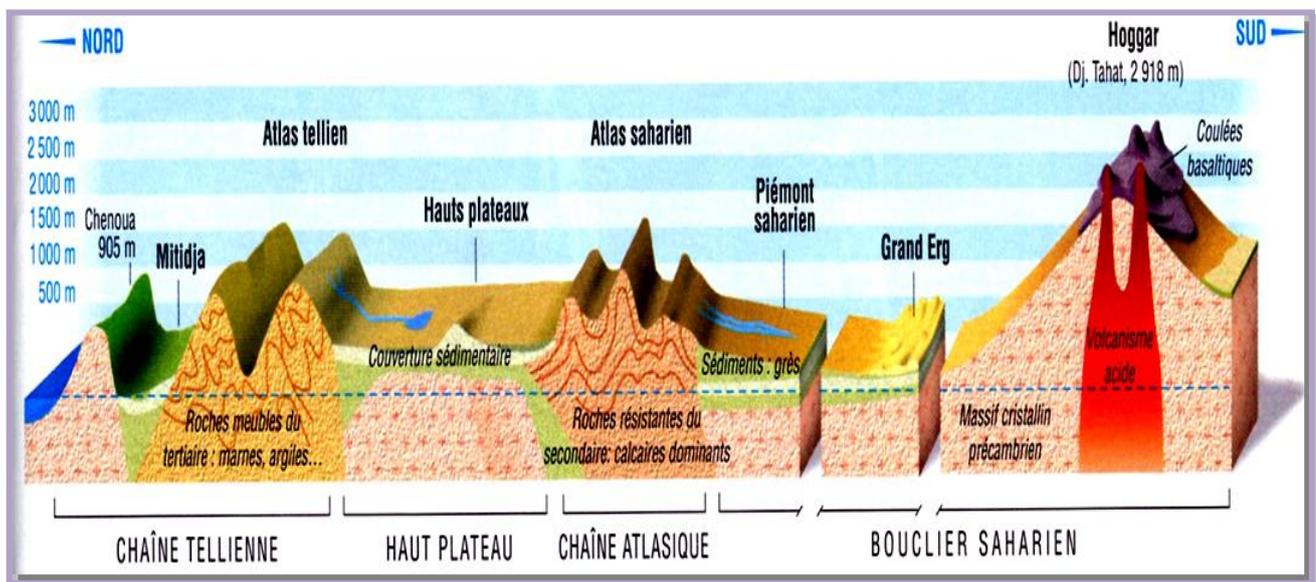


Figure 5 Géologie de la région

La Sebkhia du Mzab qui doit son nom à son aspect extrêmement crevassé est une région qui présente une unité topographique, climatique et géologique caractéristique.

La superstructure du sol est essentiellement formée de couches assez plates de formations calcaires turonienne généralement légèrement surélevées en dorsales d'orientation Nord –Sud affectant une forme générale en pupitre d'inclinaison très douce du Nord –Ouest vers l'Est et plus abrupte vers l'Ouest, cette dorsale sépare le Sahara oriental au Sahara occidental.

L'érosion pluviale du début du quaternaire a creusé dans l'étage supérieur de ce massif un réseau d'oueds complexe qui découpe la roche dans tous les sens et converge vers les vallées largement creusées de l'oued ZEGRIR, oued SOUDAN, oued M'ZAB et oued METLILI ; ces oueds se déversent suivant l'inclinaison du plateau vers le bassin de OUARGLA.

#### **II.1 .4. Aspect hydrogéologique :**

Le sous-sol de la région est très riche en matière de ressource en eau, malgré la faible intensité des précipitations les eaux souterraines les plus importantes au niveau de la région de Ghardaïa.

En bordure quelques débris argilo- siliceux constituent des sols relativement pourvus ; en faibles profondeurs les marnes retiennent la nappe phréatique alimentée par les crues ; entre 400 et 1000 m de profondeur, la couche de grés albien forme une sortie d'une immense cavité retenant une importante nappe d'eau.

L'Erg occidental renferme une nappe aquifère libre qui alimente la nappe du Continental Intercalaire. Les eaux souterraines telles que les nappes phréatiques (potentiel à préserver), la nappe du Continental Intercalaire qui couvre l'ensemble du Territoire de la Wilaya et la nappe du Complexe Terminal qui recèle d'importantes ressources hydriques inexploitées offrent de grandes possibilités de développement plus particulièrement pour l'ensemble de la pentapole et pour la région du Sahara septentrional.

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Infero-flux, et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albiennaise.

- Les nappes phréatiques : Elles sont abritées dans les alluvions des vallées des oueds de la région. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont étroitement liés à la pluviométrie. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30m.

, pour irriguer les palmeraies des vallées. La qualité chimique des eaux de la nappe de l'oued M'zab et oued Metlili, est bonne à la consommation à l'amont, mauvaise et impropre à la consommation à l'aval suite à leur contamination par les eaux urbaines.

- La nappe du Continental Intercalaire (CI): Elle représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grés et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de 80 à 1000m (fig.6).

Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage dans les zones de Zelfana, Guerrara, Hassi Fhel et Hassi Gara, exploitée par pompage à des profondeurs variant de 0,5m à 140m dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions d'El Menia.

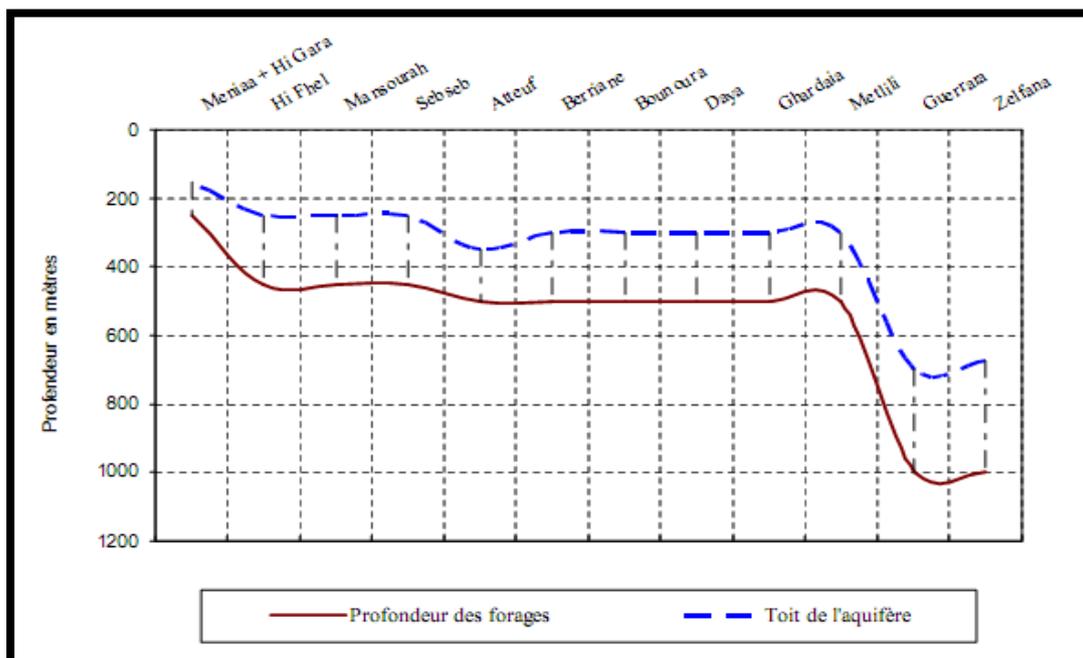


Figure 6 Variation du toit et de l'aquifère de l'albien

## II.2.PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION D'EL-ATTEUF

### II.2 .1. Situation géographique

La station d'épuration de Kef Doukhane est située dans la commune d'EL ATEUF qui constitue l'aval de la vallée du m'Zâb. D'une superficie d'environ 79 ha, c'est la 2eme plus grande step par lagunage naturel dans le monde après une step à Texas au étas unis (selon MR marc andré jardin. Expert mondial dans la conception des step). La STEP est situé à environ 21 km au sud-est de Ghardaïa, à l'aval de la digue d'EL-ATTEUF I.2 .3. Présentation de la STEP

La station d'épuration de Ghardaïa est construit pendant la période 2008-2012 par AMENHYD SPA : entreprise de réalisation avec collaboration de BGet AQUATECH-AXOR (Canada) : bureau d'étude de contrôle et suivi ; Elle a été mise en service en novembre 2012 et traite les eaux usées, par le procédé du lagunage naturel avec prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans les lits de séchages pour la filière boues.

Aujourd'hui, la station a une capacité de traitement de 25000 m<sup>3</sup>/j, correspondant à 168 323 éq/hab et 46 400 m<sup>3</sup>/j, correspondant à 331 700 éq/hab à l'horizon de 2030 et elle traite des eaux usées d'origine urbaines. Le milieu récepteur des eaux usées épurées est l'oued M'Zab.

Actuellement la station est gérée par la DHW (Direction de l'hydraulique de la wilaya), les communes raccordées à la STEP sont : Ghardaïa ; Bounoura ; El-atteuf, par un réseau D'assainissement de type unitaire.



Figure 7 Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF

## II.2 .2. Dimensionnement de la STEP de Ghardaïa

- Date de mise en service: **29/10/2012.**
- Date de transfert à l'ONA: **21/10/2015.**
- Population raccordée à capacité nominale : **331 700 EH .**  
(2030)
- Débit moyen journalier à capacité nominale : **46 400 m<sup>3</sup> /j.**
- Débit moyen journalier actuelle: **23 000 m<sup>3</sup> /j.** (estimation)
- Volume épuré journalier : **21 000 m<sup>3</sup>** (estimation)
- Capacités installée / Volume traité: **50 %**

### Lagunes primaires

- Hauteur d'eau de **3,50 m.**
- Nombre de lagunes **08 .**
- Volume par lagune: **21 754 m<sup>3</sup> .**

### Lagunes secondaires

- Hauteur d'eau de **1,60 m.**
- Nombre de lagunes: **08.**
- Volume par lagune: **58 000 m<sup>3</sup> .**

**Nombre des lits de séchage: 10 lits.**

### **II.2.3 Situation climatologique de la région**

#### **a. Température de l'air :**

La température est un paramètre d'importance capitale pour le bon fonctionnement de la station. Le métabolisme des micro-organismes est ralenti aux basses températures, Par ailleurs, des dysfonctionnements apparaissent lorsque la température de l'air excède les 35°C.

La température minimale moyenne inter annuelle de 11,9°C.

#### **b. Le Vent :**

Le vent est un facteur important, car il favorise le brassage, mais il est un vecteur des nuisances olfactives. Son action érosive n'en est pas moindre. Il est donc indispensable de connaître la direction et l'intensité des vents pour prévoir les dispositifs de protection de la station.

Les directions dominantes du vent par rapport à la station sont le Nord, le Nord-est, l'ouest et le sud-ouest.

#### **c. L'insolation :**

L'effet du soleil est indispensable à la photosynthèse réalisée par les algues. Il influence fortement la température de l'eau ainsi que l'évaporation et intervient également sur la durée journalière de l'épuration. Néanmoins, l'ensoleillement n'entre pas directement dans les calculs de dimensionnement des bassins. Il est traduit par l'effet de la température.

#### **d. L'évaporation :**

L'évaporation est une donnée très important qui est en relation directe avec la profondeur des bassins de décantation. Si l'évaporation est supérieure à 5 mm par jour, la concentration des matières dissoutes augmente considérablement et peut affecter le processus d'épuration.

L'évaporation moyenne de la région est de 3 mm par jour.

### **II.2.4 Les sources et réseau orographiques du Oued M'Zab**

Le bassin versant de la zone de projet est un sous bassin versant de l'oued M'zab.

Ce dernier prend naissance de la confluence de deux grands affluents, Oued el Haimeur du nord-ouest et oued L'Abiod de l'ouest, Oued Touzouz de faible importance rejoint le M'Zab en amont de la palmeraie de Ghardaia. A une altitude de 745 m en amont, l'oued parcourt environ 270 kms de l'ouest vers l'est pour atteindre la dépression de Sabkhet Safioune son exutoire naturel à une altitude de 107 m.

La largeur de la vallée varie entre 1 à 2,5 kms, sa profondeur atteignant 50 m environ.

La surface totale de la vallée est de 4000 ha et abrite une population de estimée de 191700 habitants.

La pluie moyenne inter annuelle selon la carte pluviométrique de l'Algérie a une moyenne annuelle de 63 mm.

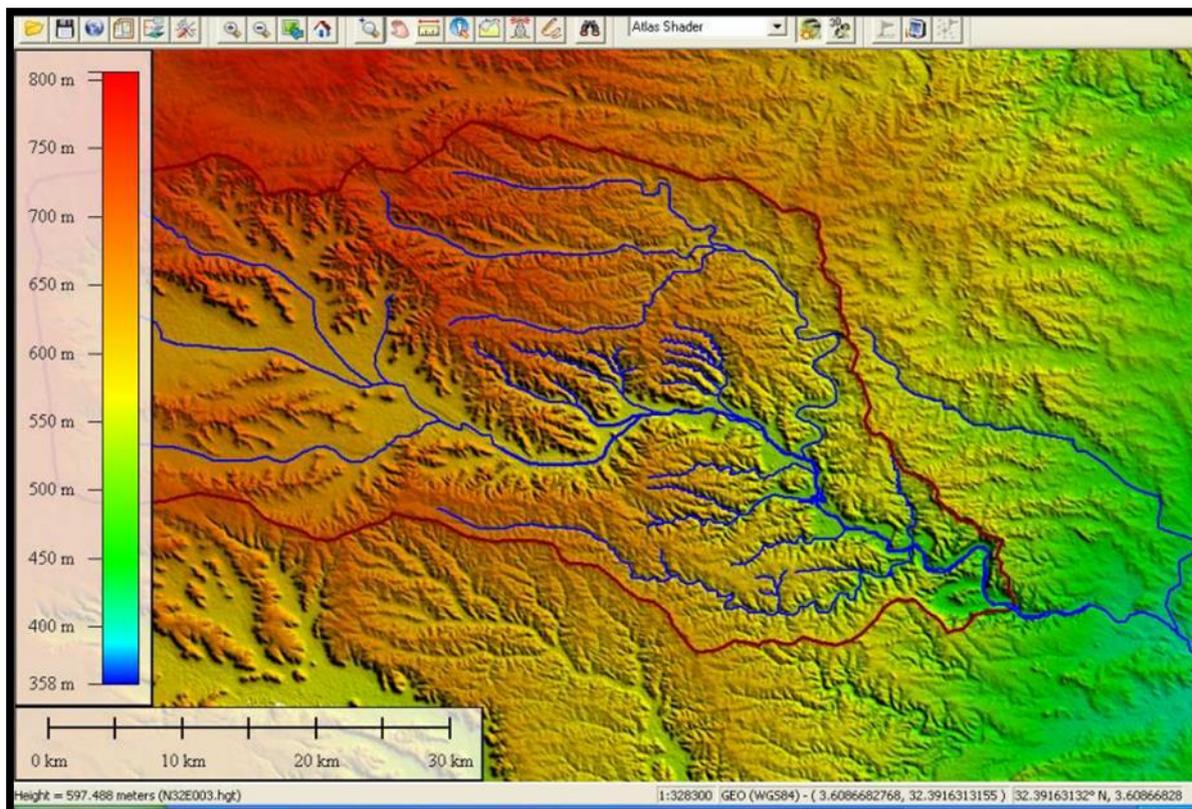


Figure 8 les sources et réseau orographiques du Oued M'Zab.

### II.2.5 Capacité de traitement

Les communes concernées par le traitement sont Daïa, Ghardaïa, Bounourra et Al Atteuf et le taux de contribution de chaque commune est de 100% du débit rejetées.

### II.3. Présentation de la station d'épuration de Kaf Doukhane

#### II.3.1 Caractéristiques :

Débit moyen journalier à capacité nominale :  $46\,400 \text{ m}^3 / \text{j}$ ,

Charge journalière de pollution à traiter à capacité nominale :  $11\,600 \text{ kg DBO}_5 / \text{j}$ ,

Population raccordée à capacité nominale :  $331\,700 \text{ EH}$  (Equivalent Habitant).

Charge volumique  $C_v$  :  $100 \text{ g DBO}_5 / \text{m}^3 / \text{j}$ ,

Temps de séjour des eaux usées dans les lagunes minimum de 3 j,

Charge surfacique  $C_s$  supérieure à  $1000 \text{ kg DBO}_5 / \text{Ha} / \text{j}$ ,

Hauteur d'eau de 3,50 m.

#### II.3.2 Ouvrages du traitement des eaux et des boues :

La filière de traitement comprend :

- 1) Prétraitement mécanique constitué de :
  - Une station de dépotage ;
  - Dégrillage mécanique grossier ;

- Dégrillage mécanique fin ;
  - Ouvrage de dessablages et déshuilage ;
  - Canal de comptage et de mesure.
- 2) Décantation primaire constituée de :
- Ouvrage de répartition ;
  - Deux décanteurs primaires circulaires ;
  - Station de pompage de boues primaires.
- 3) Traitement biologique constitué de :
- Deux bassins d'aération avec 3 aérateurs de surface chacun ;
- 4) Décantation secondaire et pompage des boues en excès constitués :
- Ouvrage de répartition ;
  - Deux décanteurs secondaires circulaires ;
  - Ouvrage de pompage des boues activées et de recirculation des boues ;
  - Un canal de comptage et de mesure.
- 5) Epaissement et stabilisation des boues constitués de :
- Deux épaisseurs de boues ;
  - Station de pompage des eaux troubles ;
  - Station de pompage des boues épaissies.
- 6) Stabilisation des boues constituée de :
- Deux bassins de stabilisation des boues avec 02 aérateurs de surface chacun ;
  - Station de pompage de boues stabilisées.
- 7) Déshydratation de boues constituée de :
- Deux chaînes de déshydratation avec deux filtres à bandes ;
  - Station de lavage des filtres à bandes ;
  - Station de préparation de polymères ;

### **II.3.3. Procédé de fonctionnement de la station d'épuration**

#### ***Filière eau :***

#### **Déversoir d'orage :**

La protection de la station des débits excessifs est assurée par le déversoir d'orage placé en amont et en aval du dérailleur grossier. Facilement accessible (faible profondeur), l'entretien du déversoir (curage) est régulièrement effectué.

III  
LES EAUX  
HUILEUSES

### III.1 Introduction

L'eau est l'une des plus importantes ressources naturelles, indispensable à la vie, celle des hommes, des bêtes et des plantes, et à la plupart des activités de la société.

Facteur de la vie économique, l'eau a été apprivoisée par l'homme et sa maîtrise a permis l'irrigation des surfaces agricoles, la fabrication de produits industriels, la production de l'électricité...

Cependant son exploitation effrénée et sa pollution expose l'humanité au danger.

Si l'augmentation des prélèvements en eau se poursuit au taux actuel, entre la moitié et les deux tiers de l'humanité devraient être en situation de stress hydrique en 2025. Ce seuil d'alerte correspondant à moins de 1700 m<sup>3</sup> d'eau douce disponible par habitant et par an (< 5 litres/jour).

Le rejet des eaux usées ménagères et industrielles sans traitement dans le milieu naturel aggrave davantage sa pénurie. Il dégrade les écosystèmes aquatiques de façon parfois impressionnante et permanente. Cette pollution pose un grave problème car elle pourrait à terme rendre les réserves progressivement inexploitable et condamner à mort la faune comme la flore qui en vit.

La raréfaction de l'eau et la dégradation alarmante de sa qualité ont commencé à se faire sentir déjà depuis des décennies. La sonnette d'alarme est alors déclenchée pour attirer l'attention des usagers de cette ressource et les appeler à être vigilants et à en faire la bonne utilisation. Les spécialités s'accordent à affirmer que sa gestion constituera un des principaux enjeux internationaux du XXI<sup>e</sup> siècle.

Diverses solutions existent pour mettre en place une gestion cohérente de cette ressource, parmi lesquelles figurent en bonne place les actions d'assainissement des zones polluées et le recyclage de l'eau ...

Sur ce plan, les pays développés, notamment en Europe, les Etats unis et même la chine ont opté pour cette voie.

Aussi la réalisation de stations de traitement entre dans le cadre de cette stratégie. Elle a connu depuis 1997 dans ces pays un développement très rapide atteignant une croissance des volumes des eaux traités de l'ordre de 10 à 29 % par an.

En Algérie, le traitement des eaux usées se trouve dans une étape préliminaire. Actuellement la capacité de production des eaux traités par la vingtaine de stations en fonction est de 130 000 m<sup>3</sup> / an. Le volume aurait pu être plus important si on ne dénombre pas quelques 20 stations inutilisées pour des problèmes techniques dus à une mauvaise gestion de ces infrastructures. Le gouvernement s'est penché sur cette situation anachronique mais compte poursuivre son programme de dotation du pays de ces stations mais avec une autre approche de gestion. Il prévoit de réaliser à moyen terme, 52 autres stations. Les perspectives dans ce domaine sont en 2020 à 972 hm<sup>3</sup>/ et l'horizon 2030, 1.271 hm<sup>3</sup>/an.

Si le traitement de l'eau est considéré comme un excellent moyen de la protection de l'environnement, la réutilisation des eaux usées traités peut constituer, d'un autre côté, comme une solution alternative d'approvisionnement ne serait-ce que pour un certain nombre de secteurs grands consommateurs d'eau comme par exemple l'agriculture.

Cependant l'exploitation de ces eaux en agriculture doit obéir à des critères définis et arrêtés par les organisations mondiales de Santé ou de l'Alimentation, parce que sa teneur en métaux lourds et en certains agents pathogènes peut conduire à des risques de contamination des sols, des nappes et des problèmes d'infections pour l'homme et les animaux.

Les chercheurs sont arrivés aussi à valoriser la masse de boue que génère le processus de traitement des eaux usées. Elle peut combler un besoin en matière organique des sols agricoles, notamment pour les pays qui en manquent comme l'Algérie en raison de la chaleur du climat car les températures élevées provoquent une minéralisation rapide de la matière organique. Tout comme l'eau, l'exploitation des boues est soumise elle aussi à des normes.

### III.2 Oxydation des mélanges d'huile dans l'eau

Les mélanges d'huile dans l'eau sont des effluents pour le moins particulier puisque les composés organiques sont susceptibles d'être présents à la fois sous forme dissoute et émulsifiée. En général, les surfactants, issus des détergents utilisés lors du nettoyage des cales, favorisent la mise en solution de ces composés organiques dont l'oxydation devient alors un enjeu. Les surfactants sont des réactifs qu'il est possible de dégrader par photocatalyse (Zhang et al. 2004). De même, la dégradation de ces effluents comme les eaux de cales a déjà été étudiée : si la minéralisation de l'échantillon brute est longue, il est possible après filtration sur membrane et après en 2h d'irradiation d'un photocatalyseur dopé K-TiO<sub>2</sub>

de détruire complètement le contenu huileux (Karakulski et al., 1998 ; Lair, 2007). La dégradation par photocatalyse d'une huile brute provenant de la région Basilicate (Italie) et mélangée dans l'eau, a permis d'abattre en 100h plus de 98% de la teneur en alcanes linéaires

(D'auria et al., 2009). Il serait même possible d'obtenir une minéralisation de 90% d'un échantillon « huile-eau de mer » (Ci 9 à 45 mgC.L-1) après 7 jours d'irradiation (Ziulli et Jardim, 2002).

### III. 3. Influence du milieu réactionnel

#### III.3.1. PH

Le pH est l'un des paramètres physico-chimiques du milieu réactionnel ayant le plus d'impact sur le procédé photocatalytique. Il affecte à la fois la charge de surface des particules du photocatalyseur, la taille de ses agrégats, l'énergie des bandes de conduction et de valence, les équilibres des réactions radicalaires et éventuellement la nature des espèces à dégrader. Le pH est l'un des paramètres physico-chimiques du milieu réactionnel ayant le plus d'impact sur le procédé photocatalytique. Il affecte à la fois la charge de surface des particules du photocatalyseur, la taille de ses agrégats, l'énergie des bandes de conduction et de valence, les équilibres des réactions radicalaires et éventuellement la nature des espèces à dégrader. Un photocatalyseur est caractérisé par son point isoélectrique (*zero point charge* en anglais), le pHi (ou pHZPC), pour lequel on a : (i) une charge de surface globalement positive si  $\text{pH} < \text{pHi}$  ; (ii) une charge globalement négative si  $\text{pH} > \text{pHi}$  ; (iii) une charge globalement neutre si  $\text{pH} \approx \text{pHi}$  ( $4,5 < \text{pH} < 7$ ). La surface du TiO<sub>2</sub> aura ainsi une affinité avec les espèces chargées qui dépendra fortement du pH de la solution, celles chargées positivement s'adsorbant préférentiellement à  $\text{pH} > \text{pHi}$  et celles chargées négativement à  $\text{pH} < \text{pHi}$ . En revanche, la dégradation des espèces neutres qui n'ont pas d'interaction électrostatique avec le photocatalyseur est peu sensible aux variations de pH (Piscopo *et al.*, 2001). De plus, en affectant la charge de surface des particules, le pH joue également sur la taille des agrégats du photocatalyseur : Malato souligne que le diamètre peut alors varier de 0,3 à 4  $\mu\text{m}$  en fonction de la distance au point isoélectrique (Malato *et al.*, 2009). Plus on se rapproche de pHi, plus on diminue les phénomènes de répulsions électrostatiques entre les particules, et plus elles s'agrègent, favorisant alors leur sédimentation. Cette propriété peut par ailleurs être utilisée pour la récupération du photocatalyseur après traitement. Bien entendu, le fait de modifier la taille des particules du photocatalyseur affecte également le procédé photocatalytique puisque

(i) la surface disponible pour l'adsorption des composés diminue et (ii) l'agrégation des particules augmente les phénomènes d'effet d'écran.

Une augmentation du pH favorise également la quantité de radicaux hydroxyles *via* l'oxydation par les trous des ions hydroxydes supplémentaires. En revanche, elle diminue la formation de l'espèce HO<sub>2</sub>

- dont le pKa du couple HO<sub>2</sub>
- /O<sub>2</sub>
- est de 4,8. Or cette espèce est responsable de la formation d'eau oxygénée H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> qui est également une source de radicaux hydroxyles lorsqu'elle réagit avec les électrons photogénérés.

Enfin, le pH est un paramètre important qui contrôle également la nature des espèces en solutions. A pH élevé par exemple, les acides seront préférentiellement sous la forme de leur base conjuguée favorisant alors la réaction de photo-Kolbe. En revanche, certains métaux peuvent précipiter sous la forme d'hydroxydes sur lesquels peuvent alors s'adsorber les polluants en réduisant de fait la vitesse de dégradation photocatalytique.

Dans les eaux de cales, le milieu est globalement tamponné et le pH correspond à celui de l'eau de mer à savoir  $7 < \text{pH} < 8$ . Cependant, la génération d'espèces acides durant le processus photocatalytique est susceptible d'en modifier la valeur au cours du traitement et donc l'efficacité de celui-ci.

### III.3.2. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous joue un rôle essentiel dans le procédé photocatalytique : l'oxygène (i) réagit avec les électrons photogénérés évitant ainsi leur recombinaison (particulièrement à forte intensité) - c'est l'étape lente du processus photocatalytique (Gerischer *et* Heller, 1991 ; Friedmann *et al.*, 2010) ; (ii) participe directement à l'oxydation et en particulier à la minéralisation des composés organiques par la génération d'espèces radicalaires. Il est important de relever que l'oxygène ne perturbe pas l'adsorption des composés à oxyder puisque ceux-ci réagissent sur des sites différents (Malato *et al.*, 2009). Enfin, le processus peut être globalement efficace en début de traitement puis manquer d'oxygène sur la fin, d'où un avantage pour les procédés durant lesquels celui-ci est apporté continuellement (Subramanian *et* Kannan, 2008). Habibi *et al.* Rapportent que pour pallier ce problème, l'apport continu d'oxygène pur n'est pas indispensable et économiquement inintéressant : l'air semble effectivement suffisant puisque l'étape déterminante est simplement le transfert de matière vers la surface du photocatalyseur (Habibi *et al.*, 2005). Compte tenu du fait que les eaux de cales sont initialement quasiment dépourvues d'oxygène dissous (Lair, 2007), il conviendra alors certainement de proposer une solution adéquate : aération préliminaire ou aération en continue.

### III.3.3. Composition inorganique (sels, métaux, etc.)

D'après les travaux de Lair, les eaux de cales sont riches en espèces inorganiques : ions minéraux et cations métalliques viennent ainsi complexifier quelque peu l'effluent à traiter (Lair, 2007).

Il existe globalement un consensus sur le fait que les ions  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  et, dans une certaine mesure,  $\text{PO}_4$

$3^-$  ont un effet négatif sur la vitesse de minéralisation d'un composé. Au contraire,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Zn}^{2+}$  ont des effets négligeables puisqu'ils sont déjà dans leur état d'oxydation maximum (Chong *et al.*, 2010). Certains auteurs mettent en évidence que les sulfates ont également un effet négatif sur la vitesse de minéralisation (Abdullah *et al.*, 1990) de même que les ions hydrogénocarbonates  $\text{HCO}_3$

- ou encore nitrates  $\text{NO}_3$

- Cependant, l'influence de tel ou tel ion sur le procédé semble beaucoup dépendre du pH et de la nature du réactif à oxyder puisqu'un des premiers effets de ces espèces inorganiques est de perturber l'adsorption des composés sur la surface du photocatalyseur. Un autre effet de la présence d'espèces inorganiques est que celles-ci réagissent avec les trous et/ou les radicaux hydroxyles. Cependant, Lair n'a trouvé aucune corrélation entre les constantes de vitesse de réaction mesurées et le pouvoir inhibiteur des différents ions (Lair, 2007). Certains auteurs continuent quoi qu'il en soit d'expliquer l'effet de tel ou tel ion sur le processus en se reportant à ces réactions avec  $\text{OH}^\bullet$ , notamment dans le cas de  $\text{Cl}^-$  (Kim *et al.*, 2010).

En revanche, un paramètre à prendre en compte lors d'une étude de l'influence des ions est l'effet de la force ionique sur la suspension de  $\text{TiO}_2$ . En effet, comme tout colloïde, la suspension de  $\text{TiO}_2$  est stabilisée par des forces de répulsion électrostatique mutuelle des nanoparticules, quantifiable par le potentiel zêta. Or, une augmentation de la force ionique a pour effet de diminuer ce potentiel et de faciliter l'agglomération des particules grâce aux forces de Van der Waals, entraînant une diminution de la surface disponible du catalyseur et *in fine* une diminution de l'efficacité du procédé.

Enfin, il reste un point à préciser quant à l'influence des cations métalliques  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Cu}^{2+}$ . Le premier est susceptible de (i) catalyser les réactions de Fenton et photo-Fenton ; (ii) réagir avec les trous  $h^+$  pour former les ions ferriques  $\text{Fe}^{3+}$ . En solution, les ions Fer (III) peuvent être complexés et participer à des réactions photochimiques (Rafqah *et al.*, 2006) et/ou réagir avec les électrons photogénérés pour éviter les recombinaisons des paires  $\{e^- h^+\}$ . La consommation des ions  $\text{Cu}^{2+}$  peut également rentrer dans le bilan de matière des paires  $\{eh^+\}$  et ainsi réduire leur recombinaison. Au final, l'efficacité du procédé semble s'améliorer. Cependant, à partir d'une certaine concentration, on note une diminution de la vitesse de réaction (Okamoto *et al.*, 1985). Cette diminution de la vitesse peut s'expliquer par le fait qu'un dépôt de cuivre  $\text{Cu}_0$  se forme à la surface du photocatalyseur (Brezova *et al.*, 1995III.4.

Station de déshuilage HR

Hassi R'mel compte trois stations de déshuilage implantées dans les Zones centre, nord et sud La Station de déshuilage centre, réalisée par SARPI le 26/07/1999 a été mise en service le 17/03/2001 avec une capacité de traitement de 1500  $\text{m}^3/\text{j}$ .

Le rôle de la station de déshuilage consiste à collecter toutes les eaux industrielles rejetées à partir des modules de traitement de gaz et des centres de traitement d'huile et de les traiter avant d'être rejetées, et ce afin de :

- Protéger la nappe phréatique. - Eviter la prolifération des maladies à transmission hydrique. - Eviter les désagréments pouvant altérer le milieu récepteur (sol, plantations, population,). - Se conformer à la législation et réglementation en matière de protection de l'environnement

#### III.4.1 Provenance des eaux huileuses

Les eaux de rejets industriels de toutes les unités de production de gaz et d'huile, des modules de traitement de gaz MPP (Module Processing Plant) et des centres de traitement d'huile CTH sont collectées à partir de bassins d'évaporation pour être acheminées vers les unités de traitements.

Nous avons suivi le procédé de traitement de la Zone centre, et d'après notre enquête cette dernière reçoit les eaux de rejets des centres de traitement d'huile CTH1 et CTH3, des trois modules de traitement de gaz

MPP0, MPP1 et MPP4 et du centre de stockage et de transfert des fluides CSTF. Les eaux huileuses à traiter proviennent donc de : Module 0, Module 1, Module 4, CSTF CTH1, et CTH3 [14].

### III.4.2 Les étapes de traitements des eaux huileuses

Le déshuilage est une opération de séparation liquide- liquide On peut le considérer comme étant l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau (élimination des huiles ou hydrocarbures) [30]A/ **Première étape :**

**Traitement physique** On distingue en premier lieu le traitement physique (décantation) par le bac tampon ou le de pré -déshuilage S-101 qui a pour but d'homogénéiser les eaux, d'assurer la régulation du débit et la récupération préliminaire de l'huile surnageant à l'aide d'un déshuileur flottant à disque rotatifs «Écrémeur» MS-106 pour réduire le contenu d'huile à la sortie 100-200 ppm, et d'autre part de favoriser la précipitation des matières en suspension qui seront racler au fond du bac et puis envoyées vers l'épaississeur des boues S-105.



**Figure 9 Bac tampon le de pré -déshuilage S-101**

L'eau entrant dans la station est introduite dans le bac tampon pour y subir une séparation préliminaire. Le bassin sera réalisé en béton armé en semi-enterré de forme circulaire avec un diamètre, à la sortie, une boucle de réglage, envoie les eaux en gravitaire vers la station de traitement, Le fond du bac est en pente pour la récupération des boues. Un appareil tournant MS-101 avec pont métallique et un bras tournant est prévu pour le raclage des boues décantées au fond de la cuve. Les boues, avec résidu sec de 2%, seront envoyées vers l'épaississeur des boues S105 à travers une vanne automatique réglée pour s'ouvrir pendant huit secondes toutes les huit heures. Après décantation dans le bassin l'eau passe en gravitaire, dans le séparateur lamellaire CPI (Corrugated Plate Interceptor) S-102, qui est un bassin séparateur équipé d'un ensemble de plaques parallèles inclinées pour faciliter la décantation des particules solides non décantées dans le S-101, par un déshuileur flottant.



**Figure 10 déshuileur flottant à disque rotatifs(Discoil) MS-107.**

Le séparateur est formé de paquets de tôles gauffrées en matériel plastique espacées de 2 cm, capables de séparer les gouttelettes d'huile et les solides en suspension d'un diamètre égal ou supérieure à 60 µm. L'huile est récupérée par un disc oil. A la sortie du CPI la teneur en hydrocarbures résiduels contenues dans l'eau est de 10 à 50 mg /l. Un système de recyclage permet de récupérer disque rotatifs « discoil » MS-107 pour subir un traitement secondaire. les boues du fond qui seront pompées vers la cuve à boue...



**Figure 11 Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »(22/042019)**

L'huile récupérée par les discoins MS-106 et MS-107 est récoltée dans une cuve d'huile S108 pour être transférée par la suite au CTH3. Les boues sont évacuées en gravitaire du fond de la cuve CPI vers l'épaississeur des boues S-105. Tandis que l'eau est dirigée vers la deuxième étape de traitement.

**B/ Deuxième étape : Traitement chimique** La deuxième étape est appelée le traitement chimique. Il consiste en l'élimination des particules fines qui se comportent comme une suspension colloïdale, par l'addition d'un coagulant et d'un floculant.

**Cuve de floculation** La cuve de floculation S-103 reçoit l'effluent du CPI S-102. Ces cuves sont en bétons armés réalisés en semi-enterré et équipées d'agitateurs pour assurer le mélange des additifs avec l'eau.



**Figure 12 Cuve flocculation « S-103**

Dans celle-ci des flocculant organiques de type polyamine sont ajoutés, c'est de la silice activée et un poly électrolyte, à des doses de 5 à 2 mg/l afin de précipiter les boues et d'augmenter le pouvoir de traitement du flotteur S-104, le premier additif est ajouté à la sortie du CPI et le deuxième à la sortie du flocculateur. Ces deux agents chimiques en présence d'une agitation turbulente vont neutraliser la suspension colloïdale pour provoquer l'agglomération des particules fines. La cuve est dimensionnée pour un temps de rétention de 18 min.

### **Cuve de flottation**

L'eau arrive par gravité vers la cuve de flottation S-104 ou elle se mélange avec l'eau saturée en air qui arrive des pompes de saturation P-102 et du saturateur.

Cette cuve est en béton armé à plan circulaire ayant un fond conique et dotée de deux bras de raclage pour les sédiments de fond et de deux bras de raclage de mousse pour la surface, dimensionnée pour un temps de séjour de 30min pour assurer un contenu résiduel inférieur à 10mg/l. Les boues sont également raclées du fond et pompées vers la cuve à boues.



**Figure 13 la cuve de flottation « S-104**

Un racleur en surface balaie les parties flottantes vers une goulotte d'évacuation qui déverse dans la cuve S-105. Les sédiments lourds tombent et s'accumulent dans le fond de l'appareil d'où ils sont extraits périodiquement par ouverture d'une vanne de purge automatique, en partie basse de la virole, l'eau épurée est récupérée par collecteur annulaire.

#### **Cuve d'eau traitée**

Cette cuve reçoit l'eau traitée du flottateur. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les pompes P-101A/B refoulent l'eau traitée vers l'extérieur. Le débit est partagé par deux boucles de réglage : une partie vers le bac tampon pour le recyclage et la deuxième vers l'unité de filtration. Les pompes P-102A/B recyclent une partie de l'eau traitée vers le ballon de saturation à air R-103, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation S-103. Ceci favorise la montée en surface des flocons et des colloïdes.

#### **C/ Troisième étape : Filtration et ultrafiltration**

Pour assurer une granulométrie des matériaux en suspension inférieure ou égale à 5  $\mu\text{m}$  il est prévu un deuxième étage de traitement : filtration et ultrafiltration.



**Figure 14 les filtres à cartouche**



**Figure 15 les filtres à sable**

La filtration de l'eau déshuilée est effectuée en utilisant des filtres à double couches filtrantes en sable de quartz et hydro anthracite. L'ultrafiltration est prévue par deux filtres à cartouches pour l'élimination des particules plus petites et des traces d'hydrocarbures.

L'eau qui arrive des pompes P-101 est envoyée dans la partie supérieure du filtre et à travers le lit filtrant, de haut vers le bas, l'eau perdra les substances en suspension retenues par le quartzite. Les substances se déposeront principalement sur la couche supérieure du lit filtrant et on arrivera donc au colmatage de la masse filtrante.

A ce moment-là, sera fait le contre lavage, dans le but de chasser et de libérer tous les espaces pour le passage de l'eau. Une telle opération se fait en contre-courant.

C'est à dire, qu'au lieu d'entrer par le coté supérieur, on entrera par le coté inférieur à travers les buses et on sortira par le coté supérieur.

Le lavage est programmé en automatique à temps, même les deux filtres a cartouches doivent fonctionner en parallèle et ils sont nettoyés l'un depuis l'autre.

L'injection de Silice activé prévue à l'aspiration des pompes P-101 est utilisée pour améliorer le rendement de la couche filtrante. L'eau de lavage est envoyée vers les lits S112A/B, après décantation sur gravier, l'eau s'écoule dans la cuve S-109 pour être recyclée vers le bac tampon[31].

### III.5. Analyse des eaux huileuses

Différentes Analyses sont effectuées pour contrôler le fonctionnement de la station et la qualité de l'eau, les résultats de ces analyses permettent de :

- Vérifier et optimiser la performance de l'installation
- Garantir la conformité de produits aux spécifications commerciales et d'environnement.
- Améliorer les conditions paramétriques du procès afin d'éviter la détérioration des équipements par, entre autres, la corrosion. Les analyses que nécessite la station sont
  - La détermination du pH et de la température, - La mesures de la turbidité sur plusieurs échantillons d'eau, (à l'entrée du CPI, à la sortie des filtres à cartouche), - L'analyse d'huile « Oil in water » : permet de mesurer le taux des hydrocarbures dans l'échantillon à analyser [32]. Actuellement, le suivi des performances de la station n'est pas assuré actuellement dû au manque d'un laboratoire pour le contrôle de l'efficacité de traitement [33].

### III.6. Matériels ET méthodes

**Matériels :**

**JAR-TEST :** C'est une rangée de béciers alignée sous un appareillage permettant de les agiter tous à la même vitesse



**Figure 16** Les échantillonneuses sous l'appareille JAR-TEST

**Spectrophotomètre** : C'est un appareil qui mesure la qualité de l'eau (ex : turbidité, MES, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ...).

**L'agitateur** : C'est appareil qui homogène bien comme il faut le mélange des solutions à prépare.

Produit	Formule	Propriétés physique-chimique
acide ascorbique	Formule brute : C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	M : 176.1g/mol.PKa : 4.1 Solubilité : 333g/l. T°:190 à 192°C
Acide citrique	Formule brute : C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	M : 192,1235 ± 0,0075 g/mol PKa : 3,3 /4,6 / 6,40 T°f: (153 °C) T°e : Soluble dans l'eau 592 g·l <sup>-1</sup> à 20 °C). ρ : 1,665 g·cm <sup>-3</sup> (20 °C)
Silicate de sodium	Formule brute Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>  $2 \text{Na}^+ \quad \begin{array}{c} \text{O}^- \\   \\ \text{Si}-\text{O}^- \\    \\ \text{O} \end{array}$	D : 122,0632 ± 0,0012 g/mol T°f: 1 089 °C,ρ : 2,6 g/cm <sup>3</sup>

### c. Préparation des solutions

Préparation d'Acide citrique

Détermination de masse Acide citrique (5 % \*100)/99 = 5.05 mg  
Masse réelle = masse d'acide /pureté

Détermination du volume de l'Acide citrique

$$\% \text{acide} = \frac{\text{mas d'acide}}{\text{volu,e eau}} * 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} * \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,67 \text{g/ml}$$

Préparation d'Acide ascorbique

□□ Détermination la masse Acide ascorbique  $(5 \% * 100) / 99,7 = 5.01 \text{ mg}$   
Volume eau = 44ml

□□ Détermination du volume de l'Acide ascorbique

$$\% \text{ acide} = \frac{\text{mase réelle}}{\text{vulme equ}} * 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} * \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,69 \text{g/ml}$$

### **Préparation des solutions de silice activée**

Volume eau = 110ml

□□ Détermination de volume de silicate de sodium

Masse volumique = 1.37g/ml

Pureté = 37%

Volume eau = 110 ml

Silicate de sodium = 4 %, 5%

### **Les pourcentages de silice activée**

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide citrique.

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

5 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

### **III.7. Destinée des eaux de rejets traitées**

Les eaux traitées vont être réinjectées dans un puits abandonné ou dans des bourbiers, les huiles récupérées sont expédiées vers les centres de traitement d'huiles et Les boues produites sont traitées dans un épaisseur puis dans la centrifugeuse pour être traitée par inertage



**Figure 17 puits-bourbier de Hassi R'mel**



**Figure 18 puits-bourbier débordant**

### **III.8. Conclusion**

Hassi R'mel, est le plus important gisement de gaz naturel du continent africain, les eaux contaminées rejetées par le puits de gaz naturel au moment du forage contient différents polluants en l'occurrence : des hydrocarbures, des produits chimiques et des faibles teneurs en métaux lourds, afin de minimiser la pollution et éviter les désagréments pouvant altérer le milieu récepteur, La SONATRACH a conçu trois unités de déshuilages pour traiter les eaux huileuses issu de l'activité pétrolière à Hassi R'mel.

L'eau entrant à l'unité subit différent traitement à savoir un traitement physique comprenant la décantation dans un bac tampon permettant la récupération préliminaire de l'huile surnageante et la précipitation des matières en suspension, une deuxième séparation dans un séparateur lamellaire CPI assurant la décantation des particules solides non décantées dans le premier bassin, et le déshuilage par un déshuileur flottant à disque rotatifs . la deuxième étape consiste en un traitement chimique au cours duquel des additifs chimiques sont ajoutés pour neutraliser la suspension colloïdale et provoquer l'agglomération des particules fines, un racleur en surface balaie les parties flottantes vers une goulotte et les sédiments lourds tombent et s'accumulent dans le fond de l'appareil d'où ils sont extraits périodiquement, l'eau ainsi épurée est récupéré par collecteur annulaire et subit enfin une filtration. Après des analyses confirmant la conformité de ces eaux traitées, ces dernières sont rejetées dans de puits bourbiers.

Actuellement la seule station de déshuilage de Hassi R'mel centre rencontre plusieurs problèmes de maintenance. De plus, le suivi des performances de la station n'est pas assuré actuellement dû au manque d'un laboratoire pour le contrôle de l'efficacité de traitement.

# **IV**

## **SOLUTION ET RECOMMANDATIONS**

## *Description de l'unité déshuilage*

### **IV.1/ Introduction :**

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, la Direction Régionale de Hassi R'mel s'est attelée très tôt à la mise en oeuvre d'un programme ambitieux visant l'élimination sinon la réduction au maximum des impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et ses services en réalisant deux stations de traitements des eaux de rejets industriels au niveau de Oued Noumer et Ait Kheir (Wilaya de Ghardaïa – Algérie).

### **IV.2/ Unité de déshuilage et filtration à Ait kheir :**

Une unité de déshuilage et filtration des eaux de rejets industriels à Ait-kheir d'une capacité de 500 m<sup>3</sup> par jour, utilisant un procédé de séparation eau/huile/boue par API et CPI ainsi qu'une filtration à 25 microns. Cette unité est constituée essentiellement de :

- Un bassin tampon équipé d'un dispositif de récupération des huiles,
- Un séparateur CPI équipé de dispositif de récupération des huiles,
- Un décanteur lamellaire,
- Un flottateur à cyclone turbine,
- Un système de filtres régénérables (filtre à céramique),
- Un système de nettoyage en contre-courant des filtres (air comprimé et pompes de lavage)
- Lits de séchage pour la décantation des matériaux en suspension des eaux de lavage
- filtres et récupération des eaux de lavage à l'entrée de la station,

Une unité de traitement des boues (épaississeur),

- Lits de séchage des boues,
- Un système de récupération et d'expédition vers l'entrée de la station, des eaux produites de la déshydratation des boues dans les lits de séchage,
- Un bassin de stockage des eaux traitées,

- Un bassin de récupération des purges, trop-plein et by-pass des ouvrages en cas de Dysfonctionnement, équipé de pompes de reprise vers le bassin tampon,
- Une pomperie pour l'huile récupérée,
- La pomperie nécessaire inter-ouvrages,
- Les canalisations de recyclage de l'huile récupérée,
- Le raccordement mécanique aux réseaux de collecte des eaux de rejets et eaux traitées existants,
- Un bâtiment de contrôle et poste de garde en maçonnerie,
- Un hangar en charpente métallique étanche et isotherme équipé de pont roulant ADF et système de ventilation,
- Les installations de distribution d'électricité et éclairage intérieur et extérieur,
- Puits de terre artificiels de 3 à 4 m de profondeur pour la mise à la terre des équipements,
- Un ensemble de contrôle commande de l'Ouvrage (DCS),
- Un système anti-incendie, détection, circuit eau, mousse et CO<sub>2</sub>,
- Réseau de distribution de l'eau de service et de l'air comprimé,
- Raccordement au réseau anti-incendie existant du centre Ait - Kheir,
- Les équipements de laboratoire nécessaires aux analyses des eaux de rejets industriels, traitées et des eaux brutes traitées y compris les réactifs,
- Une clôture mixte maçonnerie/barreaudage rassemblant tous les ouvrages précités,
- Le raccordement électrique à la cellule de réserve existante de 160 kVA située à la sous-station électrique d'Ait Kheir
- Tous les ouvrages et équipements doivent être le plus possible en surface,
- Les canalisations inter-ouvrages doivent être dans la mesure du possible apparentes ou dans des caniveaux et ce pour faciliter les interventions futures,
- Tous les câbles doivent être acheminés dans des caniveaux.

### **IV.3/ Description de fonctionnement de l'unité d'Ait-Kheir :**

En général les eaux produites avec le brut, ainsi que les eaux de rejets des usines de traitement de gaz et des raffineries peuvent contenir des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension.

L'élimination des hydrocarbures et des matières en suspension (MES) est effectuée par des méthodes purement physiques telles que la séparation CPI (Corrugated Plate Interceptor), la décantation, la filtration, la centrifugation...

L'huile récupérée est recyclée vers le centre de production par des pompes. Les matières solides sont récupérées sous forme de boues liquides qui seront traitées et envoyées à l'extérieur du hangar par une pompe à vis vers les lits de séchage.

Les huiles surnageantes sont récupérées par des discol simples puis les envoyées vers la cuve d'huile.

#### **IV.3.1/ Bac tampon : C-201**

Le bac tampon C-201 d'un volume de 500 m<sup>3</sup> reçoit les eaux huileuses provenant d'unité séparation du centre de production.

La conception du bac tampon est basée sur la différence des densités entre l'huile, l'eau usée et les solides. Le bac tampon permette de régler le débit, de produire une homogénéisation des différents effluents en amont de la station de déshuilage et d'effectuer une séparation préliminaire pour réduire le contenu d'huile et favoriser la précipitation des matériaux en suspension.

Le temps du séjour est de 24 heures, le bac est réalisé en béton et de forme rectangulaire.

Basé sur ce critère de conception, la plupart des solides en suspension seront collectées au fond du bassin comme couche de sédiments, l'huile surnagera au niveau haut du séparateur, et l'eau usée sera rassemblée au niveau de la couche moyenne entre le pétrole surnageant et les solides collectés au fond.

La couverture du bac tampon est par les fibres de verre. Les huiles surnageantes dans le premier compartiment seront récupérées par un écrémeur flottant S-201A. Ce dernier est secouru par une vanne télescopique. Dans le deuxième compartiment, les huiles seront récupérées par un écrémeur fixe S-201B secouru aussi par une vanne télescopique. Les huiles récupérées seront envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-206, les eaux seront évacuées vers la cuve CPI C-202 à travers une boucle de réglage commandée par le DCS, tandis que les boues seront envoyées vers la cuve d'épaississement des boues C-205 à travers la vanne automatique 20XV001 réglée à s'ouvrir toutes les huit heures pendant huit secondes.

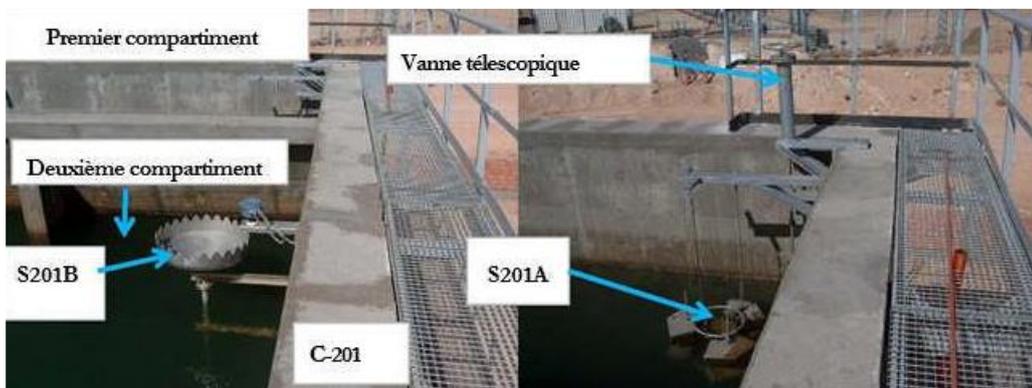


Figure 19 Les deux compartiments du bac tampon C-201



**Figure 20 Bac tampon C-201**

#### **IV.3.2/ Cuve C.P.I. (Corrugated Plate Interceptor/intercepteur à tôles gauffrées) : C-202**

La cuve CPI C-202 d'une capacité de 22.7 m<sup>3</sup> reçoit les effluents du bac tampon C-201.

C'est un dispositif de séparation par gravité. La conception du séparateur est basée sur la différence de densité entre l'huile et l'eau usée parce que cette différence est beaucoup plus petite que la différence des densités entre les solides et l'eau. En se basant sur ce critère de conception, la plupart des solides en suspension seront collectés au fond du séparateur comme une couche de sédiment, l'huile surnagera dans la partie supérieure du séparateur, et l'eau usée sera au niveau de la couche moyenne entre le pétrole et les solides. La séparation se fait au moyen de tôles gauffrées en PEHD entre l'eau et l'huile.

Chaque plaque fournit plus de surface pour les gouttelettes d'huile suspendues pour fusionner en des gouttelettes de plus en plus grandes engendrant leur montée rapide à la surface de l'eau. En

outre, ces tôles gaufrées encouragent les particules solides d'être collectées et glissées plus rapidement au fond du séparateur.

Les huiles surnageantes seront récupérées par un déshuileur à disques rotatifs (Discoil) S-202 puis envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-206. Les boues seront collectées au fond de la cuve et évacuées vers l'épaisseur C-205 à travers une vanne automatique 20XV002 réglée à s'ouvrir chaque huit(8) heures pendant huit(8) secondes ; tandis que les eaux chargées en MES seront envoyées vers le décanteur lamellaire C-203.

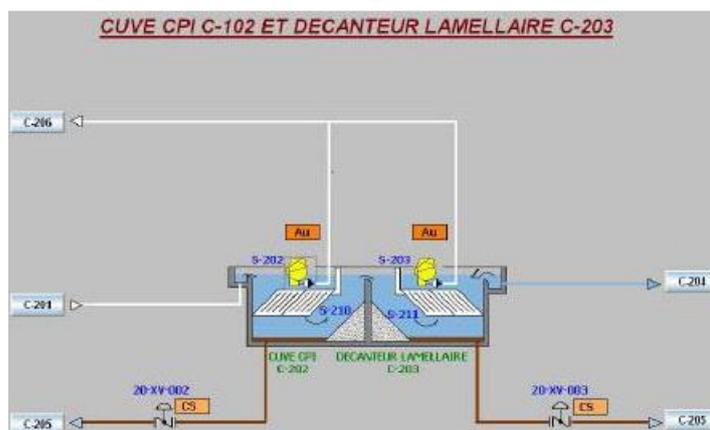


Figure 21 Cuve C.P.I C-202

#### IV.3.3/ Décanteur lamellaire : C-203

Le décanteur lamellaire C-203 d'une capacité de 22.7 m<sup>3</sup> reçoit l'effluent du CPI C-202.

La conception de ce séparateur est basée de même sur la différence de densité entre l'huile, l'eau usée et les matières en suspension. Cette séparation se fait au moyen des lamelles constituées de plaques en PEHD.

Les huiles surnageantes seront récupérées par un déshuileur à disques rotatifs (Discoil)

S-203 puis envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-206. Les boues seront collectées au fond de la cuve et évacuées vers l'épaisseur C-205 à travers une vanne automatique 20XV003 réglée à s'ouvrir chaque huit(8) heures pendant huit(8) secondes. Les eaux seront acheminées vers la cuve de flottation C-204.

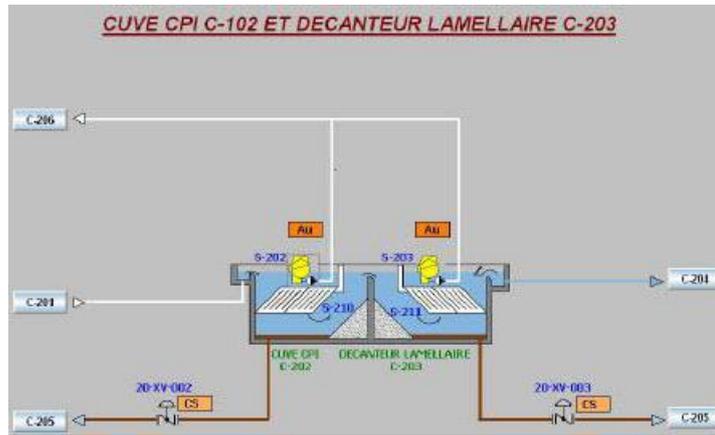


Figure 22 Le décanteur lamellaire C-203

#### IV.3.4/ Cuve de flottation : C-204

L'eau arrive par gravité vers le flottateur C-204. Ce flottateur permet de réduire la teneur en hydrocarbures libres des eaux décantées. Cette cuve est équipée par une raquette submergée sur laquelle sont fixés des disques diffuseurs. Ces diffuseurs sont conçus de façon à ce que pendant l'arrêt total des compresseurs d'air, il n'y ait aucune entrée d'eau dans les diffuseurs.

Cette raquette de diffuseurs est équipée à l'amont d'un manomètre pour le contrôle du débit d'air et d'une vanne d'isolement pour la régulation de ce dernier.

Les fines bulles d'air sont introduites dans le liquide à traiter par l'intermédiaire de compresseur d'air. Grâce à l'agent de flottation qui modifie la tension superficielle, l'huile entoure les bulles d'air et remonte à la surface sous formes d'écumes. Ces écumes sont récupérées par une goulotte S-204 auto stable, et sont ensuite évacuées par gravité vers la cuve de relevage C-207.

L'écumage par goulotte auto stable est un procédé original simple et fiable, ne nécessitant ni réglage de niveau, ni racleurs tournants. Le réglage est fait par mise en place de lest afin de trouver le bon équilibre par rapport à la flottabilité.

L'eau traitée est envoyée vers la cuve d'eau traitée C-209.

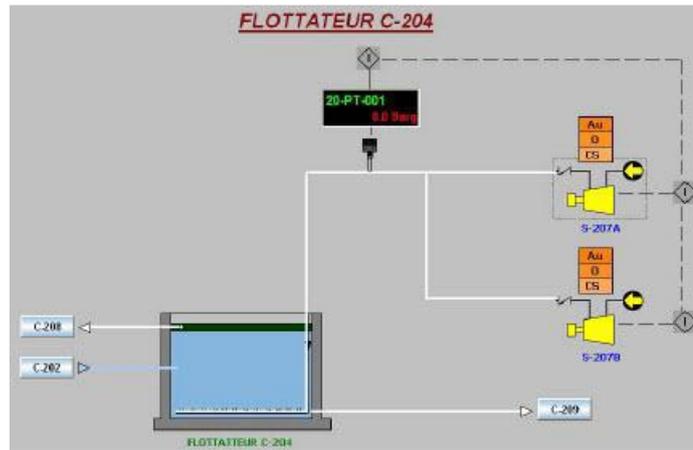


Figure 23 Cuve de flottation C-204

**IV.3.5/ Cuve d'eau traitée C-209 :**

La cuve C-209 de capacité 35 m<sup>3</sup> reçoit l'eau traitée qui provient du flottateur C-204 et l'eau de trop plein des filtres F-201 A/B. L'eau traitée sera envoyée vers les filtres à travers les pompes P-204 A /B.

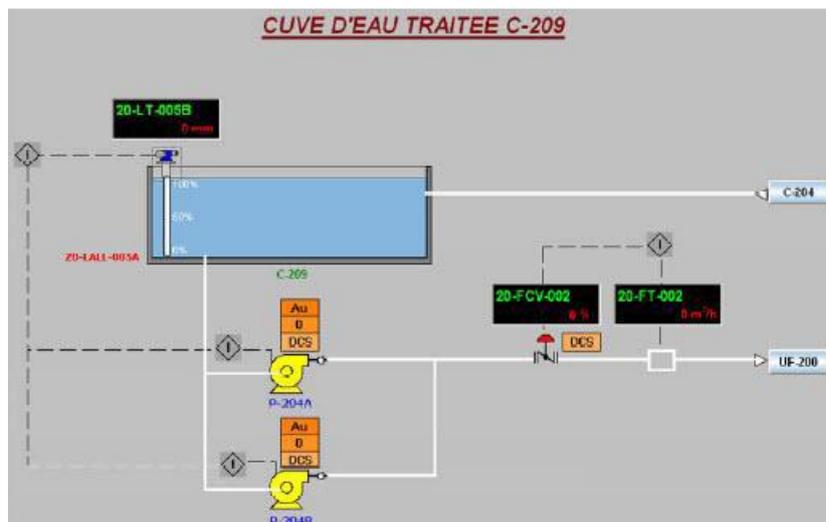


Figure 24 Cuve d'eau traitée C-209

**IV.3.6/ Les filtres F-201 A /B :**

Le filtre F-201A/B est un filtre vertical à couche homogène de céramique oléophile adapté au traitement des émulsions eau/huile avec présence de matières en suspensions.

L'eau traitée provenant des pompes P-204 A/B entre par la partie supérieure du filtre. L'eau percole de haut en bas sur le lit de céramique en fixant les sphérules d'huile et les fines particules de matières en suspension qui grossissent et viennent combler les intervalles, créant ainsi une augmentation progressive de la perte de charge. L'eau de trop plein est envoyée vers la cuve d'eau traitée C-209.

Une fois le lit filtrant est saturé à un certain seuil, le cycle de régénération déclenche. Après l'arrêt de l'alimentation de l'oléo-filtre, une injection d'eau propre, depuis la cuve d'eau filtrée C-210, en partie inférieure du filtre, assure l'expansion du lit filtrant et l'entraînement des sphérules d'huiles vers la sortie d'eau de lavage qui sera acheminée vers les lits de séchage C-212 A/B/C/D.

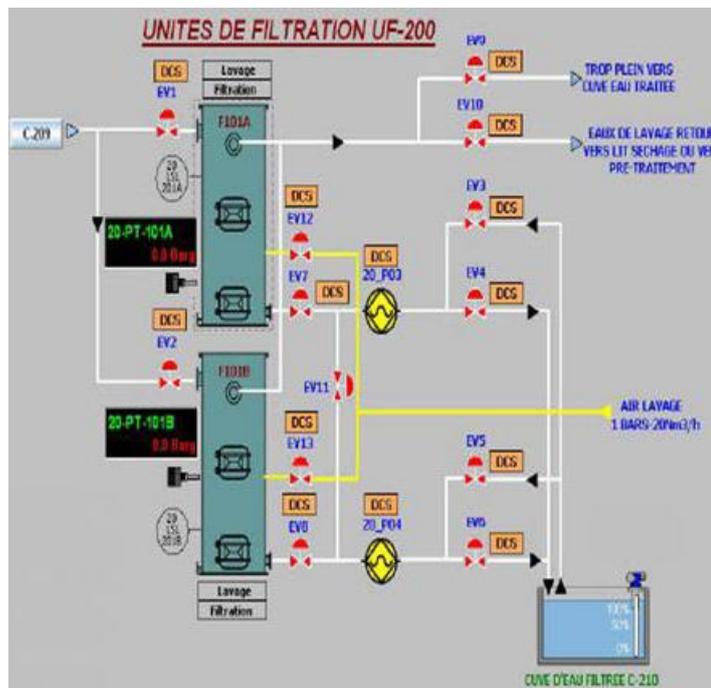


Figure 25 Unités de filtration UF200

#### IV.3.7/ Cuves d'eaux filtrées C-210 :

D'une capacité de 16m<sup>3</sup>, elle reçoit l'eau filtrée provenant de l'oléofiltre. L'eau filtrée sert à laver le filtre dans le cycle de régénération.

#### IV.3.8/ Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-207 :

Cette cuve de capacité 50m<sup>3</sup> récupère les eaux des purges, de trop-plein, de by-pass et reçoit aussi les eaux huileuses provenant des ateliers de maintenance. Ce bassin est équipé de pompes de reprise des eaux chargées vers le bassin tampon et d'un dispositif de récupération des huiles. Les pompes de transferts P-202A/B des eaux huileuses vers le bac tampon dont l'une est en fonctionnement et l'autre en stand-by, sont contrôlées automatiquement par des contacteurs de très bas niveau. Ces contacteurs génèrent aussi des alarmes très bas niveau dans la salle de contrôle et arrêtent automatiquement les pompes en marches en cas où le niveau très bas est atteint afin de protéger les pompes contre la marche à sec.

Ces pompes sont commandées par un transmetteur de niveau installé sur la cuve C-207.

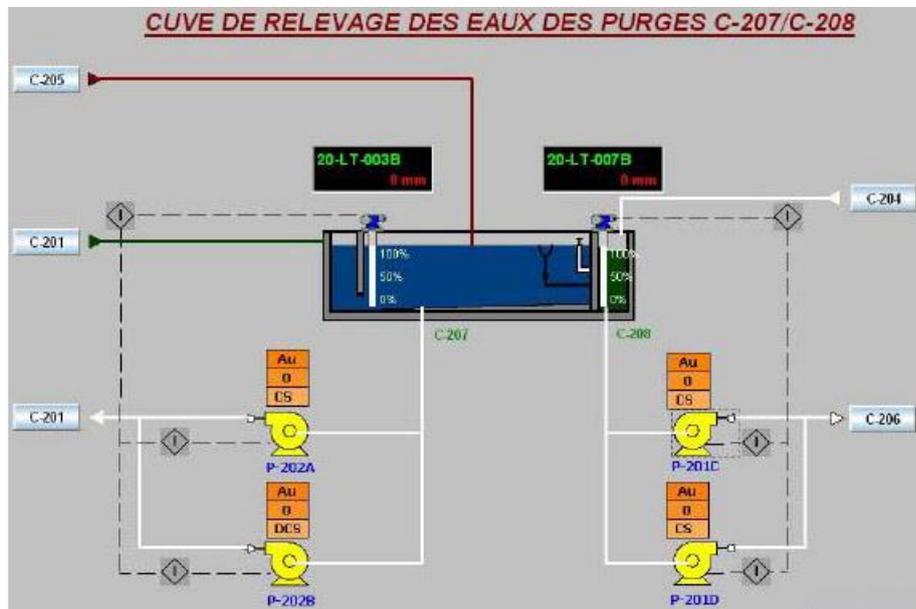


Figure 26 Cuve de relevage des eaux de purge, de trop-plein et des by-pass C-207

#### IV.3.9 / Fosse d'huile C-208 :

Le réglage de la vanne télescopique installée dans la cuve C-207 permet la récupération des huiles dans la fosse d'huile C-208 d'une capacité 1m<sup>3</sup>. Les huiles sont transférées vers la cuve C-206 via deux pompes P-201C/D dont l'une est en fonctionnement et l'autre en stand-by.

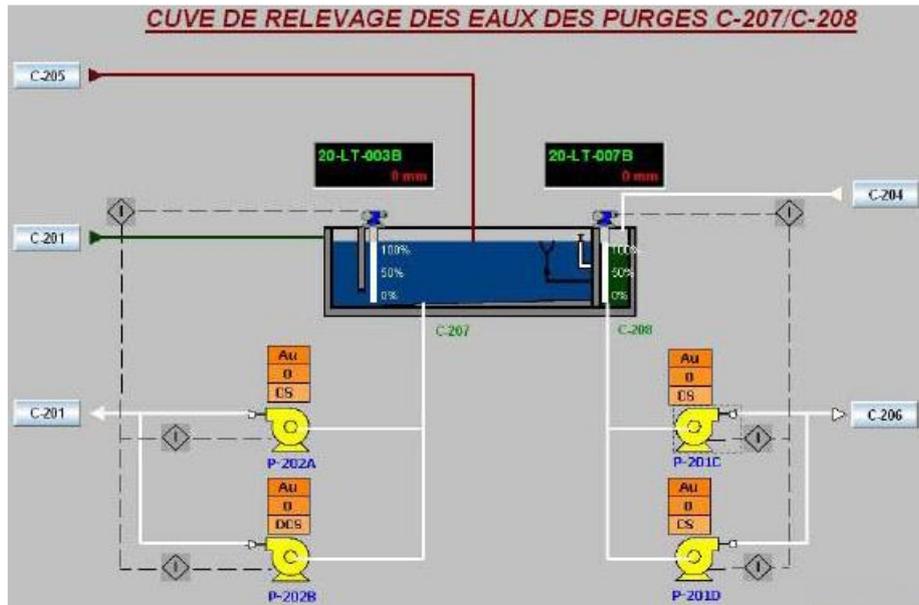


Figure 27 Fosse d'huile C-208

Les pompes P-201C/D de transferts des huiles vers la cuve de récupération des huiles dont l'une est en fonctionnement et l'autre en stand-by, sont contrôlées automatiquement par des contacteurs de très bas niveau. Ces contacteurs génèrent aussi des alarmes très bas niveau dans la salle de contrôle et arrêtent automatiquement la pompe en marche en cas où le niveau très bas est atteint afin de protéger les pompes contre la marche à sec.

Ces pompes sont commandées aussi par un transmetteur de niveau installé sur la cuve C-208.

#### IV.3.10/ Cuve de récupération des huiles C-206 :

D'une capacité de 5 m<sup>3</sup>, cette cuve est alimentée par les huiles provenant du bac tampon, du CPI et du décanteur lamellaire ainsi qu'à partir de la fosse des huiles C-208. Les huiles récupérées sont envoyées par les pompes P201A/B à 7 bars vers le centre de production.

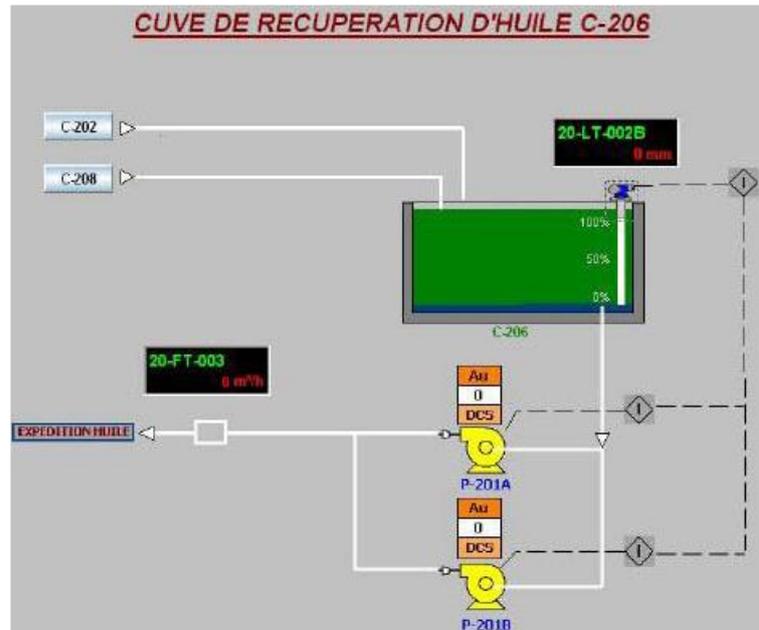


Figure 28 Cuve de récupération des huiles C-206

Les pompes de transfert d'huile dont l'une est en fonctionnement et l'autre en stand-by, sont contrôlées automatiquement par des contacteurs de niveau très bas. Ces contacteurs génèrent aussi des alarmes de très bas niveau dans la salle de contrôle et arrêtent automatiquement la pompe en marche en cas où le niveau très bas est atteint afin de protéger les pompes contre la marche à sec. Ces pompes sont commandées aussi par un transmetteur de niveau.

#### IV.3.11/ Epaisseur : C-205

L'épaisseur est alimenté en boues à travers des vannes automatiques 20XV001, 20XV002 et 20XV003 respectivement des fonds des cuves C-201, C-202 et C-203. Dans cette cuve C-205 un système de brassage mécanique est installé afin d'assurer l'homogénéité de la concentration des boues qui seront envoyées à l'extérieur du hangar par deux pompes à vis (1+1) P-203A/B à 4bars vers les lits de séchage des boues, tant que l'eau flottante sera recyclée par gravité vers la cuve C-207 pour être recyclée vers le bac tampon.

Le système de brassage mécanique, installé dans la cuve et permettant l'homogénéité des boues, est assuré par un agitateur qui est actionné par un ensemble électromécanique composé d'un réducteur de vitesse et d'un moteur électrique.

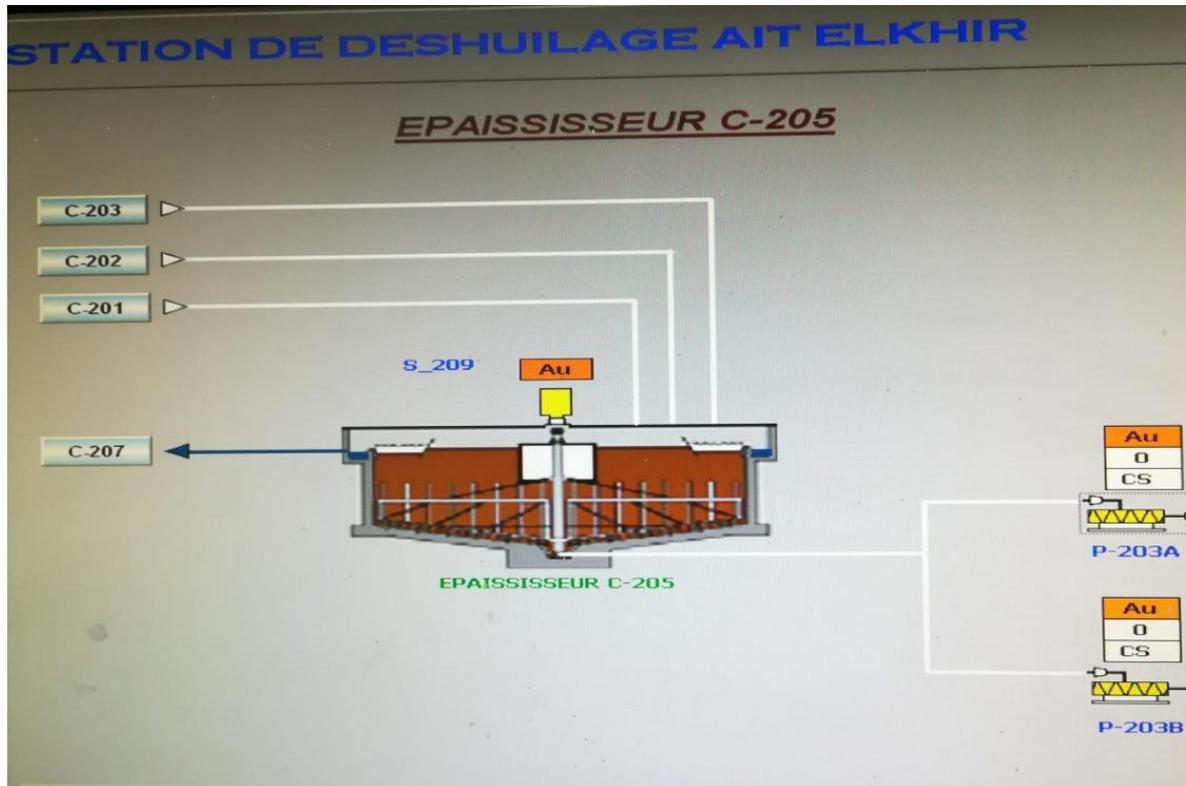


Figure 29 Epaisseur : C-205

#### IV.3.12/ Lits de séchages :

Les boues épaissies seront envoyées à partir de l'épaisseur C-205 vers les lits de séchage C212 A/B/C/D via les deux pompes à vis (1+1) P-203 A/B. Les eaux de lavage des filtres seront aussi acheminées par gravité vers ces lits de séchage.

#### IV.4/ Principe de fonctionnement et d'exploitation de l'oléo-filtration :

L'oléofiltre est un filtre vertical à couche homogène de céramique oléophile, spécialement adapté au traitement des émulsions eau/huile faiblement stabilisées avec peu de matières en suspension. De conception simple, il permet d'éliminer toutes les traces d'hydrocarbures non solubles ou non stabilisés par un agent chimique. Il délivre en sortie une eau conforme aux normes de rejet.

L'oléofiltre assure, grâce à la filtration de l'intégralité du flux à traiter, une sécurité totale quant au risque de rejet d'hydrocarbures non solubles, et ce quel qu'en soit le pourcentage contenu dans l'eau à traiter.



Figure 30 Oléofiltre

#### IV.4.1/ Mode de filtration :

L'émulsion eau/huile est admise à la pression atmosphérique en A dans une goulotte de répartition du flux. L'effluent traverse le préfiltre avant de percoler de haut en bas sur le lit de céramique Oléophile fixant les sphérules d'hydrocarbures et les fines particules.

Celles-ci, en se rassemblant autour des granulés de céramique oléophile par effet de coalescence, grossissent et combent les intervalles, créant ainsi une augmentation progressive de la perte de charge. Afin d'optimiser les capacités de l'oléofiltre, une pompe assure une légère dépression à un débit constant en aspirant l'eau traitée sous un plancher de buselures B.

Ce procédé dispense de tout apport de coagulant ou floculant. Les hydrocarbures récupérés peuvent dans certains cas être revalorisés. Lorsque le lit filtrant est saturé d'hydrocarbures, il convient d'effectuer une régénération par lavage à contre-courant.

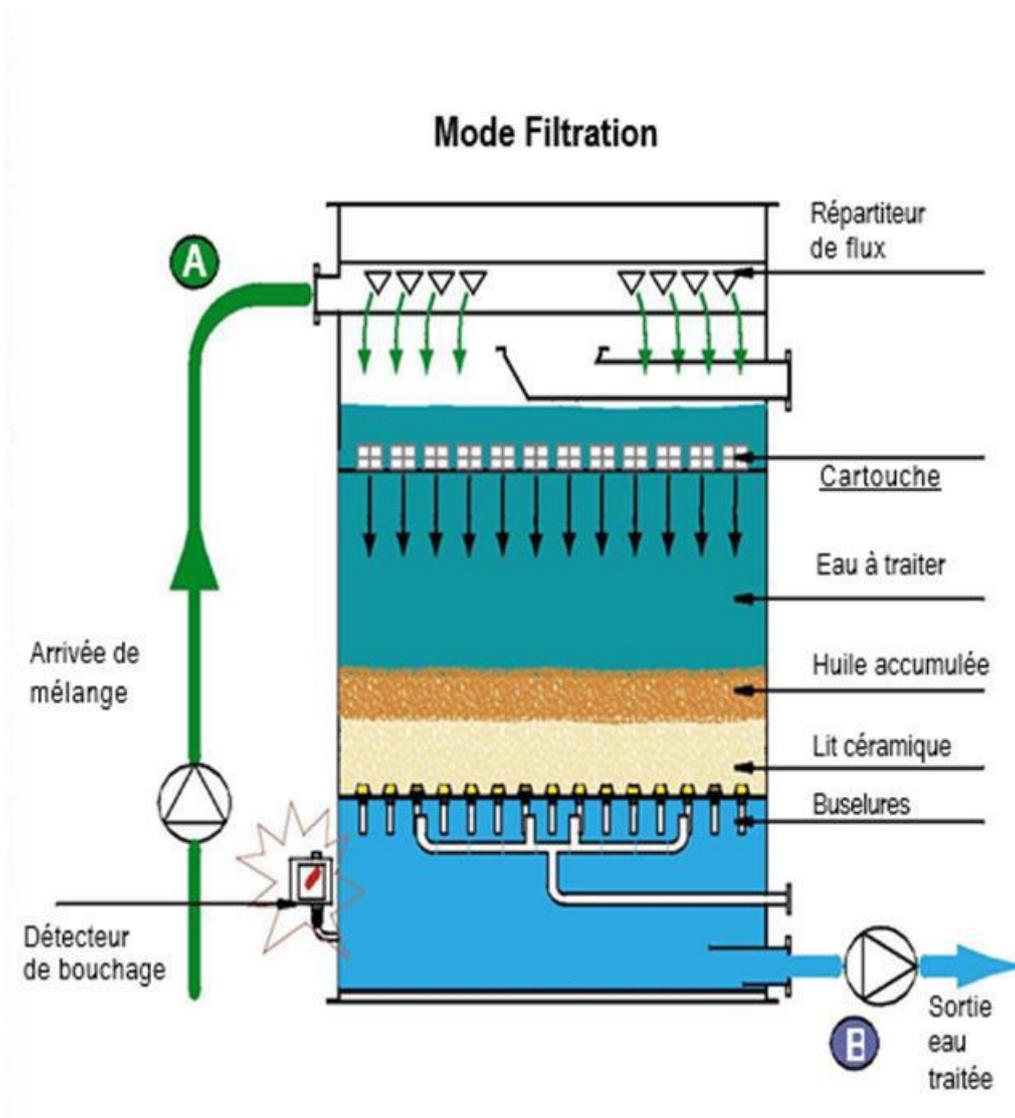


Figure 31 Mode filtration

#### IV.4.2/ Mode de regeneration :

Il peut être déclenché par :

- Une action manuelle.
- Un vacuostat qui enregistre la saturation du lit filtrant.

- Une minuterie qui déclenche une régénération périodique afin d'éviter la stagnation et la dégradation des hydrocarbures au sein du lit de céramique oléophile.

Automatique ou manuelle, la régénération s'effectue en trois temps sur une période allant de 20 à 60 mn :

- **1 er temps** : Après l'arrêt de l'alimentation, une injection d'eau propre en partie inférieure du filtre et au débit nominal, met en expansion le lit de céramique oléophile et entraîne les grosses sphérules d'hydrocarbures coalescées vers la surface.
- **2eme temps** : Sans interrompre l'injection d'eau qui entraîne les polluants vers la partie supérieure, un apport d'air donne l'énergie nécessaire au décrochage des particules huileuses fixées sur les céramiques oléophiles. Les effluents de lavage sont évacués gravitairement par un trop plein situé en partie haute de l'appareil.
- **3eme temps** : Rinçage à l'eau claire sans injection d'air.

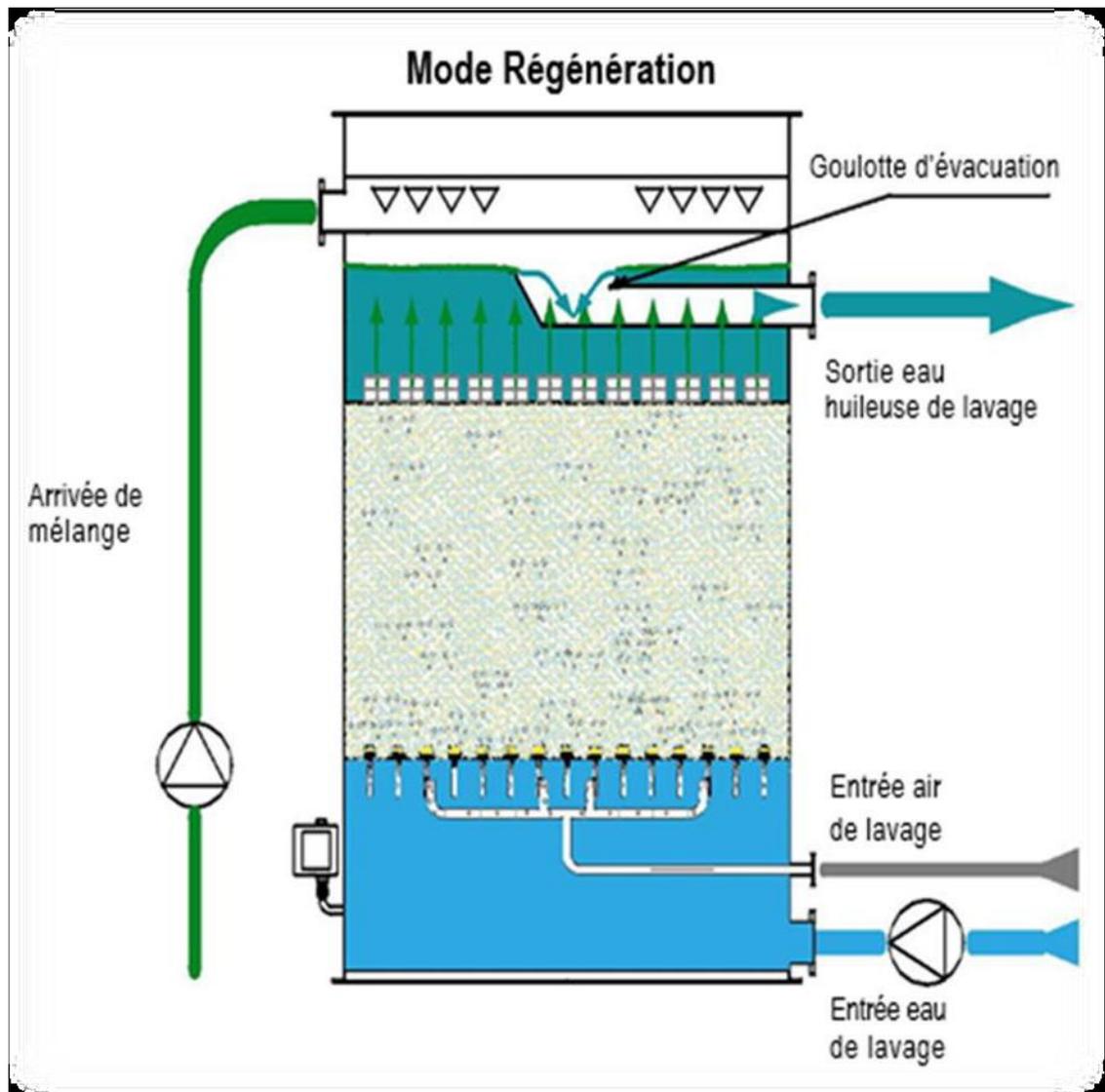


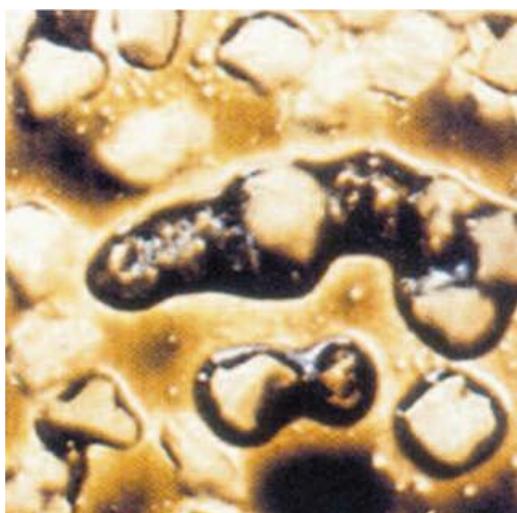
Figure 32 Mode de régénération

- Il est à noter que la céramique oléophile n'est pas un média-filtrant consommable puisque les cycles de régénération lui permettent de retrouver toutes ses propriétés initiales. Seule la friction des grains entre eux occasionne des pertes annuellement estimées à 10% du volume initial.

#### IV.4.3/ Caractéristiques et propriétés de la céramique oléophile :

La céramique oléophile est constituée d'un support minéral sur lequel a été greffé, par substitution, une amine conférant à chaque grain un caractère Oléophile propice à la coalescence des hydrocarbures.

- **Capacité de rétention** : jusqu'à 15 litres d'hydrocarbures sont retenus par 100 litres de Céramique Oléophile.
- **Régénération** : Un simple contre-courant d'eau et d'air régénère à 100 % le lit filtrant saturé.
- **Granulométrie** : Les grains de Céramique ont une granulométrie comprise entre 0.6 mm et 1.0 mm
- **Caractéristique physique** : Cuite à 800°C, cette céramique possède une bonne tenue mécanique. Sa masse volumique voisine 1.15kg/l



*Figure 33 La céramique oléophile*

#### **IV.5/ Système à mousse :**

Il comprend un injecteur et un réservoir à l'intérieur duquel se trouve une poche ou une membrane en matériau souple, séparant en permanence l'eau de l'émulseur.

Le fonctionnement est assuré par le débit d'eau, celle-ci exerçant une pression sur la poche ou la membrane par l'intermédiaire d'une tuyauterie reliant le réseau au réservoir. L'émulseur est ainsi forcé à quitter le réservoir et abouti au contrôleur de concentré après avoir traversé un orifice calibré.

Ce système d'injection assure une concentration constante, quelles que soient les modifications de débit de l'appareillage à mousse.

Les variations de pression du réseau d'eau n'ont également aucune influence sur la concentration.

De plus, ce système n'entraîne pratiquement aucune perte de pression : la perte de charge engendrée par l'action légèrement déprimogène du contrôleur de concentré varie selon les débits, mais se situe entre 2 et 5% de la pression d'alimentation.

#### **IV.6/ SYSTEME DE COMMANDE DE PROCEDE (DCS) :**

Le DCS est un système de contrôle et de commande distribuée complet d'unité se composant

Principalement de :

- Les entrées/sorties
- des processeurs,
- L'interface d'opérateur.

La plupart des signaux analogiques seraient du temps 4-20 mA et les entrées/sorties numériques seraient sous 24 V CC.

#### **Mode de commande**

- **MANUEL**

Le dispositif sera commandé par les actions manuelles d'un opérateur.

- **Automatique :**

Le dispositif serait commandé par la logique.

Une boucle d'asservissement aura les modes suivants :

#### **a-Automatique :**

Le point de consigne de la boucle serait fixé par l'opérateur et la sortie sera calculée par la boucle d'asservissement.

#### **B-Cascade:**

Le point de consigne de la boucle viendrait de la sortie ou d'un autre calcul.

**V**

# **CONCLUSION GENERALE**

Dans ce travail nous avons réussi à appliquer les bases théoriques que nous avons recueillies le long de notre cursus et d'apprendre de plus en plus le processus de travail de traitements des eaux.

Cette proposition est rentable et ne coute pas très chère et son exploitation est facile.

On peut utiliser ces eaux de KEF EDDOUKHAN après le traitement de déshuilage dans l'irrigation surtout la région développe mieux l'économie de l'agriculture.

Au terme de conclusion, nous souhaitons que cette étude apportera une base de données pour approfondir les recherches dans ce sujet, et ouvre des nouvelles perspectives de recherches pour d'autres proposition avec d'autre procédé de traitement de finition pour les eaux épurées, et servira comme un guide consistant pour des futures travaux de recherche.