

**République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

**UNIVERSITE AHMED DRAIA ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MASTER
EN CHIMIE D' ENVIRONNEMENT**

Thème

**CARACTERISATION DES EAUX USEES INDUSTRIELLES
DE LA RAFFINERIE DE SBAA ADRAR**

Soutenu le :

Présenté par :

- SBAI Abdallah .
- AMIRA Amar

Encadré par : Dr .YOUNSI Maamar .

UNIVERSITE D'ADRAR

Co-encadreur: SLIMANI Said .

UNIVERSITE D'ADRAR

Président : Dr. KALLOUM Slimane

UNIVERSITE D'ADRAR

Examineurs: DJAAFRI Mohamed

URERMS ADRAR

Promotion : 2014/2015

DEDICACES

"وكان فضل الله عليك عظيما"

*Je dédie ce modeste travail :
Ma très chère maman, le bijou qui allume et éclaire ma vie*

Mon très adorable papa, le symbole de l'affection et de défi

*A la mémoire de mes grands-parents Abdellah, MEHDI, Khadidja et Fatma je souhaite que notre Dieu l'ait délivrés logé dans son vaste paradis.
A qui a partagé avec moi mon enfance et ma jeunesse, mon cher frère Lahbib.*

A toutes mes cousins et cousines et ces familles

A toute ma famille

A tout mes amis .

A mes collègues au ma vie

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment et que je n'ai pas cités

A l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation

durant mes années d'étude.

je dedie ce modeste travail

Abdallah



DEDICACES



Je dédie ce modeste travail :

*A ma chère et tendre mère .a celle qui a tout souffert,
sans me faire souffrir . que dieu la protège et nous
préserve le bonheur et la santé.*

A la mémoire de mon cher père.

A ma cher fiancé

A mes frères et sœurs.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

A tous les Collègues de Travail.



je dédie ce modeste travail

AMAR



Remerciement



En premier, Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience et le courage pour mener à terme ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciements vont à Monsieur DR-YOUNSI Maamar, chef de projet Master Génie de l'environnement à l'université d'ADRAR, pour nous avoir accueillies au seins de son service et encadrés pour l'élaboration de ce mémoire,

Nous remercions Monsieur SLIMANI Saïd , pour avoir accepter de co-encadrer ce projet d'étude . nous remercions également pour sa disponibilité et sa grande patience .

Nous Tenons à exprimer tout nos remerciements à nos Collègues dans laboratoire de la raffinerie de SBAA et en particulier M^{me} HAIDA Rachida pour leurs collaborations . .

Nous remercions aussi l'équipe de ABH , (Filali Ahmed et Garmati Abderrahmane) et de L'ANRH ADRAR

A tous nos enseignants durant les années d'étude.

Nous tenons à remercier beaucoup nos parents, nos famille, nos amis, A toutes les personnes qui nous ont aidé, soutient et encouragé de près ou de loin.

En fin, nous exprimons aussi nos sincères remerciements aux membres de Jury qui vont examiner ce modeste travail.



Abdallah

Amar



ملخص :

الماء هو المادة الخام المستهلكة و المنتجة بكميات كبيرة (المياه الحقن، و المياه المنتجة والمياه عملية ومياه الصرف الصحي ، تصريف مياه الأمطار ، مياه التبريد ، وتنظيف خزانات المياه و مياه الصرف الصحي من مصنع . .) في مجال النفط من استخراج البتروكيماويات من خلال التكرير. مياه الصرف الصحي في أن يعامل تعتمد أيضا على نوعية النفط الخام ، ووضع لها العلاج و الغرض من استخدام منتجاتها ، يجب على صناعة النفط و البتروكيماويات تعتمد على خبراء قادرة على ضمان إدارة أكثر فعالية لدورة المياه الصناعية ، لإزالة الملوثات على البيئة و إعادة استخدام هذا إعادة تدوير المواد في الدائرة الصناعية.

الكلمات الرئيسية : مياه الصرف الصحي - الملوثات - تكرير النفط - إعادة التدوير - بيئة .

RESUME:

L'eau est une matière première consommée et produite en fortes quantités (eaux d'injection , eaux de production , eaux de process, eaux résiduaires, eaux pluviales, eaux de refroidissement, eaux de nettoyage des réservoirs, eaux sanitaires...) dans les domaines du pétrole : de l'extraction à la pétrochimie en passant par le raffinage.

Les eaux résiduaires à traiter sont en outre dépendantes de la qualité du pétrole brut, de son mode de traitement et de l'emploi envisagé pour ses produits, l'industrie pétrolière et pétrochimique doit donc s'appuyer sur des experts en mesure d'assurer la gestion la plus efficace du cycle de l'eau industrielle , pour éliminer les polluants sur l'environnement et réutiliser cette matière au recyclage dans le circuit industrielle .

Mot clés : Eaux usées – polluants – raffinerie du pétrole – recyclage – environnement .

ABSTRACT:

Water is a raw material consumed and produced in large quantities (injection water , produced water , process water , wastewater , storm water , cooling water, cleaning water tanks , domestic water ...) in the fields oil from extraction to petrochemicals through refining.

The waste water to be treated are also dependent on the quality of crude oil, its mode of treatment and the intended use of its products, the petroleum and petrochemical industry must rely on experts able to ensure the most effective management of the industrial water cycle, to remove pollutants on the environment and reused this material recycling in the industrial circuit.

Key words: wastewater - pollutants - oil refinery - recycling - environment

SOMMAIRE

SOMMAIRE

N=	INTRODUCTION GENERALE	01
	PARTIE THEORIQUE	
I.	CHAPITRE I: CONTEXE NATUREL DE LA REGION	
I-1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	03
I-2	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION	04
I-3	HYDROCHIMIE	08
II	CHAPITRE II : Généralité sur la production des eaux usées	
II.1	Les eaux usées	10
II.2.	Composition des eaux usées	11
II.3	La pollution des eaux usées	12
II.4	Effets des eaux usées sur le milieu récepteur	13
II.5	L'épuration des eaux usées	13
III	CHAPITRE III: NOTION GÉNÉRAL DE POLLUTION ET VULNÉRABILITÉ	
III.1	Pollution des eaux souterraine	18
III-2.	L'origine et nature de pollution	18
III.3.	Mécanismes et facteurs de pollution de l'eau souterraine	21
III.4	PROPAGATION et évolution du polluant dans l'aquifère (Mécanisme de la dilution)	24
III.5	Persistance de la pollution	25
III-6	Vulnerabilite de la nappe a la pollution	25
	PARTIE EXPERIMENTALE	
IV	CHAPITRE IV :	
IV.1 .	Aperçue générale sur la raffinerie	28

IV-2.	Matériels et Méthodes	31
IV-3	RESULTATS ET DISCUSSION	44
	CONCLUSION GENERALE	48
	Référence bibliographique	49
	Annexes	

Listes des Tableaux

N=0	Titre	Page
01	Qualité de l'eau en fonction du TH	09
02	Conversion de la DBO ₅ en fonction de la DCO	41
03	les résultats des analyses pour l'eau de forage	45
04	les résultats des analyses pour les eaux usées de STEP	46
05	Capacité de la production annuelle	A
06	Normes Internationales des eaux potable	B
07	Spécification de l'eau brute de la raffinerie	B
08	Normes Internationales des eaux usées	C
09	les normes de rejets des effluents liquides selon le JORAD.	D
10	Les résultats les analyses a l'entrée de la STEP	E

Listes des figures :

N=0	Titre	Page
01	situation géographique de la région d'étude	04
02	Coupe hydrogéologique du bassin hydrogéologique du Sahara septentrional	05
03	Carte Hydrogéologique du Sahara Nord Occidental	07
04	Propagation et évolution du polluant dans l'aquifère	24
05	Turbidimètre	33
06	Mesure de MES (ETUVE)	35
07	Dégradation la couleur pour la DCO	39
08	DBO mètre	42
09	L'évolution de PH de l'eau e forage et a la sortie de STEP	45
10	L'évolution de la DCO de l'eau e forage et a la sortie de STEP	
11	Situation géographique de la raffinerie de SBAA	A

Listes des Abréviations

Abréviation	Signification
SASS	Système Aquifère du Sahara Septentrional
STEP	Station d'Épuration
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DBO5	Demande Biologique en Oxygène de 05 jours
MES	Matière En Suspension
pH	Potentiel d'Hydrogène
TH	Titre Hydrotimétrique
C.I	Continente Intercalaire

Listes des Abréviations

Abréviation	Signification
SASS	Système Aquifère du Sahara Septentrional
STEP	Station d'Épuration
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DBO5	Demande Biologique en Oxygène de 05 jours
MES	Matière En Suspension
pH	Potentiel d'Hydrogène
TH	Titre Hydrotimétrique
C.I	Continente Intercalaire

A decorative border in shades of brown and gold, featuring ornate scrollwork and flourishes that frame the central text.

Introduction

Introduction Générale :

L'eau est au cœur de nombreux processus industriels ; Elle est aussi nécessaire aux opérations de transformation telles que le raffinage du pétrole, elle a donc une grande importance dans la vie humaine et industrielle .

Les données les plus récentes sur l'utilisation brute de l'eau indiquent que le prélèvement total d'eau croît de façon régulière. Les incertitudes que soulève l'avenir des ressources en eau accentuent ce défi en raison d'épisodes climatiques extrêmes et des changements du climat, d'une concurrence accrue pour l'accès à des ressources limitées en eau à l'échelle mondiale et d'une demande croissante pour ce qui est d'un meilleur contrôle de la pollution des eaux usées à l'appui d'une meilleure utilisation des eaux réceptrices. L'une des solutions réside dans la réutilisation de l'eau, ce qui facilite l'utilisation des effluents municipaux traités comme nouvelle source d'approvisionnement tout en réduisant l'évacuation d'effluents pollués dans les eaux réceptrices. Dans certains cas, la réutilisation de l'eau peut présenter des avantages économiques découlant en partie des économies réalisables sur l'expansion des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées.

Dans un contexte de très fortes pressions environnementales, énergétiques et sociétales incluant la nécessité de la protection de la ressource en eau et la limitation des émissions de gaz à effet de serre, La gestion de l'eau est devenue un enjeu majeur pour l'industrie pétrolière. Ces préoccupations sont largement prises en compte dans les programmes de gestion intégrée de l'eau qui ont été mis en place, à la fois en production et en raffinage. Ces programmes visent à limiter les rejets et les émissions et minimiser les apports d'eau.

Les pratiques de réutilisation peuvent être classées en différentes catégories dans un ordre décroissant : La réutilisation domestique, soit directe à titre d'eau potable, soit indirecte dans plusieurs activités urbaines ; la réutilisation agricole pour l'irrigation des cultures vivrières, non vivrières ou de cultures transformées avant consommation.

En fin la réutilisation et le recyclage industriels pour le lavage, nettoyage et l'alimentation des circuits de refroidissement.

Il existe à l'heure actuelle une vaste gamme de technologies de traitement pouvant servir à la récupération et à la réutilisation des eaux usées. Un grand nombre de ces technologies, ont été mises au point et appliquées.

Ils sont implantés avec les stations d'épurations afin d'avoir une qualité d'eau épurée bien déterminé vu l'usage souhaité.

Dans ce mémoire on va voir un exemple de la réutilisation d'une eau épurée dans une raffinerie .

L'objectif général de ce travail est d'étudier, la possibilité de recycler des eaux résiduelles industrielles chargées des matières organiques (les hydrocarbures) et des ions chlorures provenant du complexe de distillation et raffinage du pétrole brut ; vers la tour de refroidissement de ce dernier ; après avoir dégradé la totalité des polluants qu'elles véhiculent, passant par différentes étapes d'épurations.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se compose de deux volets. Le premier volet est la partie théorique avec trois chapitres, dont le premier consiste à déterminer aperçue générale de la zone d'étude et ces caractéristique des ressources en eaux et hydrogéologiques .

Le second présente une généralité sur la production et traitement des eaux usées .

Enfin le troisième chapitre . les principales causes de pollution des eaux et les paramètres qui décident le type et le taux de pollution ainsi que leurs conséquences sur l'environnement et l'être humain

. Le deuxième volet est la partie expérimentale, comporte d'un part les résultats suivis pendant plusieurs mois de la composition physico-chimique des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, des eaux qui retournent aux tours de refroidissement après avoir refroidi différents procès industriels.

D'autre part il regroupe les phases d'épurations des eaux polluées à l'échelle du laboratoire ; en essayant de localiser le problème de la STEP en question, et en même temps tentant à améliorer ces phases d'épurations afin d'arriver à une eau épurée qui répond à notre objectif. Somme toute est l'optimisation du mélange, eau de -eau épurée ; pour arriver à une eau équilibrée qui peut accéder au circuit de refroidissement sans causer des problèmes de corrosion, d'entartrage ou même d'encrassement biologique.

Pour finir, on conclue sur la possibilité de faire recycler une eau usée de propriétés spécifiques vers une tour de refroidissement, passant par certaines étapes d'épuration, et l'amélioration la performance de la STEP pour protéger l'environnement à des polluants et les ressources en eaux .



Chapitre : I

*contexte naturel de
la région d'étude*

CHAPITRE I : CONTEXTE NATUREL SUR LA REGION D'ETUDE

GENERALITE:

I-1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La wilaya d'Adrar est située au Sud-ouest Algérie à plus de 1200 km de la capitale Alger. Elle se trouve entre les méridiens : 2°E et 6° W, et les parallèles : 20° et 32° N. Sa superficie totale est de 427 368 Km², soit environ 18 % de la superficie globale de l'Algérie, près d'un cinquième du territoire national.

Issue du dernier découpage administratif de 1974, la wilaya d'Adrar est composée de 11 daïras et 28 communes, et 294 ksars. Elle se divise en Trois grandes régions : Gourara, Touat, et Tidikelt. Elle est limitée :

- au Nord, par les wilayas d'EL-Bayedh et Ghardaïa.
- à l'Ouest, par la wilaya de : Bechar et Tindouf.
- à l'Est, par la wilaya de Tamanrasset.
- au Sud, par la Mauritanie et le Mali.

On s'intéresse dans notre étude par la partie centrale de la wilaya d'Adrar. Elle correspond à ce que l'on qualifie à Adrar le « Touat », elle est constituée par 12 communes sous forme d'un ruban d'oasis qui s'égrènent du TSABIT au Nord à REGGANE au Sud . Dans le Sahara septentrional, il se présente sous forme d'une zone allongée sensiblement orientée au Nord-sud d'une longueur de 270 Km, et d'une largeur moyenne de 20 à 25Km. Elle est comprise entre l'altitude Nord Y = 26°30'N et Y = 28°30'N et les méridiens X = 0°30'W et X = 0°30'E.

Elle est limitée :

- A l'Est par le plateau de Tademaït,
- Au Nord par le grand Erg occidental,
- A l'Ouest par l'Erg Chèche,
- Au Sud par le plateau de Tanezrouft [01].

Notre étude a été axée essentiellement sur la région du SBAA qui s'étend le long de la vallée de l'Oued Messaoud. Elle est limitée au Nord par la commune de TSABIT et au sud par la commune d' ADRAR et BOUDA .

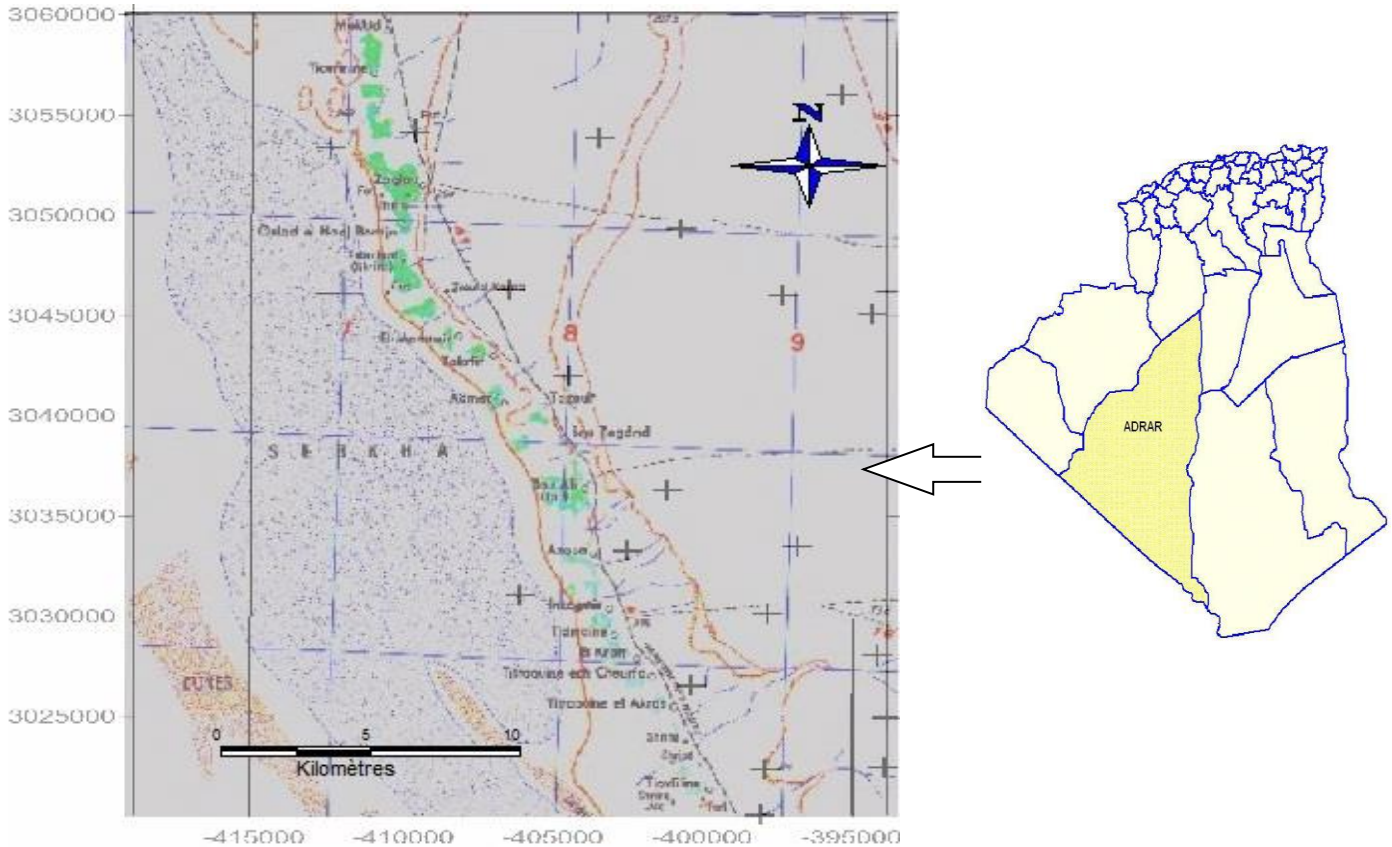


Fig N°01 : situation géographique de la région d'étude

I-2.1. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION

La plate-forme saharienne comporte plusieurs complexes hydrogéologiques souvent sans grand intérêt à cause de leur salinité et leur profondeur. Sur cette plate-forme repose en discordance une formation gigantesque qui renferme les plus importants aquifères dans le Sahara Algérien.

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional, partagé par l'Algérie, la Libye et la Tunisie renferme des réserves d'eau considérables, qui sont cependant peu renouvelables et ne sont pas exploitables en totalité. Au cours des trente dernières années, l'exploitation par forages est passée de 0,6 à 2,5 milliards de m³/an. Cette exploitation se trouve aujourd'hui confrontée à de nombreux risques : salinisation des eaux, réduction de l'artésianisme, tarissement des exutoires, interférences entre pays, ...

Les simulations réalisées sur le modèle SASS ont mis en évidence les zones les plus vulnérables. Elles ont aussi permis d'identifier de nouvelles zones de prélèvements qui permettent d'accroître l'exploitation actuelle sans accroître les risques.

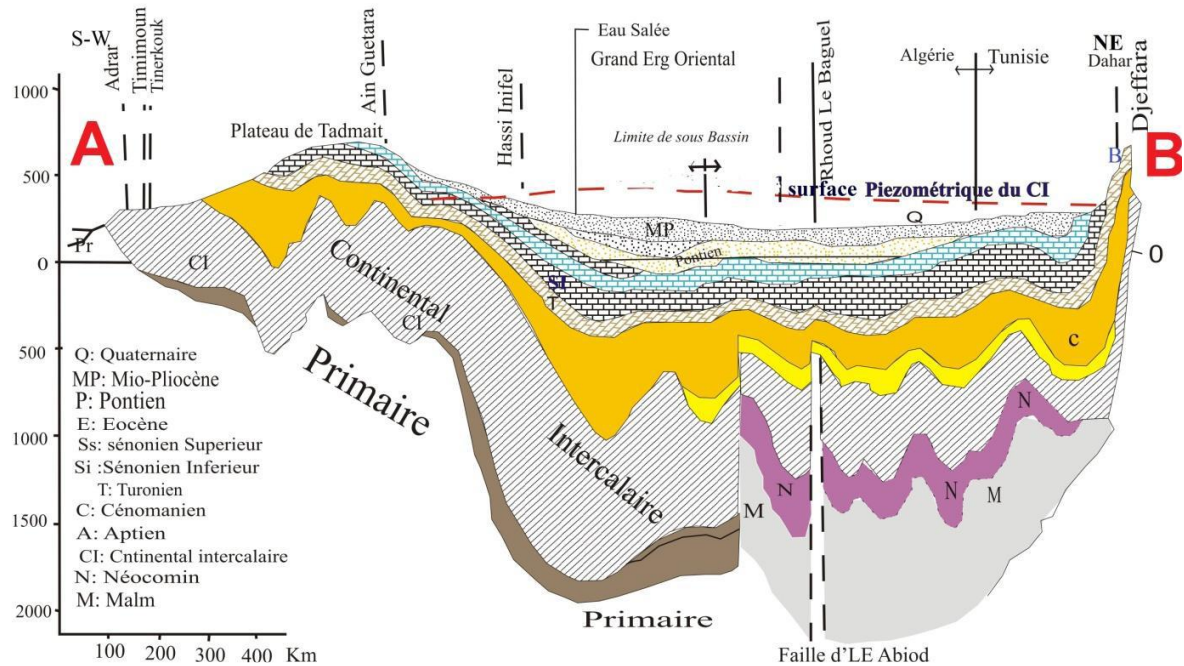


Fig. n°02 : Coupe hydrogéologique du bassin hydrogéologique du Sahara septentrional

I-2-2 : Cadre hydrogéologique du bassin du Sahara Septentrional

Ce bassin sédimentaire du Sahara septentrional constitue un vaste système hydrogéologique d'une superficie de 780.000 km² bien connue par les études de système entrepris par (l'UNESCO ,1972). Il est limité au Nord par les piémonts de l'atlas saharien, à l'ouest par la dorsale subméridien Oued Saoura-Reggane , au Sud par l'alignement des plateaux Tademaït, au nord par la région de Gabés et les reliefs du Duhra. Dans ce bassin hydrogéologique s'individualisent les unités suivant :

- le sous bassin oriental, de 500.000 km² drainé vers le Nord-Est est occupé en grand partie par le grand Erg Oriental (région de TOUAT).

- le sous bassin de la Djeffara à l'Est dans la zone côtière du golfe de Gabés.

- le sous bassin occidental (Ghardaïa – Bechar) de 280.000

I- 2-3. Les principaux aquifères :

Les aquifères les plus important dans la région sont celles du continental intercalaire, c'est dans cette aquifère que sont implanté les foggaras et les forages de secteur étudiée. Il comporte :

I- 2.3.1. Les formations gréseuses primaires :

Au nord ouest de Timimoun (palmerais de Tala Ahlad et kali), les foggaras sont alimentées par les grés primaires plus au moins argileux qui bordent la Sebka.

I-2.3.2. La nappe du grand Erg occidental :

Il existe à la lisière nord du Gourara, une multitude de petites palmeraies perdues dans les dunes du grand Erg occidental. Ces palmeraies grâce à une nappe très importante circulant sous les dunes, à la faveur d'une dépression dans la topographie, les puits et foggaras peuvent atteindre cette nappe.

Les inféro-flux des grands Oueds débouchant de l'Atlas s'y raccordent. L'eau est contenue dans les grés à passées argileuses rouges des Gour (d'âge miopliocène) sous jacentes à la dalle Hamadien calcaire.

I. 2.3.3. La nappe du continental intercalaire :

I.2.3.3.1. Caractéristiques générales :

Cette nappe est contenue dans les horizons Sablo Gréseux du continental intercalaire qui s'étend sur tout le Sahara septentrional. Elle constitue un relais entre les sous bassins oriental et occidental. Le trait marquant de ces réservoirs aquifères est sa géométrie considérable due à la fois à son extension sur plus de 600.000 km² et son épaisseur moyen de plusieurs centaines de mètres.

La recharge actuelle de la nappe s'effectue par infiltration :

- des ruissellements à la périphérie du domaine, tout au long des Oued qui décèdent des massifs montagneux notamment de l'Atlas saharien.
- des pluies d'années exceptionnelles (les crues) sur le grand Erg occidental et les régions où il affleure.

Il n'existe pas de véritables sources actuelles ; cependant, il est probable que ce sont des sources qui ont été à l'origine du creusement des foggaras dans les zones du Gourara, Touat et Tidikelt. Dans ces régions, une partie des eaux souterraines non capté par les foggaras est évaporé au niveau des Sebkhass et une partie s'échappe au sud –ouest des foggaras montrant un exutoire naturel formé par les fuites ascendantes verticales vers la nappe du complexe terminal à la faveur des fractures qui jalonnent la dorsale d'Amguid EL-Biod.

- La transmissivités s'échelonnent de 6 à 30.10⁻³ m²/s et les coefficients d'emmagasinement de 1 à 50* 10⁻³.

I.2.3.3.2. Alimentation de l'aquifère :

La recharge actuelle de la nappe s'effectue par infiltration:

- Des ruissellements à la périphérie du domaine, tout au long des Oueds qui descendent des massifs montagneux notamment de l'Atlas Saharien, mais aussi parfois du plateau de Tademaït.

- Des pluies d'années exceptionnelles sur le grand Erg Occidental, et les régions où il affleure.

1.2.3.3.3. Sens d'écoulement:

On peut parler de deux directions :

- Une partie s'écoule vers le Sud et le Sud-ouest, c'est à dire vers le Gourara, le Touat et le Tidikelt.
- L'autre partie s'écoule vers l'étroit passage situé, entre le dôme de Medenine et l'Atlas saharien (exutoire tunisien) et rejoint à la faveur des failles d'El Hamma et de Medenine, la nappe de la zone côtière tunisienne.
- Les eaux provenant du Dahra et de Libye, s'écoulent vers le Nord et rejoignent celles de l'Atlas saharien au niveau de l'exutoire tunisien.[03]

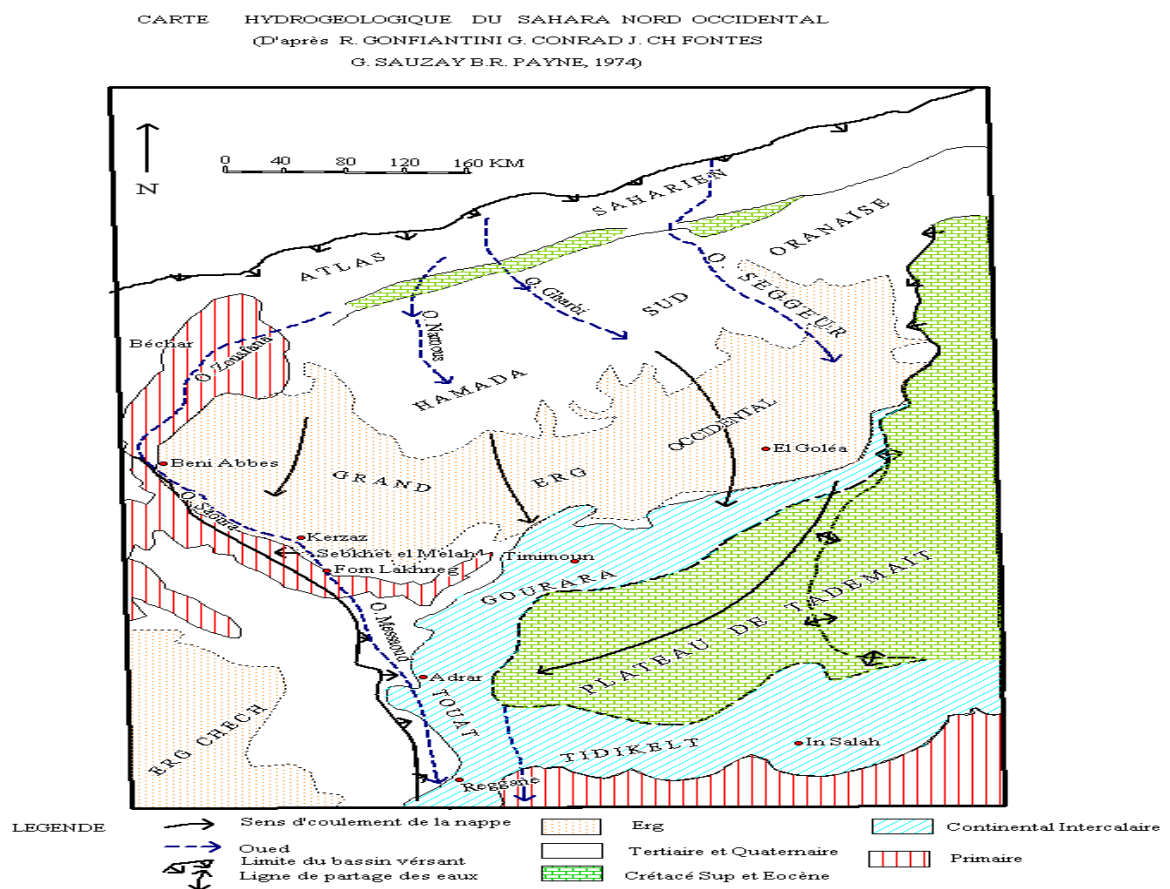


Fig. n ° 03 : Carte Hydrogéologique du Sahara Nord Occidental d'après G. Gonfiantini, G. Conrad, J- C. Fontes, G. Sauzay et B.R. Payne, 1974))

I-3. .HYDROCHIMIE :

L'étude hydrochimique des eaux de la nappe nous permet d'avoir une idée sur l'état actuelle des eaux souterraines de la région, leur qualité, sa potabilité, ainsi que leur degré de pollution par rapport à certains éléments chimiques.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées par le laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) antenne d'Adrar en 2009 sur 90 forages couvrant la quasi totalité de la région d'étude comme mentionnée dans le Tableau n° 23. Les analyses ont porté essentiellement sur les paramètres physiques : pH, conductivité, résidu sec, TAC, TH et minéralisation, et sur les paramètres chimiques: cation et anion majeurs (cation: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ anion: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , et NO_3^-).

I.3.1 LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES EAUX

3.1.1. La température :

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une grande précision. Cet élément joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et surtout des gaz, lorsqu'elle est élevée elle diminue la solubilité de l'oxygène.

Dans notre région elle varie entre 20°C en hiver et 23°C en été. Il n'y a pas un grand changement parce qu'elle est dans une profondeur non influencées par la température superficielle.

I.3.1.2. La conductivité:

Elle permet une estimation approchée de la minéralisation des eaux. Elle augmente avec la teneur en sels dissous (conductivité élevées \Rightarrow eau chargée). Les mesures se font sur le terrain, pour avoir une idée sur place de la minéralisation des eaux.

Pour mesurer la conductivité, on utilise le conductivimètre, l'unité de mesure est le $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Dans notre région elle varie entre 1,15 et 4,95 ms/cm. C'est à dire qu'on a des eaux moyennement conductrices et minéralisées.

I.3.1.3. Le pH

Le pH est par définition une mesure de l'activité des ions H^+ contenu dans une eau $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$.

Le pH de l'eau joue un rôle primordial à la fois dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité), mais tout dépend de la nature des roches réservoirs et de la température, c'est pour cette raison, qu'il est strictement recommandé de faire les mesures sur place.

Le pH des eaux de la région d'étude, varie de 6.93 à 8.07, ainsi les eaux ont une tendance agressive (basique).

I.3.2. LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES EAUX

I. 3.2.1. Le Résidu Sec :

Il représente la minéralisation totale de l'eau c'est-à-dire la totalité des sels dissous et les matières organiques contenues dans l'eau. Il est exprimé en mg/l, pour une eau potable, le Résidu Sec ne doit pas dépasser 2000 mg/l. Pour la région d'étude, il est compris entre 680 mg/l dans le forage Aerodrome 1 et 2000 mg/l dans le forage Bouali 07 sauf pour le forage de Bouanji 08 qui atteint les 3050 mg/l, 2280 dans forage Ouadra 01. En général c'est une eau de bonne qualité.

I.3.2.2. La dureté TH (Titre Hydrotimétrique) :

Elle indique la teneur totale en sels de calcium et de magnésium, vu la faible concentration des autres cations bivalents dans les eaux naturelles : Cr^{3+} , Sr^{2+} , Al^{3+} . La dureté totale mesurée sur l'eau brute, indique la teneur globale en calcium et magnésium. Elle est exprimée en meq/l soit en mg/l de $CaCO_3$ soit en °F.

** 1 meq/l = 5°F = 50 mg/l de $CaCO_3$ **

$$TH = (rCa^{++} + rMg^{++}) \times 5 \text{ } ^\circ F$$

Tableau N°01 : Qualité de l'eau en fonction du TH

TH (°F)	0-7	7-22	22-32	32-54	> 54
Qualité d'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure

D'après le tableau N°01 et les résultats obtenus, nous pouvons dire que la qualité des eaux varie de modérément douce à très dure ($11 < TH < 58$). Nous remarquons que les eaux de qualité dure à très dure caractérisent les périmètres agricoles ainsi que les terrains plus proches de la sebkha (Tamentit et El Mansour ... etc) [04].



Chapitre : II

la production des eaux usées

II- Généralité sur la production des eaux usées

Les eaux usées

II.1. Nature et origine

L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eau pour qu'ils ne causent pas de pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers est considéré comme de l'eau usée. L'eau de pluie, ainsi que les différents polluants qui s'écoulent dans les égouts, aboutissent dans les établissements de traitement des eaux usées. Les eaux usées peuvent aussi provenir de sources agricoles et industrielles.

Selon REJSEK (2002), les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. [5].

Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles). Elles proviennent de trois sources principales

II.1.1. Les eaux usées domestiques

Elles comprennent les eaux ménagères (eaux de toilettes, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales) dans le système dit « tout à l'égout ». Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques.

II.1.2. Les eaux usées urbaines

Elles comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage et de lavage des voies publiques). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents,...) [6]

II.1.3. Les eaux usées industrielles

Elles ont une composition très différente de celle des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles nécessitent un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que si elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution [7].

Les eaux usées, contiennent, en plus de toutes ces matières, toutes sortes de microorganismes : champignons, protozoaires, bactéries, virus.

II.2. Composition des eaux usées:

La composition des eaux usées est extrêmement variable, en fonction de leur origine industrielle ou domestique. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes.

La composition des eaux usées s'analyse par le biais de diverses mesures physiques, chimiques et biologiques. Les analyses les plus fréquentes comportent des mesures de déchets solides, de la demande biochimique en oxygène mesurée après cinq jours (DBO5), de la demande chimique en oxygène (DCO) et du pH. [8].

II.2.1. Les matières en suspension

C'est la masse de matières insolubles ou colloïdales retenues par filtration quantitative ou séparées par centrifugation, elles s'expriment en milligramme par litre. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et, souvent, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [9].

II.2.2. Analyse en oxygène

a. La demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants présents dans le milieu pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation, DBO5.

L'essai normalisé prévoit un ensemencement microbien à l'aide d'eau usée domestique, d'une eau de rivière ou d'un effluent de station, et une incubation à 20°C, à l'abri de la lumière [10].

b. La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle regroupe la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non, présentes dans un milieu. Soit donc à la fois les matières oxydables par les processus purement chimique et celles oxydables par les processus biochimiques [11].

II.3. La pollution des eaux usées :

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération [12].

La pollution de l'eau dépend de son usage : les eaux de cuisines contiennent essentiellement des restes d'aliments, des graisses et des détergents. Les eaux de lavage sont souillées par les saletés des savons et des détergents. Les eaux de W.C (eaux de vannes) contiennent beaucoup de matières organiques. On y trouve l'azote qui va se transformer en nitrates ainsi que des germes parfois dangereux [8].

L'industrie est susceptible de déverser les polluants suivants : des matières en suspension diverses telles que les fibres et les écorces, des matières organiques qui accroissent la DBO, des matières inorganiques diverses (métaux et oxyde métalliques), des hydrocarbures provenant de la fabrication des machines, les rejets en milieu aquatiques contiennent également des substances phénoliques comme les crésols, les catéchols, le guai col et d'autres composés [5].

Les micropolluants

Le terme « micropolluant » désigne un ensemble de substances qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation, sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités.

Les principaux micropolluants sont des métaux et des métalloïdes à base de mercure, cadmium, arsenic, plomb, chrome, sélénium, cuivre, thallium, etc. Il comportent aussi des composés phénoliques, des organohalogénés (Lindane, DDT, PCB,...) des organophosphorés (parathion, malathion,...), certains hydrocarbures (HAP,...), des composés organotanniques ou encore des dérivés nitrates.

Hormis les métaux et les métalloïdes et certains hydrocarbures, la presque totalité des micropolluants sont des molécules de synthèse. Leur diffusion vers le milieu naturel peut se faire, entre autres, à partir des effluents industriels, de nature très diverses: industrie chimique, industrie des métaux, industrie papetière (synthèse d'organochlorés par blanchiment de la pâte au chlore), industrie textile (colorants), industrie de la tannerie (chrome), industrie du bois (phénols, crésols), etc. [13] [14].

II.4. Effets des eaux usées sur le milieu récepteur

On les observe dans plusieurs domaines, notamment dans les mers et les rivières où s'observent parfois des marées noires ou encore la mort de poissons, suite à l'intoxication dues aux lessives ou à des rejets industriels. Ainsi, en 1975, le déversement de Cyanure dans la Moselle détruit 40 tonnes de poissons, alors que le rejet dans le Rhin d'un insecticide entraîna la mort de 50% des poissons. En effet, quand les eaux résiduaires contiennent des huiles ou des graisses, la formation de films peut s'opposer à l'accès de l'oxygène dans les cours d'eau et provoquer des effets d'intoxication sur les microorganismes et les poissons. Les huiles et les graisses végétales et animales peuvent être assez facilement dégradées par voie biochimique mais c'est le contraire pour les huiles et les graisses minérales. Des effets toxiques sur les microorganismes et les poissons peuvent également être provoqués par des déversements d'eaux résiduaires industrielles contenant des tannins, des goudrons, des colorants. D'une manière générale, diverses substances toxiques, minérales ou organiques, peuvent être contenues dans les eaux résiduaires industrielles, peuvent détruire la faune des rivières ou mettre en question l'utilisation de l'eau des rivières pour l'alimentation humaine [15]

En Algérie, les eaux usées sont généralement déversées à l'état brut, soit directement à la mer, soit vers les oueds, avec dans les deux cas des problèmes de pollution biologique et chimique.

Les cours d'eau fortement pollués traversent ou passent à proximité d'agglomérations urbaines et de zones industrielles majeures (oued EL-HARRACH à ALGER, oued SOUMMAM à BEJAIA, oued RHUMEL à CONSTANTINE, oued SEYBOUSE à ANNABA), causant ainsi beaucoup de problèmes sanitaires et d'insalubrité aux riverains. Les oueds véhiculent de fortes charges polluantes et leur capacité de dilution et d'autoépuration ne suffit plus à résorber la charge polluante. Ils se sont transformés, pour la plupart, en égouts à ciel ouvert, notamment en été où leur débit baisse naturellement [16].

II.5. L'épuration des eaux usées

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consiste à purifier l'eau, soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

II.5.1. L'épuration biologique

L'épuration dite biologique des eaux usées urbaines résulte en fait de deux mécanismes.

D'une part, la sédimentation incomplète de matières en suspension et, d'autre part, l'activité biologique de nombreux microorganismes qui se développent au détriment de la matière organique soluble (algues, bactéries, protozoaires saprozoïques ou particulière protozoaires holozoïques).

Trois types de système d'épuration peuvent être décrits : les étangs d'oxydation ou de stabilisation (ou lagunes d'eaux douces), les systèmes à biomasse fixée (lits bactériens, biodisques, lits fluidisés), les systèmes à biomasse floculée (boues activées) [9].

Les processus mis en oeuvre dérivent des cycles biogéochimiques.

Ces cycles spécialement ceux du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre, du fer et du manganèse rendent compte des transformations chimiques des corps organiques et inorganiques existants ou introduits dans le milieu.

Ces substances sont soumises à des processus biologiques (biotransformation, biodégradation) et physicochimiques (hydrolyse, volatilisation, solubilisation, etc.)

La biodégradation :

La biodégradation désigne un phénomène naturel, général dans le monde, tendant à transformer et à minéraliser les déchets organiques, grâce à l'action des microorganismes, notamment les bactéries.

L'homme peut aussi accélérer artificiellement ce processus en favorisant le développement des bactéries. Ce phénomène de biodégradation se produit en particulier dans les eaux stagnantes ou courantes, qui subissent une épuration biologique naturelle, plus ou moins poussée.

C'est seulement depuis une centaine d'années qu'on a compris que l'épuration naturelle des eaux polluées n'est qu'une phase du cycle naturel d'évolution de toute matière organique.

En effet, les plantes vertes, terrestres, aquatiques ou marines (algues ou phytoplancton), sont aptes à faire la synthèse de leurs substances à partir d'éléments minéraux, tels que l'eau, le gaz carbonique, les nitrates, les sulfates, les phosphates, etc. La source d'énergie qui permet ces réactions de synthèse est le rayonnement solaire. Les animaux, incapables de s'alimenter à des sources strictement minérales, ne peuvent que se nourrir de matières organiques déjà formées, qu'ils transforment ensuite plus ou moins. C'est ainsi qu'ils se nourrissent soit uniquement de plantes ou de produits du règne végétal (cas des herbivores), soit de plantes et d'animaux. Les organismes animaux brûlent alors les matières absorbées (phénomène de la respiration), pour fournir à leurs cellules toute l'énergie nécessaire (énergie de synthèse, énergie musculaire,...).

Simultanément, une partie des éléments ingérés est restituée au monde minéral sous forme de gaz carbonique et de vapeur d'eau. De plus, les produits azotés sont éliminés sous forme de déchets liquides ou d'excréments. Il s'ensuit que tous les organismes vivants, végétaux ou animaux, abandonnent sans cesse des déchets divers, des produits de sécrétion, des matières fécales. A la mort des être vivants, les cadavres sont aussi abandonnés dans le milieu ambiant, enterrés ou non.

Sous ces formes, la majeure partie des substances se trouve inutilisable par le monde végétal. L'azote combiné et l'anhydride carbonique n'existant dans le monde qu'en quantités limitées, la vie deviendrait vite impossible si les éléments composant les déchets ne revenaient pas au monde minéral. C'est alors qu'interviennent les microorganismes, pour assurer le retour des déchets au monde minéral et fermer ainsi le cycle. Les déchets deviennent la proie des microorganismes qui dégradent la matière organique et minéralisent les résidus de façon que ne reste plus finalement que des nitrates, des phosphates, des sulfates, des carbonates. Cela montre l'importance capitale des microorganismes dans le monde vivant.

Ajoutons que les réactions de dégradation, combustion, minéralisation, ne s'accomplissent normalement à froid qu'à des vitesses presque nulles. On peut alors s'étonner de ce que les matières organiques puissent être transformées à un tel rythme sous l'action des microorganismes, dans les conditions ambiantes et sans accroissement considérable de la température. L'explication est que toutes ces réactions sont activées par un nombre considérable de catalyseurs enzymatiques. Les microorganismes permettent donc de multiples transformations de molécules minérales ou organiques en réalisant des synthèses ou des dégradations cycliques.

En présence d'oxygène libre, les bactéries aérobies peuvent dégrader des molécules telles que des sucres, des acides gras, des protéines, etc., en substances de faibles masses moléculaires, puis en anhydride carbonique, eau, nitrate ou ammoniac. Par contre, en l'absence d'oxygène libre, les bactéries anaérobies fermentent les matières organiques au cours de phénomènes d'oxydoréduction complexes mais incomplets. Il se forme d'abord des acides, des alcools ou des aldéhydes de faibles masses moléculaires (acide lactique, acide formique, etc.), puis de l'anhydride carbonique, du méthane et de l'ammoniac. Cette fermentation anaérobie s'accompagne aussi de la production de substances intermédiaires malodorantes, telles que le phénol, l'indole, l'hydrogène sulfuré, les mercaptans, etc.

Ces deux processus de biodégradation interviennent parallèlement dans la nature et peuvent être utilisés dans les stations d'épuration.

Pour se développer et se multiplier, les bactéries ont besoin de sources d'énergie et de Nutriments . L'énergie est fournie soit par les radiations lumineuses, pour les espèces possédant des pigments photosynthétiques, soit par la réduction ou l'oxydation de composés minéraux ou Organiques .

Au point de vue de la nutrition des bactéries, on distingue les espèces autotrophes et les espèces hétérotrophes. Les bactéries autotrophes se développent dans des milieux strictement minéraux , en faisant la synthèse de matières organiques complexes à partir de carbone, de carbonates et de bicarbonates, ainsi que d'azote, des nitrates ou de sels ammoniacaux. Ces espèces bactériennes jouent un rôle considérable dans le sol. Mais pour l'épuration des effluents, leurs activités sont limitées et généralement contrariées par un excès de matières organiques. Néanmoins, dans les cours d'eau ou les lacs, ou dans les installations d'épuration d'eaux usées, elles interviennent dans tous cycles biogéochimiques majeurs : carbone, azote, fer, soufre, phosphore.

D'autre part, les espèces de bactéries hétérotrophes, les plus nombreuses, métabolisent les matières organiques complexes et jouent un rôle capital dans les processus d'épuration. Mais, si cette métabolisation est due principalement aux bactéries hétérotrophes, les autres organismes pouvant se trouver dans les eaux polluées, tels que les protozoaires, les nématodes, les algues, les champignons, les larves, les mollusques, etc., peuvent aussi métaboliser des substances partiellement dégradées. Ils peuvent également intervenir de diverses autres manières, par exemples en maintenant une teneur suffisante en oxygène dissous, en éliminant des substances apportées par des déchets toxiques, en éliminant les cadavres des bactéries.

Ajoutons que le pouvoir d'adaptation des enzymes est si remarquable que les flores des lits bactériens ou des bassins de boues activées parviennent à métaboliser même des substances très différentes des substances nutritives courantes : détergents, phénols, cyanures [17].

En général, si le milieu ne renferme pas d'inhibiteurs, les microorganismes vivants au sein des eaux, des sédiments ou dans le sol transforment et dégradent partiellement ou totalement les substances organiques ou inorganiques.

Grâce à leurs systèmes enzymatiques, les microorganismes chimio-organotrophes peuvent métaboliser de nombreux corps organiques. Les processus impliqués sont très divers et impliquent des oxydo-réductions et des hydrolyses par le biais de divers enzymes : oxydases, déshydrogénases, hydrolase, etc.

Le catabolisme correspond à une simplification progressive de la matière organique avec une tendance à sa minéralisation (C-CO₂, N-NH₃...) ou, tout au moins, à la formation de métabolites de faibles masses molaires.

Les dérivés formés préexistants permettent alors l'anabolisme. Les caractéristiques du milieu, spécialement sa teneur en oxygène, orientent les voies de dégradation impliquant la fourniture de nombreux métabolites. Certaines substances chimiques sont ainsi métabolisées, alors que d'autres ne sont que peu ou pas dégradées. Ces derniers corps s'accumulent, en faibles quantités souvent dans les biomasses finales et contaminent les chaînes alimentaires en quantités appréciables. Ils peuvent aussi inhiber l'activité biologique. Dans certaines conditions, un corps peut bloquer un système biologique mais être métabolisé lorsque les conditions du milieu changent, à l'exemple des phénols [18] [19] [20] .

I.5.2. L'épuration physico-chimique

Les filières d'épuration physico-chimiques utilisent des moyens physiques (décantation, flottation, filtres et membranes) et/ou des produits chimiques, notamment des coagulants (chlorure ferrique, sulfate d'aluminium...) et des floculants. On les utilise pour certains effluents industriels (toxiques) ou lorsque l'on doit gérer des variations rapides des flux à traiter (cas des stations d'épuration de communes touristiques, ou lorsque avec un réseau unitaire on veut faire face à l'arrivée d'eau de pluie) [8].

Chapitre : III

la pollution

des eaux et vulnérabilité

CHAPITRE III : POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINE ET DES NOTION SUR LA VULNERABILITE DE LA NAPPE

1. POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINE :

III.1.1. INTRODUCTION :

L'eau est sans doute le meilleur solvant liquide. La pollution de l'eau souterraine est le risque permanent de limitation de la ressource en eau dans un proche avenir.

Elle devient alors impropre à répondre à la demande d'utilisation et peut présenter un danger pour l'environnement. Les eaux souterraines se caractérisent par leur teneur en substances minérales dissoutes d'origine naturelle (géologique) ; c'est le "bruit de fond". Leur degré de pollution est apprécié par la mesure de l'écart entre le "bruit de fond" et leurs caractéristiques physico-chimiques [21] .

La connaissance du comportement des polluants, joue un rôle essentiel dans le cadre de vulnérabilité des eaux souterraine, à la pollution. L'atteinte d'une cible (nappe d'eau) dépend étroitement du comportement des polluants dans les milieux naturels traversés lors de leur migration. Les propriétés intrinsèques des polluants, les propriétés intrinsèques des milieux traversés, les interactions entre les polluants et le milieu, ainsi que les conditions locales (pluviométrie par exemple) sont autant de facteurs pavoisant la migration des polluants.

La connaissance du comportement des polluants a donc une incidence majeure en termes d'évaluation des risques : vitesse de propagation, extension de la pollution, nombre de cibles atteintes.

III-2. L'ORIGINE ET NATURE DE POLLUTION :

❖ Selon L'origine de la pollution :

- **Urbaine:** eaux usées domestiques, eaux pluviales...etc
- **Industrielle:** eaux de rejet, eaux d'infiltration sous dépôts industriels, liquides dangereux tel que hydrocarbures.
- **Agricole:** eaux d'infiltration et de ruissellement sous airs cultivées ou sous aires agricoles (élevages, lisières, épandages d'engrais azotés)

❖ Selon la nature des pollutions :

Les polluants peuvent êtres classés, selon leur nature, en quatre catégories:

➤ **Les pollutions physiques:**

Les principaux agents physiques de la pollution sont: la chaleur, le transport de matières solides en suspension et la radioactivité.

La chaleur : La chaleur est une source de pollution de l'eau. Lorsque la température de l'eau augmente, le nombre de particules d'oxygènes dissoutes diminue. La pollution thermique peut être déclencher naturellement comme des sources d'eaux chaudes et des étangs peu profond l'été ou par l'homme comme des déversements d'eau qui a été utilisée pour refroidir des centrales électriques ou d'autres équipements industriels. Les poissons et les plantes demandent une certaine température et un certain niveau d'oxygène pour survivre et c'est pour cette raison que la pollution thermique réduit très sérieusement la diversité de la vie aquatique dans l'eau.

Les matières solides en suspension : sont introduites par les précipitations et les eaux de surface.

La radioactivité : est potentiellement le plus dangereux polluant physique.

➤ **Les polluants organiques:**

La présence dans une eau souterraine de produits issus de la décomposition incomplète, sous l'influence de microorganismes, de la matière organique, comme les nitrates, l'ammonium, le méthane ou l'hydrogène sulfuré, devrait suspecter une contamination microbienne ou autre. La matière organique résiduelle constitue un milieu nutritif favorable au développement des microorganismes, notamment pathogènes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût, qui pourra être exacerbé par la chloration, et d'odeurs désagréables.

Les nappes circulent en milieu fissuré et les nappes alluviales sont les plus sensibles à la pollution organique.

➤ **Les polluants microbiologiques:**

De nombreux microorganismes, virus bactéries, voire des champignons et des algues sont présent dans l'eau. Les conditions anaérobies sont généralement rencontrées dans les eaux souterraines en limitant cependant la diversité. Ces microorganismes rencontrés dans les eaux souterraines proviennent des fosses septiques, des décharges, des épandages d'eaux usées, de matières fermentées, de cimetières...etc.

Les polluants microbiologiques se rencontrent surtout dans les aquifères à perméabilité de fissure (craie, les massifs calcaires), dans lesquels la fonction épuratrice du sous sol ne peut s'exercer et dans lesquels la matière organique est dégradée partiellement. Les émergences de types karstiques avec des circulations souterraines rapides sont par conséquent très vulnérables à cette pollution.

➤ **Les pollutions chimiques:**

L'eau par son pouvoir dissolvant élevé, dissout des substances rejetées par l'activité humaine. Les nombreux et d'origine diverses.

Les sels minéraux dissous: les plus nocifs sont les composés azotés: les nitrates (NO₃) et nitrite .non présents dans les formations géologiques ou très rares, les nitrates sont essentiellement d'origine agricole.

Les sulfates et les chlorures : sont naturellement présents dans l'eau souterraine.

Les chlorures constituent d'excellents traceurs naturels. Leur teneur maximum dans l'eau potable est fixée à 250 mg/l. Présence de chlorures due à différents phénomènes.

Les sources issues de terrains triasiques présentent naturellement de fortes teneurs en chlorures et sont impropres à la consommation humaine. Il en est de même pour des secteurs où d'anciens marais ont été asséchés Mais le cas le plus couramment rencontré est celui des nappes côtières sur le pourtour méditerranéen où existe un biseau salé (remontée d'eau salée dans la nappe) qui entraînent des contraintes d'exploitation.

Ce phénomène naturel peut d'ailleurs être accentué par une exploitation excessive de la nappe. Présence de *sulfates* liée, sauf cas particuliers à la nature géologique des terrains traversés par les eaux (gypse du Trias essentiellement). De nombreux points d'eau sont ainsi inutilisables et les communes doivent alors rechercher de nouvelles ressources pour l'eau potable.

Les micropolluants: métaux lourds, pesticides et détergents, regroupent les substances toxiques. Ils sont Dangereux même à l'état de trace, car la chaîne alimentaire a un effet cumulatif.

Les hydrocarbures:

Par suite à leur pouvoir de dilution, ils sont pernicieux à des doses très faibles.une teneur de 1/10000 à 1/100000 en volume donne un goût désagréable à l'eau.

Composé contenant uniquement du Carbone et de l'Hydrogène. Parmi les classes importantes d'Hydrocarbures il y a les Alcanes, les Alcènes, Alcynes et les Arènes. Alcane : nom générique des Hydrocarbures est de formule générale C_nH_{2n+2} SE présentent en chaînes droites ou en chaînes ramifiées les molécules d'Alcanes sont non polaires de sorte qu'elles ne mélangent pas et ne se dissolvent pas, dans les solvants polaires tels que l'eau. Ces molécules ne sont maintenues entre elles que par des forces inter moléculaires faibles.

❖ **Selon la répartition géographique** : on distingue:

- **Pollution diffuse**: qui caractérise le phénomène de pollution pouvant se produire sur une grande étendue de l'aire d'alimentation d'un aquifère.
- **Pollution ponctuelle**: qui caractérise les phénomènes de pollution qui se produisent instantanément au niveau d'un site donné situé dans l'impluvium.

❖ **Selon la répartition dans le temps:** on distingue:

- **Pollutions permanentes:** se produisant de façon continue dans le temps.
- **Pollutions accidentelle :** se produisant par une erreur humaine (exemple de rupture d'une canalisation transportant une substance polluante).
- **Pollutions saisonnières:** liées à une activité humaine saisonnière (exemple d'utilisation des engrais azotés dans certaines cultures saisonnières).

III.3.MECANISMES ET FACTEURS DE POLLUTION DE L'EAU SOUTERRAINE :

III .3.1.INTRODUCTION DU POLLUANT DANS LE SOL.

La surface du sol est une zone d'échanges atmosphère/sol. L'introduction de polluants crée des foyers de pollution par épandages à la surface du sol, ou enfouissement à des profondeurs plus ou moins grandes dans le sous-sol (fosses, puisards et rejets en nappes profondes). Le complexe argilo humique confère des propriétés d'adsorption et d'échange : le sol constitue un système accumulateur de substances très diverses.

L'adsorption moléculaire et la rétention des micropolluants organiques dans les sols sont plus ou moins fortes et plus ou moins réversibles. La nature de la molécule détermine son pouvoir de rétention, par son poids moléculaire, par sa charge, par la conformation de la molécule et son affinité à établir des liaisons covalentes, par sa solubilité dans l'eau. La capacité d'adsorption ionique et la rétention des cations (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) du sol varient essentiellement, en fonction de son épaisseur,

Le sol peut être un réservoir pour les germes pathogènes introduits accidentellement. Les bactéries circulent relativement peu dans les sols et sont retenues dans les premiers centimètres, à la différence des virus qui sont facilement entraînés et peuvent contaminer la nappe sous-jacente.

Donc, l'intensité de la pollution dépend du type de sol, de la dose de polluant et des conditions climatiques (précipitations en particulier) qui apportent un volume d'eau variable

III.3.2. MIGRATION ET EVOLUTION DU POLLUANT EN ZONE NON SATUREE.

III-3-2-1.Mécanisme de l'autoépuration naturelle :

Le soluté, ayant franchi la surface du sol, se déplace selon une direction sub-verticale jusqu'à la surface piézométrique. Il traverse la zone non saturée, caractérisée par la présence d'air

(donc d'oxygène), de minéraux argileux, de matières organiques (humus), d'acides humiques, etc. La zone non saturée joue un rôle primordial par son pouvoir d'autoépuration naturel (analogue à celui du filtre lent des usines de traitement). Cette barrière est franchie donc la propagation du polluant ne rencontre pratiquement plus d'obstacles. L'eau souterraine y acquiert ses caractéristiques physico-chimiques et biologiques. La prévision repose sur l'étude de l'autoépuration naturelle du sol. L'autoépuration naturelle, est provoquée par cinq ensembles de mécanismes principaux [22] .

1. Mécanismes physiques de l'autoépuration

La miscibilité avec l'eau et sa densité sont importantes. Une substance miscible devra vaincre les forces de la capillarité du sol. Par contre, elle s'intégrera facilement au soluté ; les différences de densité accélèrent le phénomène naturel de stratification de l'eau souterraine ; les mélanges entre soluté et eau souterraine deviennent plus difficiles. Les chlorures et les hydrocarbures sont très miscibles à l'eau.

La dilution du soluté avec l'eau souterraine diminue la concentration du polluant, donc sa nocivité. L'importance de ce phénomène est prédominante dans l'aquifère.

La dilution est fonction des apports d'eau ou renouvellement, donc des infiltrations d'eau de surface : précipitations efficaces, rivières, etc.

L'apport d'eau à température plus élevée ou plus basse que celle de la zone non saturée, entrave les mélanges et modifie le régime de l'eau souterraine.

2-Mécanismes hydrodynamiques de l'autoépuration

L'entraînement par l'eau en écoulement, vecteur de la migration des substances, est le mécanisme fondamental de la propagation de la pollution dans le milieu souterrain. Il faut tenir compte de la vitesse de déplacement ou à défaut, de la vitesse effective. Il existe une indépendance entre les substances entraînées et les molécules d'eau, plus ou moins grande. Souvent, la vitesse de déplacement du soluté est différente de celle de l'écoulement de l'eau souterraine, le polluant ayant une vitesse spécifique (exemple des pesticides).

3-Mécanismes hydrochimiques de l'autoépuration:

La stabilité chimique, liée à la vitesse de dégradation est peu connue.

Les échanges d'ions ou échanges de base, essentiellement avec les argiles, jouent sur les cations. Les anions, comme le chlore, sont rapidement et totalement transférés par l'eau souterraine. En ce qui concerne les pesticides, la fréquence de cations organiques ou susceptibles d'être ionisés, favorise les échanges.

Les interactions polaires, apparaissent surtout avec la complexion des substances, métaux lourds en particulier, par les complexes argilo-humiques. Pour les pesticides, avec ou sans apparition de liaisons hydrogène, ces phénomènes sont importants .

4-Mécanismes hydrobiologiques de l'autoépuration:

Les mécanismes hydro biologiques de l'autoépuration résident surtout en biodégradations. Le milieu, riche en matières organiques nutritives, favorise le développement des microorganismes. Une lutte pour la vie s'engage dont sont victimes les bactéries pathogènes. Celles-ci étant les plus fragiles sont éliminées. Les bactériophages se développent. C'est le «filtre biologique». Après un temps de séjour, d'une trentaine de jours, les bactéries pathogènes ont totalement disparu.

5-Mécanismes de l'adsorption et de la désorption:

Échanges d'ions et interactions polaires, phénomènes d'attraction moléculaire et diélectriques, sont caractérisés par l'adsorption prédominante sur la désorption. Ces deux phénomènes sont favorisés par la présence d'argiles, d'oxydes ou d'hydroxydes, et par les constituants organiques.

Le transport dans la zone non saturée d'une substance dépend de la concentration du soluté, d'où la nécessité d'une évaluation précise de tous les facteurs de mise en solution et d'immobilisation. Le régime de l'eau souterraine doit être également pris en considération, en particulier le débit de la nappe et les fluctuations de la surface piézométrique.

Enfin la structure du sol intervient, car si les actions d'autoépuration sont importantes en milieu poreux et liées à la granulométrie, elles deviennent très faibles, voire nulles en milieu fissuré karstique.

III.4. PROPAGATION ET EVOLUTION DU POLLUANT DANS L'AQUIFERE (MECANISME DE LA DILUTION) :

Les mécanismes de transport du soluté dans l'aquifère sont complexes, conséquence de l'hétérogénéité du réservoir. La direction a une composante latérale prédominante (fig.1). Des études sur modèles physiques et sur le terrain, ont mis en évidence une dispersion à la verticale du foyer de contamination, puis un étalement latéral dans le sens de l'écoulement de l'eau souterraine. Dans l'aquifère, en raison de l'absence d'oxygène, de matières organiques et de micro-organismes, le rôle épurateur est très réduit ; pratiquement seule la dilution agit. Celle-ci est d'autant plus importante que le débit de la nappe (ou la vitesse ou la transmissivité) est élevé ; d'où l'importance du renouvellement. Un fort renouvellement est favorable à l'élimination de la pollution.

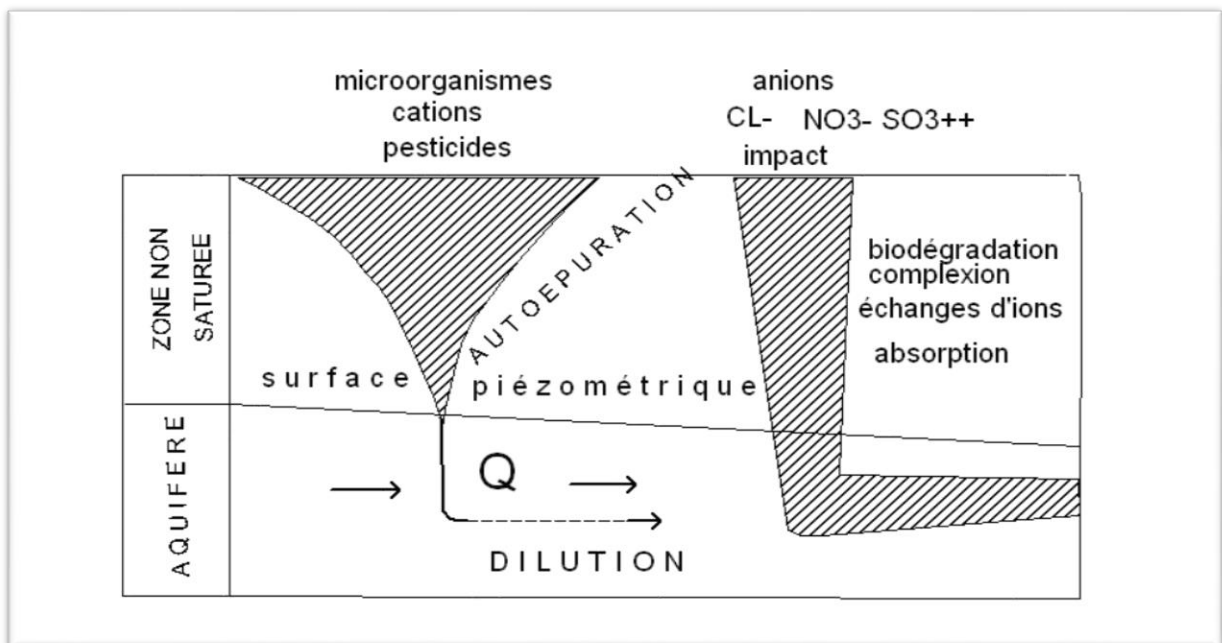


Figure 4 : Propagation et évolution du polluant dans l'aquifère (Mécanisme de la dilution) [22].

III.5. PERSISTANCE DE LA POLLUTION

III.5.1 : Cas de pollution par un produit plus léger que l'eau et qui atteint la nappe (hydrocarbures)

Les polluants insolubles plus légers que l'eau restent à la surface de la nappe où ils s'étalent. C'est principalement le cas des hydrocarbures, même si quelques uns sont légèrement solubles (phénols, aromatiques) ; pour circuler dans le sol et rejoindre la nappe, les hydrocarbures doivent être en quantité suffisante pour former une phase continue. Celle-ci va migrer vers la nappe sous l'influence de la gravité et des forces capillaires, ces dernières induisant de plus un étalement latéral. S'ils sont présents sous forme discontinue (gouttelettes piégées dans les pores), la pollution sera plus lente ; la phase « huile » en déplacement peut être enveloppée d'une phase gazeuse formée par la vaporisation des composants les plus volatils.

Cette fraction du polluant au-dessus de la nappe, (le corps d'imprégnation) représente une source de pollution durable pour la nappe, [22] .

III.5.2 : Cas des polluants plus lourds que l'eau:

Leur migration jusqu'à la nappe peut être très rapide. Une fois dans la nappe, ils continuent à migrer vers le bas jusqu'à ce qu'ils aient atteint soit le substratum soit une intercalation peu perméable. Ils peuvent, alors, rester piégés dans les irrégularités du substratum ou bien migrer dans le sens du pendage de celui-ci. Peu ou pas biodégradables, ils peuvent subsister pendant des mois, voire des années. Ces faits expliquent les difficultés des opérations de décontamination, [22].

III-6 . VULNERABILITE DE LA NAPPE A LA POLLUTION :

6.1. INTRODUCTION :

La vulnérabilité à la pollution d'une nappe d'eau souterraine matérialise la facilité avec laquelle elle peut être atteinte par une pollution. Cette pollution peut être engendrée par une source ponctuelle (ex. décharge, cimetière, rejet d'eau usée brute domestique ou industrielle, etc.), ou diffuse (engrais chimiques, pesticides, herbicides).

La vulnérabilité d'une nappe à la pollution : « est une notion relative, non mesurable et sans dimension. La précision de son évaluation dépend essentiellement de la nature, de la quantité et de la fiabilité des données utilisées

Sa caractérisation est basée généralement sur l'estimation d'un certain nombre de paramètres plus ou moins important, relatifs notamment à la couverture de la nappe (sol et zone non saturée) et à la zone saturée proprement dite.

La vulnérabilité dépend :

- Type de nappe, libre ou captive,
- Mode de circulation de l'eau dans l'aquifère.

Les nappes libres sont les plus vulnérables: les polluants d'origine superficielle peuvent diffuser librement dans le sol et la zone non saturée jusqu'au niveau piézométrique; d'autre part, la fluctuation verticale saisonnière du niveau piézométrique aboutit à 'rincer' les particules de la zones non saturée et entraîner les substances qui y sont adsorbées. Les nappes captives en revanche sont mieux protégées par les couches imperméables qui les surmontent. Leur alimentation en eau superficielle est plus circonscrite.

III. 6.2 : CRITERE D'EVALUATION DE LA VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINE

➤ LE RECOUVREMENT :

- Nature des terrains constituant la couche superficielle de sol et de la zone non saturé, celle-ci control la pénétration des polluants (fixation et imperméabilité)
- Structure de terraine (milieux poreux ou fissuré)
- L'épaisseur de la zone non saturé.

➤ **CARACTERISTIQUE HYDRAULIQUE :**

- La profondeur de la nappe (épaisseur de la zone non saturé)
- Le sens d'écoulement de l'eau souterraine.
- Les vitesses d'écoulement.
- Perméabilité de la couverture et de la zone non saturé
- Vitesse d'infiltration.

➤ **TOPOGRAPHIE :**

La pente du sol conditionne l'aptitude au ruissellement des eaux de pluie, donc une moindre infiltration.

III. 6-3 : FACTEURS DE LA VULNERABILITE

Les facteurs de la vulnérabilité englobent plusieurs paramètres :

- Etat et caractéristiques physico-chimiques du sol et du sous-sol ; le facteur principal est la lithologie.
- Profondeur de la surface piézométrique, laquelle impose le temps de séjour en zone non saturée.
- -Paramètres de l'écoulement de l'eau souterraine : coefficient de perméabilité ou transmissivité, direction et vitesse de déplacement (à défaut vitesse effective).
- Conditions d'alimentation et d'écoulement, facteurs du renouvellement de la réserve totale moyenne.



Chapitre : IV

Partie EXPERIMENTALE

IV.1 . APERCUE GENERALE SUR LA RAFFINERIE :

IV-1.1. Situation géographique :

La raffinerie de SBAA se trouve dans la zone industrielle d'Adrar. Elle se situe dans la partie orientale de la ville Adrar d'une distance dépasse le 44 kilomètres. La raffinerie occupe une superficie totale de 75 hectares divisée en 06 aires pour les différents usages.

IV.1.2- Capacité de traitement de la raffinerie :

La capacité nominale de traitement de la raffinerie de SBAA est de douze mille cinq cent (12500) barils/jour ; le pétrole brut provenant des gisements situés dans la cuvette de Sbaa, Hassi Ilatou .

La raffinerie se compose de plusieurs zones à savoir : l'unité de production, une zone de stockage, une zone d'expédition ; un centre d'enfuter de propane et de butane, zone de bâtiment technique et administratif, et une base de vie.

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SABA est de 600 000 Tonnes environ de pétrole brute pendant une période de 330 jours en continu par jour.

IV. 1. 3- Structure et équipement de la raffinerie :

La raffinerie est constituée principalement de:

- Une unité de distillation atmosphérique de brute,
- Une unité de reformage catalytique de naphta,
- Une unité de craquage catalytique de résidu atmosphérique (RFCC),
- Une unité de séparation des GPL.
- Une salle de contrôle principale.
- Des bacs de stockage de produit pétroliers.
- Unités de l'utilité avec ses auxiliaires
- Station d'air comprimé;
- Un bâtiment technique et laboratoire,
- Une station électrique principale,
- Des soustractions électriques,
- Un atelier de Mécanique et de Maintenance,
- Huit blocks d'approvisionnements,
- Un bâtiment administratif,
- Station de brigade anti-incendie, et Rampes de chargement,

IV.1. 4- Conception de l'outil de production:

La conception de l'installation est basée sur les principes suivants :

- La raffinerie fonctionne en continu à sa capacité de production annuelle,
- La valorisation de la totalité du résidu de l'unité de distillation atmosphérique en produit raffinés et particulièrement la maximisation du gasoil,

Le fonctionnement de la raffinerie est complètement autonome. Toutes les utilités requises pour le fonctionnement des installations sont produites par la Raffinerie,

à l'exception du gaz naturel qui provienne du champ de gaz de SONATRACH de Sbaa,

La production de vapeur pour satisfaire les trois turbines de production d'énergie électrique ; les deux turbo ventilateurs de l'unité RFCC et vapeur stripping des unités combinées ; est assurée par trois chaudières avec un appoint de l'unité RFCC.

L'énergie électrique est produite par trois turbo générateurs .

L'air comprimé (purifié et non purifié + le nitrogène) pour l'utilisation de l'air instrument est régénéré des catalyseurs du réacteur .

IV.1.5 - les utilités:

Les utilités sont composées des unités suivantes :

- unité de traitement des eaux.
- unité de production de vapeur.
- unité de production d'énergie électrique.
- unité de distribution d'énergie électrique..
- unité de production d'air comprimé.
- unité d'exploitation d'eau de refroidissement et eau usée.

a- Réseau d'eau :

L'eau brute destinée aux différents usages (eau réseau incendie , eau traitée pour refroidissement et production de la vapeur , eau potable , provient des trois forages situés à un (01)km d'environ côté nord-est de la raffinerie ,

Le traitement des eaux de refroidissement de l'installation se prépare par l'unité de traitement des eaux et s'exploite par l'unité de circulation des eaux,

Le traitement des eaux déminéraliser pour la production de vapeur se fait à l'unité du traitement des eaux et il sera pompé vers les chaudière via deux bacs de stockage d'une capacité de 200m³ pour chaque un.

b- Réseau eau incendie :

Les réseau eau incendie est équipé par deux électropompes ; et un diesel motopompe identique ; deux suppresseur assurent une la sous pression du réseau en permanences.

c- Réseau eau potable :

Les deux pompes alimentent la station d'adoucissement d'eau potable qui se trouve à la base vie (après adoucissement l'eau est distribuer avec un débit de 2.5 m³/h sous une pression de 2.5 – 03bars.

d- Réseau eau de refroidissement :

Un appoint en eau traite de traitement des eau (osmose inverse) vers les bassins les deux tours d'aerorefrigerant,

ces deux tour, Un pour la central ; avec un débit de 4000m³/h et une pression et température de sortie de 03 bars – 32C° et 02bars – 42C° en retour, La deuxième pour les unités combinées, avec un débit de 3000 m³/h et une pression et température de sortie de 4.5 bars – 32C° et 02.5bars – 42C° en retour.

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintient de son PH dans les limites de 8.5et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore et d'autres biocides.

IV.1.5.1. Traitement des Eaux usées :

La capacité de traitement des eaux usées est de 100 m³/h dont 60 m³/h pour les eaux usées huileuses et 20 m³/h pour les eaux usées à forte concentration . les eaux usées huileuses sont traitées conformes sont réutilisées commes eau d'appoint du système d'eau de circulation , et les eaux usées non-polluées ne nécessitant pas de traitement sont envoyées directement dans l'étang d'évaporation , les eaux pluviales non-polluées provenant des installations de raffinage sont évacuées vers l'installation flottation-filtration des eaux usées huileuse pour le traitement ; les eaux pluviales polluées et les eaux d'accidents venues des installations de raffinage et de l'usine de traitement des eaux usées sont évacuées dans le bassin tampon puis transportées après la collection en tête de l'installation de traitement des eaux usées huileuse .

Les eaux usées à forte concentration comportent notamment les eaux usées contenant résidus alcalins, les eaux usées salines et les eaux purifiées strippées. Les eaux usées domestiques provenant des cités et des installations de production sont envoyées dans l'installation de traitement des eaux usées huileuses.

L'eau usée à haute concentration est le produit des eaux contaminée avec du acide chlorhydrique due à la régénération des adoucisseurs de traitement des eaux et aussi au rejet concentré de l'osmose inverse environ 20m/h

IV.1.5.2- Exploitation du poste de traitement des eaux

L'alimentation de poste de traitement des eaux par l'eau brute est assurée par deux pompes, l'eau est refoulée sous une pression de 4.5bars 35C° traverse :

- un échangeur pour une augmentation de la température
- un aérateur (barbotage avec de l'air).
- injection de flocculant afin de faciliter l'arrangements particule en suspension
- l'eau traverse la batterie filtres (captation des MES arranger par le flocculant.
- injection d'un inhibiteur pour diminuer la vitesse de réaction.
- échangeur vapeur pour augmenté la température.
- traverse d'une batterie osmose inverse (dessalement primaire TH = 163.2 ueq/l).
- Dégazage physique avec de l'air pour éliminer l'oxygène dans le dégazeur
- stockage dans un bac intermédiaire une quantité de l'eau pré-dessalée est envoyer pour comme appoint d'eau de refroidissement.
- l'autre partie est pompé au adoucisseur pour une purification totale (TH=2 micro eq/l).
- injection de L'ammoniac pour ajuster le pH.
- stockage pour l'utilisation dans deux bacs de capacités (2X200 m³).

IV-2. Matériels et Méthodes :

IV.2-1- DETERMINATION DU pH

***- PRINCIPE DE LA METHODE :**

Détermination potentiométrique de la concentration des ions d'hydronium (H₃O⁺) dans l'eau.

APPAREILLAGE :

- 1- PH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel.
- 2- Bêcher de 150 ml.

REACTIFS :

A - solution tampon à pH = 4

Peser 10,12 g de phtalate acide de potassium ($\text{KOOOC. C}_6\text{H}_4\text{COOH}$) dissoute dans l'eau exempte de CO_2 et porter à un litre

B - solution tampon à pH = 6,9

peser 3,39 g de K_2HPO_4 plus 3,53 g de Na_2HPO_4 .

Préalablement sécher pendant 2H à $130\text{ }^\circ\text{C}$ et compléter à un litre d'eau exempte de CO_2 .

C - solution tampon à pH = 9,2

peser 3,80 g de tétraborate de sodium. $10\text{ H}_2\text{O}$ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{ H}_2\text{O}$) et compléter à un litre avec l'eau exempte de CO_2 .

MODE OPERATOIRE :

- 1- Tarer le pH mètre avec les solution tampons (4, 7, 9)
- 2- Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée.
- 3- Immerger les électrodes dans l'échantillon .
- 4- Lire la température de l'échantillon avec un thermomètre et la régler sur le compensateur de température sur pH mètre.
- 5- Effectuer la lecture du pH .

IV.2.2- La turbidité :

– Le principe

La turbidité ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption.

Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi voisine de celle de BEER LAMBERT.

La turbidimétrie mesure alors l'intensité lumineuse du faisceau transmis après traversée du milieu.

La mesure s'effectue dans le même sens que celui du faisceau incident.

– Appareillage :

-Turbidimètre.

-Etalon.



Figure N° 05 : mesure de turbidité.

Préparation de l'instrumentation :

- 1- mettre l'appareil sous tension.
- 2- Saisir délicatement l'étalon 0.1 NTU et l'essuyer sans l'agiter.
- 3- Veiller à ce que chiffon ou le papier utilisé ne laisse aucune pluche sur la paroi du tube de verre.

Etalonnage :

- Ouvrir la chambre noire et y placer l'étalon.
- Coiffer chambre noire.
- Placer le commutateur de sélection sur la position 10(10 constitue la limite supérieure de lecture, soit 10 NTU.
- Ajuster l'affichage à la valeur de l'étalon à l'aide du bouton de tarage.
- Ouvrir le chambre noire
- Retirer l'étalon et le stocker verticalement
- L'appareil peut alors être utilisé pour un échantillon dont la turbidité est <10 .

Mesure d'une turbidité :

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- Essuyer la surface extérieure du tube de mesure au moyen d'un tissu lisse doux .
- Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- Fermer la chambre .
- Lire directement le résultat .

IV.2.3- MES (Matière En Suspension) :

– Principe général :

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à obtenir un résidu sec.

Dans notre étude on utilise la méthode de décantation naturelle.

– Matériel spécial :

- Tubes de 100ml.
- Dessiccateur .
- Une balance (10^{-3} g) .
- L'étuve a 105 °C .
- Papier filtre .
- Capsules en verre .

Mode Opérateur :

- 1- Dans les capsules on met les papiers filtre et mettre dans l'étuve à 105 °C pendant 1heure et mettre dans dessiccateur durant 30 minute et pesé les capsules P_2 .
- 2- Prendre les papiers filtre a tube de 100 ml et filtrer 100 ml de l'échantillon et met les papiers humide des les capsules et à l'étuve à 105 °C pendant 1 heure et à dessiccateur durant 30 minute et pesé les capsules P_2 .



Figure N° 06: mesure de MES.

– Expression des résultats :

Soit :

P_1 : le poids de capsule pleine après dessiccateur.

P_2 : le poids de capsule pleine après calcination.

V : le volume de l'eau traitée en ml.

La Teneur en mg de MES par litre d'eau est donnée par l'expression :

$$\frac{(P_2 - P_1) \times 1000}{V}$$

V

IV.2.4- DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) :

1- METHODE AU PERMANGANATE DE POTASSIUM (FROID)

L'oxydation chimique des matières organiques et des substances oxydables est effectuée par le permanganate de potassium. Suivant l'acidité du milieu et la température, l'oxydation Est plus au moins énergique. Ce test conventionnel permet d'apprécier la teneur en matières organiques en même temps que la présence d'autres substances réductrices. la réglementation française ne fait que de la méthode a froid.

PRINCIPE :

L'eau est laissée en contact avec un volume connu d une solution de permanganate de potassium titrée , L'excès de permanganate est dose au bout de 2 heures.

II REACTIFS

- Solution de permanganate de potassium N/10 1 ml de cette solution correspond à 0,1 mg d'oxygène.
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium à 25 g / l
- Solution d'acide sulfurique au ½ en volume.

Mode opératoire :

100 ml eau distillée pour le blanc .

100 ml de l'échantillon + 5 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ 1+3 (v/v) .

10 goutes de Ag₂SO₄ saturé + 10 ml de solution de permanganate de potassium

(C = 0.01mol/l) .

Bouiller pendant 10 minutes , laisser refroidir jusqu'à T= (60 – 80 C) , ajouter 10ml de Na₂C₂O₄ la couleur sera Transparente .

On Titre avec KMnO₄ (0.01 mol/l) jusqu'à la couleur rose claire, on note le volume

Déterminer par calcul la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières réductrices contenues dans un 1L d'eau traité.

2- METHODE AU DICHROMATE DE POTASSIUM (Chaud)

– Principe :

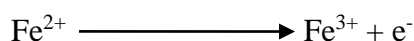
Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées à l'ébullition (150°C) par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent jouant le rôle catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure (II) permettant de complexer les ions chlorure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

Les matières oxydables (et en particulier les matières organiques) de l'échantillon sont oxydées par le dichromate de potassium dans les conditions précitées.

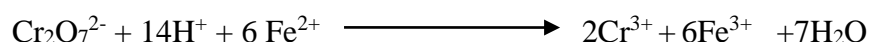
Le dichromate de potassium est réduit :



Le dichromate de potassium résiduel est dosé par une solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium (donc de Fe^{2+}), en présence de ferroïne (indicateur d'oxydo-réduction) :



La réaction globale du dosage est la suivante :



Il est alors possible de déterminer la quantité de dichromate de potassium consommé lors de l'essai et d'en déduire la quantité d'oxygène équivalente on pourra déterminer :

- La DCO totale (matières dissoutes et en suspension) de l'échantillon ($\text{DCO}_{\text{total}}$).
- La DCO dissoute, après décantation de l'échantillon pendant 2 heures (DCO_{ad2}).

– Matériel spécial:

- appareil à reflux composé d'une tube à fond plat de 250ml à col rodé et d'un réfrigérant adaptable. Le nettoyage de l'appareil est effectué en portant à l'ébullition sous reflux un mélange composé de 5ml de solution de dichromate de potassium, 15ml de solution d'acide sulfurique .
- sulfate d'argent et 10ml d'eau.
- Plaque chauffante ou bloc chauffant adapté avec régulation de température.

- Régulateur d'ébullition.

– **Réactifs:**

a)- solution d'acide sulfurique à 4mol/l:

- acide sulfurique (d=1.84).
- eau deionisée.

Versés l'acide sulfurique dans de l'eau .après refroidissement complète le volume à 1L.

b)- solution de sulfate d'argent à 10g/l dans l'acide sulfurique:

- sulfate d'argent cristallisé (Ag_2SO_4).
- acide sulfurique (d=1.84).

Dissoudre le sulfate d'argent dans 40ml d'eau deionisée. Ajouter 960ml d'acide sulfurique avec précaution.

Des solutions prêtes à l'emploi sont disponibles dans le commerce.

c)- Solution de sulfate de Fer et d'ammonium à 0.25mol/l. Sulfate de Fer (II) et d'ammonium $\text{FeSO}_4 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$ (Sel De MOHR) .

- Acide sulfurique (d=1.84)
- Eau déionisée.

Dissoudre le sulfate de Fer et d'ammonium dans de l'eau, ajouté l'acide sulfurique après le refroidissement ajouter le volume à 1l.

Le titre de cette solution doit être vérifié tous les jours.

- Solution de Ferroïne.
- 1.10 phénanthroline.
- Sulfate de Fer (II) $\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$.
- Eau déionisée.

Dissoudre la phénanthroline et le sulfate de Fer dans de l'eau et complète le volume. On peut également utilise une solution commerciale.

d)- solution étalon de dichromate de potassium à0.25 mol/l, contenant du sulfate de mercure (II)

- Sulfate de mercure (II) ($\text{Hg}_2 \text{SO}_4$) .
- Acide sulfurique (d=1.83).
- Dichromate de potassium ($\text{k}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) .

- Eau déionisée.

Dissoudre 80g de sulfate de mercure (II) dans environ 800ml d'eau déionisée ajouter avec précaution 100ml, laisser refroidir puis ajouter 11.767g de Dichromate de potassium (préalablement séché à 105°C pendant 2 heures). Transvaser la solution quantitativement dans une fiole jaugée.

– **Vérification du titre de la solution de sulfate de Fer et d'ammonium :**

Dans un erlenmayer, mettre 5ml de bichromate de potassium à 0.25mol/l ; on ajoute environ 100ml avec la solution d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré 98% ; enfin, on ajoute quelque goutte d'indicateur phénanthroline (coloration jaune).

Remplir la burette avec le sulfate de fer d'ammonium ((NH₄)₂Fe (SO₄).6H₂O) 0.25mol/l.

On titre jusqu'à la coloration devient rouge.

Mode opératoire:

- 50 ml d'échantillon.
- 25 ml dichromate 0.25mol/l .
- 70 ml d'acide sulfurique contenant sulfate d'argent. En agitant soigneusement le tube.
- 1 g de HgSO₄ .
- 5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) 98% .

Mettre à la plaque chauffante 2h.

Après 2h; transvaser dans des erlenmayer 250ml et mettre dans le condenseur pour les refroidir ajouter 50 ml eau + 2 à 3 gouttes de phénanthroline et titré avec la solution sulfate de fer (II) et d'ammonium (Sel de Mohr) .



Fig n=07 : dégradation la couleur .

Expression des résultats :

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimée en milligrammes d'oxygène par litre est égale :
$$\frac{8 \cdot 1000(V_0 - V_1) C}{V}$$

V

V_0 : volume nécessaire au dosage (ml).

V_1 : volume nécessaire à l'essai à blanc (ml).

C : concentration de Titrant (en mol/l).

V : volume de la prise d'essai (l'échantillon) (en ml).

IV.2.5 - Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

a)- DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE EN 5 JOURS :

C'est la quantité d'oxygène en Mg / L consommée pour épurer biologiquement l'eau en cinq jours (05) à 20 °C avec ensemencement si nécessaire et à l'obscurité.

– Principe :

Mesure de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène, ensemencée avec des germes, puis placée dans une enceinte thermostatée à 20°C

– Matériel spécial :

- Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250ml.
- Enceinte thermostatée à 20°C ± 1°C.
- Matériel nécessaire au dosage de l'oxygène dissous, de préférence un oxymétrie

METHODE UTILISEE

La méthode la plus simple utilisée pour la détermination de la consommation d'oxygène est celle manométrique : selon le principe du respiratoire de Warburg, utilisée largement en biochimie.

L'échantillon est agité continuellement durant l'incubation ceci afin d'éviter la formation de gradients de concentration.

APPAREILLAGE MANOMETRIQUE : VELP

Cet appareil travaille selon les principes de la respiration. Dans le quel on peut doser cinq (05) échantillons a la fois ; dote d'échelles interchangeables tarées en ppm d oxygène (entre 0 et 1000) qui Permettent de relever immédiatement la valeur atteinte en fonction du temps.

Chaque bouteille d'incubation est dotée de baguette magnétique qui est mise en rotation par un moteur électrique.

Pour l incubation a température contrôlée, il est disponible un frigo –thermostat VELP.

LES REACTIFS UTILISEES :

❖ SOLUTION TAMPON :

Faire dissoudre 8.5 gr de KH_2PO_4 ; 33.4 gr de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$; 21.7gr de K_2HPO_4 et 1.7gr

de NH_4CL dans 1 litre d'eau distillée, pour avoir un $\text{PH} = 7.2$.

- **MgSO_4 : 22.5g dans 1 litre d eau.**
- **CaCL_2 : 27.5g dans 1 litre d eau**
- **FeCL_3 : 0.25g dans 1 litre d eau**

PREPARATION DE L EAU DE DILUTION :

Si l'eau de dilution est préparée à partir d'eau distillée, mettre dans un récipient :

- solution de phosphate5 ML
- solution de sulfate de magnésium1 ML
- solution de chlorure de calcium1ML
- solution de chlorure de fer1ML
- solution de chlorure d' ammonium1ML
- eau distillée q .s.p. 1000 ML.

Tableau N° 02 : Conversion de la DBO_5 en fonction du volume de prise d'essai .

Portée de mesure = ($\text{DCO} \times 0.8$) (mg/l)	Le volume d'échantillon (ml) prise d'essai
0-40	432
0-80	365

0-200	250
0-400	164
0-800	97
0-2000	43.5
0-4000	22.7

MODE OPERATOIRE :

Mettre la prise d'essai en bouteille brune + 1 ml de solution Tampon

Fermer les bouteilles par des bouchons et on met dans les bouchons quantité de hydroxyde de lithium ($\text{Li}(\text{OH})_2$) .

Placer dans l'incubateur et régler la température a 20 °C pendant 05 jours avec agitation continue .



Figure N°8 : DBO mètre.

IV.2.6- la Teneur en huile dans les Eaux Usées :

Les eaux usées industrielle (raffinerie de SBAA) sont traités les produits pétrolière sa pose un problème de contamination par composants huileuse .

Mode Opérateur :

- 100 ml de l'échantillon .
- 20 ml de Tétrachlorure de carbone CCl_4 .

Mélanger dans un ballon puis séparer le CCl_4 dans une cellule .

- passer dans le spectre Infrarouge collecter a un micro-ordinateur .

les résultats s'affichent sur le micro-ordinateur .

Remarque :

Etalonner le spectre avec des étalons pour donner l'intervalle .

IV-2.7- DETERMINATION DE L'AZOTE (NH₄)

PRINCIPE DE LA METHODE :

La méthode se base sur la réaction de l'azote sous forme de sel ammoniacal avec le réactif de Nesler qui forme un complexe de couleur jaune mesuré au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 425 nm

II APPAREILAGE :

- Spectrophotomètre avec cellules de 10 mm.
- Cylindre de 100 ml.
- Bêcher de 300 ml.
- Pipettes.

III REACTIFS :

a- Réactif de Nesler :

Dissoudre 100 gr d'iodure de mercure et 70 gr d'iodure de potassium dans 250 ml d'eau, agiter refroidir la solution, dissoudre 160 gr de soude dans 500 ml d'eau, mélanger les 2 solutions et compléter le volume à 1000 ml avec l'eau.

MODE OPERATOIRE :

- Prélever 50 ml d'échantillon dans un cylindre de 100 ml , ajouter 50 ml eau distillée .
- Ajouter 1ml de solution de Nesler puis 02 gouttes de Sodium potassium tartrate .
- laisser la solution se reposer pendant 30 minute .
- Mettre la solution dans les cellules (blanc et l'échantillon) a la spectrophotomètre .
- Lire l'absorbance A .

CALCUL :La concentration de l'ammoniac est établie par la formule :

$$C(\text{mg/l}) = \frac{(A - 0.0131/2.761) * 1000}{V_{\text{ech}}}$$

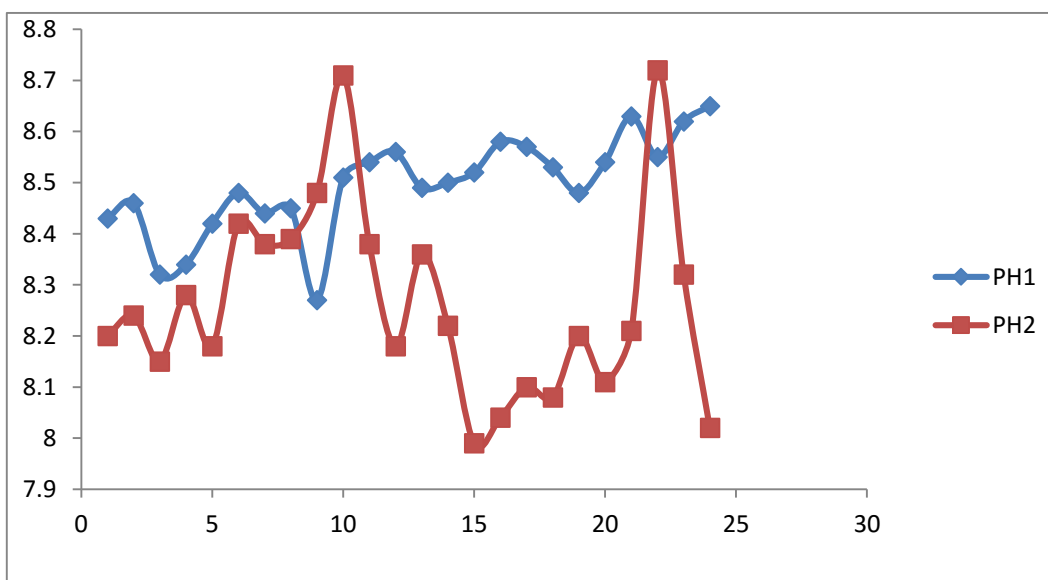
IV-3. RESULTATS ET DISCUSSION :

IV.3.1 LES RESULTATS :

IV.3.1.1 Pour les eaux de forage : L'eau de forage c'est l'eau a l'entré de la raffinerie avant traité par les produits chimiques, les résultats des analyses pendant 03 mois sont :

N=	PH	Turb (NTU)	Cond (uS/cm)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
01	8.43	6.62	1250	8.36	Indéetectable
02	8.46	3.29	1200	3.68	Indéetectable
03	8.32	5.00	1300	4.20	Indéetectable
04	8.34	3.98	1150	7.36	Indéetectable
05	8.42	1.99	1350	5.60	Indéetectable
06	8.48	1.30	1200	3.80	Indéetectable
07	8.44	3.11	1250	4.28	Indéetectable
08	8.45	1.01	1300	4.00	Indéetectable
09	8.27	2.64	1400	4.40	Indéetectable
10	8.51	2.80	1250	4.08	Indéetectable
11	8.54	2.99	1250	2.12	Indéetectable
12	8.56	4.65	1300	4.28	Indéetectable
13	8.49	6.51	1150	5.00	Indéetectable
14	8.50	2.61	1200	4.36	Indéetectable
15	8.52	3.90	1350	5.20	Indéetectable
16	8.58	7.28	1400	6.04	Indéetectable
17	8.57	6.23	1450	5.40	Indéetectable
18	8.53	8.63	1250	5.80	Indéetectable
19	8.48	4.14	1250	6.20	Indéetectable
20	8.54	2.90	1200	2.56	Indéetectable
21	8.63	3.49	1300	3.52	Indéetectable
22	8.55	4.55	1350	3.60	Indéetectable
23	8.62	5.38	1450	3.12	Indéetectable
24	8.65	5.86	1250	2.48	Indéetectable

Tableau n=03 : les résultats des analyses pour l'eau de forage .



PH1: PH de l'eau de forage . **PH2** : PH a la sortie de STEP.

Fig 09: L'évolution de PH de l'eau e forage et a la sortie de STEP.

IV .3.1.2- pour les eaux usées :

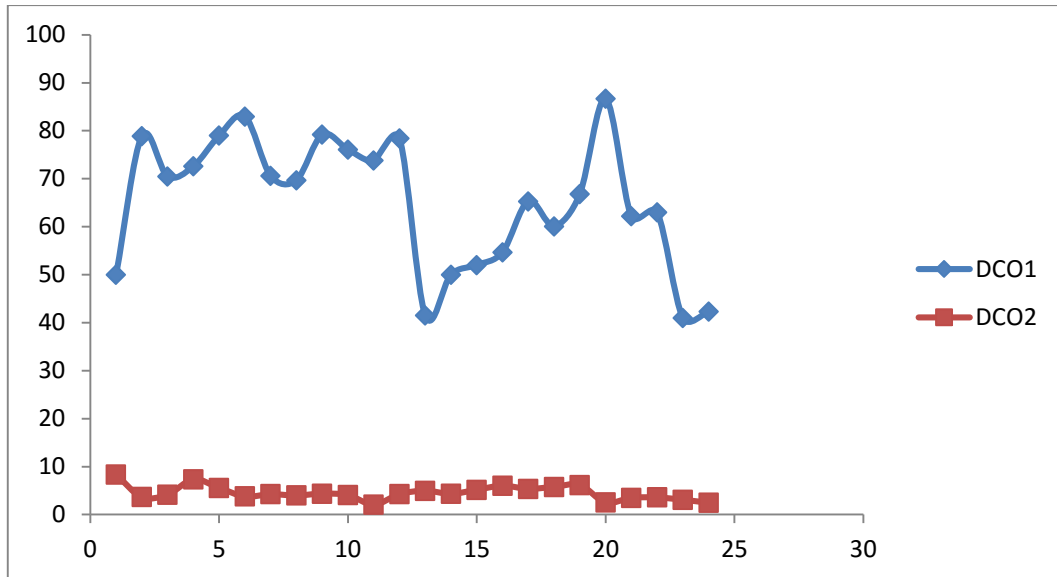
Se sont les eaux a la sortie de STEP de la raffinerie vers la lacs d'évaporation au dehors ou la tour de refroidissement .

Les résultats des analyses des eaux a l'entré de la STEP dans la raffinerie (voir l'annexe) .

Les résultats des analyses physico-chimique pendant 03 mois sont :

N	PH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	MES (mg/l)	Teneur huile (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
01	8.20	0.739	77	0.828	50	4.0
02	8.24	0.501	73	0.900	78.9	8.3
03	8.15	1.26	80	0.876	70.5	8.3
04	8.28	1.20	68	0.280	72.6	8.1
05	8.18	1.44	73	0.512	79	8.4
06	8.42	1.56	74	0.771	83.0	9.0
07	8.38	0.56	65	1.19	70.6	7.2
08	8.39	0.347	71	1.36	69.7	6.3
09	8.48	2.67	61	1.24	79.2	8.45
10	8.71	2.41	58	1.90	76.1	8.20
11	8.38	1.09	90	1.61	73.8	8.15
12	8.18	4.58	95	1.48	78.4	8.25
13	8.36	4.43	78	1.09	41.5	3.3
14	8.22	4.00	77	0.980	50.0	4.1
15	7.99	3.63	75	0.721	52.0	4.4
16	8.04	4.16	79	0.584	54.7	4.6
17	8.10	4.45	76	0.812	65.3	8.8
18	8.08	5.01	82	0.348	60.1	5.2
19	8.20	4.73	89	0.840	66.8	8.5
20	8.11	4.17	80	0.981	86.7	9.1
21	8.21	5.04	77	1.02	62.2	6.8
22	8.72	21.5	75	1.09	63.0	6.1
23	8.32	24.25	77	0.014	41.0	3.25
24	8.02	12.04	78	0.020	42.3	3.4

Tableau n=04 : les résultats des analyses pour les eaux a la sortie de STEP



DCO1: la DCO a la sortie de STEP. **DCO2:** la DCO de l'eau de forage .

Fig 10: L'évolution de la DCO de l'eau e forage et a la sortie de STEP.

IV.3.2 .Discussions :

a- Pour les eaux de forage :

Pour la valeur de pH est valeur normale pour les eaux (voir l'annexe) , la température est la température ambiante et la variation du pH est légèrement faible à l'entrée de la STEP. Elle est de l'ordre de 0.4 , Les valeurs de pH ainsi sont comprises entre 8.27 et 8.65 .

La conductivité électrique est presque stable .

Globalement les résultats de DCO est petite (<10 mg/l) , donc la DBO5 est indétectable .

b- Pour les eaux usées :

a la sorite de la STEP les valeurs de pH varient 7.99 à 8.72 dans le canal de rejet.

Les eaux usées industrielle renferment une quantité de MES ne dépassant pas 100 mg/l.

A la sortie de la STEP, cette valeur est réduite à une valeur comprise entre 58 et 95mg/l.

Après le traitement, il est évident que la concentration en matière organique répond aux normes relatives aux rejets .(voir l'annexe) .

On constate augmentation de terme DCO est réduite à des valeurs comprises entre 41 mg/l et 86.7 mg/l répondant aux normes.

Et la DBO5 entre 3.25 et 9.1 mg/l . les valeurs enregistrées en DBO5 répondent à la norme requise (30 mg/l). La valeur minimale notée est de 3.25 mg/l , alors que la valeur maximale atteinte est de 9.1 mg/l. Les teneurs en DBO5 dans le canal de rejet sont au dessous de 10 mg/l.

les concentrations en huile dans les eaux usées a la sortie de la STEP, sont réduites jusqu'à moins de 2 mg/l (entre 0.014 et 1.90 mg/l) . Quant au canal de rejet, les teneurs en Huiles enregistrées ne dépassent pas 2 mg/l, valeurs nettement inférieures à la norme requise .

la teneur en Azote est réduite à moins de 0.347 a 24,25 mg/l qui est nettement inférieure à la norme requise.



Conclusion

Conclusion Générale :

Dans cette étude, nous avons analysé objectivement la qualité des rejets liquides de STEP du raffinage de SBAA , dans l'objectif de vérifier l'efficacité des procédés d'épuration et de contribuer et d'apporter une aide pratique pour améliorer les procédés de traitement des eaux résiduaires en respectant les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels définies par le décret exécutif n°06-141 du 19 Avril 2006 du journal officiel de la République Algérienne (JORAD) .

Les résultats obtenus ont montré que toutes les concentrations des paramètres mesurés à l'aval des procédés d'épuration STEP de l'usine répondent aux normes de rejet requises .

Pour la station de traitement des eaux usées , nous n'avons noté aucun dépassement de norme pour des paramètres mesurés.

Nous avons tiré des conclusions similaires concernant les résultats d'analyse effectuée au niveau de la sortie de STEP les eaux épurées du raffinage

Tous les paramètres mesurés ne dépassent pas la norme de rejet , Ceci nous a également permis de conclure que les procédés d'épuration de la raffinage sont performants.

Les résultats obtenus, concernant les prélèvements effectués au niveau de deux **eaux de** la raffinage , montrent que la qualité des eaux de forage est dégradée.

Comme tout travail de laboratoire, nous recommandons une continuité de ce travail en prenant en considération les points suivants :

- Rechercher l'influence de chaque paramètre physico-chimique.
- Approfondir le travail par l'étude de pollution des eaux usées rejetées .

pour affiner le modèle de traitement qui pourrait être utilisé dans la lutte contre la pollution des effluents industrielle .

- [1] - **ZAGHTOU.A (2011)** : Etude hydrogéologique et hydrochimique des eaux de la nappe du continental intercalaire dans la région d'Adrar (Touat)
- [2] - **CONRAD G. (1969)**: Les séries carbonifères du Sahara central Algérien, stratigraphie, sédimentations et évolution structurale, Thèse Doct., Univ., Aix, Marseille.
- [3] . **OUALI S.(2006)** : Etude géothermique du sud de l'Algérie. Mém., Magister., , univ., m'hamed bouguerra boumerdes
- (4)- **EL MAALEM & BEN KERROUM A. (2010)** : Hydrogéologie de la nappe du Continental Intercalaire de la région d'In Salah. Mém.,ing., Univ., Oran Es Sénia,
- [5]. **Bousseboua H., 2005.** Eléments de microbiologie. 2ème édition, Campus-Club, Algérie.
- [6]. **Vaillant J.R., 1974.** Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Eyrolles, Paris: 21-24, 236-237.
- [7] US Environmental Protection Agency, Ind. Wastewater, Report No. EPA-600/8-80-026, 1980.
- [8] . **Microsoft Corporation., (2007).** Encyclopédie Microsoft Encarta, Redmond, USA.
- [9]. **Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Francon A., 2000.** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaire et faisabilité en Ile-de France, Paris: 12-13, 27-29.
- [10]. **Martin G., 1982.** Point sur l'épuration et le traitement d'effluents (eau, air). Vol. 1. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- [11]. **Direction de l'environnement et des établissements classés., 2007.** Normes Sénégalaise, eaux usées Normes de Rejet.
- [12]. **Gaujous. D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Tec & Doc, Lavoisier, Paris: 15.
- [13]. **Dobbins D.C., Pfaender F.K., 1988.** Methodology for assessing respiration and cellular incorporation of radiolabeled substrates by soil microbial communities. Microbiol. Ecol., **15**: 257-273.
- [14]. **Faust B.C., Holgné J., 1987.** Sensitized photooxidation of phenols by fluvic acid in natural waters. Environ. Sci. Technol., **21**: 957-964.
- [15]. **Vincent M., 2003.** Aquaculture Environnement, institut français de l'environnement: 216-220.

- [16]. **Metiche M., 2004.** Environnement : phénomènes de pollution et techniques de protection. Centre Universitaire de Béchar, Algérie.
- [17]. **Leuenberger C., Ligocki M.P., Pankow J.F., 1985.** Trace organic compounds in rain.4. Identities, concentrations, and scavenging mechanisms for phenols in urban air and rain. Environ. Sci. Technol. **19 (11):** 1053-1058.
- [18]. **Cabridenc R., 1981.** Qualités hydrologiques des milieux aquatiques, 4ème JERE du Ministère de l'environnement, Paris.
- [19]. **Colin F., 1981.** Qualités hydrologiques des eaux, 4ème Journée, l'Eau, la Recherche et l'Environnement, Paris .
- [20] . **Anonyme ., 1999.** Guide canadien d'évaluation des incendies sur la santé: 261-263.
- [21] . Mardhel, 2001. Evaluation et cartographie de la vulnérabilité des grandes aquifères de l'île de la Réunion , Etude de l'aquifère de la plan de l'apport BRGMIRP-50590-fr 005GRREV40-90p 62 fig /4tab, 1 annexe .
- [22] . **Gilbert CASTANY** , 1982 ...Principes et méthodes de l'hydrogéologie - Paris : Dunod, 1982
- [23] . **Bonvoisin N** (2001) Transfert des polluants à la nappe (qualité et gestion de l'eau) 60p + annexe.
- [24] : Li Xianfu , Pu Yanjun (fiche technique de la raffinerie de SBAA ADRAR SORALCHIN) , Janvier 2007 .
- [25] : Chen Wei , Pu Yanjun , Chang Zhiqin (règlement technique dispositifs de Traitement des Eaux usées) , septembre 2010 .

