



**Université Echahid Hamma Lakhdar
El Oued**



Faculté de la Technologie

Domaine Science et Technologie

Spécialité : Génie des Procédés et Pétrochimie

Département de Génie des Procédés et Pétrochimie

Option : Génie du Raffinage

MEMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Thème:

**Etude descriptive de la station de déshuilage du
centre de production Sonatrach Haoud Berkaoui**

Présentée par:

Messieurs.

- ✓ Hezla Mohammed Tahar
- ✓ Bennadji Ayoub
- ✓ Djedidi El Mouldi
- ✓ Boukhalfa Aymen
- ✓ Khechimmadi Abdelouahed

Suivi par:

Dr. S. MENECEUR

Année universitaire: 2022/2023



Remercîment

**Nous dédions ce travail à tous ceux qui nous ont aidés
de près ou de loin, espérant que le Seigneur nous
accordera le succès dans ce travail.**



Dédicace

Nous dédions cet humble travail...

A nos parents qui n'ont manqué aucun effort pour nous soutenir moralement et matériellement et surtout pour nous accompagner pendant les moments les plus difficiles de toutes nos études.

A la mémoire de l'âme pure du défunt Larbi DJEDIDI qui nous a quitté dernièrement et qui a fait de tout son mieux pour nous aider à réaliser ce travail.

Qu'ALLAH lui réserve une récompense exempte de rappel au paradis où coulent des ruisseaux.

Résumé:

La pollution de l'environnement est l'un des problèmes majeurs et urgents de ce temps, du fait que cette pollution est liée principalement aux rejets industriels. L'industrie des hydrocarbures est un secteur très important et la pollution générée par ces différents activistes constitue une menace permanente de dégradation de l'environnement.

L'objectif de notre travail consiste à l'étude descriptive de la station déshuilage de la zone HBK et analyse des eaux industrielles pour pouvoir juger de la qualité d'une eau et son degré de pollution avant qu'elle soit évacuée à la nature. Pour cela, nous avons effectué une études descriptive de procédé de déshuilage des eaux issues du centre de production ainsi que prise des échantillons de ces eaux à l'entrée et à la sortie de la station de déshuilage HBK pour s'enquérir de sa performance.

Mots clés: Procédé de station de déshuilage, Analyse des eaux, sonatrach Haoud Berkaoui, Industrie des hydrocarbures, pollution, Eaux industrielles.

Abstract:

Environmental pollution is one of the major and urgent problems of our time, as this pollution is mainly linked to industrial discharges. The hydrocarbon industry is a very important sector and the pollution generated by these various activists constitutes a permanent threat to environmental degradation.

The objective of our work is to carry out a descriptive study of the oil removal station in the HBK zone and analyze industrial water in order to assess the quality of water and its degree of pollution before it is discharged into nature. For this, we carried out a descriptive study of the oil removal process for water from the production center as well as taking samples of this water at the entrance and exit of the HBK oil removal station to inquire about its performance.

The Keywords: De-oiling station process, Water analysis, sonatrach Haoud Berkaoui, Hydrocarbons industry, pollution, Industrial waters.

المخلص:

تلوث البيئة هو أحد المشاكل الرئيسية والعاجلة في هذا الوقت، نظرًا لأن هذا التلوث مرتبط بشكل رئيسي بالمخلفات الصناعية. صناعة الهيدروكربونات هي قطاع مهم جدًا والتلوث الناتج عن هذه الأنشطة المختلفة يشكل تهديدًا دائمًا لتدهور البيئة.

هدف عملنا هو دراسة وصفية لمحطة إزالة الزيت في منطقة HBK وتحليل المياه الصناعية لتحديد جودة الماء ودرجة التلوث قبل إخراجها إلى الطبيعة. لذلك، قمنا بإجراء دراسات وصفية لعملية إزالة الزيت من المياه الصادرة عن مركز الإنتاج وأخذ عينات من هذه المياه عند مدخل ومخرج محطة إزالة الزيت HBK للاستفسار عن أدائه.

الكلمات المفتاحية: عملية محطة إزالة الزيوت، تحليل المياه، سوناطراك حوض بركاوي، صناعة المحروقات، التلوث، المياه الصناعية.

Liste des abréviations

SONATRACH : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures.

DBO5: Demande biochimique en oxygène de cinq jours.

DCO: demande chimique en oxygène.

MES: matière en suspension.

HBK: Haoud Berkaoui.

BKH: Benkahla.

GLA: Guellala.

CFPA: compagnie française de Pétrole Algérien.

PPH: Puits production d'huile.

PPE: Puits production d'eau.

CPI: Corrugated Plate Interceptor.

PH: Potentiel d'Hydrogène.

HC: Hydrocarbure.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique.

O₂ dissous : Oxygène dissous.

PPE : Puits production d'eau.

P.P.m : Partie par million.

TAG : Trias Argilo Graisseux.

Liste des figures :

figure	page
Figure 1 : la particule d'eau	6
Figure 2 : Les différentes dispositions des molécules d'eau dans ses trois états	11
Figure3 : le cycle de l'eau	11
Figure4 : La pollution ponctuelle	15
Figure5 : Coagulation-Floculation	25
Figure 6 : Situation géographique de Haoud Berkaoui	29
Figure 7 : centre de haoud berkaoui	30
Figure 8 : Schéma représentatif d'une station de déshuilage en HBK	31
Figure 9 : Schéma du procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de H.B.K.	32
Figure 10 : Ballons de flache	33
Figure 11 : Bac tampon	33
Figure 12 : Cuve d'eau traitée	35
Figure 13 : Schéma représentatif d'une station de déshuilage	37
Figure 14 : Variations du pH des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station- HBK.	44
Figure 15 : Variations de MES des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station- HBK.	45
Figure 16 : Variations de la teneur d'hydrocarbures (HC) des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station- HBK.	46
Figure 17 : Variations de température des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station HBK.	46

Liste des tableau :

Tableau	page
Tableau (1) : classification des eaux d'après leur pH	8
Tableau (2) : Une idée de la vitesse de sédimentation de quelques matériaux	23
Tableau (3) : méthode d'analyse pour le contrôle qualité des eaux des stations de Déshuilage	39
Tableau (4) : Matériels et les réactifs utilisés pour mesurer les MES.	40
Tableau (5) : Matériels et les réactifs utilisés pour mesurer le HC	41
Tableau (6) : Les résultats d'analyse d'eau huileuse de station de déshuilage HBK.	42

Remercement

Didicase

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableau

Introduction générale 2

Partie Théorique

Chapitre I Généralité Sur L'eau

I.1. Introduction	6
I.2. Définition de L'eau	6
I.2.1. L'eau brute	7
I.2.2. L'eau distillée	7
I.2.3. L'eau potable	7
I.2.4. Les Paramètres De L'eau de Consommation	7
I.2.4.1. Les Paramètres Organoleptiques	7
I.2.4.2. Les paramètres physico-chimiques	8
I.3. Les Etats Physiques de L'eau	10
I.3.1. L'état liquide	10
I.3.2. L'état solide	10
I.3.3. L'état vapeur :	10
I.4. Le Cycle De L'eau	10
I.4.1 La stagnation de l'eau dans les réservoirs naturels	11
I.5 Les Propriétés de L'eau	12
I.5.1. Les propriétés physiques	12
I.5.1.1. La masse volumique	12
I.5.1.2. La viscosité	12
I.5.1.3. Les propriétés thermiques	13

I.5.1.3.1. La chaleur massique (ou capacité thermique massique)	13
I.5.1.3.2. Les chaleurs latentes (les enthalpies)	13
I.5.1.4. Les propriétés électriques	13
I.5.1.4.1. La constance diélectrique	13
I.5.1.4.2. La conductivité électrique de l'eau	13
I.5.1.5. Les propriétés optiques	13
I.5.1.6. La tension superficielle	14
I.5.2. Les propriétés chimiques de l'eau	14
I.6. Les Ressources de L'eau Dans La Nature	14
I.7. La Pollution de L'eau	14
I.7.1. Selon la répartition géographique	14
I.7.1.1. La pollution diffuse	14
I.7.1.2. La pollution ponctuelle	15
I.7.2. Différents types de pollution engendrée par les rejets industriels liquides	15
I.7.2.1. Pollution organique	15
I.7.2.2. Pollution minérale	16
I.7.2.3. Pollution chimique	16
I.7.2.4. Pollution thermique	17
I.7.2.5. Pollution mécanique	17
I.7.2.6. Pollution par les hydrocarbures	17
I.8. Les Maladies à Transmission Hydrique	17
I.8.1. Les maladies d'origine bactérienne	17
I.8.1.1. Le choléra	17
I.8.2. Les maladies d'origine virale	18
I.8.2.1. Hépatite A	18
I.8.3. Les maladies d'origine parasitaire	18
I.8.3.1. Campylobacter	18
I.9. L'objectif de traitement des eaux usées	18

Chapitre II : les étapes et procédés de traitement des eaux

II.1. Introduction	20
II.2. L'objectif du Traitement	20
II.3. Les Etapes de Traitement des Eaux	20
II.3.1. Le prétraitement	20
II.3.1.1. Fosse à bâtard	22
II.3.1.2. Le dégrillage	22
II.3.1.3. La dilacération	22
II.3.1.4. Le dessablage	22
II.3.1.5. Le dégraissage-déshuilage	23
II.3.1.6. Le débouage	23
II.3.1.7. Le tamisage	24
II.3.2. Le traitement primaire	24
II.3.3. Le traitement secondaire (traitement physico-chimique)	24
II.3.3.1. La coagulation-floculation	24
II.3.3.2. La décantation	25
II.3.4. Les Traitements tertiaire	26
II.3.4.1. Réutilisation des eaux usées traitées	26

Chapitre III : Partie Pratique

Partie 1 : Station de Déshuilage champ Haoud Berkaoui

I.1. Introduction	28
I.2. Présentation De La Région	28
I.2.1. Situation géographique	28
I.3. Historique et Présentation de la Région HBK :	29
I.4. Descriptif du champ de Haoud Berkaoui	30

I.5. Les infrastructures de la protection de l'environnement existant dans la région	30
I.5.1. Station de déshuilage	30
I.5.2. Normes de rejet	31
I.5.3. Schéma du procédé de traitement	31
I.6. Equipement de traitement	33
4. Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112.1/2	36
5. Station de préparation et dosage du polyélectrolyte MS-113.1/2	37
Partie 2 : Matériel et méthodes	
II.1. Introduction	39
II.2. Mesures in situ	39
II.3. Mesures au laboratoire	39
II.3.1. Procédure d'analyse des eaux (MES)	39
II.3.2. Matériels et les réactifs utilisés	40
II.3.3. Mode opératoire	40
II.4. Détermination de la teneur des hydrocarbures (HC)	41
II.4.1. Méthode Spectrophotométrique	41
II.4.2. Matériels et les réactifs utilisés	41
II.4.3. Mode opératoire	41
II.4.3.1. Dilution de la prise d'échantion	41
II.4.3.2. Extraction et décantation	41
II.4.3.3. Mesure de la concentration des hydrocarbure extraits (par le spectrophotomètre DR2000)	42
□ Résultats et discussion	42
1. Résultats d'analyses des eaux huileuses	42
2. Evaluation de la qualité de l'eau produite	43
Conclusion générale	49
Références	51

Introduction générale

Introduction générale

A la fin du siècle dernier, le nombre de personnes qui n'avaient pas accès à l'eau potable était estimé à 1,1 milliards soit 1/6 de la population mondiale. **(1)**

L'augmentation de la population et de l'industrialisation dans de nombreux pays émergents ont conduit à une augmentation régulière des besoins en eau potable. Ce qui était autrefois considéré comme un problème exclusif du tiers monde, la problématique de l'eau potable s'est désormais généralisée, au point que les pays développés comme les Etats-Unis et l'Australie ne négligent plus la préservation de cette ressource naturelle. Le principal obstacle à l'accès à l'eau potable est dû à une répartition inégale à travers le monde, mais également à une pollution continue des sources d'eau par l'industrie, l'agriculture et les rejets urbains. **(2)**

Les réserves souterraines, nappes ou gisement n'existent pas partout où elles sont surexploitées ou même pollués.

Les besoins actuels ne sont donc assurés que par le recours à autres sources en eaux, les eaux superficielles, les eaux de mer et les eaux saumâtres qui sont plus au mois polluées et salées.

L'eau de consommation doit répondre aux normes de potabilité. Et afin d'utiliser les différentes catégories d'eaux précitées et de les rendre potables on doit faire appel à un traitement.

Les procédés mécaniques et physiques comme le dégrillage, le dessablage et les traitements biologiques par boues activées ont permis d'éliminer une grande partie des matières contenues dans l'eau. Mais après ces opérations l'eau contient toujours une quantité des substances composées de matière en suspension, de colloïdes et des particules très fines difficilement décantables.

Les propriétés visuelles de l'eau, telles que la turbidité et la couleur, sont généralement influencées par la présence de particules colloïdales. Ces particules sont extrêmement petites et peuvent demeurer en suspension dans l'eau pendant de longues périodes, même à travers un filtre fin. Elles sont également très stables, ce qui les empêche de s'agglomérer ou de s'attacher les unes aux autres. **(1)**

Les procédés de coagulation-floculation et décantation sont utilisés pour éliminer les particules en suspension dans un liquide. La coagulation vise principalement à stabiliser ces particules en favorisant leur agglomération, grâce à l'injection et à la dispersion de produits chimiques. La floculation, quant à elle, consiste à faciliter les contacts entre les particules déstabilisées à l'aide d'un mélange approprié. Cette étape permet la formation d'un floc, qui peut être facilement éliminé par décantation. En somme, ces procédés sont essentiels pour purifier l'eau et d'autres liquides en éliminant les particules en suspension. **(1) (3)**

L'objectif général de notre travail est de présenter une étude générale descriptive de la station de déshuilage des eaux de rejets durant toutes les étapes du traitement.

Pour ce faire, ce présent travail est subdivisé principalement en quatre grands chapitres :

Partie Théorique

-Le chapitre I : Un aperçu général sur les eaux (définition, caractéristiques, état physique etc...).

-Le chapitre II : les étapes et procédés de traitement des eaux.

Le chapitre III : Partie Pratique

-Partie 1 : Station de Déshuilage champ "**Haoud Berkaoui**".

-Partie 2 : Matériel, méthodes, Résultats et discussion.

Partie Théorique

Chapitre I :

Généralité Sur L'eau

I.1. Introduction :

(A partir de l'eau nous avons constitué toute chose vivante) ainsi s'exprimait le livre saint de l'islam, le coran, sourate des Prophètes (v.30) rien de plus explicite que ce verset pour confirmer que la vie n'est possible qu'en présence de point d'eau potable.

"L'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie" a dit avec beaucoup de perspicacité Antoine de Saint-Exupéry, cet écrivain français dans son livre " terre des hommes ".

Cette nécessité de l'eau pour l'homme se traduit dans ses besoins alimentaires ainsi que dans toutes ses activités industrielles et agricoles.

Les ressources en eau se raréfient et leurs traitements deviennent de plus en plus difficiles et coûteux. Les maladies, l'insalubrité et bien d'autres maux freinent la marche rigoureuse vers le développement. (4)

I.2. Définition de L'eau :

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C (212°F) et solide en dessous de 0°C (32°F). Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. (5)

La représentation de la molécule d'eau sous sa forme compacte donne une image de la forme réelle de la molécule et de l'encombrement des atomes qui la constituent. (6)

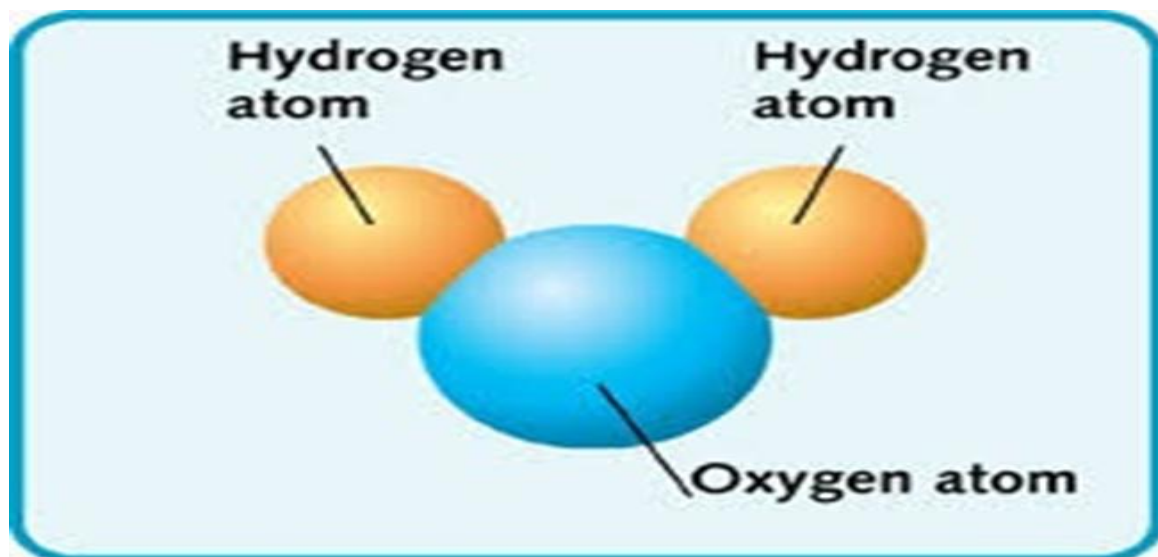


Figure 1 : la particule d'eau

L'eau se trouve presque partout sur la Terre et est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la Terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. (5)

Le terme eau dérive du latin aqua. Ce dernier a été ensuite repris pour former quelques mots comme aquarium, un mélange aqueux.

Suivant la composition chimique de l'eau qui induit son origine ou son usage, on précise :

- Eau brute, eau potable, eau minérale, eau de source, eau de mer, eau douce, eau de pluie, eau du robinet, eau gazeuse...
- En chimie, on parle d'eau lourde, eau dure, eau distillée. (7)

I.2.1. L'eau brute :

L'eau brute est une eau non traitée n'ayant pas encore été introduite dans le réseau de distribution. (8)

I.2.2. L'eau distillée :

L'eau distillée est une eau qui a subi une distillation. C'est donc une eau libérée de tous ses minéraux et de ses microorganismes.

I.2.3. L'eau potable :

L'eau potable est une eau brute, qui a subi des traitements avant sa distribution. (9)

On appelle aussi une eau de consommation qui peut être définie en ce qui concerne l'OMS comme une eau ne contenant en quantité dangereuse, ni substances chimiques, ni des germes nocifs à la santé de consommateur. (10)

La qualité de l'eau ne doit pas nuire à la santé du consommateur. Elle doit être conforme à la réglementation sanitaire. (11)

I.2.4. Les Paramètres De L'eau de Consommation :

I.2.4.1. Les Paramètres Organoleptiques :

A. La Couleur :

Une eau destinée à la consommation se doit d'être incolore. Toute coloration peut en effet laisser présumer d'une pollution et provoquera de toute façon la méfiance du consommateur. Certaines eaux, claires au départ, peuvent par la suite prendre des teintes variables, compte tenu des réactions d'oxydation susceptibles de se produire au contact de l'air. (12)

B. La Turbidité :

La turbidité d'eau est l'inverse de sa transparence. Elle est due à la présence de matière en suspension. Le MES ne doit pas dépasser 1mg/l dans l'eau potable. (10)

La turbidité est mesurée par la diffusion d'un faisceau lumineux traversant l'eau. (13)

C. L'odeur et saveur :

Ces deux paramètres constituent les contrôles de base pour juger de la qualité d'une eau de consommation. Une eau potable doit être libre de toute odeur ou saveur. Signalons que les traitements nécessités par l'élimination de celles - ci sont délicats et coûteux. (12)

I.2.4.2. Les paramètres physico-chimiques :

A. Le pH

Le potentiel Hydrogène, ou pH, est une mesure de la concentration d'ions H^+ dans l'eau, qui reflète l'équilibre entre acide et base sur une échelle allant de 0 à 14. Un pH de 7 indique la neutralité. Ce paramètre est crucial pour caractériser de nombreux équilibres physico-chimiques, et peut être influencé par plusieurs facteurs, notamment l'origine de l'eau.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neuter
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Tableau 1 : classification des eaux d'après leur pH (14)

B. Température :

La température de l'eau est un facteur clé pour assurer le confort des utilisateurs, que ce soit dans une piscine, un bain ou un spa. En outre, elle joue un rôle important dans la correction des paramètres d'analyse, tels que la conductivité, qui sont directement liés à la température. En mesurant les différences de température de l'eau à différents endroits, il est également possible d'obtenir des informations sur la provenance et le flux de l'eau. Pour obtenir une mesure précise, la température doit être mesurée directement sur place. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH sont généralement équipés d'un thermomètre intégré pour garantir une mesure fiable.

C. La dureté :

La dureté de l'eau est due à la présence des ions de calcium Ca^{2+} et des ions de magnésium Mg^{2+} . La dureté provoque l'entartrage des conduites. (13)

La mesure de la dureté de l'eau porte le nom de titre hydrométrique. On l'exprime en degré français sachant qu'un degré équivalent à 10 mg de carbonate de calcium par litre.

D. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent ou urbain ou même industriel. D'autre part, la connaissance de ce paramètre renseigne sur les possibilités épuratoires de certains ouvrages de traitement, décanteurs par exemple, et intervient dans l'évaluation de la production des boues en excès.

Théoriquement, Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. En fait, les limites séparant les trois états sont indistinctes et seule la normalisation de la méthode d'analyse permet de faire une distinction précise mais conventionnelle.

E. Micropolluants :

Les micropolluants présents dans les eaux usées se divisent en deux grandes catégories : les micropolluants minéraux et les micropolluants organiques. Parmi les micropolluants minéraux, les métaux lourds sont les plus nocifs. On peut les trouver sous forme de métal, souvent en association avec d'autres éléments tels que le cuivre, le nickel, le zinc, le plomb, le mercure et le sélénium. Les sources de ces métaux lourds peuvent être d'origine naturelle, comme l'érosion des sols ou les éruptions volcaniques, ou bien anthropogéniques ou feux de forêts, comme la production d'énergie par combustion ou l'incinération des déchets. Quelle que soit leur origine, ces micropolluants ont des effets négatifs sur la qualité de l'eau et sur la santé humaine. (15)

Le plomb : le plomb est un constituant naturel mineur, il peut être présent sous forme de carbonates, de phosphates, mais surtout de sulfure.

Le zinc : Le zinc est un élément chimique que l'on retrouve couramment dans la nature. En effet, il se trouve souvent dans les roches, notamment sous forme de sulfure.

Le cuivre : Le cuivre est un métal qui se trouve naturellement sous forme de minerais de cuivre natif, oxydés ou sulfurés. Utilisé en métallurgie, il est présent dans de nombreux alliages. Cependant, même à faible concentration de 1 mg/l, le cuivre peut perturber l'épuration des eaux résiduaires par des boues activées. De plus, à des teneurs plus élevées de 100 mg/l, le cuivre peut également affecter la digestion des boues.

Le mercure est un métal toxique qui peut être présent dans les sols à des concentrations variables allant de 0,01 à 20 mg/Kg. Cette présence peut être due à une contamination naturelle des sols par le mercure présent dans l'environnement, mais également à une contamination industrielle.

F. La minéralisation et la conductivité :

La minéralisation de l'eau est de la concentration en sels dissous principalement le calcium, le magnésium. La conductivité, ou son inverse la résistivité sont des paramètres dont la valeur est fonction de la teneur en ions dans l'eau.

En principe la conductivité d'une eau potable doit être comprise entre 180 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.

I.3. Les Etats Physiques de L'eau :**I.3.1. L'état liquide :**

L'eau liquide est un fluide naturellement transparent qui a la particularité de couler. Contrairement à la glace ou à la vapeur, l'eau liquide n'a pas de forme propre et ne peut être capturée ou contenue aisément.

Au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1 atmosphère. **(16)**

I.3.2. L'état solide :

Les atomes qui composent un solide sont liés par des forces attractives intenses. Cette forte interaction rend le solide résistant à toute tentative de déformation sous contrainte et lui confère ainsi une forme fixe.

De même que dans les liquides, l'attraction s'exerçant entre les différents atomes assure. Une cohésion forte. Les atomes du solide forment une phase condensée, difficilement compressible. **(18)**

I.3.3. L'état vapeur :

Il est obtenu à partir de 100°C à la pression atmosphérique ; les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire. **(16)**

L'humidité de l'air provient de l'évaporation des mers et eaux douces et de l'évapotranspiration des plantes. On pourra alors la trouver aussi sous forme de nuages puisqu'il s'agit là d'un amas de gouttelettes. **(17)**

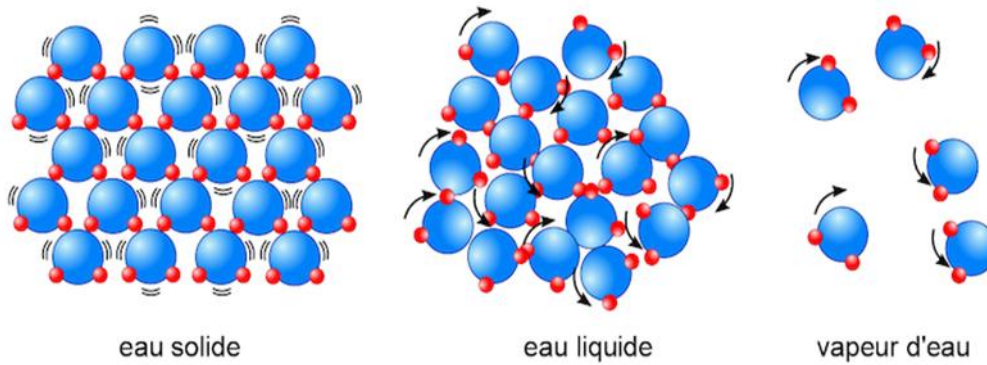


Figure 2 : Les différentes dispositions des molécules d'eau dans ses trois états

I.4. Le Cycle De L'eau :

Sur terre, l'eau est présente sous diverses formes, telles que les nuages, la pluie, les rivières et les océans. Elle suit un cycle continu, passant de la mer à l'atmosphère, puis de l'atmosphère à la terre, pour finalement retourner à la mer. Tous les milieux aquatiques, tels que les lacs, les rivières, les mers et les nappes souterraines, sont interconnectés au sein d'un même bassin durant ce cycle. (19)

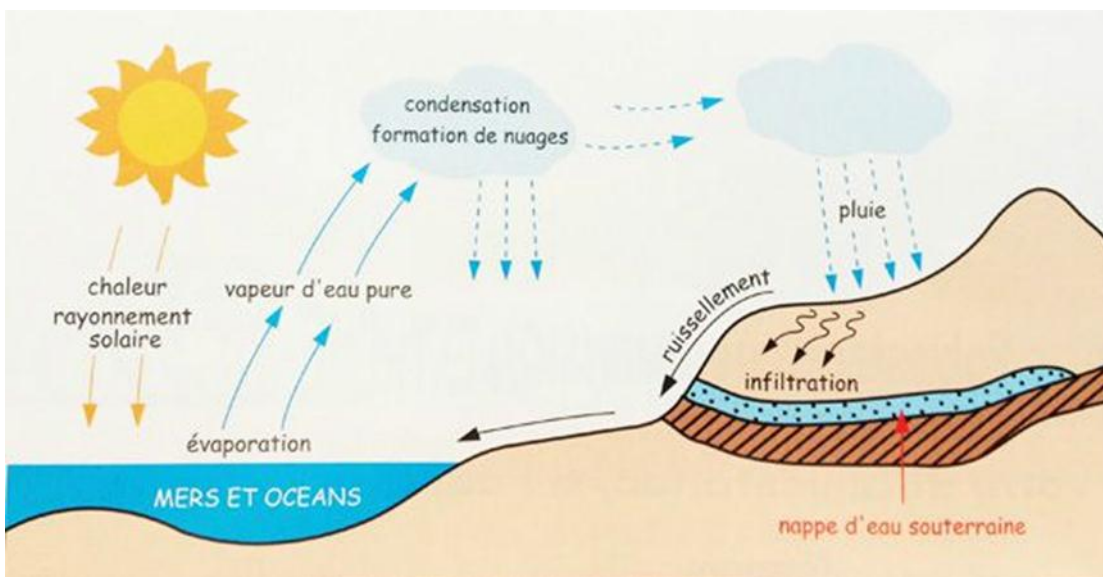


Figure3 : le cycle de l'eau

I.4.1 La stagnation de l'eau dans les réservoirs naturels :

Au cours de son cycle, l'eau circule à travers différents réservoirs naturels où elle peut rester immobile pendant une période plus ou moins longue avant de poursuivre son parcours jusqu'aux mers et aux océans. Ce temps d'immobilisation est appelé le temps de résidence de l'eau, qui peut varier en fonction du type de réservoir traversé. (18)

- Atmosphère: 8 jours

- Rivières: quelques jours
- Lacs: 17 Ans
- Nappes souterraines : de quelques jours à plusieurs milliers d'années
- Ocean: 2500 Ans
- Glacier: plusieurs milliers d'années

I.5 Les Propriétés de L'eau :

Même si l'eau est un liquide inodore, incolore et sans saveur, d'autres propriétés physiques ou chimiques lui confèrent des qualités qu'il faut connaître pour comprendre mieux le rôle fondamental que joue cette molécule sur notre planète aussi bien comme facteur essentiel pour les écosystèmes que comme élément vital pour les êtres vivants.

I.5.1. Les propriétés physiques :

Une propriété physique est une propriété qui se manifeste ou que l'on observe sans que la nature d'une substance ne soit modifiée,

Parmi les propriétés physiques les plus intéressants pour le traitement de l'eau sont les suivants :

I.5.1.1. La masse volumique :

La masse volumique, dont le symbole est ρ (rhô), est une propriété caractéristique qui représente la quantité de matière (masse) se trouvant dans un espace (une unité de volume) donné.

I.5.1.2. La viscosité :

Tous les fluides possèdent une caractéristique physique appelée la viscosité, qui résulte de la collision des particules de fluide se déplaçant à des vitesses différentes, créant ainsi une résistance à leur mouvement. Lorsqu'un fluide est contraint à travers un tube, les particules du fluide bougent plus rapidement près de l'axe longitudinal du tube, mais plus lentement près des parois. Par conséquent, pour surmonter la résistance de friction entre les couches de liquide, une contrainte de cisaillement, telle qu'une différence de pression, doit être appliquée pour permettre au fluide de continuer à se déplacer à travers le tube. En d'autres termes, la contrainte de cisaillement est nécessaire pour vaincre la force de la viscosité et permettre au fluide de se déplacer dans le tube.

I.5.1.3. Les propriétés thermiques :**I.5.1.3.1. La chaleur massique (ou capacité thermique massique) :**

La chaleur massique (ou capacité thermique massique) d'une substance, désignée par la lettre c , est une propriété caractéristique. Elle donne la capacité précise de cette substance d'absorber ou de dégager de la chaleur

I.5.1.3.2. Les chaleurs latentes (les enthalpies) :

La chaleur latente de transformation est la quantité de chaleur nécessaire pour effectuer le changement d'état de l'unité de masse portée au préalable à la température associée à la pression régnante. Cette chaleur est libérée lors du passage à l'état condensé. (20)

Les enthalpies de transformation sont pour la fusion de $334 \text{ (KJ. Kg}^{-1}\text{)}$ et pour la vaporisation de $2259 \text{ (KJ.Kg}^{-1}\text{)}$ à la pression normale et à 100°C .

I.5.1.4. Les propriétés électriques :**I.5.1.4.1. La constance diélectrique :**

Le constant diélectrique élevé de l'eau explique pourquoi les substances qu'elle dissout facilement se retrouvent fréquemment sous forme d'ions. (21)

Il est de l'ordre de 80 farads stérassions par mètre. (22)

I.5.1.4.2. La conductivité électrique de l'eau :

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Elle est exprimée en micro - Siemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$). La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'estimer la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium ...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. (12)

I.5.1.5. Les propriétés optiques :

La vitesse de la lumière dans le vide est une constante universelle, notée c , qui équivaut à environ $299\,792,458 \text{ km/s}$. Toutefois, lorsqu'une onde lumineuse traverse un milieu matériel dense, comme l'eau liquide, sa vitesse se réduit par rapport à sa vitesse dans le vide, créant un indice optique n défini comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et dans le milieu traversé. Cette modification de la vitesse de la lumière entraîne deux phénomènes à l'interface des deux milieux : la réflexion et la réfraction. Une fois dans l'eau, la lumière se déplace en ligne droite, mais perd de l'énergie par absorption. La présence de particules dans l'eau, telles que le plancton et les limons, ainsi que les molécules d'eau elles-mêmes, provoquent également une diffusion de la lumière. (23)

I.5.1.6. La tension superficielle :

La tension superficielle de l'eau est la propriété de la surface d'un liquide qui lui permet de résister à une force extérieure, en raison de la nature cohésive des molécules d'eau. La tension superficielle de l'eau est d'environ 72,8 mN/m à température ambiante : elle est l'une des tensions superficielles les plus élevées pour les liquides.

I.5.2. Les propriétés chimiques de l'eau :

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments. De ce fait, elle peut attaquer les parois d'un récipient qui la contient, sculpter des paysages. Elle peut aussi dissoudre des gaz présents dans l'air comme le gaz carbonique ou l'oxygène (oxygène dissous)

Le processus de dissolution d'une substance est une destruction de sa cohésion interne, cohésion qui due à des forces :

- Interatomiques : liaisons chimiques fortes (liaisons de covalences (entre atomes), liaisons d'électrovalence ou ioniques (atome-électrons)).
- Intermoléculaires : liaisons de cohésion entre molécules (liaison hydrogène). (16)
- De faibles forces attractives (Van der Waals) qui assurent la liaison générale de l'ensemble. (24)

I.6. Les Ressources de L'eau Dans La Nature :

L'eau recouvre à peu près les trois quarts de la surface terrestre. Elle existe dans l'atmosphère et sous la terre. Elle est principalement dans les océans mais on la retrouve aussi dans les rivières, les lacs, la neige et les glaciers. Par ailleurs, nous retrouvons au-delà de 99 % de l'eau potable dans les glaciers, les champs de glace ou sous terre.

I.7. La Pollution de L'eau :

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré.

I.7.1. Selon la répartition géographique :**I.7.1.1. La pollution diffuse :**

La pollution diffuse est une pollution des eaux du non pas à des rejets ponctuels et identifiables, mais à des rejets issus de toute la surface d'un territoire et transmis aux milieux aquatiques de façon indirecte, par ou à travers le sol, sous l'influence de la force d'entraînement des eaux en provenance des précipitations ou des irrigations. Les pratiques agricoles sur la surface cultivée peuvent être à l'origine de pollutions diffuses par entraînement de produits polluants dans les eaux qui percolent ou ruissellent.

La pollution diffuse est d'autant plus préjudiciable que le nombre de sites concernés (à l'origine des pollutions) est important. Se dite aussi pollution dispersée.

Du point de vue de la réglementation, on entend par " pollution diffuse " d'une nappe d'eau souterraine toute pollution dont l'origine ne peut être localisée en un point précis mais procède d'une multitude de points non dénombrables et répartis sur une surface importante.

I.7.1.2. La pollution ponctuelle :

La pollution ponctuelle (directe) est la pollution qui provient d'un point unique et identifiable, par exemple, l'effluent d'une usine. Ce type de pollution est le plus connu et souvent le plus polluant à court terme.

Les émissions de ce type de pollution sont généralement beaucoup plus polluantes que celles produites par la pollution diffuse. (25)

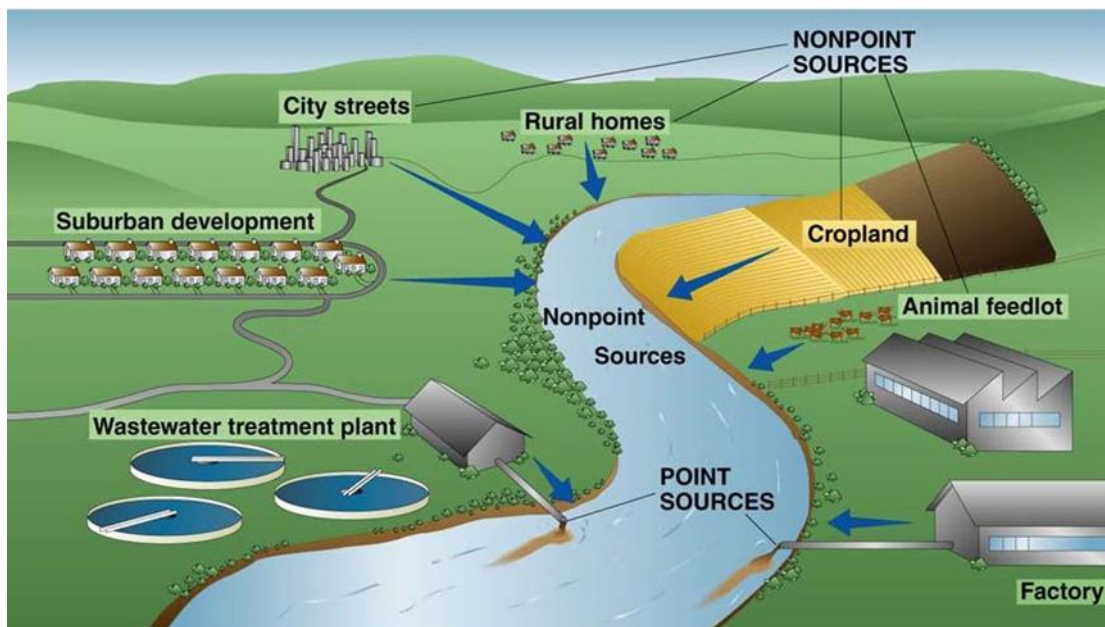


Figure4 : La pollution ponctuelle (37)

I.7.2. Différents types de pollution engendrée par les rejets industriels liquides :

I.7.2.1. Pollution organique :

La pollution organique se réfère à un type de pollution chimique qui est causé par les polluants à base de carbone, tels que la matière organique (tels que le lisier et les boues d'épuration), les organochlorés (comme le DDT) ou encore les polychlorobiphényles (PCB).

Lorsque les polluants proviennent de matière organique, ils peuvent augmenter la turbidité de l'eau et causer l'eutrophisation, un phénomène qui diminue la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. Ces modifications environnementales ont des impacts significatifs sur les populations d'un écosystème, comme la disparition d'espèces et la prolifération d'autres espèces.

Les effets des autres polluants organiques sont très variables suivant leur nature, certains étant très biodégradables (carbamates), d'autres persistants (dioxines).

I.7.2.2. Pollution minérale :

La pollution minérale c'est à dire l'excès d'ions minéraux de l'eau peut également avoir des conséquences sur les êtres vivants.

Lorsque la quantité de plomb présent dans les produits de consommation courante augmente de manière inattendue, cela peut causer de graves intoxications. Ces dernières se manifestent par des problèmes de digestion ainsi que des troubles du système nerveux. Chez les enfants, ces troubles peuvent être particulièrement dangereux et même entraîner la mort. Cette condition est connue sous le nom de Saturnisme.

Le chrome est une substance connue pour être mutagène pour l'ADN nucléaire et mitochondrial. Cela signifie qu'elle peut provoquer des mutations dans les gènes présents dans ces types d'ADN, ce qui peut avoir des effets néfastes sur les cellules et les organismes.

Lorsque les eaux des lacs contiennent une quantité excessive de phosphore, cela peut causer la prolifération incontrôlée d'une seule espèce de phytoplancton. Cette prolifération peut alors empêcher la croissance d'autres êtres vivants dans le lac, dégradant ainsi la qualité de l'eau de manière irréversible.

Le fluor est couramment utilisé pour prévenir les caries dentaires, mais il est important de noter qu'il peut avoir des effets négatifs sur la santé à des concentrations élevées. À partir d'une concentration de 3 mg/L, le fluor peut provoquer des anomalies de l'émail dentaire. De plus, une consommation excessive d'eau contenant 12 mg/L de fluor peut entraîner des problèmes d'ossification chez les êtres humains, en particulier chez les jeunes enfants dont les os sont encore en développement. Il est donc important de consommer le fluor avec modération et de surveiller les concentrations dans les sources d'eau potable pour éviter tout risque pour la santé.

La consommation excessive d'aluminium peut avoir de graves conséquences pour la santé humaine. En effet, elle peut causer divers problèmes tels que l'anémie, l'ostéomalacie qui se manifeste par une fragilité osseuse, l'intolérance au glucose, ainsi que des arrêts cardiaques. En outre, l'exposition à l'aluminium peut également augmenter les risques de développer des maladies plus graves telles que l'encéphalopathie des dialysés ou encore la maladie d'Alzheimer. Il est donc important de prendre des mesures pour limiter l'exposition à l'aluminium et de veiller à maintenir une consommation modérée.

I.7.2.3. Pollution chimique :

La pollution chimique est une pollution générée par la présence dans l'environnement de substances chimiques suite aux activités humaines – agricoles, industrielles ou urbaines. On retrouve ainsi dans cette classe de polluants les pesticides, perturbateurs endocriniens, plastiques, résidus de médicaments et autres polluants émergents... Ne pouvant être éliminés par l'écosystème, ces polluants impactent aussi bien l'humain que la faune et la flore. Les pollutions chimiques les plus fréquemment observées découlent de l'utilisation d'hydrocarbures, de solvants ou de pesticides ; mais il faut également ajouter les polluants gazeux qui altèrent l'atmosphère et la couche d'ozone, accélérant ainsi le dérèglement climatique

I.7.2.4. Pollution thermique :

La pollution thermique par l'élévation de la température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il s'ensuit qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution.

I.7.2.5. Pollution mécanique :

La pollution mécanique provient de la mise en suspension dans l'eau des fines particules d'origines diverses. Celles-ci colmatent les fonds des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi les échanges possibles entre l'eau et la terre

I.7.2.6. Pollution par les hydrocarbures :

Les hydrocarbures sont des composés qui ont tendance à être peu solubles dans l'eau et qui sont difficilement biodégradables. Leur densité est également plus faible que celle de l'eau, ce qui les fait flotter à la surface.

De plus, leur vitesse de propagation dans le sol est beaucoup plus rapide que celle de l'eau (sont 5 à 7 fois supérieure à celle de l'eau), ce qui les rend particulièrement dangereux pour les nappes aquifères. En surface, ces composés peuvent former un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère. (25)

La mer Méditerranée est considérée comme l'une des voies navigables les plus actives au monde, Les navires citernes de pétrole et de gaz, les plus gros porte-conteneurs et les navires transportant des matières premières comme le minerai et le charbon naviguent tous à proximité des côtes des pays du pourtour méditerranéen Les hydrocarbures, transportés par la mer et utilisés comme combustible par les navires, posent inévitablement des risques environnementaux pour la région. Des mesures efficaces sont de ce fait nécessaires pour prévenir la pollution par les hydrocarbures puisque ce type d'incident est susceptible de provoquer des catastrophes environnementales qui peuvent persister pendant des dizaines d'années. (26)

I.8. Les Maladies à Transmission Hydrique :

Les maladies transmises par les aliments ou par l'eau, sont parfois appelées intoxication alimentaire sone, généralement causées par la consommation d'aliments ou de boissons contaminés par des bactéries, des parasites ou des virus.

I.8.1. Les maladies d'origine bactérienne :**I.8.1.1. Le choléra :**

Maladie infectieuse contagieuse se propageant sous forme d'épidémies essentiellement par l'intermédiaire de l'eau, due à une toxine bactérienne et caractérisée par une diarrhée aiguë généralement sévère. La bactérie responsable du choléra est le vibron cholérique. La transmission se fait par contact direct, ou indirectement par la nourriture et surtout par l'eau de boisson contaminée par des bactéries provenant des selles de malades. (27)

I.8.2. Les maladies d'origine virale :**I.8.2.1. Hépatite A :**

L'hépatite A est une inflammation du foie dont l'évolution peut être bénigne ou grave.

Le virus de l'hépatite A (VHA) se transmet par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés ou par contact direct avec une personne infectée.

I.8.3. Les maladies d'origine parasitaire :**I.8.3.1. Campylobacter :**

L'infection à Campylobacter est causée par un groupe de bactéries du genre Campylobacter. On trouve ces bactéries partout dans le monde. Elles se logent dans l'intestin des humains et des animaux infectés. Elles causent une maladie gastro intestinale et sont excrétées dans les fèces. S'agit de l'une des causes les plus communes de la diarrhée.

I.9. L'objectif de traitement des eaux usées :

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

A cet égard, le traitement des eaux résiduaires le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

Les stations de traitement des eaux usées ont pour but de réduire la pollution de l'eau en éliminant les contaminants et les déchets présents dans les eaux usées. Peu importe le type de traitement utilisé, les stations d'épuration permettent de réduire la quantité de matières organiques et de solides en suspension dans l'eau, ainsi que les substances chimiques potentiellement dangereuses pour les cultures et les micro-organismes pathogènes qui peuvent représenter un risque pour la santé publique.

Chapitre II : les étapes et procédés de traitement des eaux

II.1.Introduction :

Il est important de comprendre que toutes les sources d'eau naturelles ne sont pas sûres à boire. Même si l'eau semble propre et limpide, elle peut contenir diverses substances inertes et vivantes, certaines desquelles peuvent être dangereuses pour la santé humaine. Ces substances peuvent provenir de l'environnement dans lequel l'eau évolue ou des rejets de certaines activités humaines.

L'eau est un vecteur commun pour de nombreuses maladies, il est donc crucial de la traiter avant de la consommer. Pour obtenir une eau propre et sûre à boire, plusieurs types de traitement doivent être appliqués seuls ou en combinaison. Cela permettra d'obtenir des résultats allant d'un liquide clair et limpide pour la consommation humaine à une eau extra pure.

II.2. L'objectif du Traitement :

Il existe plusieurs critères à prendre en compte pour assurer une distribution d'eau potable de qualité. Tout d'abord, il est essentiel de garantir la santé publique en veillant à ce que l'eau ne contienne pas de substances toxiques (organiques ou minérales) ni d'organismes pathogènes. Ainsi, des normes physico-chimiques et bactériologiques doivent être respectées.

Cependant, il ne suffit pas que l'eau soit pure pour qu'elle soit agréable à boire. Le deuxième critère est donc l'agrément du consommateur. Une eau peut être techniquement potable mais néanmoins désagréable à boire en raison de ses qualités organoleptiques, telles que la couleur, l'odeur et le goût. Il est donc important de prendre en compte ces facteurs pour garantir la satisfaction des consommateurs.

Enfin, la qualité de l'eau doit également prendre en compte la protection du réseau de distribution et des installations des usages. Cela implique de prévenir l'entartrage et la corrosion, qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau et sur les équipements utilisés pour la distribuer.

II.3. Les Etapes de Traitement des Eaux :

Un traitement d'une eau brute destinée à la consommation suit généralement les étapes suivantes :

1. Le prétraitement.
2. Le traitement primaire.
3. Le traitement secondaire (physico-chimique).
4. et le traitement tertiaire. (4)

II.3.1. Le prétraitement :

Le traitement des eaux consiste en plusieurs étapes de prétraitement qui permettent d'éliminer les impuretés et les contaminants de l'eau brute avant de procéder aux étapes de traitement ultérieures.

Voici quelques-unes des étapes courantes du prétraitement des eaux :

- ✓ Fosse à bâtard.
- ✓ Le dégrillage.

- ✓ La dilacération.
- ✓ Le dessablage ($d > 200 \mu$).
- ✓ Le dégraissage-déshuilage.
- ✓ Le débouage ($d < 200 \mu$) et
- ✓ Le tamisage. (20)

II.3.1.1.Fosse à bâtard :

On réalise cette étape pour diminuer la pression exercée par l'eau sur les dégrilleurs. Elle implique la création d'une fosse étanche en amont du courant d'eau brute, afin de permettre l'élimination des dépôts et de séparer les matériaux lourds et de grande taille transportés par l'eau tels que les pierres, les branches d'arbres, les cadavres inertes, etc., qui pourraient entraver les étapes suivantes du processus.

II.3.1.2. Le dégrillage :

Lors de l'opération de dégrillage, les eaux sont filtrées à travers une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les déchets les plus volumineux. Cette technique permet d'éliminer les gros débris tels que les troncs d'arbres, les bidons, ainsi que les déchets de taille plus petite comme les branches, les feuilles et les objets métalliques, qui sont tous regroupés dans la catégorie de "matières grossières". Le dégrillage a pour objectif de protéger les infrastructures situées en aval contre l'accumulation de déchets qui pourraient causer des obstructions dans les différentes parties de l'installation. L'efficacité du dégrillage dépend de l'écartement entre les barreaux de la grille, on peut distinguer :

- Le prédégrillage, pour un écartement supérieur à 40 mm
- Le dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 40 mm
- Le dégrillage fin, pour un écartement inférieur à 10 mm. (29)

Suivant le mode d'élimination des refus, on trouve différents types de grilles :

❖ **Les grilles manuelles** : composées de barreaux le plus souvent inclinés à 60-80° sur l'horizontale, Elles sont réservées pour les petites stations ; le nettoyage quotidien est effectué manuellement à l'aide d'un râteau. (27)

❖ **Les grilles mécaniques** : Pour les grandes stations, on utilise souvent des grilles mécaniques afin d'éviter un colmatage rapide des canalisations. Il y a les grilles courbes et les grilles droites : (27)

• **Les grilles courbes** : Elles sont conseillées pour les installations de moyenne importance avec des eaux pas trop chargées. Le nettoyage se fait à l'aide de deux peignes montés sur un bras tournant autour d'un axe horizontal. (27)

• **Les grilles droites** : Elles sont fortement relevées avec des inclinaisons d'environ 80°. Elles sont fabriquées avec des dispositifs de nettoyage mécanique. (27)

II.3.1.3.La dilacération :

Il s'agit d'une procédure spécifiquement liée aux eaux usées, visant à broyer les solides et à les convertir en particules plus fines qui sont dirigées vers les décanteurs pour faciliter la gestion

des déchets de dégrillage. Les dilacérateurs, qu'ils soient au fil de l'eau ou associés, peuvent être utilisés pour remplacer le dégrillage fin.

L'avantage de cette opération est de :

– Supprimer les sujétions et nuisances découlant de la gestion des déchets du dégrillage.

Les inconvénients de cette opération sont :

– Appareillage cher et délicat nécessitant des interventions fréquentes.

– Risque de colmatage des canalisations et d'engorgement des pompes. **(16)**

II.3.1.4. Le dessablage :

Il est souvent nécessaire de retirer les sables transportés par les eaux usées brutes, car ces particules minérales ont un diamètre supérieur à 0,2 mm et une masse spécifique d'environ 2,65 g/cm³.

L'élimination des sables est une opération indispensable pour:

- Eviter les dépôts dans les canalisations conduisant à leur bouchage.
- Protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion.
- Eviter de perturber les autres stades du traitement (surtout au niveau du réacteur biologique).
- Réduire la production des boues. **(29)**

La méthode employée implique la circulation de l'eau brute à purifier à travers des bassins où la vitesse de circulation est maintenue à environ 0,3 m/s, permettant ainsi l'élimination des sables et des graviers.

La vitesse de sédimentation des particules est fonction de leur nature, de leur diamètre et de la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent.

Tableau N°2: Une idée de la vitesse de sédimentation de quelques matériaux : [13]

<i>Matériaux</i>	<i>Diamètre mm</i>	<i>Masse spécifique g/cm³</i>	<i>Vitesse de sédimentation cm/s</i>
Sable fin	0.02-2	2.65	2.00-100
Limons	0.002-0.02	2.65	0.4-2
Argile	0.002	2.65	0.005-0.04
Matières organiques	0.01-0.4	1.01	0.3-0.2

On distingue deux types de déssableurs suivant la géométrie des bassins ou la circulation du fluide :

- Les déssableurs à canaux gravitaires.
- Les hydrocyclones. (29)

II.3.1.5. Le dégraissage-déshuilage :

Les étapes de dégraissage et de déshuilage ont pour objectif de séparer les huiles et les graisses, qui ont une densité légèrement plus faible que l'eau, de l'effluent brut. Cette procédure est essentielle pour prévenir divers problèmes lors du traitement.

- Les boules graisseuses, diminution des transferts d'oxygène, apparition de bactéries filamenteuses.
- L'endommagement des équipements et des pompes.
- La mauvaise sédimentation dans les décanteurs.
- La surconsommation des produits chimiques lors de la préchloration et coagulation-floculation.
- Le déshuilage par flottation assistée (utilisation de bulles d'air) est généralement abordé.(4)

II.3.1.6. Le débouillage :

Il s'agit d'une procédure habituellement réalisée sur des eaux fortement chargées (dépassant une teneur de 10 g/l en matières en suspension). Cette étape préliminaire vise à éliminer les sables fins et les limons par décantation. Les débouilleurs sont disponibles en plusieurs formes telles que rectangulaires ou circulaires, avec ou sans racleurs pour faciliter le processus.

II.3.1.7. Le tamisage :

Ce processus est un fin dégrillage qui est utilisé pour le traitement des eaux usées contenant de petites particules en suspension. Le tamisage est une méthode de filtration qui utilise une toile et peut être utilisé dans différents domaines de traitement de l'eau. En fonction de la taille des mailles de la toile, il existe plusieurs méthodes de tamisage disponibles, on distingue:

- Le macrotamisage qui est destiné à tenir certaines matières en suspension, flottantes ou semi flottantes (débris végétaux ou animaux, insectes, brindilles, algues, herbes, etc...) de dimension comprise entre 0,2 et quelques millimètres.

- Le microtamisage qui est destiné à tenir les matières en suspension de très petites dimensions contenues dans les eaux de consommation (plancton), les dimensions des mailles comprises entre 30 μm et 150 μm . (20)

II.3.2. Le traitement primaire :

Les traitements primaires regroupent des procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer une grande partie des matières minérales ou organiques en suspension. Le processus principal utilisé dans le traitement primaire est la décantation. Cette méthode est considérée comme un procédé physique et a pour objectif d'éliminer les particules en suspension ayant une densité supérieure à celle de l'eau, (diamètre $> 1\mu\text{m}$).

La méthode traditionnelle de décantation primaire implique la séparation des composants liquides et solides grâce à la gravité. Au cours de ce processus, Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé décanteur pour former les boues primaire. Cette technique est couramment utilisée dans la plupart des usines de traitement d'eau car elle s'avère être la méthode la plus économique pour éliminer les polluants présents dans l'eau.

- Les matières flottantes.
- Une fraction de matières colloïdales.
- Les matières solides finement dispersées par formation des floccs avec des particules plus grosses. (4)

II.3.3. Le traitement secondaire (traitement physico-chimique) :

Le but principal du traitement physico-chimique de l'eau est de se débarrasser des substances colloïdales non-décantables qui peuvent entraver le processus de coagulation-floculation et de décantation.

II.3.3.1. La coagulation-floculation :

Le procédé de coagulation-floculation est fréquemment confondu dans le traitement des eaux, mais il s'agit en fait d'une méthode chimique. Ce processus permet d'éliminer plus facilement les solides en suspension ainsi que les particules colloïdales présentes dans l'eau.

La première étape dans le traitement physico-chimique des eaux est la coagulation. Cette étape a pour but de neutraliser ou de diminuer la charge électrique des particules présentes dans l'eau, afin de favoriser leur agglomération et leur rapprochement.

La floculation est un processus qui implique la cohésion des particules instables en petits, qui sont ensuite regroupés pour former des floccs plus gros, appelés floccs. Pour faciliter la

formation de floes, on peut utiliser un réactif supplémentaire appelé flocculant ou adjuvant de floculation. En aidant les particules à se regrouper plus facilement.

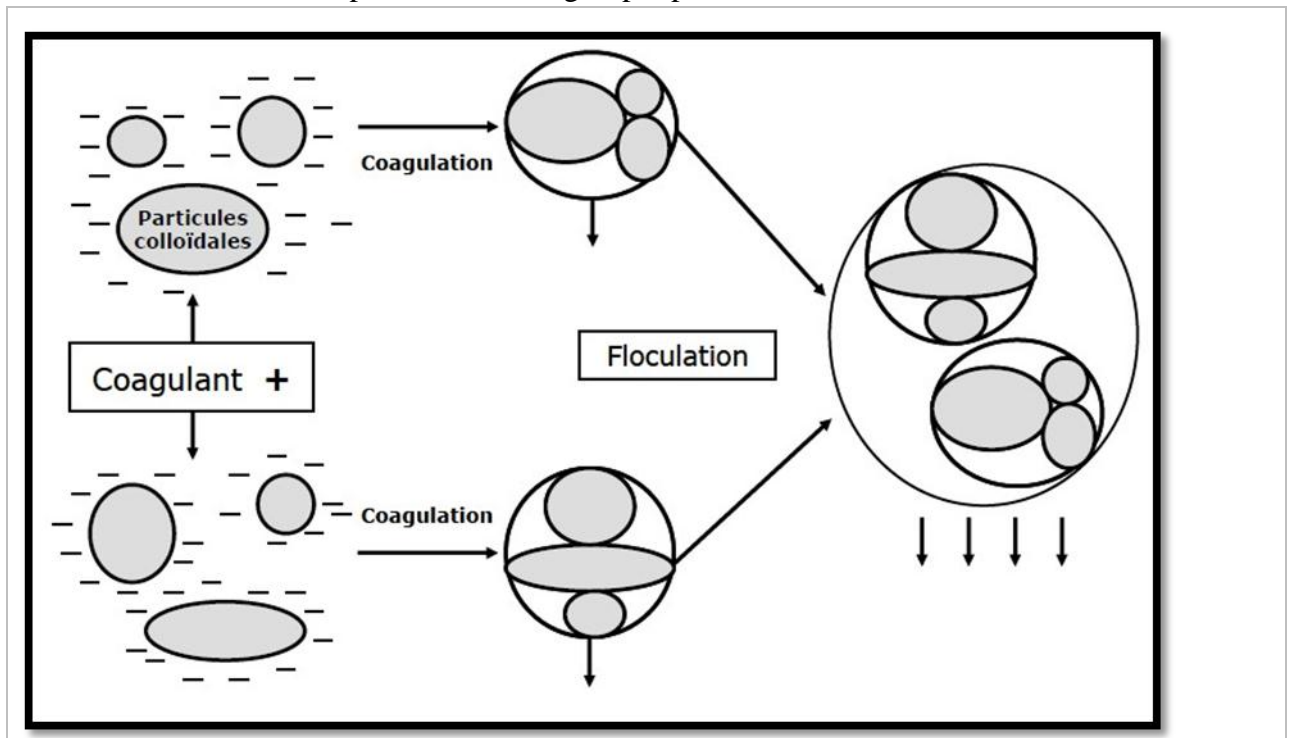


Figure5 : Coagulation-Floculation

II.3.3.2. La décantation :

La décantation est une méthode très courante pour la séparation des matières en suspension et des colloïdes qui se rassemblent en floe après l'étape de coagulation-floculation. Cette technique est largement utilisée dans toutes les stations de traitement des eaux. Pendant le processus de décantation, les particules dont la densité est plus élevée que celle de l'eau ont tendance à s'accumuler au fond du décanteur par gravité. Ces particules sont ensuite éliminées périodiquement du fond du bassin. L'eau clarifiée, qui se trouve à la surface du décanteur, est ensuite dirigée vers un filtre. Le choix de la méthode de décantation dépend de la concentration de solides et de la nature des particules, (densité et forme). On distingue quatre types de décantation :

- La décantation de particules discrètes.
- La décantation de particules floculantes.
- La décantation freinée.
- La décantation en compression de boues. (4)

II.3.4. Les Traitements tertiaire :

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs.

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau. Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes:

- ✓ La nitrification-dénitrification et déphosphatation.
- ✓ La désinfection bactériologique et virologique. (31)

II.3.4.1. Réutilisation des eaux usées traitées :

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins croissants en eau dans les pays hydro sensibles. Les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont les suivantes:

- Utilisations urbaines : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, auxquelles on peut ajouter une utilisation périurbaine qui se développe comme l'arrosage des terrains de golfs.

- Utilisations agricoles irrigation.

- Utilisation pour la lutte contre les incendies.

- Utilisations industrielles : cette réutilisation est importante en raison du recyclage fréquent des eaux de procédés qui est souvent justifiée par la réduction des consommations mais aussi par la récupération des sousproduits. Mais elle peut aussi concerner les eaux de refroidissement. La qualité de l'eau réutilisée dépend de l'industrie ou de la production industrielle. (31)

Chapitre III : Partie Pratique

Partie 1 : Station de Déshuilage champ Haoud Berkaoui

I.1.Introduction

Le traitement ou l'épuration des eaux de rejets industriels vise à réduire la charge polluante qu'elles véhiculent par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux de rejets sous la forme d'un petit volume de résidu, les boues et de rejeter un 'eau épurer répondent à des normes bien précises

La protection de l'environnement et la remédiations des problèmes environnementaux sont des défis majeurs pour une amélioration effective de la qualité de vie et pour un développement durable. L'eau est utilisée dans de multiples activités humaines telles que l'usage domestique, l'agriculture et l'industrie. Au niveau mondial, 70 % des consommations d'eau sont pour le secteur agricole, 11 % sont pour répondre aux exigences urbaines et 19 % sont pour les besoins industriels

Le but de notre étude consiste à analyser et contrôler la qualité des eaux de rejets traitées dans la station de déshuilage de la zone de SONATRACH Haoud Berkaoui et d'évaluer les paramètres physico-chimiques reflétant la qualité de cette eau.

I.2.Présentation De La Région**I.2.1.Situation géographique :**

Les études géologiques réalisées à Ouargla ont permis de connaître l'existence de trois Importantes structures appelées Haoud Berkaoui(HBK), Benkahla(BKH) et Guellala (GLA).

En mars 1965, un gisement d'huile fut localisé dans la série inférieure, Trias Argilo Graisseux (TAG), plus exactement à Haoud Berkaoui, par la compagnie CFP (compagnie française de Pétrole). Le champs de GLA a été découvert et mis en production par SONATRACH en 1971.

En 1967 le champ de Haoud Berkaoui commence à produire, ayant atteint en septembre de la même année une production de 3684 m³ /jour.

La région de Haoud Berkaoui d'une superficie de 1600 km² avec une production cumulée depuis l'origine(1967) est de 97 million m³ pour des réserves globales en place de 472 million m³, est parmi l'une des principales zones de production du bassin de Oued Maya qui se situe au Nord du Sahara Algérien.

La région de Haoud Berkaoui est située à 772 Km environ au sud-est d'Alger, à 100 Km Ouest de Hassi Messaoud et à 30 Km sud-ouest d'Ouargla. A ce jour elle a exploité 159 puits répartis sur l'ensemble des champs dont :

- 04 puits producteurs d'huile(PPH) dont : 73 puits en gas- lift et 31 éruptif.
- 27 puits production d'eau(PPE).
- 28 puits réinjection d'eau, pour le maintien de pression.

Les activités principales de la région (HBK) se résument essentiellement en :

- ✓ Centres de production et traitement du brut.
- ✓ Unité de récupération des gaz torchés avec production de : Gaz -lift, GPL, condensat et gaz de vente.
- ✓ Stations de réinjection d'eau.

La Région de haoud berkaoui représente une des 10 principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara algérien. Sur la route nationale n42 dite des pétroliers reliant Ghardaïa a hassi Messaoud et a 35 km au sud-ouest d'Ouargla. Un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier il s'agit de berkaoui Cette Région se situe à 100 km ouest de

hassi Messaoud et a 770 km au sud-est de la capitale. Elle est importante en vue de sa part de production des hydrocarbures du pays. (32)

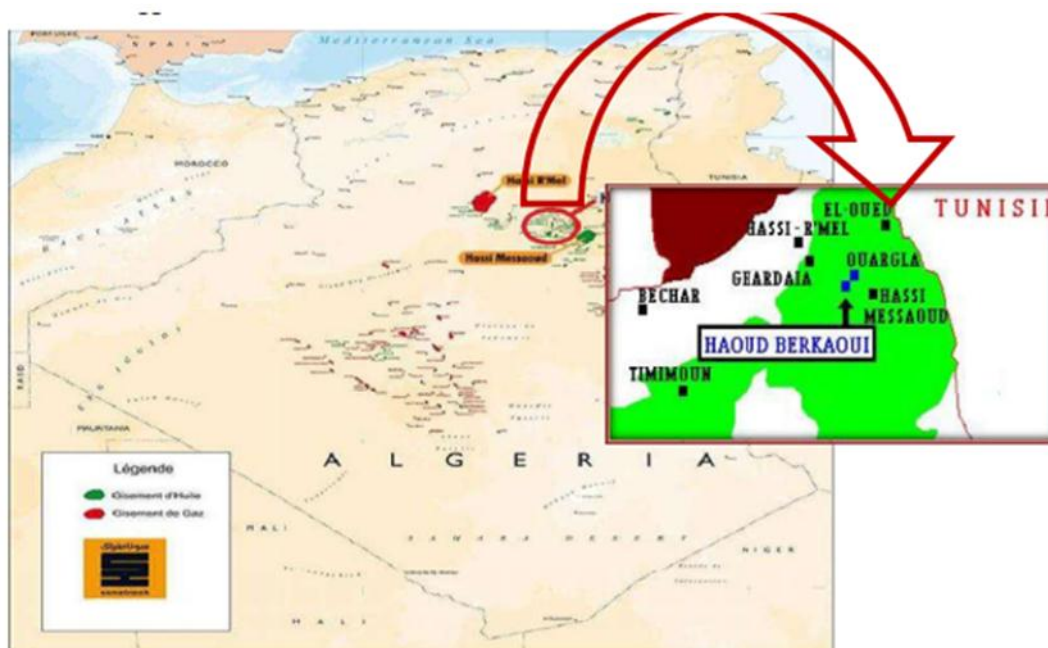


Figure 6: Situation géographique de Haoud Berkaoui

I.3. Historique et Présentation de la Région HBK :

La Région de Haoud Berkaoui a été gérée par Hassi Messaoud jusqu'à 1976, l'année dans laquelle est devenue autonome. Le gisement a été découvert en mars 1965 par la CFP (Compagnie Française du Pétrole Algérien) avec le forage (OK 101) situé au sommet de la structure.

Ce gisement a été mis en production en janvier 1967 dont les réserves ont été de 136.4 millions cm d'huile.

La région de haoud berkaoui comprend 3 principaux champs :

- Haoud berkaoui (HBK)
- Champ de guellala
- Champ de ben kahla (BKH)

Lors de notre stage on a visité le champ de haoud berkaoui le gisement de ce dernier s'étend sur une superficie de 175 km² avec une élévation de 220 m par rapport au niveau de la mère, les réserves ont été de 136,4 millions cm² d'huile la production HBK se compose d'une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m³/j, d'une autonomie de stockage de 13000 m³, d'une unité de boosting gaz de 1 million m³/j, et une unité de station d'injection d'eau à raison de 6000 m³/j (34)

I.4. Descriptif du champ de Haoud Berkaoui :

Sur une superficie de 175 Km², ce champ découvert en 1965 a été mis en production en janvier 1967. Le centre de production HBK se compose :

- D'une unité de séparation d'huiles avec capacité de 8000m³/jour d'une autonomie de stockage de 13000 m³
- D'une unité de boosting gaz de (01) million m³/jour, les unités de boosting ont pour but de comprimer les gaz basse pression (BP), moyenne pression (MP) et haute pression (HP) et les expédier vers l'unité de gaz (UTG) à Guellala (GLA). Les gaz (HP), (MP)et (BP) sont récupérés à partir des lignes de torchées existantes.
- Une station d'injection d'eau à raison de 6000 m³/jour. (33)

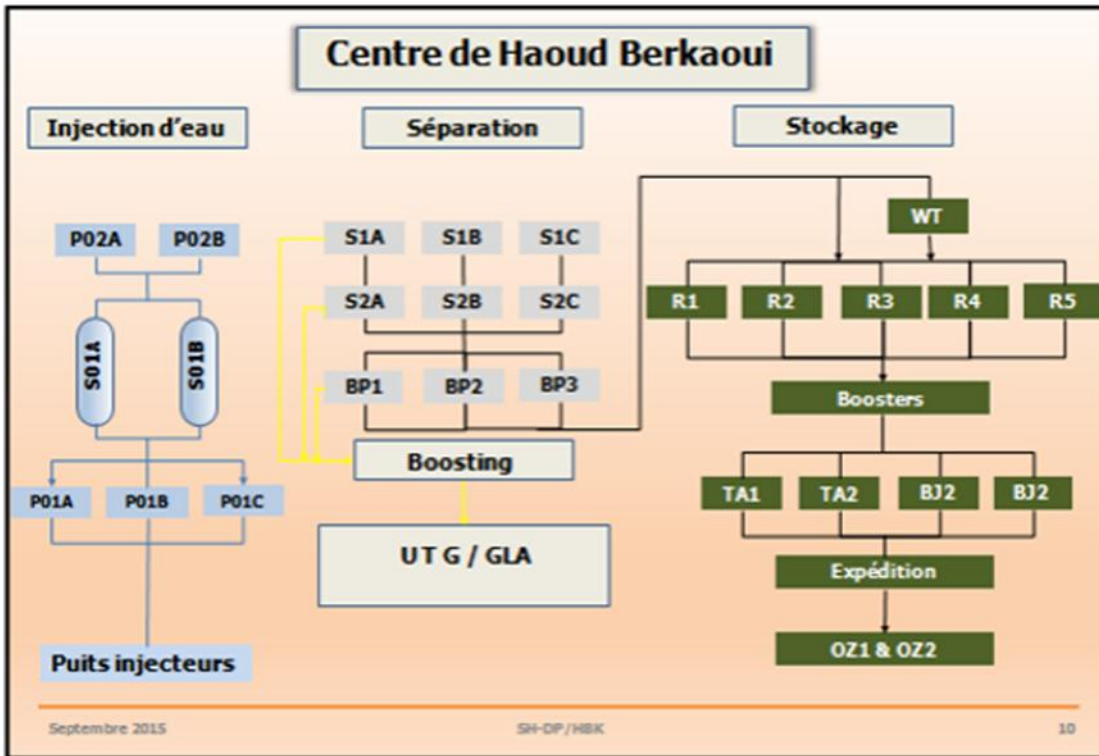


Figure 7: centre de haoud berkaoui

I.5. Les infrastructures de la protection de l'environnement existant dans la région:

I.5.1. Station de déshuilage :

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 elle est rejetée 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 m³/h

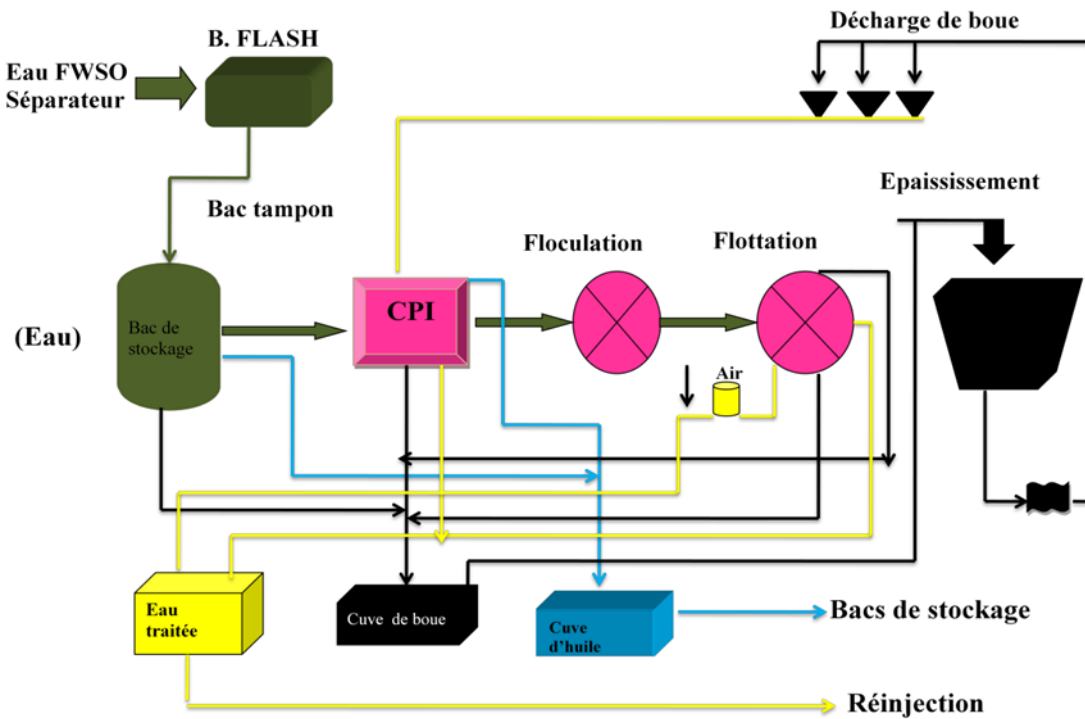


Figure 8: Schéma représentatif d'une station de déshuilage en HBK

I.5.2. Normes de rejet :

Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels. Décret exécutif n° 6-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

I.5.3. Schéma du procédé de traitement :

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 flocculation. L'huile surnageant est récupérée par le déshuileur à disques rotatifs MS-126 à 5 /h et 4 bars puis envoyée vers la cuve d'huile S-108 par les pompes P-104 A/B à raison de 100 /h. Les matières solides régénérées sous forme de boues sont déshydratées puis enterrées dans des tranchées de décharge de boues imperméables.

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

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

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

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

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

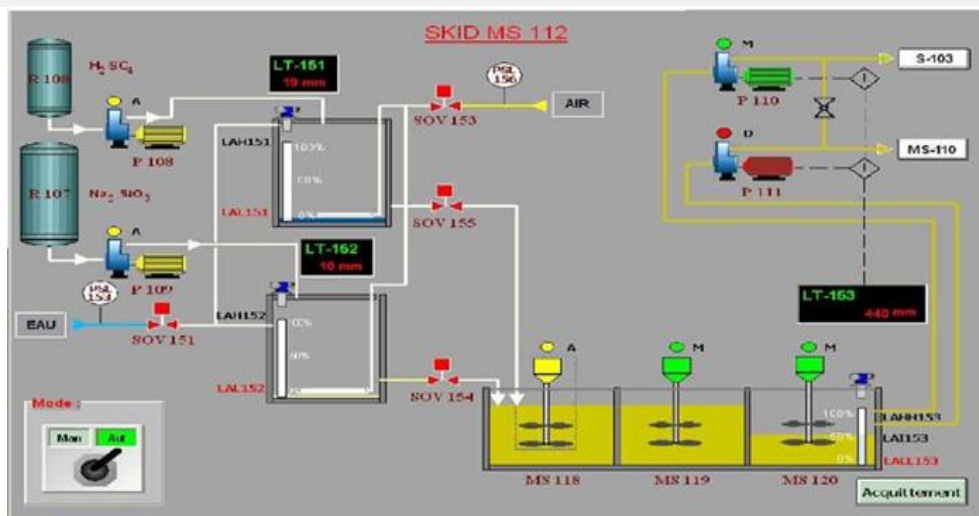
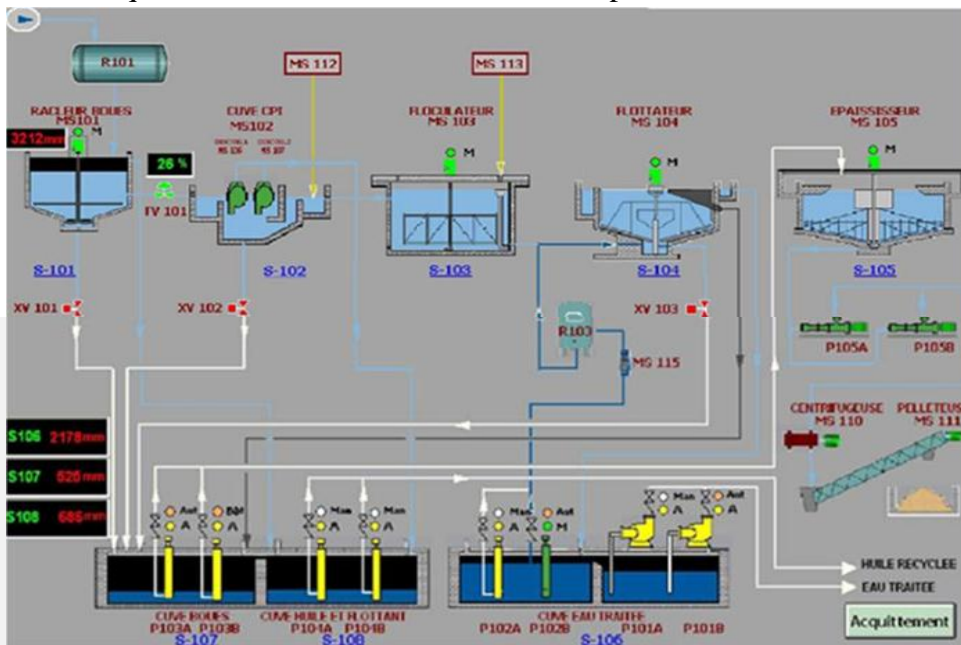


Figure 9: Schéma du procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de H.B.K.

I.6. Equipement de traitement :

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

✓ Ballons de flache :

Ce séparateur d'une Capacité de 40m³/h reçoit les eaux huileuses Des séparateurs de l'unité de production haute-moyenne-base pression et de bac de Stockage. Les eaux huileuses dégazées à la pression d'un bar sont dirigées vers le bac tampon et le gaz dégagé sera brûlé à la torche.



Figure 10: Ballons de flache

✓ Bac tampon S-101 :

Le bac tampon d'une capacité de 500 m³/h et d'un diamètre de 12 m reçoit les effluents. Un racleur de boues MS-101 collecte les boues à envoyer vers la cuve à 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.

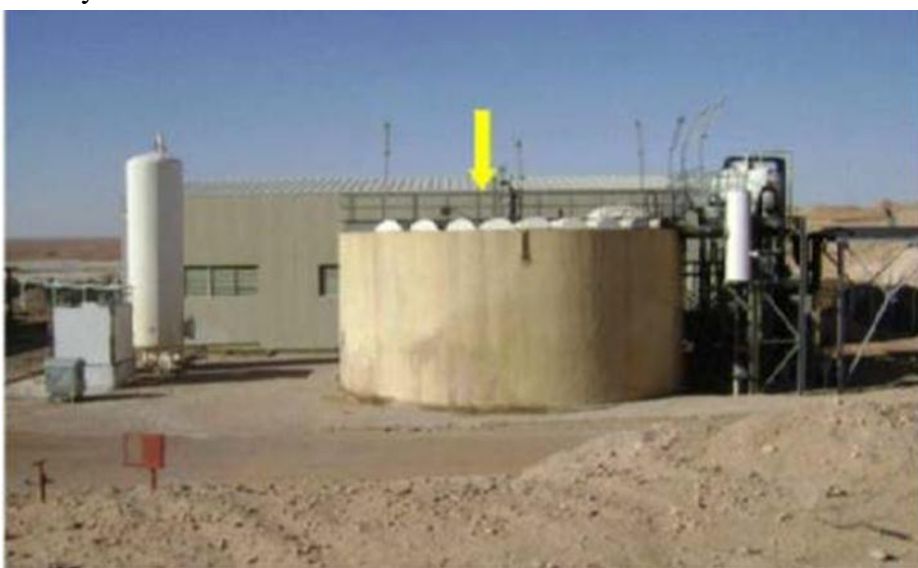


Figure 11: Bac tampon

✓ **La cuve de CPI (Corrugated Plate Interceptor/intercepteur a tôles gaufrées) : S-102**

La cuve CPI d'une capacité de 30 m³ 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 récupéré puis envoyée par le déshuileur à disques rotatifs (Disc oil-let2) MS-107 et MS-106

5 m³/h et 4 bars vers la cuve d'huile S-108, la boue est évacuée en gravité 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 à 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 8".



Figure 12: La cuve CPI

✓ **Cuve de floculation S-103 :**

La cuve de floculation d'une capacité de 15 m³ 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.

✓ **Cuve de flottation S-104 (avec saturation par air comprimé) :**

D'une capacité de 49 m³ et de diamètre 5 m L'eau arrive par gravité 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 à

boues 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.



Figure 13: Cuve de flottation

✓ **Cuve d'eau traitée S-106 :**

Cette cuve a une capacité de 34 m 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 m³/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 m³/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).



Figure 14: Cuve d'eau traitée

✓ Cuve d'huile S-108 :

D'une capacité de 11 m³ et de dimension 2 x 2,75 x 2 m, cette cuve est alimentée par les discoil 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 m³/h et à la pression de 2 bars au pieds de bacs R22, R23 sous l'action automatique des interrupteurs de niveau LSHL-109/110.

✓ Cuve à boues S-107 :

D'une capacité de 8 m³ 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 m³/h et 1,5 bars vers l'épaisseur de boues S-105.

✓ Cuve d'épaississement de boues S-105 :

Les boues issues des différentes cuves sont rassemblées dans la cuve S-107 puis pompées par les P- 103A/B à 10 m³/h et 1,5 bar vers l'épaisseur 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 m³/h et 2,5 bars pour être déshydratées.

✓ 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 pelleuse à 4 m³/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 bourbier dans les cas de fonctionnement anormal et d'arrêt programmé.

4. Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112.1/2 :

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

L'acide sulfurique (H₂SO₄) et le silicate de sodium (Na₂SiO₃) 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 ◊

5. 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 de capacité, puis à l'aide d'une pelleteuse 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 1 polyélectrolyte préparé à un débit de 271 l/h max.

Partie 2 : Matériel et méthodes

II.1.Introduction

Nous avons effectué les analyses physico-chimiques des eaux usées industrielles à l’entrée et à la sortie de la station de déshuilage HBK pour pouvoir juger de la qualité d’une eau et son degré de pollution, on fait appel à une série d’analyse. Et afin de déterminer la liste des analyses a effectuer nous nous sommes référés à la décision portant fixation des rejets d’effluents liquides industriels.

II.2.Mesures in situ

La température, le pH, la conductivité électrique et l’oxygène dissous ont été mesurés in situ (sur site) à l’aide d’un appareil digital (Multi paramètre de terrain de type cyberscan waterproof). En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de varier dans des proportions importantes s’ils ne sont pas mesurés in situ.

II.3.Mesures au laboratoire

Les méthodes d’analyses utilisées par le laboratoire de contrôle qualité de HBK sont les suivantes :

Tableau3: méthode d’analyse pour le contrôle qualité des eaux des stations de Déshuilage

Paramètres de contrôle	Concentration des hydrocarbures	Teneur en MES	Potentiel Hydrogène (pH)
Méthodes d’analyse	Spectrophotométrie UV-Visible	Filtration sur filtre en fibre de verre	(pH mètre)

Les autres analyses (DBO5, DCO, NO-2, NO-3, PO4-2) sont effectuées au niveau du laboratoire de (L’algérienne des eaux (ANRH (Ouargla)). Les échantillons des eaux sont analysés au laboratoire en se référant aux méthodes d’analyse chimique décrites par Rodier. (35)

II.3.1. Procédure d’analyse des eaux (MES) :

Les solides en suspension totaux sont obtenus en faisant passer une portion d’un échantillon à travers un filtre préalablement séché à 105°C et pesé. Les solides retenus sur le filtre sont séchés à 105°C, puis pesés de nouveau.

Le poids des solides en suspension est obtenu en faisant la différence entre le poids du filtre et des solides séchés et le poids initial du filtre tout en tenant compte du volume filtre.

II.3.2. Matériels et les réactifs utilisés :**Tableau (4) :** Matériels et les réactifs utilisés pour mesurer les MES.

Matériels utilisés	Réactifs
-Rampe de filtration sous vide. -Balance de précision. -Etuve (0-105+/-5 0c). -Filtre en fibre de verre 74 mm (degré de filtration 25 µm). -Eprouvette en verre de classe à de diverses capacités -Nacelle en aluminium. -Pince à extrémités plates. -Dessiccateur à cilicagel. -Pissette d'eau distillée 100 ml. -Spatule. - Cristallisoir en verre (100 ml).	- eau distillée

II.3.3. Mode opératoire :

1. On met le filtre dans l'étuve 105°C, puis on laisse l'échantillon au repos à la température ambiante. Après on retiré le filtre de l'étuve et on met dans un dessiccateur, on prend le filtre, et on pèse la masse m1.

2. Mettre en marche le dispositif de filtration sous pression. On verse la prise d'essai (100mg) sur le filtre Puis on lave le récipient et le filtre avec l'eau distillée. Après on sèche le filtre à l'étuve à 105°C pendant 30 minutes. On met le filtre à refroidir au dessiccateur puis peser soit m2.

3.Expression des résultats Le taux des matières en suspension exprimé en mg/l est donné par la formule :

$$MES = ((m_2 - m_1) / v) \times 1000$$

Avec :

- MES : matière en suspension.
- m₂ : masse du filtre après filtration.
- m₁ : masse du filtre avant filtration.

–V : volume de l'échantillon filtré.

II.4. Détermination de la teneur des hydrocarbures (HC) :

II.4.1. Méthode Spectrophotométrique :

Dans le cadre du contrôle qualité des eaux des stations de déshuilage, les analyses journalières de la concentration en hydrocarbures sont effectuées à l'entrée et à la sortie :

- Mesurer la concentration des hydrocarbures dans les eaux huileuses et les eaux traitées.

- Extraction liquide-liquide des hydrocarbures libres et en émulsion de l'échantillon d'eau par le solvant 38, qui permet de dissoudre la quasi –totalité des molécules organique grâce à son pouvoir d'extraction important (l'appareil DR 2000 nous donne directement la concentration en hydrocarbures).

II.4.2. Matériels et les réactifs utilisés :

Tableau (5) : Matériels et les réactifs utilisés pour mesurer le HC

Matériels utilisés	Réactifs
-Spectrophomètre DR2000. UV- Visible -Flacons d'échantillonnage. - Une ampoule à décanter de 500ml. - Une éprouvette de 50 ml. - Becher de 250 ml. - Becher de 100 ml.	Solvant 38 - Eau distillée : rinçage de la verrerie.

II.4.3. Mode opératoire :

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

Selon la richesse de l'eau en hydrocarbure, on procéd, une dilution de la prise d'échantion.

II.4.3.1.Dilution de la prise d'échantion :

- On prend 100ml de l'échantion d'eau analysée dans une burette et transvaser dans l'ampoule à décantation.

- On rince la burette par 250ml d'eau distillée (par portion de 50 et 100 ml), et transvaser l'eau de rincage dans l'ampoule de décantation

II.4.3.2.Extraction et décantation

- On ajoute 35ml de solvant 38 dans l'ampoule de décantation.

-On ferme et agite l'ampoule pendant 2 minutes.

-On laisse un temps de séparation de 10 minutes.

-On place un coton dans le robinet de décantation de l'ampoule et l'ouvre doucement pour séparer la phase solvant dans un récipient.

II.4.3.3. Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits (par le spectrophotomètre DR2000) :

-On choisit la méthode 410 et règle la longueur d'onde à 450nm.

-On utilise des cellules de mesure lavées et sèches. Remplir une cellule de 25 ml de solvant. Insérer la cellule dans le DR2000 et appuyer sur (Zéro).

-On va remplir la cellule avec 25ml du solvant extrait de l'ampoule et appuyer sur (read)

-La teneur de l'eau en hydrocarbures (en ppm) est égale à : La valeur indiquée par le spectrophotomètre * 3.5

❖ Résultats et discussion

Dans ce chapitre pour évaluer l'efficacité de la station de déshuilage HBK, nous avons effectué un ensemble d'analyses pour présenter la qualité des eaux usées dans la station de déshuilage HBK et on interprète les résultats obtenus pour les paramètres de pollution (pH, T, MES, HC, turbidité, O2 dissous, DCO et DBO5).

1. Résultats d'analyses des eaux huileuses

Les analyses pour déterminer le pH, les matières en suspension (MES) et la teneur en hydrocarbure (HC) à l'entrée et en sortie sont journalières afin de répondre aux conditions réglementaires, ces résultats d'analyse sont regroupés dans le tableau (6) effectuée en niveau de laboratoire contrôle qualité de HBK.

Tableau (6) : Les résultats d'analyse d'eau huileuse de station de déshuilage HBK.

		pH	MES (mg/l)	HC (ppm)	T(C°)
Date 26/02/2023	entrée	6.26	180	241	17.4
	sortie	6.31	21	3.5	17.8
Date 27/02/2023	entrée	6.22	196	284	16.9
	sortie	6.28	23	7	17.2
Date	entrée	6.24	184	316	17.6

28/02/2023	sortie	6.29	19	5	10.	17.3
Date 01/03/2023	entrée	6.21	177		263	18
	sortie	6.27	18		7	18.3
Date 02/03/2023	entrée	6.28	198		237	18.1
	sortie	6.33	21		3.5	18.3
Date 03/03/2023	entrée	6.23	204		245	17.8
	sortie	6.29	22		7	17.7
Date 04/03/2023	entrée	6.25	193		253	18.1
	sortie	6.32	20		7	18.4

n

remarque d'après le tableau (6) que les résultats obtenues (pH, MES, HC et T) sont variables et dépendent des conditions d'exploitations des puits et des unités de traitements des hydrocarbures à s'avoir :

- pH : selon la maîtrise du procédé de traitement.
- T : selon le climat.
- Matières en suspensions (MES) : dépendent de la quantité et de la qualité des eaux huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage, etc...).
- Hydrocarbures (HC) : dépendent de la fiabilité du process.

Les normes sont suivies selon le Journal officiel algérien, N° 26 du 23 avril 2006, correspondant au dimanche 24 Rabie El-Aouel 1427.

pH : 6.5-8.5

MES : 35-40 mg/l

HC : 10-15 ppm

T : 30 C°

2.Évaluation de la qualité de l'eau produite

Pour évaluer la qualité de l'eau rejetée on a vérifié les paramètres d'eau produite dans une semaine

B.Variation de MES

Les résultats de l'évolution de MES sont donnés sur la figure (IV-3):

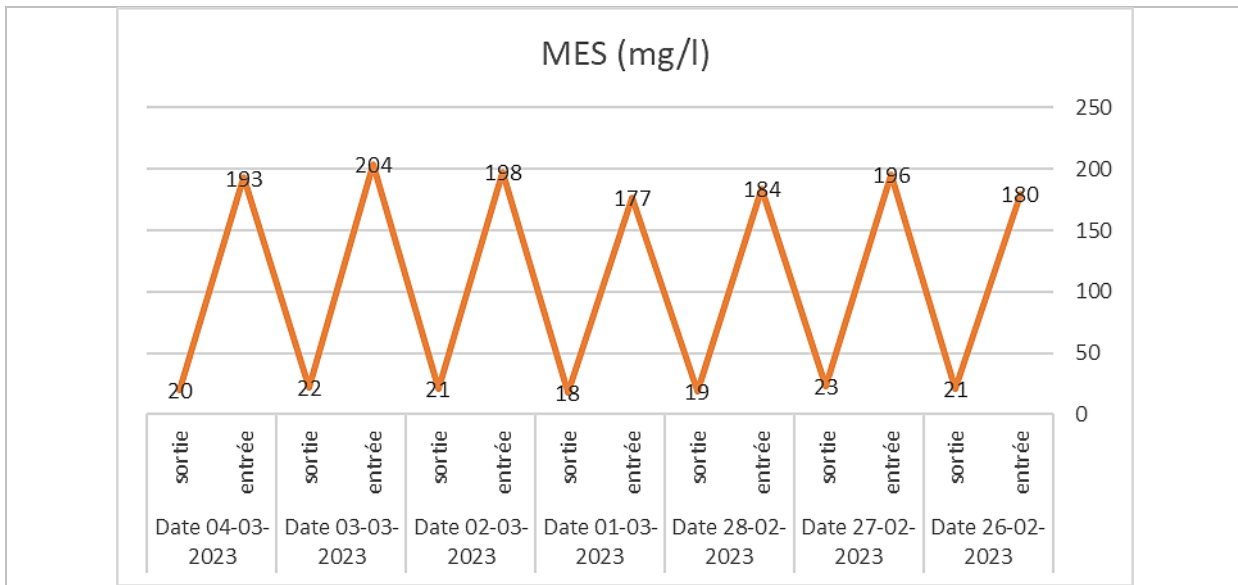


Figure 15: Variations de MES des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station- HBK.

Les eaux huileuses renferment une quantité de MES ne dépassant pas 30 mg/l. A la sortie de la station, cette valeur a été ramenée à une valeur comprise entre 18 et 23 mg/L. Après le traitement, la concentration en matière organique répond aux normes relatives aux rejets.

C.Variation de HC

Les résultats de l'évolution de HC sont donnés sur la figure (IV-4):

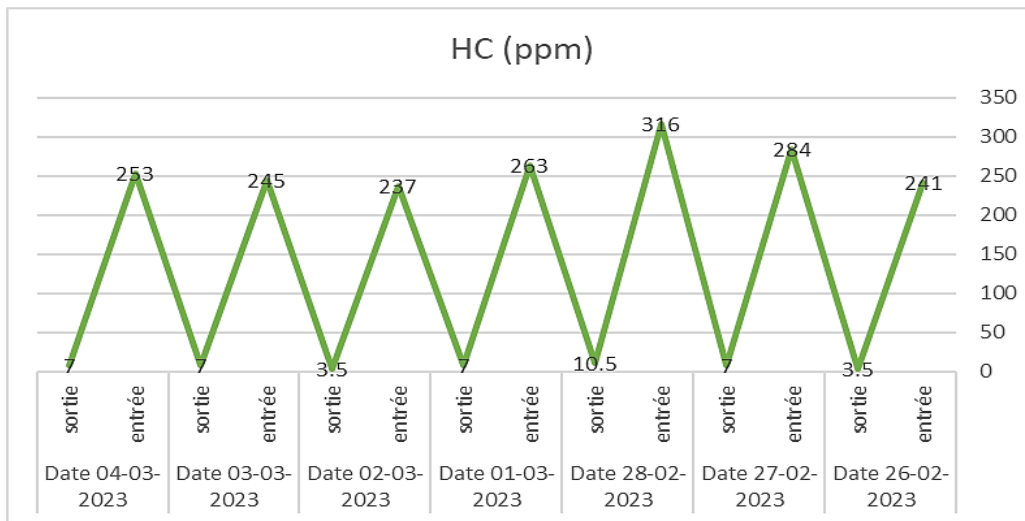


Figure 16: Variations de la teneur d'hydrocarbures (HC) des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station- HBK.

A l'entrée de la station, on constate que les teneurs des hydrocarbures dans les eaux industrielles ont atteint des valeurs de 316 mg/l qui sont largement supérieures à la norme requise (10-15 mg/l). A la sortie de la station, ces concentrations sont réduites jusqu'à la valeur requise. Les valeurs sont nettement inférieures à la norme requise (10-15 mg/l).

D.Variations de Température

Les courbes de la figure (IV-2) donne l'évolution de la Température en fonction de jours.

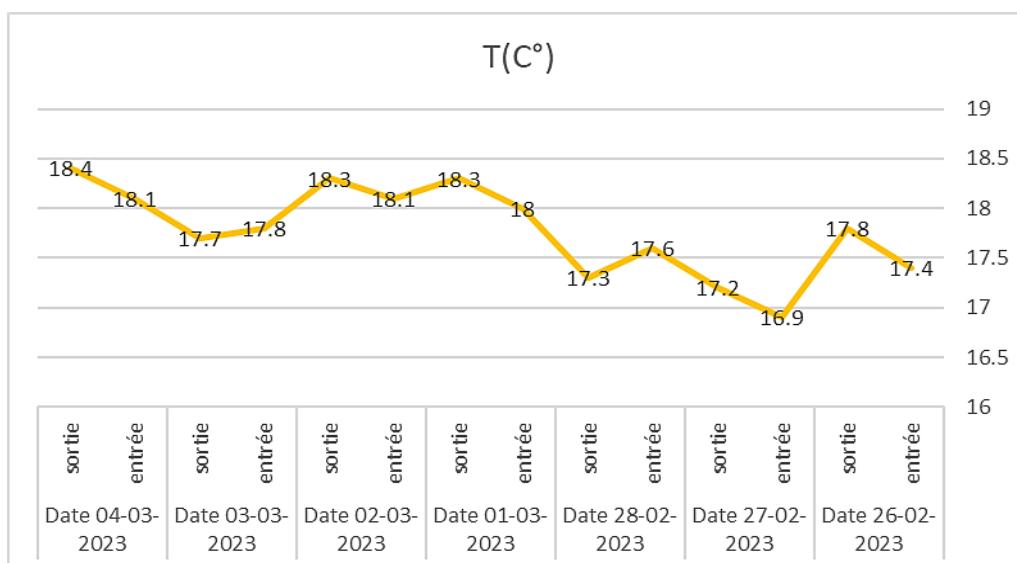


Figure 17: Variations de température des eaux huileuses à l'entrée et à la sortie de la station HBK.

On remarque d'après la figure (15) que sur échantillons prélevés de part et d'autre à l'entrée et à la sortie de la station de déshuilage des eaux huileuses que les valeurs de températures varient avec le climat et on remarque qu'elle n'a jamais dépassé les valeurs normatives à savoir (30C° maximum).

Conclusion générale

Conclusion générale

Les effluents industriels sont multiples, les normes de rejets, de plus en plus strictes et la réduction des empreintes environnementales, est devenue une priorité pour la réglementation Algérienne.

Les analyses physico-chimiques des eaux huileuses après leur traitement au niveau de la station de déshuilage HBK a pour but d'évaluer qualitativement ces eaux tout en déterminant les différents paramètres tels que : le pH, la température, la matière en suspension, teneur en hydrocarbure, ... etc.

Ces analyses sont effectuées selon les normes et les techniques réglementaires et ce depuis l'échantillonnage jusqu'à l'obtention des résultats.

D'après les analyses que nous avons effectuées sur les rejets liquides à l'entrée et à la sortie de la station de déshuilage, nous avons remarqué que les résultats obtenus correspondent généralement aux normes adoptées par la réglementation Algérienne.

Et finalement on peut dire que les résultats des analyses obtenus à la sortie de station donnent une eau pouvant être rejetée sans danger pour le milieu naturel, conformément aux normes de rejet (une faible teneur en hydrocarbures et concentration des particules en suspensions).

Ou elle peut être utilisée dans le processus de réinjection d'eau pour le maintien de la pression de gisement pour booster la production de pétrole.

Elle peut aussi être exploitée à des fins industrielles, comme le refroidissement et ou échauffement des effluents durant le processus de traitement des hydrocarbures (pétrole, gaz, condensat,....etc) .

Références

- 1) Lakhdari B., 2011 : Effet de la coagulation floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de magister en Chimie Inorganique et Environnement ; Département de Chimie ; Faculté des Sciences, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Décembre 2011.
- 2) Khemis., 2005 : Etude théorique et expérimentale du procédé d'électrocoagulation : application au traitement des effluents liquides hautement chargés en impuretés organiques et minérales. Thèse de doctorat INPL, Nancy.
- 3) Bensadok K., 2009 : Procédé de traitement d'émulsion huile/eau et eau/huile cas particulière d'émulsion d'huile de coupe. Thèse de doctorat d'état. Faculté des sciences et de technologie ; Université Haouari Boumediene.
- 4) Boursali I., Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension. Mémoire d'ingénieur d'états en géologie ; Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers ; Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Juin 2011.
- 5) <http://fr.ekopedia.org/Eau>. consulté le 14/04/2023
- 6) <https://microsoft.encarta.com/> le 14/04/2023
- 7) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>. Consulté le 14/04/2023
- 8) <https://www.pamline.fr/solutions/solutions/eaux-potables-eaux-brutes> consulté le 14/04/2023
- 9) Lehabab S. et al., 2004 : Contribution à l'étude de l'eau potable. Mémoire d'ingénieur d'états en écologie végétale et environnement, Université de Sidi Bel Abbés.
- 10) Desjardins R., 1997 : Traitement des eaux ; Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition revue et améliorée.
- 11) Les études de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne., 2005 : Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable (www.eau-adour-garonne.fr).
- 12) Barani J, 2021 : Cours de traitement des eaux et des effluents industriels ; Master 1 en Génie de raffinage.
- 13) Benkhaled A. et Zitouni W., 2011 : Diagnostic de la qualité de l'eau dans le réseau et de l'état de propreté des conduites ; Mémoire de licence en science et technique de l'eau, Département d'Hydraulique, Faculté de Technologie, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Juin 2011.
- 14) ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE par l'équipe technique du RéFEA
https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf.

- 15) Consulté le 16/04/2023
- 16) RODIER J., LEGUBE B., MERLET N et coll., 2009. L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Edition DUNOD, Paris.
- 17) Saïd Ouali M., 2001 : Cours de procédés unitaire biologique et traitement des eaux ; Office des publications universitaires ; 1 place centrale de Ben-Aknoun (Alger).
- 18) Eau : Généralité <http://sixpiedssurterre.over-blog.com/article-eau-generalites-68730704.html> : les états de l'eau. Consulté le 19/04/2023.
- 19) Claire Laulhé, 2016 : Cours de Structure de la matière, L3 Physique et Applications.
- 20) Le centre d'information sur l'eau : <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau/>. Consulté le 19/04/2023.
- 21) DEGUMENT., 1972 : Mémento technique de l'eau, Lavoisier, Paris.
- 22) <http://www.ecosociosystemes.fr/eauproprietesphysicochimiques.html> consulté le 19/03/2023.
- 23) DEGUMENT., 2005 : Mémento technique de l'eau, Tome I, Lavoisier, Paris.
- 24) M. ELIAS et J. LAFAIT (coll.) – *La couleur, lumière, vision et matériaux*, Belin, 2006.
- 25) Chabni L., 2005 : mémoires de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique. Option : conception des systèmes d'alimentation en eau potable. Thème : Etude de la propagation des polluants dans les eaux souterraines. Ecole Nationale Supérieure de L'hydraulique ENSH-BLIDA.
- 26) LATRECHE Mohammed Seghir et ZERROUKI Abdelkrim : Traitement des eaux huileuses de l'unité de déshuilage de hassi r'mel. Mémoire de master en chimie de l'environnement, département de chimie, faculté des mathématiques et des sciences de la matière, université kasdi merbah ouargla, juin 2019.
- 27) Le Centre régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC) <https://www.rempec.org/fr/notre-travail/prevention-de-la-pollution/pollution-par-les-hydrocarbures/oil-pollution>. Consulté le 20/04/2023
- 28) Boumediene M., 2011 : Cours de traitement des eaux ; Master 2 en Hydraulique. Option : Eau, Sol et Aménagement.
- 29) http://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4_12.htm. Consulté le 07/04/2012.

- 30) Christian N., 2004 : Déchets et pollution impact sur l'environnement et la santé. Edition Dunod, paris.
- 31) Deshayes M., 2008 : Guide pour l'établissement des plans d'Assurance de la qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés, Mémoire en Génie civil, Strasbourg.
<http://www.ademe.fr/partenaires/Boues/Pages/f14.htm>.
- 32) Metahri Mohammed Saïd élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la step est de la ville de TiziOuzou ; thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, (2012).
- 33) HANNACHI afef : Suivi de la station d'épuration des eaux usées HBK. Mémoire de fin de formation, Direction régionale de Haoud Berkaoui, (2017), 60 p
- 34) GHERARA Nabila : Étude de la performance de la station d'épuration des eaux usées de la région Haoud Berkaoui. Mémoire de Master en Génie chimique. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019, pp 16 -19.
- 35) M. D. Dihang : Mécanismes de coagulation et de floculation de suspensions d'argiles diluées rencontrées en traitement des eaux. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 2007, pp 14-24.
- 36) Jean Rodier, Bernard LUGUBE, et al. L'analyse d'eau. 9e édition. DUNOD. 2009
- 37) <http://cfwep.org/what-do-you-mean-by-dead-zone/> 18/06/2023