

**UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA -**

**FACULTE DESHYDROCARBURES, DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DES**

**SCIENCES LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

**En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en Géologie**

**Option : Géologie de l'Ingénieur**

**THEME**

***Réutilisation des eaux usées en irrigation :  
STEP de TOUGGOURT***

***Soutenu publiquement par :***

***Le 0/06/2014***

**ABID MOHAMMED**

**DERDOURI YUCEF**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>Mme. ZEDDOURI Aziez</b>	<b>M.A.A</b>
<b>Promoteur :</b>	<b>Mme. MAABDI Nawel</b>	<b>M.A.A</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mr. BELAKSEIR. M</b>	<b>M.A.A</b>

**Année Universitaire : 2013/2014**



# Dédicace

Au nom d'Allah, l'infiniment Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Louange à Dieu seul, et que son salut et sa bénédiction soient sur le dernier des prophètes

Le prophète Mohammed (Paix et bénédiction soient sur lui) a dit "*cherchez le savoir du berceau à la tombe*"

Comme il a dit : "*Apprendre le savoir pour l'amour d'Allah est bienfait, son études est louange, sa recherche est Jihad. Le savoir est un copain dans la solitude, causeur dans l'isolement, ami dans l'éloignement, guide dans la prospérité, aide dans l'adversité. Le savoir est beau chez les camarades, arme contre l'ennemi. Avec le savoir, on atteint les classes des bons dans l'au-delà, on s'assois avec les rois de ce monde, on accompagne les justes dans l'au-delà. Penser au savoir c'est comme le jeûne, sa révision c'est comme la prière de minuit. Avec le savoir on garde la parenté, on juge, on fait la différence entre le bienfait (halal) et le méfait (haram), on croit qu'il n y a q'un seul Dieu, et on lui obéit et adore.*"

On a atteint ce niveau de formation et d'études grâce aux ordres et recommandations de notre Messager (que Dieu le salut), et cela n'est qu'un point de départ et on va y rester.

En guise de reconnaissance et d'affection nous dédions ce modeste travail à :

- ❖ A nos pères et nos mères, pour le courage et la volonté avec lesquels ils se sont armés pour nos soutenir moralement et matériellement durant notre études.  
Pour cette meilleure éducation qu'ils nos 'ont donné, pour être à notre cotés pour le meilleur et le pire.
- ❖ A tous nos familles, et notre amis et tout qui sont aidées nos de près au loin pour faire ce travail.

*Et tous ceux que nos 'ont bien aidé, encouragé et aimé, à ceux que nous porte dans notre cœur.*

**MOHAMMED**

**YOUCEF**







# Remerciement

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans le soutien, les aides et les encouragements dont j'ai constamment bénéficié de la part de tous ce qui m'entourent.

Nous tenons aujourd'hui à les en remercier. Ma reconnaissance va tout particulièrement :

- ❖ En premier lieu à Dieu Allah le Tout - Puissant qui m'a donné la bonne volonté, le courage et la patience afin d'arriver à la réalisation de ce modeste travail.
- ❖ A Mme **MAABDI NAWAL** pour tous ce qu'il a su m'apprendre et me faire découvrir, en acceptant de m'encadrer et me guider, tout le long de ce mémoire, pour sa gentilles et sa disponibilité à mon égard. Et nous tenons à lui dire combien il est enrichissant de travailler à son cotés.
- ❖ A tous les enseignants qui ont contribué à ce mémoire. (Mr. **BELKSEIR.M;** Mr. **ZEDDOURI. A**)
- ❖ A tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Enfin nous tenons à remercier nos amis qui m'ont soutenu dans les moments difficiles.

Ma pensée se tourne particulièrement vers :

*Il est bon d'avoir des gens sur qui l'on peut toujours compter.*

**MOHAMMED**

**YOUCEF**



# **SOMMAIRE**

<b>INTRODUCTION GENERALE :</b> .....	1
--------------------------------------	---

## **CHAPITRE I : SITUATION GEOGRAPHIQUE**

I.1. Situation géographique et administrative : .....	2
I.1.1 Situation géographique : .....	2
I.1.2. Situation administrative : .....	3
I.1.3. Aperçu socio-économique : .....	3

## **CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION**

II.1. Introduction : .....	5
II.2. Géologie régionale: .....	5
II .3. Géologie locale : .....	6
II .4. Description Stratigraphique : .....	8
II .4.a. Secondaire: .....	8
II .4.b. Tertiaire : .....	8
II .4.c. Quaternaire : .....	9
II.5. TECTONIQUE : .....	11
II.5.1. Néotectonique : .....	11
II.6.Conclusion : .....	12

## **CHAPITRE III : CLIMATOLOGIE**

III .1. Introduction: .....	13
III .2. Caractéristiques climatiques : .....	14
III .2.a. Précipitations: .....	14
III .2.b. Température : .....	15
III .2.c. L'humidité : .....	16
III .2.d. Le vent : .....	17
III .2.e. L'évaporation : .....	18
III .2.f. La durée d'insolation: .....	19
III.3. REGIME CLIMATIQUE : .....	20
III.3.a. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN : .....	20
III.3.b. Indice DE MARTONNE: .....	21
III.4. Conclusion : .....	22

## **CHAPITRE IV : HYDROGEOLOGIE**

IV .1. INTRODUCTION : .....	23
IV .2 Hydrogéologie régionale : .....	24
IV .2.a. Le Continental Intercalaire : .....	24
IV .2.b. Le Complexe Terminal (CT) : .....	27
IV .2.c. Nappe superficielle (phréatique) : .....	29
IV .3. L'hydrogéologie locale (Touggourt) : .....	31
IV .3.a. La nappe phréatique : .....	32
IV .3.b. Les nappes du complexe terminal : .....	32

---

IV .3.c. Nappe du Continental Intercalaire : .....	34
IV .3.d. Caractéristiques essentielles des nappes : .....	35
IV .3.e. Zone d'alimentation : .....	36
IV .4. Conclusion : .....	36

### ***CHAPITRE V : MATERIELS ET METHODES***

V.1. Matériels et méthodes : .....	37
V .1.1. Localisation de la STEP: .....	37
V .1.2. Laboratoire d'analyse des eaux usées : .....	37
V .1.2.a. Introduction : .....	37
V .1.2.b. Laboratoire : .....	37
V .1.2. c. Techniques d'analyse chimique des eaux usées : .....	38
V .1.2. c.1. Echantillonnage : .....	38
V .1.2. c.1. Les matériels : .....	39
V .1.2. d. Analyse des eaux usées : .....	39
V .1.2.d.1 Les analyses physico-chimiques : .....	39
Température : .....	39
Potentiel hydrogéné (pH) : .....	40
V .1.2.d.2. Les analyses biochimiques : .....	41
La matière en suspension (MES) : .....	41
Détermination de DCO : .....	42
Mesure de la DBO5 : .....	43
V .1.2.c. les normes mondiales et algériennes des eaux usées : catégorie B : .....	45

### ***CHAPITRE VI : RESULTATS ET INTERPRETATIONS :***

VI-1) Mois Décembre : .....	46
VI -2) Mois Janvier : .....	47
VI -3) Mois Février : .....	48
VI -4) Mois Avril (début) : .....	49
VI -5) Mois Avril (la fin) : .....	50
VI-6) Mesure de l'état de la santé publique : .....	51
VI-7) Les maladies à transmission vectorielle pouvant avoir un lien avec l'utilisation des eaux usées en agriculture: .....	51
VI-8) Conclusion : .....	52

<b><i>CONCLUSION GENERALE :</i></b> .....	53
-------------------------------------------	----

### ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE***

### ***ANNEXE***

---

<i>Liste de figure</i>	<i>Page</i>
<i>Fig.01 : Situation géographique de la région Touggourt</i>	<i>02</i>
<i>Fig.2 : Carte de découpage administratif de la région de Touggourt.</i>	<i>03</i>
<i>Fig3 : Carte géologique de la région de Touggourt, extrait de la carte géologique 1/500000 de l'Algérie (in M. G. Bétier, et al, 1951.1952, modifiée).</i>	<i>07</i>
<i>Fig4 : Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt, (Helal et Ourihane., 2004).</i>	<i>10</i>
<i>Fig5: Carte des sous- bassins versants du Sahara algérien et des stations Météorologiques d'après Cahiers de Sécheresse.</i>	<i>13</i>
<i>Fig6 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Touggourt durant la période (1990-2011)</i>	<i>14</i>
<i>Fig7 : Variations des températures moyennes mensuelles minimales et maximales à la station de Touggourt durant la période (1990-2011)</i>	<i>16</i>
<i>Fig8 : Histogramme variation mensuelle de l humidité relative moyenne</i>	<i>17</i>
<i>Fig9 : variation des vitesses de vent moyennes mensuelles interannuelles en m/s [1990-2011].</i>	<i>18</i>
<i>Fig 10: Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Touggourt (1990 – 2011).</i>	<i>19</i>
<i>Fig11 : Courbe de Durée d' insolation moyenne mensuelle en heure [1990-2011].</i>	<i>20</i>
<i>Fig12: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN</i>	<i>21</i>
<i>Fig13-14 : Carte d'extension géographique du système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)</i>	<i>23</i>
<i>Fig15: Coupe hydrogéologique dans le système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)</i>	<i>24</i>
<i>Fig16 : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et le surface piézométrique du CI</i>	<i>26</i>
<i>Fig17: Carte piézométrique de référence du CI (OSS, 2003)</i>	<i>26</i>
<i>Fig18: Coupe hydrogéologique transversale du CT (UNESCO, 1972)</i>	<i>29</i>
<i>Fig19: Carte piézométrique de référence du CT (OSS, 2003)</i>	<i>29</i>
<i>Fig20 : Le bassin de l'Oued Righ et ses limites (ARNH Ouargla).</i>	<i>31</i>
<i>Fig21: Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ</i>	<i>34</i>
<i>Fig22 : photo de la station d'épuration de Touggourt</i>	<i>37</i>
<i>Fig23 : échantillon d'eau pour les analyses.</i>	<i>38</i>
<i>Fig24 : pH mètre pour mesurer la température</i>	<i>40</i>
<i>Fig25 : pH mètre pour mesurer le pH</i>	<i>40</i>
<i>Fig26 : les appareils utilisés pour la détermination de MES</i>	<i>41</i>
<i>Fig27 : les appareils utilisés pour la détermination de MES</i>	<i>42</i>
<i>Fig28 : colorimètre pour mesurer la DCO</i>	<i>42</i>
<i>Fig29 : méthode de mesure la DCO</i>	<i>43</i>

## *Liste des figures*

---

<i>Fig30 : DBO mètre pour la détermination de DBO5</i>	<i>44</i>
<i>Fig31 : Histogramme de résultats de l'eau traité (Mois Décembre)</i>	<i>46</i>
<i>Fig32 : Histogramme de résultats de l'eau traitée (Mois Janvier)</i>	<i>47</i>
<i>Fig33 : Histogramme de résultats de l'eau traitée (Mois Février)</i>	<i>48</i>
<i>Fig34: Histogramme de résultats de l'eau traitée (début de mois Avril)</i>	<i>49</i>
<i>Fig35 : Histogramme de résultats de l'eau traité (Fin mois Avril)</i>	<i>50</i>

---



<i>Liste des tableaux</i>	<i>page</i>
<i>Tab 1 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Touggourt (1990-2011)</i>	<i>14</i>
<i>Tab 2 : Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (1990-2011)</i>	<i>15</i>
<i>Tab 3 : L'humidité moyenne mensuelle à la station de Touggourt (1990-2011)</i>	<i>16</i>
<i>Tab 4 : Vitesse moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt en m/s (1990-2011)</i>	<i>17</i>
<i>Tab 5 : Evaporation moyenne mensuelle à la station de Touggourt (1990 – 2011)</i>	<i>18</i>
<i>Tab 6 : des valeurs d'insolation moyennes (1990-2011)</i>	<i>19</i>
<i>Tab 7 : Données de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle</i>	<i>20</i>
<i>Tab 8: Classification DE MARTONNE</i>	<i>22</i>
<i>Tab9 : paramètres d'analyse et matériels laboratoires</i>	<i>39</i>
<i>Tab10 : les normes mondiales et algériennes des eaux usées</i>	<i>45</i>
<i>Tab11 : résultats de l'eau traité (Mois Décembre)</i>	<i>46</i>
<i>Tab12 : résultats de l'eau traitée (Mois Janvier)</i>	<i>47</i>
<i>Tab13 : résultats de l'eau traitée (Mois Février)</i>	<i>48</i>
<i>Tab14 : résultats de l'eau traitée (début de mois Avril)</i>	<i>49</i>
<i>Tab15 : résultats de l'eau traité (Fin mois Avril)</i>	<i>50</i>

---



*Liste des abréviations*

**CI : Continentale Intercalaire**

**CT : Complexe Terminale**

**DBO5 : Demande Biologique d'Oxygène à 5 jours**

**DCO : Demande Chimique d'Oxygène**

**MES : Matière En Suspension**

**pH : potentiel d'Hydrogène**

**T : Température**

---

**Résumé**

Des composés toxiques se trouvent fréquemment dans les rejets des eaux usées (domestiques ou industrielles) avec des biodégradabilités très variables. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer les éléments physico-chimiques. L'objectif de cette étude est l'évaluation de la charge polluante des eaux résiduaires de les environs de la ville de Touggourt et de proposer un traitement convenable permettant son recyclage, réduisant ainsi les nuisances que subit l'environnement récepteur. Les échantillons des eaux sont collectés à partir des plusieurs sites différents. La caractérisation physico-chimique des eaux usées brutes a révélé que ces rejets sont chargés en matière organique en terme de DCO (25 à 300 mg/l) en DBO5 (30 à 150 mg/l) en MES (29 à 1011 mg/l) et un pH (de 5 à 9). La norme Algérienne de rejet industriel est souvent dépassée pour la majorité des paramètres étudiés. Ces eaux usées présentent une charge organique élevée, elle présente dans la plus part des cas une mauvaise biodégradabilité.

**Les mots clés:**

**Touggourt, les eaux uses industerilles, traitement, les elements physico-chimiques**

**Abstract:**

Toxic compounds commonly found in wastewater discharges (domestic or industrial) with widely varying biodegradability's. Among them we can mention physicochemical materials. The objective of this study is the evaluation of the pollution load of wastewater from défférents sites in the city of Touggourt and proposes a suitable treatment to recycling, reducing pollution suffered by the receiving environment. Water samples are collected from a lot of places. The physico-chemical characterization of raw sewage revealed that these releases are loaded with organic matter in terms of COD (25 to 300 mg / l) BOD5 (30 to 150 mg / l) TSS (29 to 1011mg / l), with a pH (5 to 9). The Algerian standard industrial waste is often exceeded in the majority of parameters studied. This wastewater has a high organic load; it has in most cases poor biodegradability.

**Key words:**

**Touggourt, the industertial wastewater, traitement, physico-chimicals materials**

**ملخص:**

من المركبات السامة التي تتواجد غالبا في مصبات المياه القذرة (المنزلية أو الصناعية) ذات التفكك البيولوجي المتغير و التي تشكل خطر على الأنظمة الحية نستطيع ان نذكر المركبات الفيزيوكيميائية. وكالة حماية البيئة تعتبر هذه المواد من بين أهم الملوثات العضوية. الهدف من هذه الدراسة تقييم مدى تلوث المياه القذرة لبعض مناطق مدينة تقرت واقتراح طريقة مناسبة لمعالجتها تسمح بإعادة استعمالها لري أشجار النخيل و الزيتون والتقليل من الخطر الذي تحمله للوسط المستقبل عينات المياه المدروسة جمعت من عدة مناطق حول مدينة تقرت التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه القذرة الخام أظهرت أنها معبأة بالمواد العضوية حيث ان قيم الطلب الكيميائي للأوكسجين يتراوح بين 25 و 300 مغ/ل وقيم الطلب البيولوجي للأوكسجين يتراوح بين 30 و 150 مغ/ل والمواد العالقة بين 29 و 1011 مغ/ل. وقيم الكمون الهيدروجيني يتراوح بين 5 و 9.

أغلبية القيم للخصائص المدروسة تتجاوز المعايير الجزائرية هذه المياه المستعملة تحتوي الكثير من الماد العضوية

**الكلمات المفتاحية :**

**تقرت , المياه المستعملة الصناعية , المعالجة , المركبات الفيزيوكيميائية**

# *Introduction générale*

### **Introduction :**

La région de Touggourt fait partie de la zone saharienne. Elle couvre le Nord Est de cet ensemble et n'a jamais connu le manque d'eau. Néanmoins, malgré la disponibilité de la ressource, la population de Touggourt achète quotidiennement pour son alimentation en eau potable, de l'eau de meilleure qualité chimique, transportée dans des camions citernes, depuis le massif des Aurès.

En Touggourt, la demande en eau augmente rapidement et l'agriculture est soumise à une pression croissante pour partager les ressources en eau avec les autres secteurs économiques. Les pouvoirs publics encouragent l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture par des investissements lourds dans les stations de traitement des eaux résiduaires et par des subventions allouées aux agriculteurs,

Les eaux usées constituent souvent une source d'eau fiable tout le long de l'année et contiennent les nutriments nécessaires à la croissance des végétaux. La valeur de ces eaux est reconnue depuis longtemps par les agriculteurs du monde entier. Leur utilisation en agriculture représente une forme de recyclage de l'eau et des nutriments, et réduit souvent l'impact environnemental qu'elles auraient sinon en aval sur les sols et les ressources en eau.

Les eaux usées traitées représentent une solution intéressante pour combler le déficit en eau des exploitations agricoles. En effet, le volume des eaux usées est de plus en plus important, en rapport avec la croissance démographique et la pression urbaine dans les villes. Parfois, elles constituent l'unique source d'approvisionnement.

L'utilisation des eaux résiduaires en agriculture s'est développée depuis une vingtaine d'années dans tous les pays. Cependant, les surfaces les plus importantes sont localisées dans les zones arides et dans les régions à longue saison sèche (Seydou, 1996). Dans notre travail, nous avons fait un étude sur la station d'épuration de Touggourt, notre travail se compose à deux parties :

La première partie sur la zone de Touggourt (géologie, climatologie, hydrogéologie).

La deuxième partie sur la step de Touggourt et faire quelques analyses sur les eaux qui sont sortie à la step. Et est-ce que ces eaux est potable pour l'irrigation ou non ?.

***Chapitre I:***  
***Situation géographique***



## I. PRESENTATION DE LA REGION OUED RIGH SUD

### I.1. Situation géographique et administrative

#### I.1.1 Situation géographique :

La vallée de l'oued Righ est une entité économique bien précise qui regroupe près de 50 oasis situées au Nord- Est du Sahara du grand erg oriental et au Sud du Massif des Aurès, (fig01).

Elle s'étend sur un axe Nord-Sud d'environ 150 Km entre les latitudes Nord 32°54' et 34°9' et couvre 15000ha environ des palmeraies; la vallée de l'oued Righ plus souvent nommée simplement oued Righ débute au Nord à Oum El Tiour à plus de 500 Km au Sud est d'Alger et elle se termine à 150 Km plus au Sud de la palmeraie d'El Goug . La région de Touggourt qui occupe la moitié sud de la vallée le long d'un axe de 70 km qui débute a la commune de BlidetAmor au sud jusqu'à la commune de Sidi Slimane au Nord.

La zon d'etude

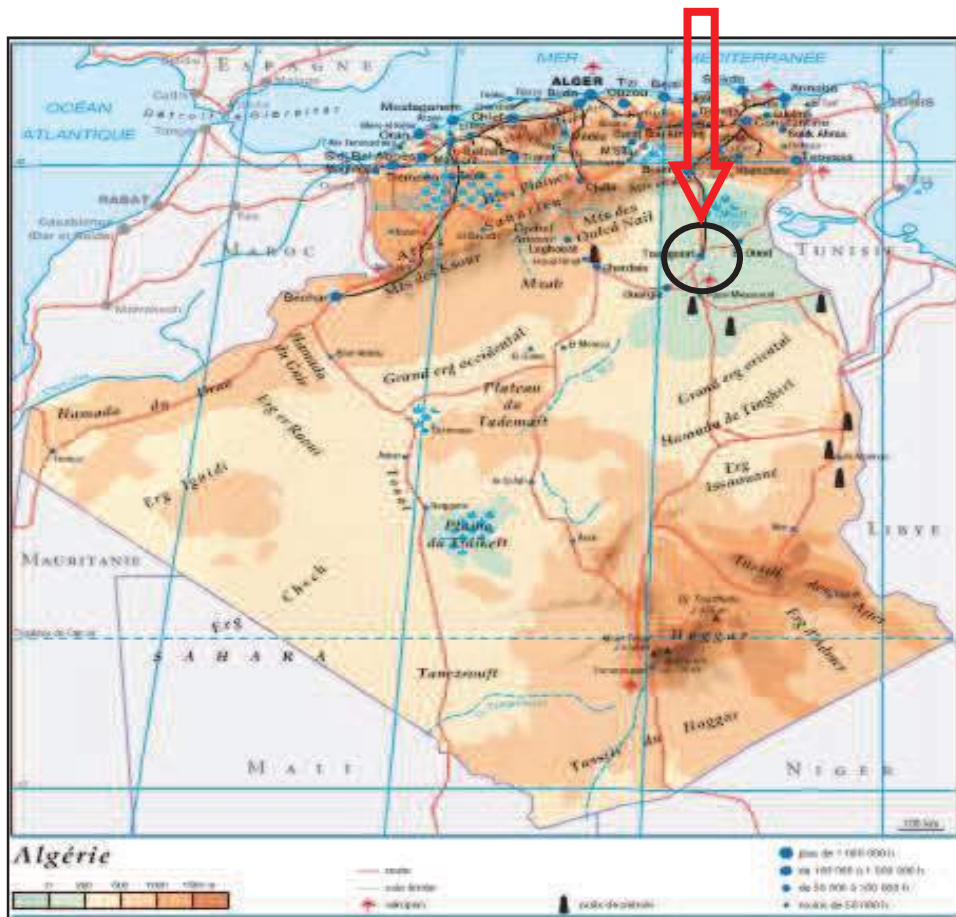
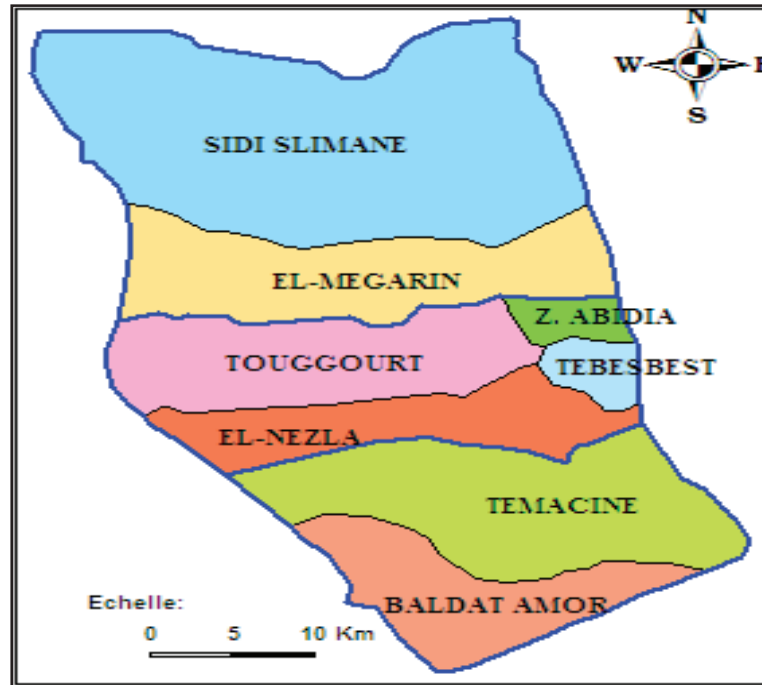


Fig.01 : Situation géographique de la région Touggourt. [1]

### **I.1.2. Situation administrative**

La zone d'étude est située dans la wilaya d'Ouargla, elle est répartie entre trois Daïras et huit communes dont la commune de Touggourt est la plus importante illustre la répartition des oasis dans la zone d'étude (fig.02).



**Fig.2 : Carte de découpage administratif de la région de Touggourt. [1]**

### **I.1.3. Aperçu socio-économique :**

La vallée de l'Oued Righ regroupait jusqu'à 1988 cinquante (50) Oasis couvrant 15000 ha répartis le long de la vallée de part et d'autre, drainées par le canal collecteur

D'après les enquêtes de la FAO 1988 la vallée de l'Oued Righ comprend près de deux millions de palmiers sur un total de 7,5 millions que compte le pays.

Les statistiques montrent que l'agriculture occupe 23% des travailleurs dans la zone de Touggourt.

Le palmier dattier est la principale culture dans la région.

La variété DegeletNour domine suivie par le « Ghars » et Deglabeida

Les cultures hors palmiers sont peu développées et occupent 10 à 15 % de la superficie dont l'orge et la luzerne sont les cultures fourragères les plus importantes.

Les cultures marichaire surtout l'ail, l'oignon, carottes et navets sont également produits pour une consommation locale.

En fin l'arboriculture fruitière est très marginalisée.

Les animaux élevés sont gardés dans les maisons, ils sont alimentés de fourrage, dattes sèches de qualité non marchande.

Les chèvres sont élevées pour leur lait, les brebis pour la chaire de leurs agneaux consommés lors des fêtes.

Le pâturage sous palmier est peu pratiqué à cause bête qui fait du dégât aux niveaux des seguias, drains, tranches cultivés

*Chapitre II:*  
*Géologie*

### **II.1. Introduction :**

La reconnaissance géologique de la région est une étape indispensable dans toute étude hydrogéologique. Elle permet la détermination de la nature lithologique et la description stratigraphique des formations et distinguer par conséquent celles pouvant renfermer des nappes souterraines.

Dans le but d'identifier les caractéristiques géologiques du réservoir, nous aborderons en premier lieu les aspects géologiques à l'échelle régionale puis à l'échelle locale propre à la zone de Touggourt.

### **II.2. Géologie régionale:**

La région de Touggourt fait partie du Bas Sahara situé entre l'accident sud atlasique, et les premiers contreforts des monts des Aurès, au Nord ; la falaise méridionale du Tinchert, au Sud. Les affleurements crétacés du Dahar, à l'Est et la dorsale du Mzab, à l'Ouest.

Le Bas Sahara est caractérisé par l'extrême simplicité de sa topographie. Mis à part le côté Nord, les autres bordures sont de hauteur modeste et s'inclinent en pente douce vers la partie déprimée, matérialisée par l'axe SSW-NNE et parcourue par les oueds Mya et Righ. Toutefois, vers le Nord, se dresse une haute barrière composée des monts des Ouled Naïl, des Aurès et des Nemamcha, bordant une dépression longitudinale occupée par des chotts dont le fond est inférieur au niveau de la mer. Il s'étend sur 720 000 Km<sup>2</sup> de superficie

Le Bas Sahara se présente ainsi comme une cuvette synclinale dont les terrains, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire sont dissimulés en grande partie par le grand erg oriental. Cependant, quelques affleurements sont observés sur les bordures.

Nous distinguons de bas en haut, trois ensembles (fig.03) :

- ◆ Les terrains paléozoïques affleurent au Sud, entre les plateaux du Tademaït et Tinchert et le massif du Hoggar,
- ◆ Les terrains du Mésozoïque et Cénozoïque, constituent l'essentiel des affleurements des bordures du Bas Sahara.
- ◆ Des dépôts continentaux de la fin du Tertiaire et du Quaternaires, occupent le centre de la cuv



### **II .3. Géologie locale**

D'après les travaux menés par Bel et Demargne (1966), Busson (1970) et Fabre (1976) et qui constituent les références de base pour comprendre la géologie de la région on peut constater qu'à une profondeur de plus de 3000 m se trouve le socle le plus ancien, ce dernier surmonté par les grès primaires plus ou moins plissés et érodés. Au-dessus, s'entassent les grès du Continental Intercalaire qui contiennent l'aquifère du même nom.

A la suite de la discordance cénomanienne s'empilent encore les couches marines du Sénonien et de l'Eocène qui se terminent par la couverture continentale du Mio-pliocène également aquifère (Complexe Terminal). [9]

Du point de vue morphologie, la région étudiée fait partie d'un large fossé de subsidence de direction Sud-Nord, prenant son origine légèrement au Sud de la palmeraie d'EL Goug et débouchant sur le Chott Merouane. La pente générale est de l'ordre de 1‰; cependant le profil longitudinal de la vallée est très irrégulier et on note une succession de petits chotts communiquant entre eux par des seuils bas. Le fond de la vallée est comblé de sédiments sableux entrecoupés de lentilles d'argile salifère. La dénivelée entre le haut et le bas est de quelques mètres seulement et le relief est peu marqué.

La zone de l'Oued Righ appartient au bas Sahara, elle s'étend sur des ensembles géologiquement différents totalement aplanis au début de l'Ere secondaire ; elle se comporte actuellement comme une vaste dalle rigide et stable. (Fig. 3)



**L'égende:**

<p><b>A</b> Alluvions actuelles, lacs, assésages, Deyas, chotts salés, lacs et coités gyss-Selins.</p> <p><b>D</b> Dunes récentes.</p> <p><b>qt</b> Quaternaire continental : alluvions, sgs, terraces.</p> <p><b>qt*</b> Quaternaire marin : plages anciennes et formations dunaies consolidées qui les accompagnent.</p> <p><b>q1</b> Criblons : gis. sous formations dunaies anciennes.</p> <p><b>q2</b> Villafranchien : calcaires lacustres, argiles à ligule, couches rouges.</p> <p><b>q3</b> Pléistocène continental et Villafranchien non alpin.</p> <p><b>q4</b> Pléistocène continental postdunaire, calcaires lacustres.</p>	<p><b>P</b> Pléistocène marin (Conglomérats, marnes blanches, mollusques, gis et formations dunaies subocéaniques).</p> <p><b>mi*</b> Pénin (localement équivalent de mi).</p> <p><b>mi*</b> Miocène tertiaire marin et lacustre : couches à trypa, marnes à gypse.</p> <p><b>mi*</b> Miocène supérieur marin : calcaire, gis, argiles.</p> <p><b>mi</b> Miocène continental côté Pénin.</p> <p><b>mi*</b> Miocène inférieur marin (bordighieri).</p> <p> canal Oued Righ</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig3 : Carte géologique de la région de Touggourt, extrait de la carte géologique 1/500000 de l'Algérie

## **II .4. Description Stratigraphique :**

Les formations géologiques de la zone étudiée sont décrites du plus ancien au plus récent. [9]

### **II .4.a. Secondaire:**

- **Albien:** se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses.
- **Vraconien:** Il est constitué d'une alternance irrégulière de niveaux argileux et dolomitiques, d'argiles sableuses et plus rarement de passées de grès à ciment calcaire.
- **Cénomaniens:** présente une épaisseur considérable qui diminue progressivement vers le Nord. Il affleure dans la zone atlasique. Ce Cénomaniens est composé essentiellement de dépôt lagunaire marneux où prédominent des couches d'anhydrite et parfois même de sel.
- **Turonien:** représenté par un dépôt marin, calcaro-marneux, son épaisseur reste à peu près constante.
- **Sénonien:** essentiellement de calcaire blanc avec une alternance de calcaire de marne et de couche de gypse. Il est formé de deux ensembles très différents du point de vue lithologique : le Sénonien lagunaire, à la base et le Sénonien carbonaté, au dessus.

### **II .4.b. Tertiaire :**

- **Eocène:** on distingue deux ensembles lithologiques; l'Eocène carbonaté à la base, l'Eocène évaporitique au-dessus.

- **Eocène inférieur carbonaté :**

L'Eocène carbonate a des caractéristiques lithologiques qui le rendent difficile à distinguer du Sénonien. Seule la présence ou l'absence de nummulites permet de faire la différence. Les calcaires ont tendance à prédominer sur les dolomies et les évaporites sont beaucoup plus rares que dans le Sénonien, sinon totalement absentes. Les calcaires à silex rencontrés au sommet du Sénonien carbonate se poursuivent dans l'Eocène. La puissance de cette formation varie entre 100 et 500 m.

- **Eocène moyen évaporitique :**

Il est formé par une alternance de calcaire, d'anhydrite et de marnes. Son épaisseur atteint une centaine de mètres sous les Chotts (BEL et CUCHE, 1969).

Dans l'oued Righ, la nappe des calcaires semble être située dans un niveau carbonaté appartenant à l'Eocène évaporitique.

- **Miopliocène:** BEL et DEMARGNE (1966) distinguent de bas en haut quatre niveaux dans ces dépôts lenticulaires :

- ❖ **Niveau 01 :** argileux, peu épais, il existe uniquement dans la zone centrale du Sahara Oriental suivant une bande Nord-Sud Ces argiles

constituent une barrière très peu perméable entre la nappe du Sénonien et de l'Eocène carbonaté et celle des sables de niveau 02.

- ❖ **Niveau 02** : grés-sableux, c'est le niveau le plus épais et le plus constant à sa base on trouve parfois des graviers, alors que le sommet se charge progressivement en argiles pour passer au niveau 03. Il atteint 400 m au Sud de Gassi Touil. Le niveau 02 est le principal horizon aquifère du Miopliocène.
- ❖ **Niveau 03** : C'est une formation argilo sableuse dont les limites inférieures et supérieures sont assez mal définies. Cette couche imperméable n'existe que dans certaines zones ; elle est épaisse et constante que dans la région des chotts.
- ❖ **Niveau 04** : C'est le deuxième niveau sableux du Miopliocène. Parfois en continuité avec le niveau 02. Le sommet de niveau 04 affleurant sur de grandes surfaces et souvent constitué par une croûte de calcaire gréseux (croûte hamadienne). L'épaisseur de cet horizon est de l'ordre de 300 m.

### II .4.c. Quaternaire :

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméables. Cette formation Quaternaire est à l'origine de la formation de la nappe phréatique alimentée principalement par l'infiltration des eaux des oueds et surtout par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation. (Fig. 4)

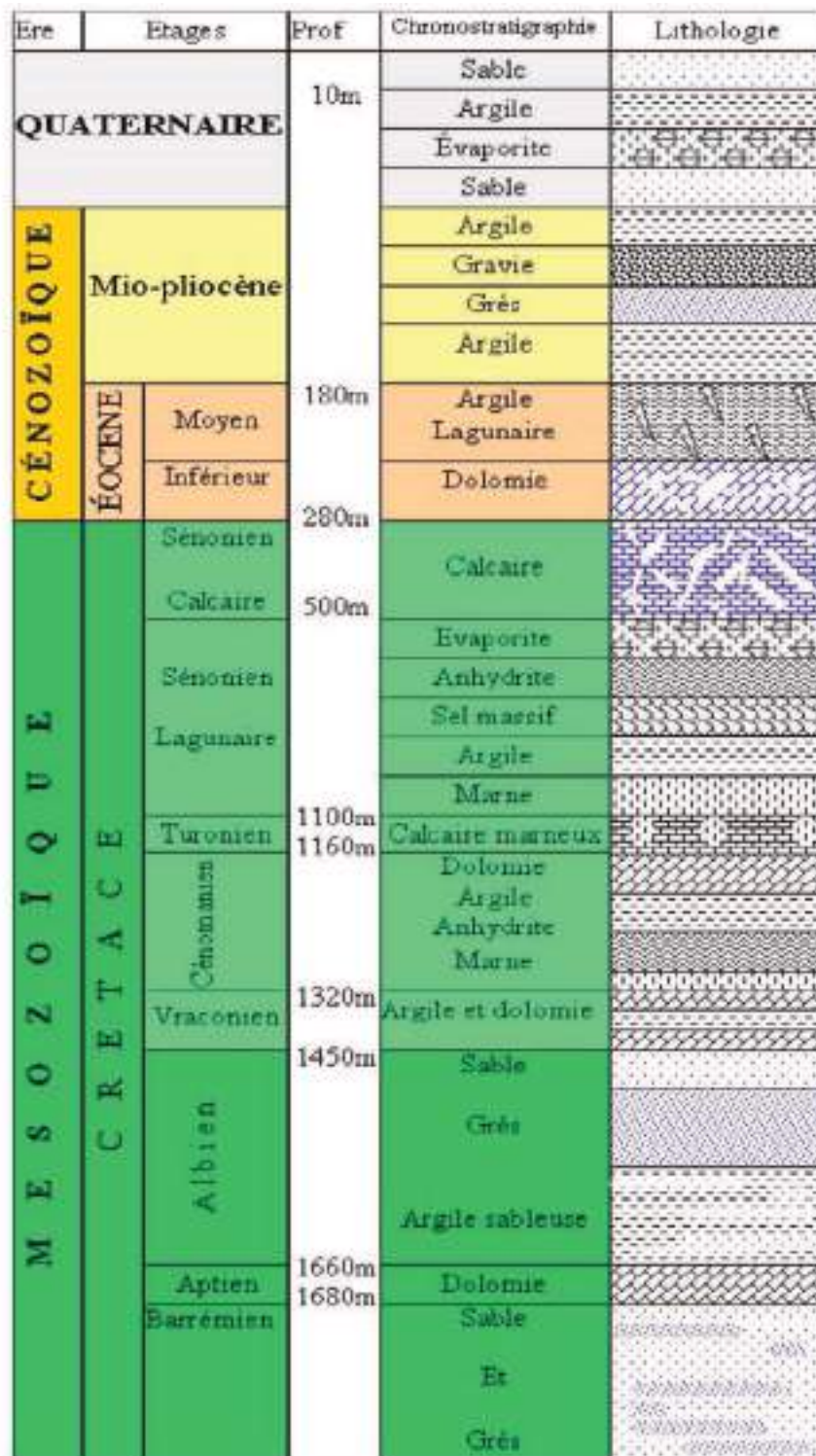


Fig4 : Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt



## **II.5. TECTONIQUE :**

Après le dépôt des formations marines du Primaire, le Sahara subit des mouvements tectoniques hercyniens verticaux et horizontaux, puis de nouveaux mouvements post triasique.

L'orogénèse atlasique est à l'origine de l'apparition des déformations à grand rayon, les calcaires du M'Zab sont transformées en dorsale, ceux de Tadmaït en cuvette, au Sud l'axe d'Amguid -el-Biod s'effondré pour faire place à un axe synclinal méridien qui se poursuit jusqu'à l'Aurès (*BEL et DEMARGNE., 1966*).

Et enfin la phase Plio-Quaternaire dont les mouvements s'insèrent avec le précédents dans la phase Alpine, d'où l'apparition des cassures de direction Est Ouest accentuant la surrection du massif des Aurès et l'affaissement de la partie Sud "Sillon sud Aurésien" .Ces fractures régissent directement l'écoulement des eaux souterraines d'où la formation des Chotts tels que Chott Melghir et Chott Merouane ou se déverse l'oued Righ. [8]

### **II.5.1. Néotectonique :**

Le Quaternaire est, du point de vue tectonique, caractérisé par des oscillations du niveau de base, celui des grands chotts, par rapport aux cours d'eau établis à la fin du Pliocène. Une hypothèse récente distingue trois phases dans l'évolution du relief du Bas-Sahara pendant le Quaternaire.

Effondrement brusque du centre de la cuvette (la région actuelle des chotts). Les cours d'eau venant de l'Ouest et surtout du Sud entaillent de profondes et larges vallées dans la couverture mio-pliocène de la périphérie. L'Oued Righ et l'Oued Igharghar formaient probablement alors un seul grand oued avec l'oued Mya comme affluent. Les sondages de l'Oued Righ ont révélé que les zones aquifères sont souvent formées de graviers provenant de la désagrégation de roches primaires dont les affleurements sont situés fort loin vers le Sud.

Remblaiement partiel de la région effondrée et des vallées y aboutissant. Surélévations locales du sol, à la suite desquelles l'oued Righ se détache de l'oued Igharghar de son affluent l'oued Mya, puis par érosion régressive prolonge quelque peu son cours supérieur vers le Sud. L'oued Igharghar dépose en éventail les éléments qu'il transporte, les plus fins atteignent la région située entre Fort-Lallemand et le Hassi bel Gebour. L'oued Mya, son exutoire, forme la zone de chotts

située entre Ouargla et Touggourt.

Descente lente et continue de la région de grands chotts, cependant que la vallée de l'Oued Righ se comble par suite des énormes apports fluviaux et éoliens, finissant par « enterrer » l'oued, transforme en une nappe souterraine, indiquée seulement en surface par quelques lacs et chotts humides.

Les dunes du Grand Erg oriental recouvrent la zone d'épandage de l'Oued Igharghar, et l'Oued Mya, comme l'Oued Righ achève de « s'enterrer ». [7]

### **II.6.Conclusion :**

La région de Touggourt fait partie du Bas Sahara qui se présente comme une cuvette synclinale. Tous les terrains, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire sont dissimulés en grande partie par le grand erg oriental. Cependant, quelques affleurements sont observés, sur les bordures.

Les prospections géophysiques et les sondages pétroliers ont précisé la profondeur du socle précambrien, situé entre 3000 et 5000 mètres. Il s'ensuit que les dépôts sédimentaires ont environ 4000 mètres d'épaisseur.

- Les terrains paléozoïques affleurent au Sud, entre les plateaux du Tademaït et Tingher et le massif du Hoggar.
- Les terrains du Mésozoïque et du début du Cénozoïque constituent l'essentiel des affleurements des bordures.
- Les dépôts continentaux tertiaires et quaternaires occupent le centre de la cuvette.

La série géologique permet de distinguer deux ensembles hydrogéologiques, post paléozoïques, importants : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal.

***Chapitre III:***  
***Climatologie***

III .1. Introduction:

Le climat affecte une bonne partie des activités humaines, telle que la production agricole, la production et la consommation d'énergie, l'utilisation de certaines ressources telles que l'eau, les aspects essentiels de l'environnement relevant immédiatement de la climatologie. L'objet de ce chapitre est l'étude des paramètres climatiques mesurés depuis une vingtaine d'années à la station de Touggourt, représentative du climat régnant sur notre zone d'étude. Nous analyserons successivement : les valeurs mensuelles et annuelles des précipitations, températures de l'air, humidité relative, vitesse de vent et l'évaporation mesurée au niveau de cette station. La carte ci-dessous présente les différents sous-bassins versants du Sahara algérien, et les principales stations météorologiques. Selon cette carte, basée sur le découpage hydrologique adopté par L'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), la zone étudiée appartient au sous-bassin versant N° 04 (fig.5).

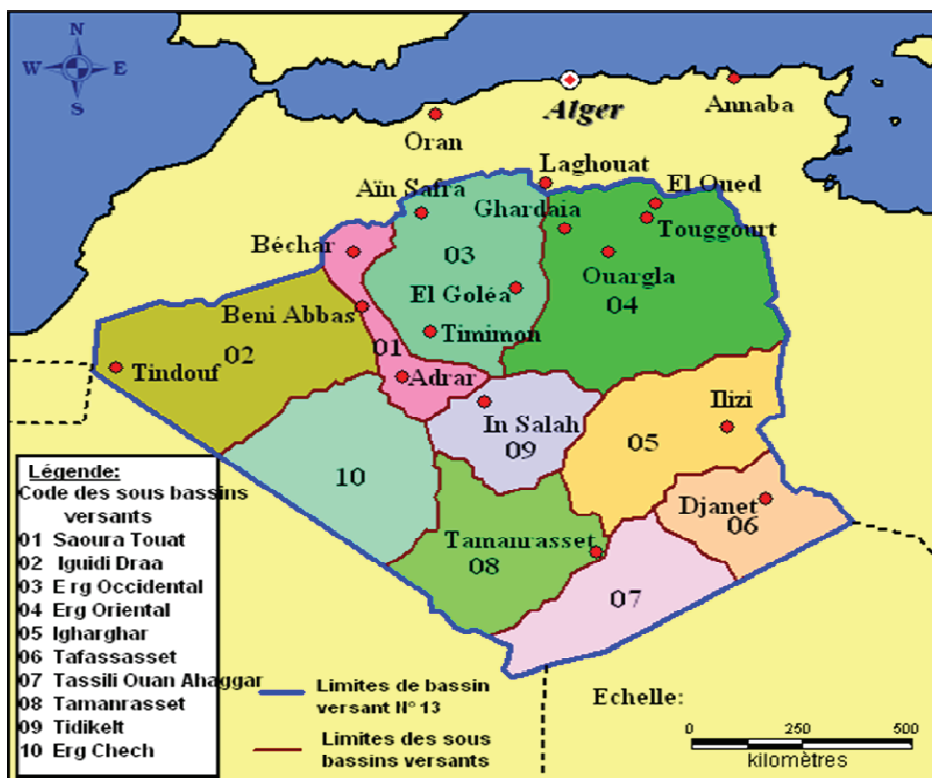


Fig5: Carte des sous- bassins versants du Sahara algérien et des stations Météorologiques d'après Cahiers de Sécheresse. [2]

III .2. Caractéristiques climatiques :

III .2.a. Précipitations:

Les précipitations proviennent des nuages. Transportés par la circulation atmosphérique, les nuages se déplacent et sous l'effet de la pesanteur, l'eau retombe sur le sol sous forme d'eau, de neige ou de grêle (état liquide ou solide) : ce sont les précipitations.

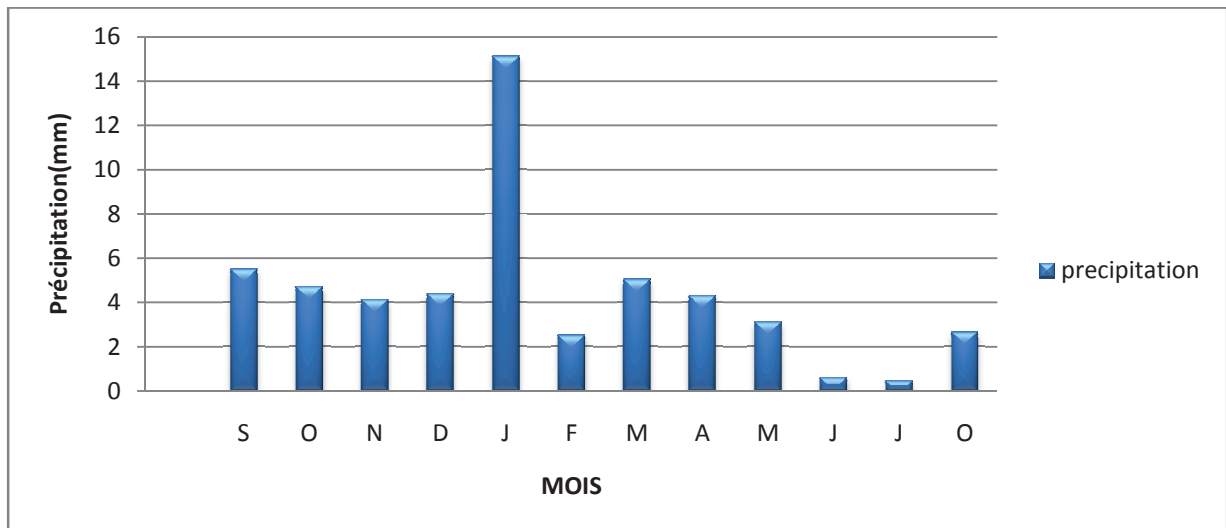
Les pluies ont un rôle primordial dans la constitution des réserves d'eau souterraine. Cependant seule une fraction des eaux pluviales arrivant sur le sol permet de recharger les nappes souterraines.

➤ **Précipitations moyennes annuelles :**

Le tableau ci-dessous représente les données des précipitations moyennes mensuelles calculées sur une période de 22 ans.

**Tab 1 : Précipitations moyennes annuelles à la station de Touggourt (1990-2011) [2].**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy ann
P(mm)	5.52	4.72	4.14	4.40	15.13	2.35	5.05	4.32	3.13	0.61	0.47	2.67	52.5



**Fig6 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Touggourt durant la période (1990-2011)**

La figure montre l'évolution des précipitations moyennes mensuelles durant la période (1990-2011). Ainsi, on remarque que la répartition des précipitations est irrégulière, la quantité maximale est observée au mois de Janvier, elle est de l'ordre de 15.13 mm par



contre au mois de Juin et Juillet, elle est presque nulle, de même que pour les autres mois où elle est relativement faible.

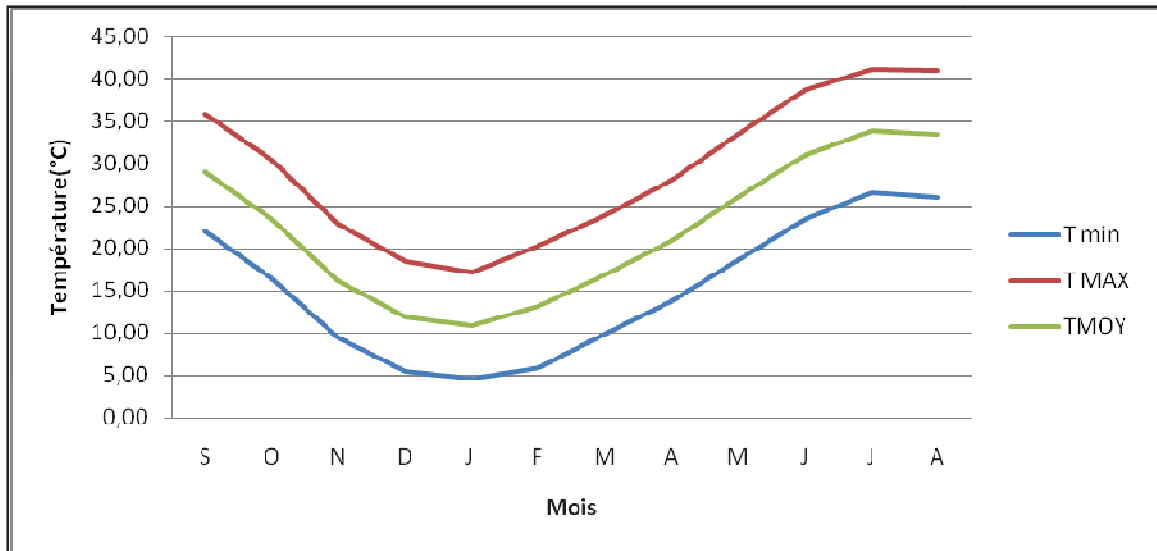
**III .2.b. Température :**

Dans notre région d'étude caractérisée par un climat Saharien, la température joue un rôle très important par son influence sur les autres paramètres météorologiques tel que l'évaporation et le taux de l'humidité de l'atmosphère.

**Tab 2 : Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (1990-2011) [2].**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	moy
T min (°C)	22.23	16.40	9.52	5.46	4.56	5.87	9.89	13.74	18.67	23.45	26.69	26.05	15.20
Tmoy (°C)	29.11	23.39	16.21	11.93	10.89	13.06	16.85	20.95	26.05	31.06	33.96	33.53	22.29
Tmax (°C)	35.99	30.38	22.91	18.40	17.22	20.25	23.81	28.14	33.43	38.65	41.24	41.24	25,86

A partir du climatrépanu dans notre région d'étude les températures se caractérisent par des valeurs maximales en Eté qui atteignent 41.24°C et des valeurs minimales enregistrées de l'ordre de 4.56°C quant à la moyenne annuelle correspondante à cette période, elle est de 22.2°C. La figure suivante représente les variations des températures moyennes mensuelles et montre que les mois les plus chauds sont : Juillet et Aout avec des températures qui dépassent 30 °C et les mois les plus froids sont : Décembre, Janvier et Février avec des températures inférieures à 6°C.



**Fig7: Variations des températures moyennes mensuelles minimales et maximales à la station de Touggourt durant la période (1990-2011)**

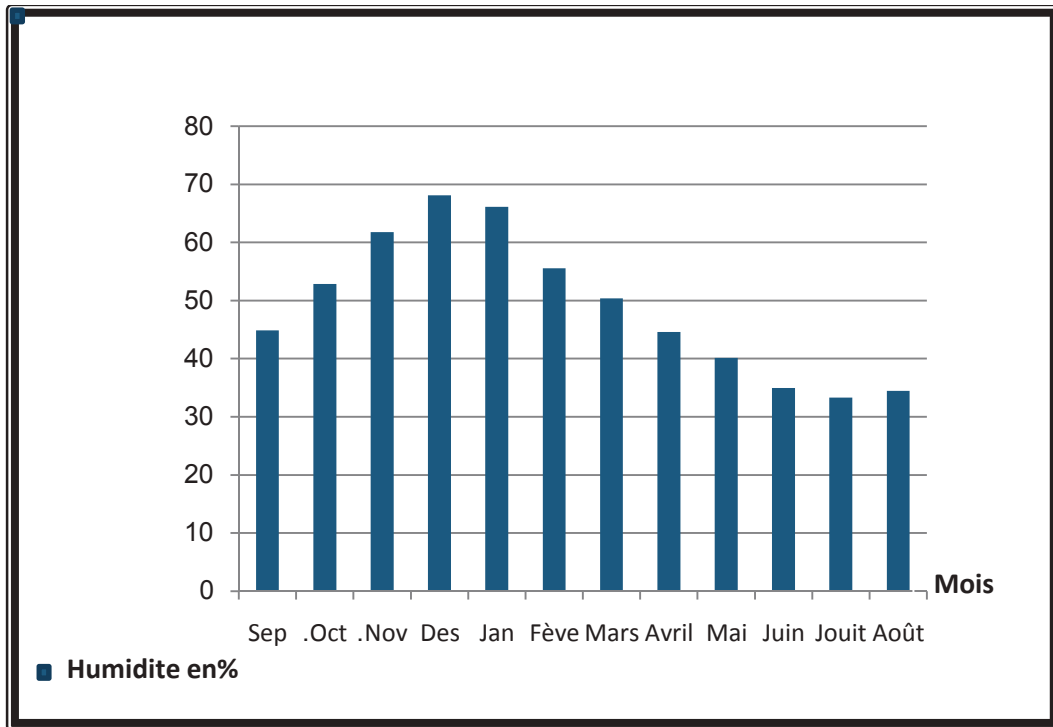
**III .2.c. L’humidité :**

L’humidité est très importante car elle influe sur l’évaporation, elle est plus élevée en hiver qu’en été. Ceci s’explique par l’effet de la température qui est élevée en été et basse en hiver, et le maximum correspond au mois le plus froid.

Le tableau suivant donne les valeurs de l’humidité moyennes mensuelles observées en 22 ans

**Tab 3 : L’humidité moyenne mensuelle à la station de Touggourt(1990-2011) [2].**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>H en%</b>	44.87	52.86	61.78	68.09	66.11	55.57	50.36	44.57	40.12	34.94	33.32	34.47



**Fig8: Histogramme variation mensuelle de l'humidité relative moyenne**

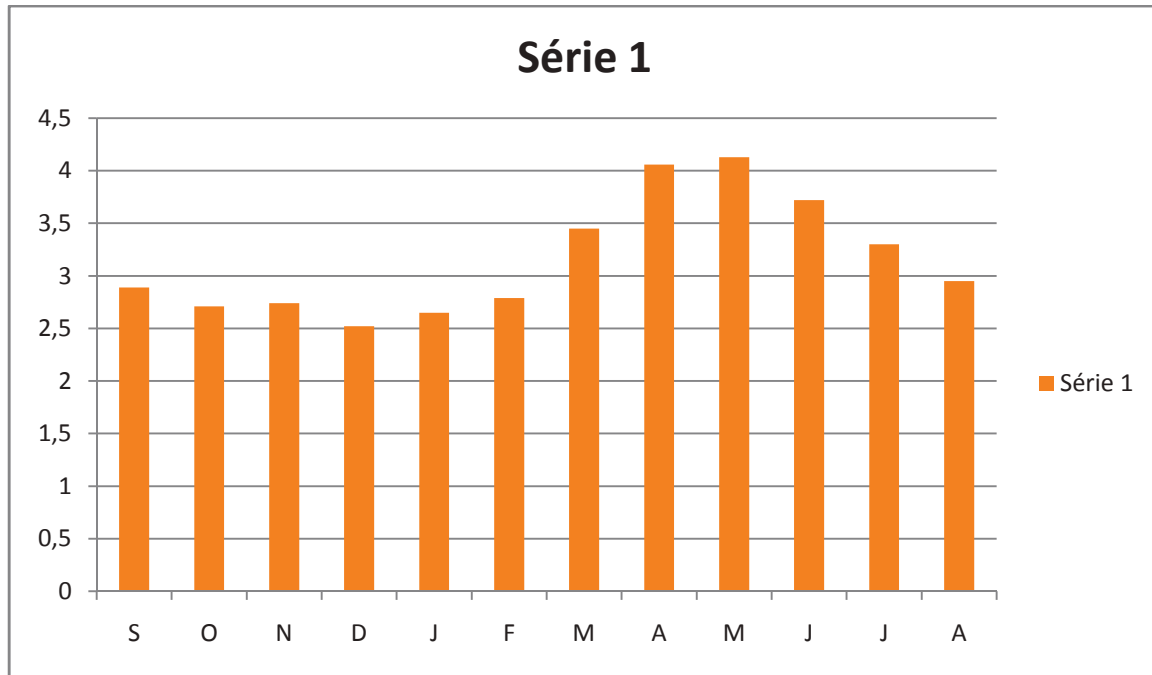
On remarque que l'humidité augmente à partir du mois de Novembre jusqu'à Janvier au cours duquel est enregistrée une valeur moyenne maximale de 48.90%. Cependant, elle diminue en été pour atteindre une valeur minimale en Juillet de l'ordre de 22.88%.

### III .2.d. Le vent :

Le vent est un autre facteur climatique important dans la caractérisation du climat. Les résultats des moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrées à la station de Touggourt (1990-2011) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tab 4 : Vitesse moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt en m/s (1990-2011) [2].**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vitesse m/s	2.89	2.71	2.74	2.52	2.65	2.79	3.45	4.06	4.13	3.72	3.3	2.95



**Fig9: variation des vitesses de vent moyennes mensuelles interannuelles en m/s [1990-2011]**

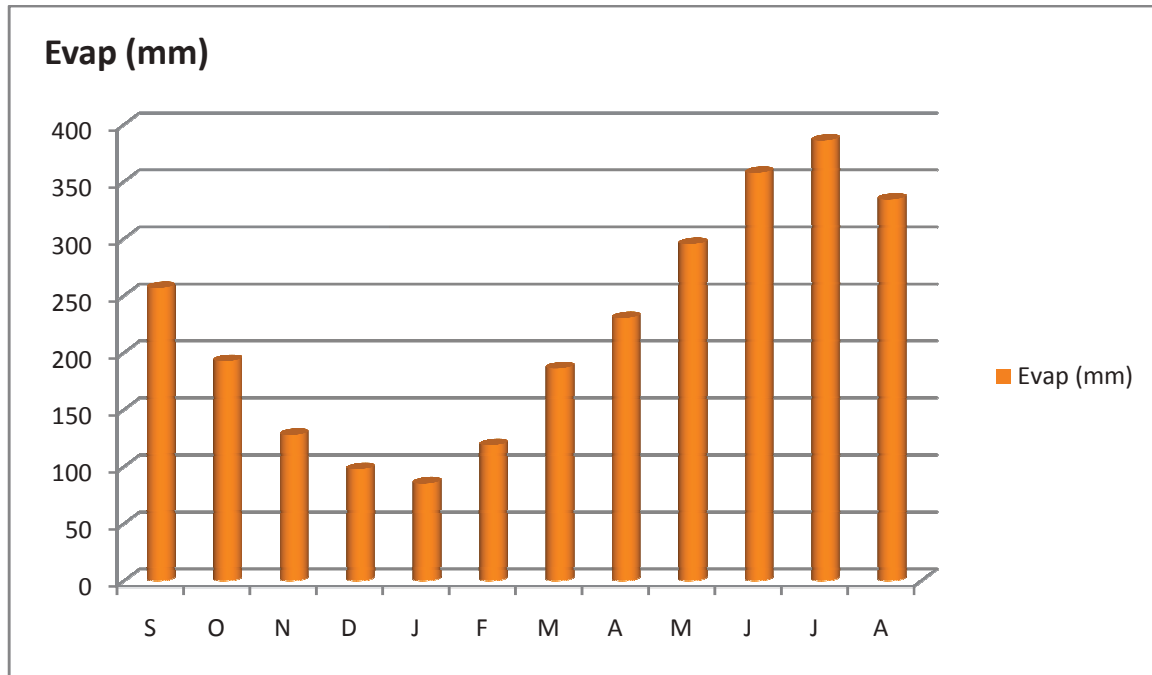
On remarque d’après le tableau, que la vitesse minimale du vent est enregistrée au mois de l’octobre, elle est de 2.50 m/s et la vitesse maximale est enregistrée en Mai et atteint 3.88m/s. Ces vents soufflent dans des directions différentes.

**III .2.e. L’évaporation :**

Les phénomènes d’évaporation interviennent dans le cycle hydrologique dès le moment où les précipitations; sous forme liquide ou solide; atteignent la surface du sol. De plus l'humidité du sol, soit qu'elle provient des pluies récentes infiltrées à faible profondeur, soit qu'elle remonte par capillarité directement de la nappe phréatique ou par l'intermédiaire de la couverture végétale constitue un aliment important pour l'évaporation

**Tab 5 : Evaporation moyenne mensuelle à la station de Touggourt (1990 – 2011) [2]**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Evap (mm)	256,7	192.48	127.80	97.68	85.21	118.71	186.17	230.24	295,15	357,,57	385.83	334.20



**Fig10: Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Touggourt (1990 – 2011)**

Les données du tableau indiquent que la variation mensuelle de l'évaporation augmente en été et diminue en hiver, elle correspond à celle des températures. L'évaporation maximale est observée en Juillet, elle est de l'ordre de 385.83 mm et le minimum est enregistré en Janvier avec une valeur de 85,21 mm ce qui est logique vu que la température est le facteur principal qui influence sur l'évaporation.

### III .2.f. La durée d'insolation:

L'insolation est la durée d'apparition du soleil, elle est exprimée en heure. Elle varie en fonction de l'altitude qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires.

**Tab 6 : des valeurs d'insolation moyennes (1990-2011) [2].**

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Ins en h	298	273	246	244	249	247	279	293	323	333	370	357

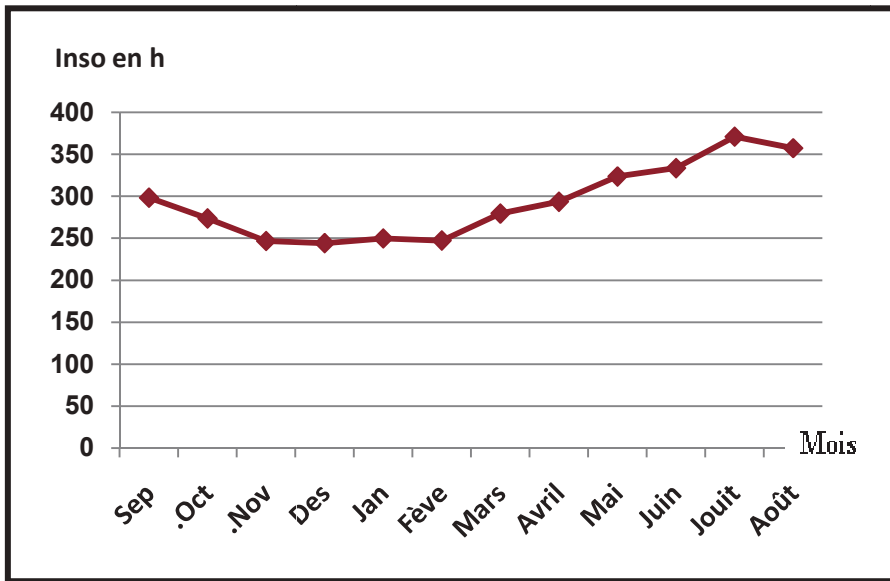


Fig11 : Courbe de Durée d'insolation moyenne mensuelle en heure (1990-2011)

### III.3.REGIME CLIMATIQUE :

#### III.3.a. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la température est double de la pluviosité.

Tab 7 : Données de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle (1990-2011) [2].

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	5,52	4,72	4,14	4,4	15,1	2,35	5,05	4,32	3,13	0,61	0,47	2,67
2T(°C)	58,2	46,7	32,42	23,86	21,8	26,12	33,7	41,9	52,1	62,12	67,92	67,06



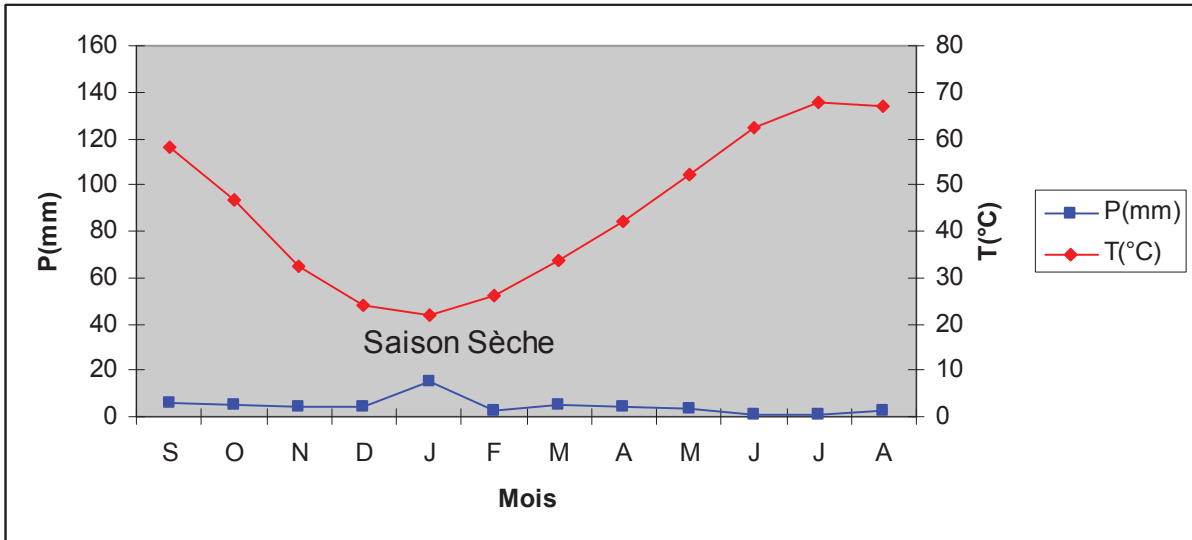


Fig12: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Dans le cas de notre région d'étude la courbe des pluies passe au-dessous de celle des températures. Cette allure permet de constater que la période sèche s'étale le long de l'année avec une intense sécheresse du mois de Juin à Septembre même en Janvier, le mois où les précipitations atteignent leur maximum.

### III.3.b. Indice DE MARTONNE:

Pour enrichir plus l'idée sur le climat d'une région, le géographe DE MARTONNE a proposé en 1923 un indice d'aridité vite devenue célèbre fondé sur le régime des précipitations et des températures selon la formule suivante:

Il est défini par la relation suivante:

$$A = \frac{P}{T+10}$$

Où:

**P**: précipitation moyenne annuelle (mm);

**T**: température moyenne annuelle (°C).

Tab 8 :Classification DE MARTONNE

Valeur de l'indice	Type de climat
$A < 5$	Hyper-aride
$5 < A < 7.5$	Désertique
$7.5 < A < 10$	Steppique
$10 < A < 20$	Semi-aride
$20 < A < 30$	Tempéré

Pour la station de Touggourt:

$P=52.51\text{mm}$  et  $T=22.29^{\circ}\text{C}$  , donc  $A= 1.62$

Ainsi, on obtient un indice d'aridité :  $A < 5$

Selon la classification de DE MARTONE, il s'agit d'un régime hyper-aride.

#### III.4. Conclusion :

Le climat de la région d'étude est en certains points analogue à celui du Sahara : très chaud et sec l'été qui devient assez froid en hiver (de  $5^{\circ}\text{C}$  à  $9^{\circ}\text{C}$ ) voir gelées la nuit. En effet, les différences de températures entre le jour et la nuit sont très élevées et arrivent jusqu'à  $30^{\circ}\text{C}$  en été. Ceci s'explique par le fait que le sable se refroidit plus vite que les autres roches tel que l'argile, c'est pour cette raison qu'il fait plus froid la nuit aux villages installés et/ou entourés de sables.

La plus forte température de l'ordre de  $41.24^{\circ}\text{C}$  est enregistrée au mois de Juillet au cours duquel l'évaporation est maximale et est de  $385.83\text{ mm}$  tandis que la plus faible température est de  $4.56^{\circ}\text{C}$  correspond au mois de Janvier durant lequel l'évaporation est minimale atteignant une valeur de  $85.21\text{ mm}$

Quant aux précipitations, la quantité maximale a été observée en Janvier avec une valeur de  $15.13\text{mm}$  et le taux minimal de  $0.47\text{mm}$  a été observé au mois de Juillet.

Le mois le plus humide est Janvier caractérisé par une forte humidité de  $48.94\%$  et le mois le plus sec est Juin caractérisé par une faible humidité de l'ordre de  $22.88\%$ .

*Chapitre IV:*  
*Hydrogéologie*

IV .1. Introduction :

Le bassin du Sahara septentrional Figure, est bien doté en formations aquifères favorables à la circulation souterraine des eaux. Il comprend le fameux système aquifère du Sahara septentrional (SASS) (fig13-14), à savoir, le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. Il plonge sur une surface d'environ 1.000.000 Km<sup>2</sup> partagée entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, ayant de réserves estimées à 31.000×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>, dont l'accumulation ne peut être expliquée par le climat actuel ; la recharge actuelle n'étant que de 1×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/an, dont, la nappe du Continental Intercalaire possède la durée de renouvellement la plus longue (Ould Baba Sy, 2005). Ils proviendraient d'un pluvial datant du Pléistocène inférieur et de l'Holocène.

L'âge des eaux des différentes nappes du SASS, déterminé au <sup>14</sup>C, montre qu'aux zones de recharge, les eaux sont jeunes, et attestent d'une recharge actuelle de l'ordre de 500 ans près des zones d'alimentation possible, et arrivent jusqu'à 40000 ans dans les parties confinées des nappes et des zones d'exhaures situées à 500 km des zones de recharge (Conrad et al, 1972 ; Gonfiantini et al, 1974 ; Aranyossy et al, 1985).

En Algérie, ce système aquifère couvre une surface de 700 000 Km<sup>2</sup>, et est d'une épaisseur de 4000 à 5000 mètres environ (Cornet, 1964). L'anticlinal du M'Zab, véritable passerelle structurale entre l'Atlas saharien et le plateau de Tademaït, divise ce réservoir «multicouche» en deux (02) sous bassins hydrogéologiques, l'un occidental de 280 000 Km<sup>2</sup>, recouvert partiellement par le Grand Erg Occidental, et l'un oriental, le plus étendu avec 500 000 Km<sup>2</sup>, occupé en grande partie par le Grand Erg Oriental.

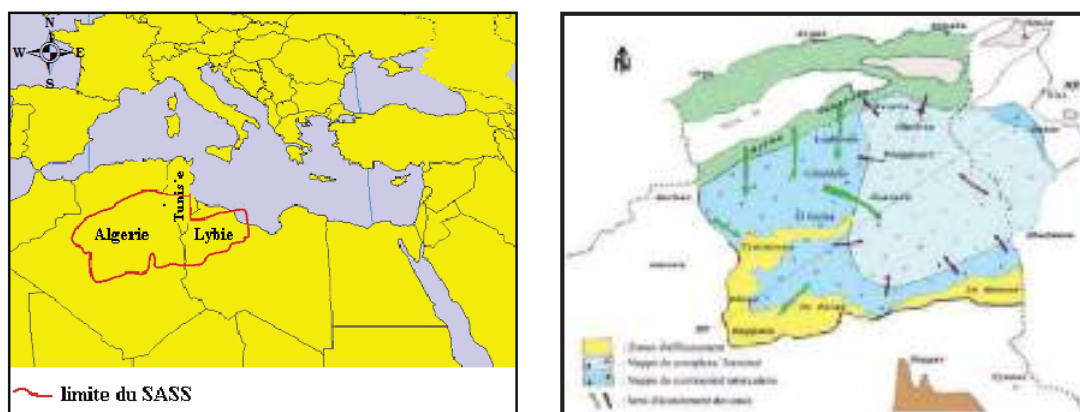


Fig13-14 : Carte d'extension géographique du système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)

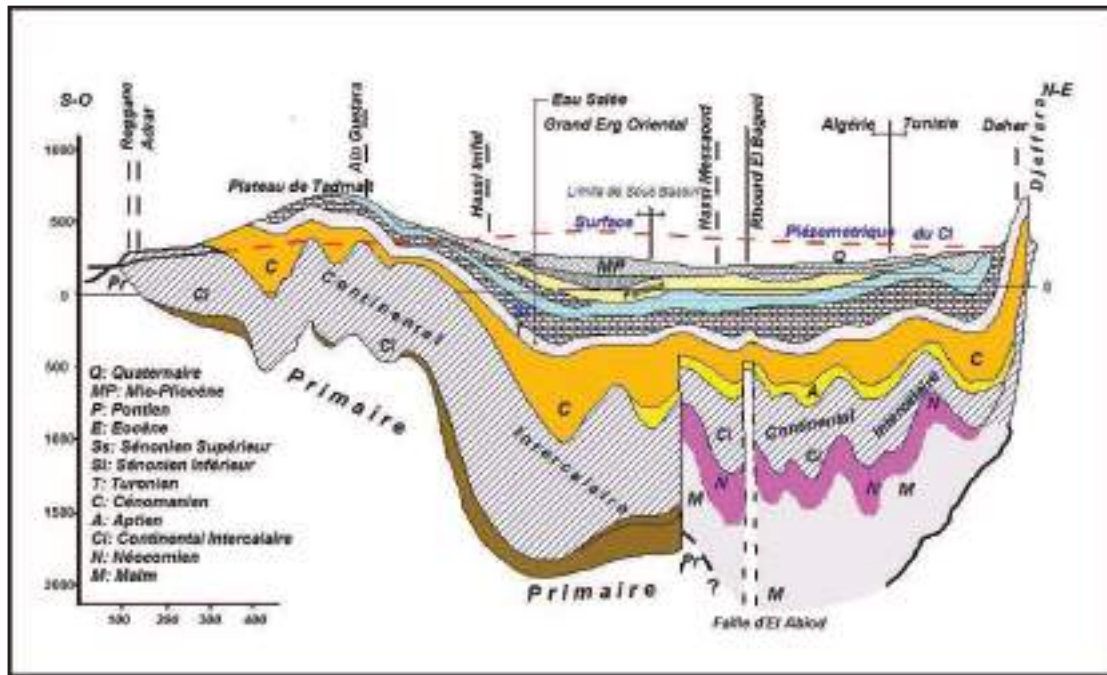


Fig15: Coupe hydrogéologique dans le système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)

## IV .2 Hydrogéologie régionale :

### IV .2.a. Le Continental Intercalaire :

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins (l'Algérie, la Tunisie et la Libye). La partie Algérienne du Continental Intercalaire couvre **600000 km<sup>2</sup>**. Elle stock un volume d'eau considérable, estimé à **3.5x10<sup>9</sup> milliards m<sup>3</sup>** environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination d'«Albien». Le terme Continental Intercalaire, par contre désigner l'ensemble des couches détritiques qui se sont déposées au Mésozoïque inférieur au Sahara entre deux cycles marins, c'est le plus puissant aquifère du Sahara (**250 -1000 m** épaisseur).ANRH . [3]

D'après Kilian, (1931), le «Continental Intercalaire» Figure désigne un épisode continental localisé entre deux cycles sédimentaires marins à la base, le cycle du Paléozoïque qui achève l'orogénèse hercynienne, alors qu'au sommet, le cycle du Crétacé supérieur, résultant de la transgression cénomaniennne. (Busson, 1970 ; Fabre, 1976)

Il occupe les formations sableuses et argilo gréseuses du Néocomien, Barrémien, Aptien, et de l'Albien (Cornet, 1964 ; Cornet et Gouscov, 1952). L'aquifère est continu du Nord au Sud, depuis l'Atlas Saharien jusqu'au Tassili du Hoggar, et d'Ouest en Est, depuis la vallée du Guir et de la Saoura jusqu'au désert libyen. Le débit d'alimentation du Continental intercalaire provenant du piémont de l'Atlas saharien est de **7.7 m<sup>3</sup>/s**, (Ould Baba Sy, 2005 ; Ould Baba Sy, et al, 2006).

Ce débit entre dans l'intervalle des estimations recueillies dans les études antérieures qui le situent entre 4 m<sup>3</sup>/s (Cornet, 1961) et 8.5 m<sup>3</sup>/s (Margat, 1990)

La carte piézométrique de référence du Continental intercalaire établie, à l'état stationnaire (peu ou pas influencée par les pompages), sur la base des études antérieures (Cornet, 1964 ; UNESCO, 1972 ; Pallas, 1978), met en évidence les zones d'alimentation suivantes (Ould Baba Sy, 2005) :

- piémont sud atlasique au Nord-Ouest ;
- Tinrhert au Sud ;
- Dahar à l'Est ;
- Jebel Nafusa au Nord-Est ;
- Jebel Hassawna au Sud, où la nappe du Cambro-Ordovicien est drainée vers le Nord ; par la nappe du Continental Intercalaire.

Les zones d'exutoire sont :

- ❖ les foggaras du Touat-Gourara et du Tidikelt ;
- ❖ l'exutoire tunisien marqué par la faille d'El-Hamma ;
- ❖ l'exutoire libyen au niveau d'AinTawargha.

Les failles de la dorsale d'Amguid (les figures) sont à l'origine d'une drainance verticale, préalablement signalée, des eaux du CI vers la nappe du CT (Guendouz, 1985, Edmunds et al, 2003 ; Moulla et al, 2002 ; Guendouz et al, 2003), ce qui explique l'anomalie piézométrique observée sur la carte.

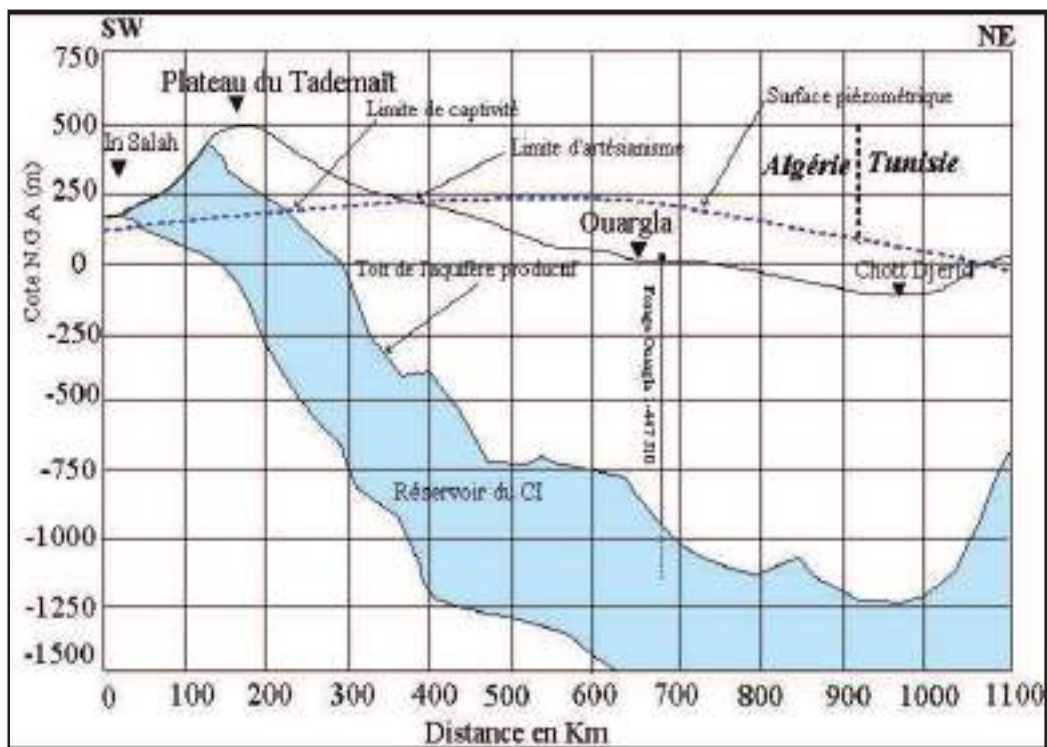


Fig16 : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et le surface piézométrique du CI

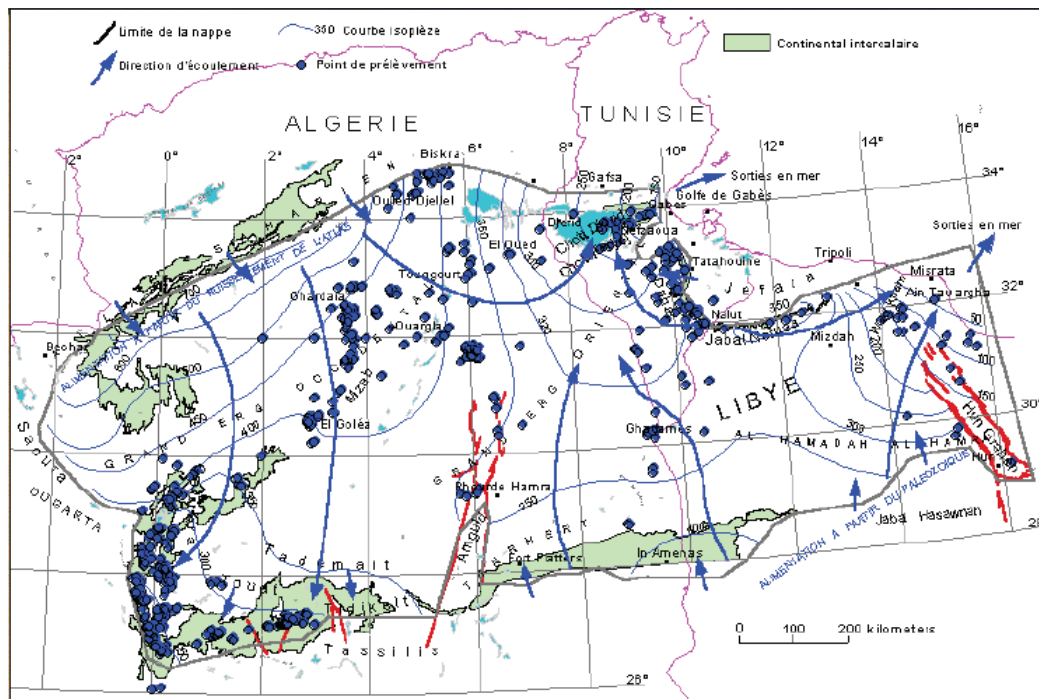


Fig17: Carte piézométrique de référence du CI (OSS, 2003)



### IV .2.b. Le Complexe Terminal (CT) :

Il est noté dans l'étude OSS (2003 b) que classiquement, et selon la définition de Killian (1931), le terme "Continental Terminal" désignait les formations continentales, sableuses et argileuses du Mio-Pliocène. Mais d'après Bel et Dermagne (1966): "La nappe du Continental Terminal contenue dans les sables du Mio-Pliocène et plus ou moins en relation avec les nappes de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien, de sorte qu'à l'échelle de l'ensemble du Sahara, on peut considérer que ces différents niveaux forment une seule et même nappe, la nappe du Continental Terminal, par opposition au Continental Intercalaire". [16]

C'est avec le projet ERESS que l'on verra apparaître la notion du "Complexe Terminal", appellation publiée pour la première fois par Bel et Cuche (1969).

Le terme de "nappe du Complexe Terminal" qui groupe sous une même dénomination plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques différentes, a été retenu car ces nappes font bien partie d'un même ensemble hydraulique.

Les intercommunications entre Sénonien, Eocène et Mio-Pliocène sont évidentes sur l'ensemble du bassin, à l'exception de la région des chotts où l'Eocène moyen et supérieur imperméable vient s'intercaler.

La nappe turonienne est plus individualisée par suite de la couverture imperméable du Sénonien inférieur. Cependant, ses niveaux concordent avec ceux du Sénonien ou du Mio-Pliocène sur la bordure du bassin.

Le système aquifère du "Complexe Terminal" couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350 000 km<sup>2</sup>.

La profondeur du "CT" est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.

Le "Complexe Terminal" affleure aux endroits suivants:

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- A l'Est, le long du flanc oriental du Dahar.
- Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït.
- A l'Ouest, sur la dorsale de M'zab.

Comme pour le "CI", la construction de la carte piézométrique du "CT" est le résultat de l'accumulation des contributions successives élaborées depuis quarante ans, depuis la publication par Cornet, (1964) de la première carte piézométrique couvrant tout le Continental Terminal du Sahara. Parmi les contributions les plus significatives, on peut citer notamment Bel et Cuche, (1969) et le projet ERESS, (1972).

L'ensemble de ces travaux a permis de dresser une carte piézométrique initiale ou encore peu influencée par pompage, à l'échelle du bassin du Sahara Septentrional.

Cette piézométrie a concerné les formations calcaires sénoniennes et éocènes ainsi que les sables du Pontien (Oued Righ et Djérid) assez souvent en relais hydrogéologiques. Elle se raccorde parfaitement et permet d'avoir la continuité de l'écoulement souterrain en passant d'une zone à l'autre, (OSS, 2003).

L'examen de la carte piézométrique met en évidence les zones d'alimentation, à savoir:

- L'Atlas Saharien du Nord-ouest.
- Le Dahar à l'Est.
- Le Tinrhert au Sud.
- Le J. Nafusa au Nord-est

Les zones d'exutoires sont principalement centrées sur les Chotts algéro-tunisiens et sur le Golfe de Syrte.

L'écoulement de cette nappe se produit :

- A partir de la dorsale du M'zab, où l'ensemble de l'écoulement converge vers les zones des chotts (c'est-à-dire qu'il se renverse et s'effectue du Sud vers le Nord sous le Grand Erg Oriental).
- Dans le sens Ouest-est, où les eaux en provenance de l'Atlas Saharien, convergent vers la zone des chotts.
- Dans le sens Sud-Nord, du plateau du Tinrhert vers la zone des chotts et le golfe de Syrte.

Le concept de recharge ainsi que ses conditions sont adoptables pour tout les aquifères du SASS, de ce fait, le CT doit obéir aux mêmes conditions.

Certains auteurs pensent que les eaux des nappes du Sahara sont fossiles (Burdon, 1977 ; Margat & Saad, 1982 et 1984 ; Margat, 1990) in Ould Baba Sy, (2005), c'est-à-dire qu'elles se sont infiltrées et accumulées au cours des temps géologiques, leur alimentation s'est poursuivie au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire par infiltration sur les affleurements des couches perméables jusqu'à débordement de ces derniers, et que le niveau actuel des nappes traduit le résultat d'un tarissement pur depuis l'Holocène (Ould Baba Sy, 2005). Pour d'autres par, contre il existe une recharge actuelle des nappes sahariennes. Cette alimentation se manifeste lorsque certaines conditions climatiques, topographiques et géologiques sont réunies (Dubief, 1953).

Les précipitations exceptionnelles associées à certaines conditions de surface spécifiques (sols à grains grossiers) peuvent être particulièrement génératrices de recharges (Ould Baba Sy, 2005). L'alimentation des nappes du Sahara septentrional, par exemple se manifeste sur les bordures Nord du bassin lorsque trois conditions sont réunies:

- Des précipitations suffisantes.
- Un relief relativement accentué pour produire un ruissellement dans les oueds.
- L'affleurement de formations perméables appartenant à un des systèmes aquifères ou en relation directe avec un des aquifères sahariens (Dubief, 1953).

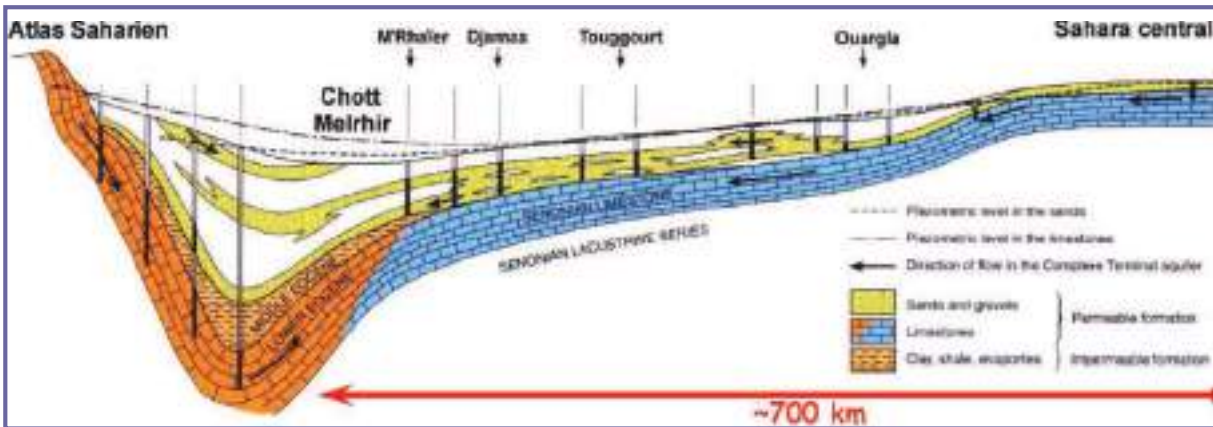


Fig18: Coupe hydrogéologique transversale du CT (UNESCO, 1972)

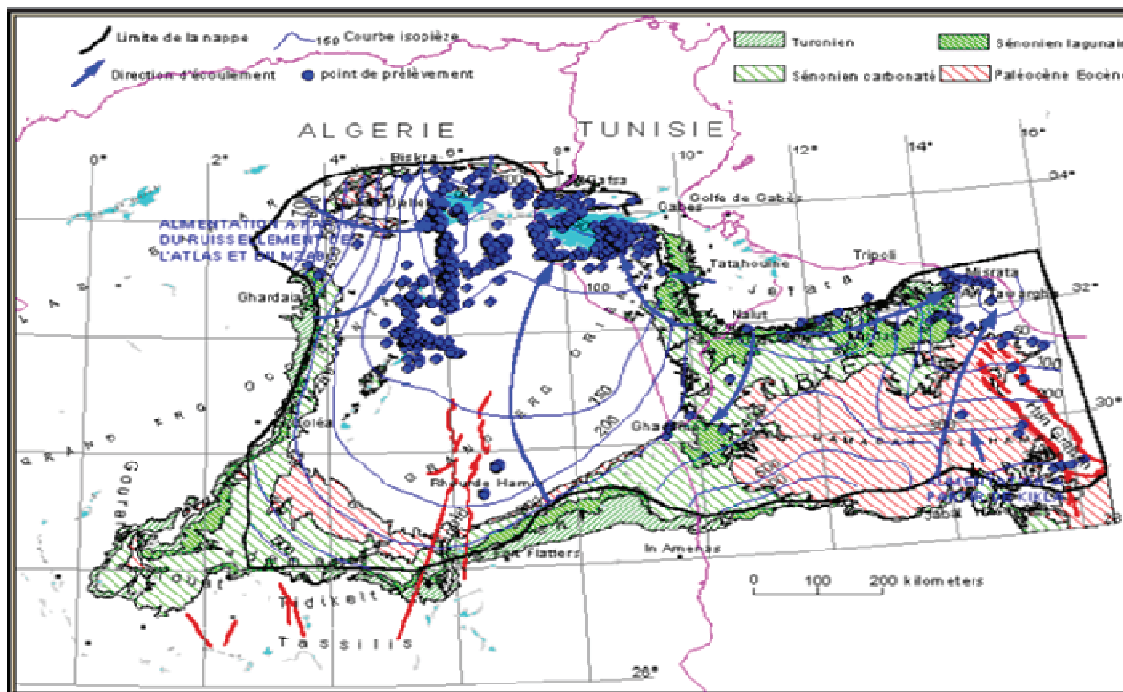


Fig19: Carte piézométrique de référence du CT (OSS, 2003)

#### IV .2.c. Nappe superficielle (phréatique) :

Les nappes phréatiques sont partout présentes au Sahara et se situent généralement dans les zones de dépressions ou les vallées, elles sont alimentées par les pluies, les crues, les eaux de drainage et aussi très souvent par les remontées naturelles (sources) en provenance des aquifères plus profondes ou encore par les fuites dans les ouvrages exploitants ces dernières. [4]

Ces ressources superficielles sont importantes dans tout le Sahara, elles permettent d'irriguer les petites palmeraies, les jardins légumiers et d'abreuver les troupeaux et leurs propriétaires.

Les profondeurs des nappes dites libres au Sahara varient entre 1 et 60 m, sauf dans la région des Ziban où elle peut atteindre les 150m, le résidu sec est très variable selon les zones.

Le recours aux eaux souterraines plus profondes par la multiplication des forages d'exploitation captant les aquifères du CI et du CT destinés aux besoins d'irrigation et d'alimentation en eau potable a accéléré la remontée des niveaux hydrostatiques de nappes phréatiques. Cette situation d'excès d'eau a perturbé l'écosystème oasien et a engendré des problèmes environnementaux nuisibles notamment pour l'agriculture (salinité des sols, dégradation des palmeraies par asphyxie, inondation des ghouts,...).

En outre, l'extension de l'urbanisation dans certaines agglomérations sur-alimentées en eau (plus de 450 l/j/ habitant) mais insuffisamment couvertes par des réseaux d'assainissement est à l'origine de la formation de lagunes et de la remontée des eaux. Des parties des villes d'Ouargla et de Touggourt d'El Oued subissent depuis plusieurs années les conséquences néfastes de la remontée des nappes phréatiques.

IV .3. L'hydrogéologie locale (Touggourt) :

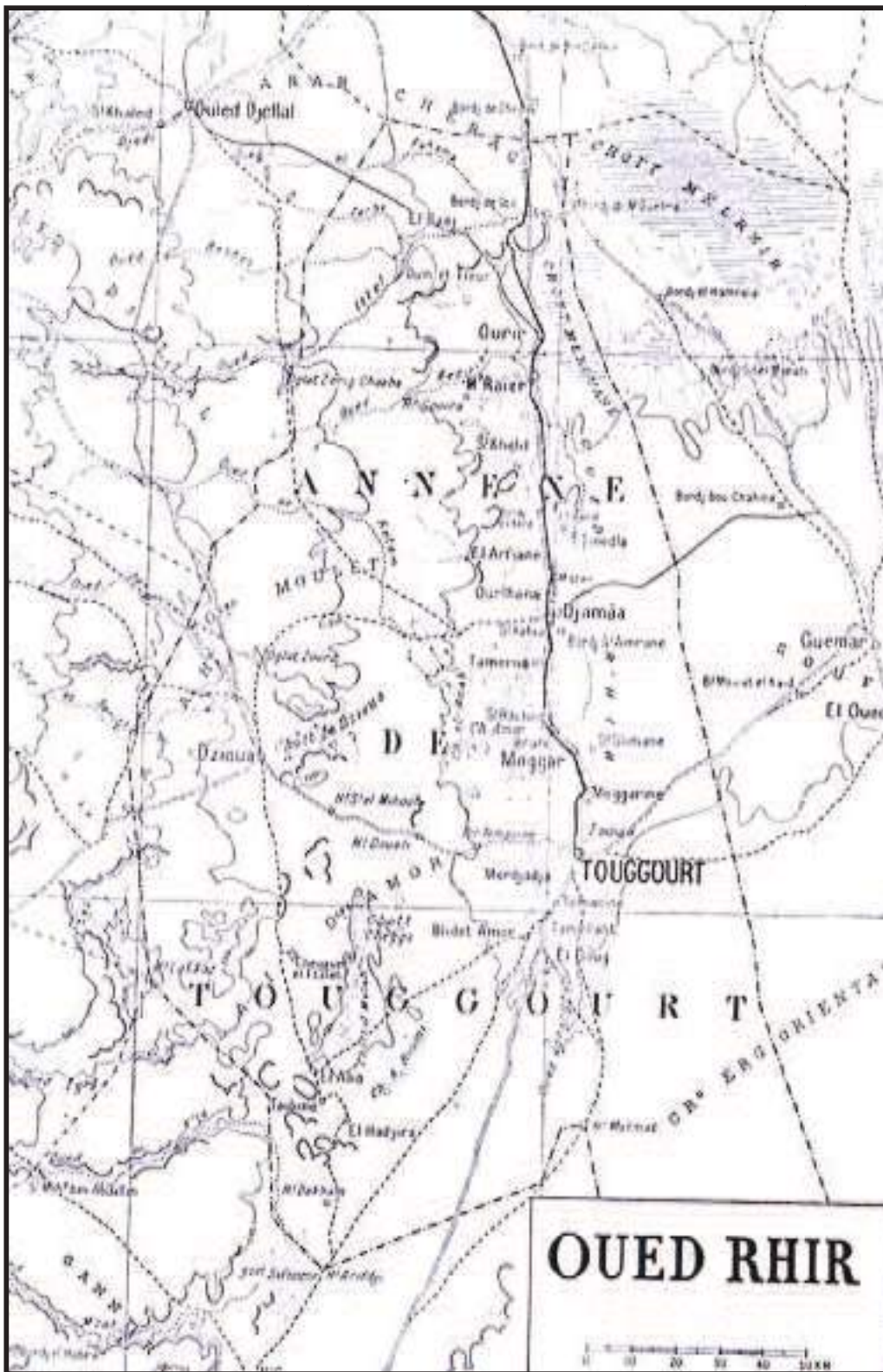


Fig20 : Le bassin de l'Oued Rgh et ses limites (ARNH Ouargla).



Dans la région étudiée, il existe deux systèmes aquifères, séparés par d'épaisses séries argileuses et évaporitiques, de la base de Crétacé supérieur, il s'agit du :

- ⇒ Continental intercalaire CI, aquifère profond compose de sable gréseux ou gréseux argileux.....
- ⇒ Complexe terminal CT compose de trois nappes superposées :
  - l'une dans les sables et argiles du Pliocène CT1.
  - L'autre dans les sables grossiers à graviers, du Miocène supérieur CT2.
  - La troisième dans les calcaires fissures, plus au moins karstiques de l'Eocène inférieur CT3. [9]
- ⇒ Au dessus existe un aquifère superficiel à nappe libre, la nappe phréatique.

### IV .3.a. La nappe phréatique :

La nappe phréatique est présentée dans toutes les oasis de la vallée.

Elle est contenue dans les sables fin à moyens, d'âge Quaternaire, contenant des cristaux de gypse.

Elle s'épaissit du Sud vers le Nord et sa puissance moyenne est d'une vingtaine de mètres.

Elle est caractérisée par des eaux de fortes salinités ; les analyses des eaux de cette nappe montrent qu'elles sont très salées, la conductivité électriques est de l'ordre de 4.91ms/cm à 13.44 ms/cm.

La nappe phréatique est « gonflée » par l'excès de l'eau d'irrigation et des pompages du CI et du CT. C'est pour drainer cet excès que le réseau de drainage artificiel a été réalisé dans la dépression de l'oued righ. Elle est principalement alimentée par l'infiltration des eaux d'excès d'irrigation et des eaux d'assainissement, les eaux des forages dont les tubages sont détériorés par les faibles précipitations et par les percolations des nappes du complexe terminal. Les pertes sont surtout le fait de l'évaporation. [8]

### IV .3.b. Les nappes du complexe terminal :

Le complexe terminal est constitué de deux grands ensembles, l'un continental au sommet, l'autre marin à la base.

- **La première nappe des sables CT1 :** Hormis, La nappe phréatique, cette nappe est la moins profonde, sa puissance varie entre 50 à 100 m.

Elle est constituée de sable fin à moyen, sable argileux et grès, d'âge Mio-Pliocène. Le faciès sableux varie largement, latéralement. Un niveau d'argile constitue son substratum, et son toit est constitué par des argiles et des évaporites. C'est une nappe captive. Elle était jadis très exploitée avec des débits faibles à moyens, de l'ordre de 20 à 40 l/s (le débit global d'exploitation proche à  $6 \text{ m}^3 / \text{s}$ ) cependant, à cause de la salinité élevée de l'eau, les forages qui la captent sont actuellement moins utilisés. [8]

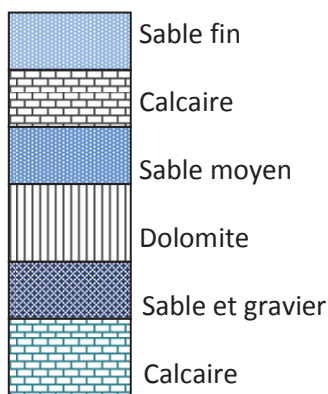
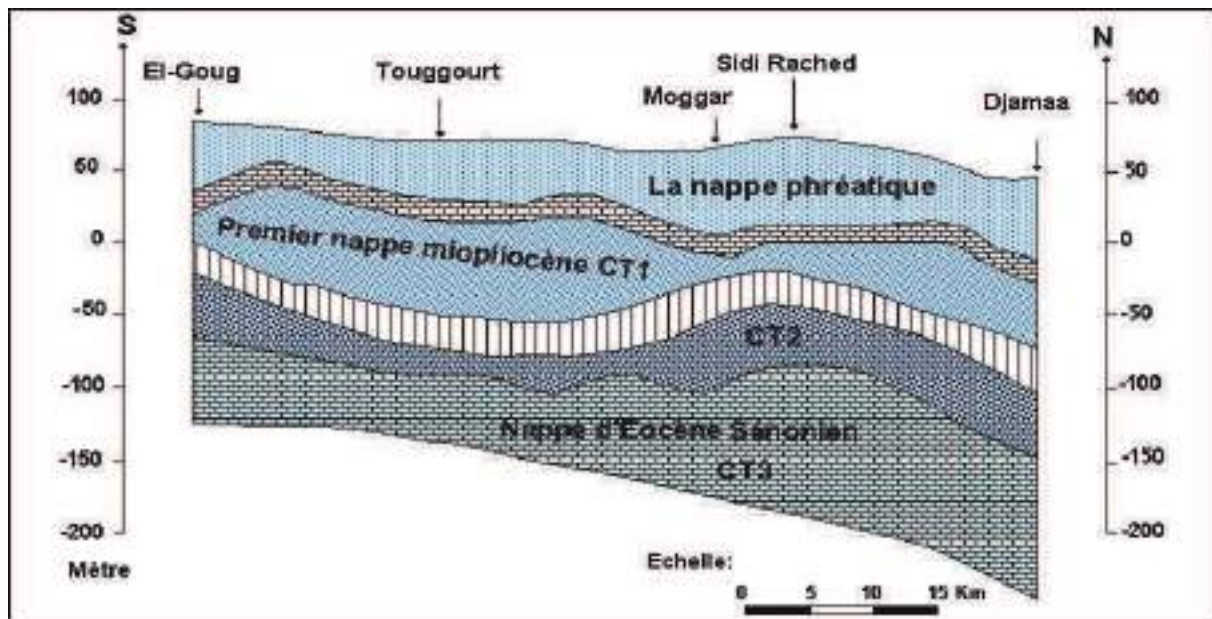
➤ **La deuxième nappe CT2 :** Les formations contenant cette nappe sont également d'âge Mio-Pliocène. Comme la première nappe, elle est formée essentiellement de grès, de gravier et de sable avec la présence de quelques lentilles argileuses. Son épaisseur est de 20 à 36m, elle est très exploitée avec un débit variant entre 25-45 l/s. Des argiles à niveaux calcaires et des marnes forment son substratum, alors que des argiles et les argiles sableuses constituent son toit.

- Ces deux nappes sont alimentées localement par les rares précipitations et les infiltrations d'eaux de surface (de la nappe phréatique et du canal de l'Oued Righ), et les percolations des nappes artésiennes sous-jacentes. Le prélèvement par forages représente leur seul exhaure.
- Ces deux nappes surmontent l'autre ensemble du Complexe Terminal ; constituant la troisième formation aquifère, formée par les carbonates de l'Eocène inférieur Sémonien supérieur. [8]

➤ **La nappes des calcaires du Sémonien Eocène CT3 :** Ces deux étages géologiques ont été regroupés parce qu'ils forment un ensemble lithologique et hydrogéologique homogène. Essentiellement carbonaté, il est formé de calcaires, calcaires dolomitiques ou marneux, d'anhydrite et gypse, sa puissance est de 350m, 200m à Touggourt, 360m à Meghaier. Il n'est pas très exploité. L'artisanisme étant à l'origine plus important au Nord. A la base, le Sémonien



lagunaire forme le substratum de cette nappe et au sommet, le toit est surtout argileux.



**Fig21: Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ**

#### IV .3.c. Nappe du Continental Intercalaire :

C'est un aquifère profond, composé de sables gréseux ou argileux. Son épaisseur varie d'une région à une autre des valeurs inférieures à 350 m (200 m à Touggourt).

Il est contenu dans les formations continentales du Crétacé inférieur (Barrémien Albien).

Le mur constitue par le socle ou Primaire déformé par l'orogénèse hercynienne et très irrégulière.

Les apports d'eau au système aquifère s'effectuent par:

- L'infiltration des eaux de ruissellement des reliefs situés à la périphérie du domaine et par des précipitations sur les affleurements.
- Le piémont de l'Atlas saharien, au Nord.
- Le plateau de Tinhert, au Sud.

Pour CORNET cette alimentation est estimée à  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , BURGEAR la fixait à  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ . Elle provient en grande partie du piémont de l'Atlas mais elle reste très faiblement alimentée par rapport au volume d'eau qu'elle contient.

Son exutoire est la zone des chotts avec un sens d'écoulement souterrain Sud Nord (dans le bassin oriental). [8]

#### **IV .3.d. Caractéristiques essentielles des nappes :**

On se rend compte que cette dénomination correspond cependant à une réalité : L'Oued Righ n'est pas un cours d'eau, mais en le survolant. Le tracé de l'Oued Righ est marqué par l'échelonnement de petits chotts exutoires des eaux de la nappe phréatique. Aux environs des oasis d'Ourir et de El-Meghier, les eaux de la nappe phréatique exhaurent dans le chott Merouane et s'y évaporent en donnant une croûte gypse saline.

A l'Ouest, la vallée de l'Oued Righ est plus au moins bien délimitée sur la moitié de sa longueur par les collines Miocènes, qui forment du Nord au Sud une sorte de chaîne, derrière cette chaîne s'étend la dépression Dzioua où le Miocène est très peu épais, il s'agit d'une ondulation dont le cœur est formé d'Eocène moyen, qui s'allonge du Nord au Sud entre les Oueds Djellal et Dzioua.

Au Sud de l'oasis de Djamaa entre Touggourt et Ouargla, l'ondulation de Dzioua est très peu marquée, elle doit cependant exister car les points d'eau qui s'alimentent de la nappe phréatique sont très rares, il y a donc séparation entre la nappe phréatique de l'Oued Righ et celle de Ouargla.

Au Sud de Touggourt, les points d'eau exploitant la nappe phréatique deviennent particulièrement nombreux et s'étalent en éventail sur une très large zone.

L'extension des eaux très profondes suit celle de la nappe phréatique tout en étant de moins grande ampleur.

La limite Ouest des nappes souterraines est suffisamment nette, elle est marquée par les collines Miocènes qui bordent la vallée de l'Oued Righ entre Ourir et Djamaa, correspondant à la remontée du substratum argileux imperméable de l'Eocène moyen. Les ressources artésiennes de l'Oued Righ se repartissent en trois nappes ou plutôt en trois faisceaux des nappes circulant dans les niveaux sableux et graveleux du Miocène continental. [9]

**IV .3.e. Zone d'alimentation :** l'eau des nappes provient :

a -L'infiltration d'eau météorique dans les sables poreux.

b -L'infiltration pluviale dans l'Erg.

c -L'infiltration directe dans les fissures des couches affleurant au sol.

1- Les zones d'alimentation des nappes artésiennes de l'oued sont très lointaines et très vaste, il existe d'autres zones moins connues vers l'Ouest et le Nord-Ouest de la vallée.

2- Le sens d'écoulement des eaux est Sud Nord jusqu'au chott Merouane.

**IV .4. Conclusion :**

Dans le bassin de l'Oued Righ, il existe deux systèmes aquifères :

Le premier profond étendu, dit le Continentale Intercalaire (**CI**), constitué en grande partie par des sables et des grès d'âge Albien

Le deuxième est multicouche, peu profond, moins étendu que le premier dit Le Complexe Terminal (**CT**), constitué de deux ensembles différents:

➤ L'un marin constitué par les calcaires d'âge Sénonien-Eocène **CT3**

➤ L'autre continentale constitué par des sables, graviers et des grès d'âge Mio-Pliocene caractérise la **1<sup>ère</sup>** et la **2<sup>ème</sup>** nappe du Complexe Terminal (**CT1**) (**CT2**)

Un aquifère superficiel qui surmonte ces deux ensembles dit nappe Phréatique contenue dans les sables fins à moyens d'âge Quaternaire à récent

Les cartes piézométriques sont des documents de base de l'analyse et de la schématisation du comportement hydrodynamique de l'aquifère, et la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique.

L'analyse de la carte piézométrique de la nappe phréatique montre un sens d'écoulement global du Sud vers le Nord.

*Chapitre V:*  
*Matérielles et méthodes*

## **V.1. Matériels et méthodes :**

### **V .1.1. Localisation de la STEP:**

La station d'épuration des eaux usées de Touggourt est située à Ben YassOued, dans l'APC de Tebesbest, sur la route d'El Oued, elle s'étend sur une superficie de 5 Hectares.

Elle a été mise en service le 20/11/1993, réhabilitée en 2003 et traite aujourd'hui une partie des eaux usées rejetées par la ville de Touggourt.



**Fig22 : photo de la station d'épuration de Touggourt. [14]**

L'étude a été élaborée par le B.N.E.H (Bureau National Des Etudes Hydrauliques) et par S.E.E de la Belgique (Société D'épuration Des Eaux) 1982.

N° de l'opération : 5.392.1.666.00.02

Intitulé de l'opération : assainissement de l'unité de Touggourt.

Elle est localisée selon les coordonnées suivantes :

Latitude : 33° 16' Nord.

- Longitude : 6° 04' Est.

Située au Nord Est la wilaya d'Ouargla.

### **V .1.2. Laboratoire d'analyse des eaux usées :**

#### **V .1.2.a. Introduction :**

Le but d'analyse des eaux usées urbaines est d'apprécier la qualité de ces eaux, autrement dit ; déterminer les différents paramètres physico-chimique et biologique.

Cette étape est indispensable car elle nous aide de prévoir les traitements ultérieurs nécessaires.

Les paramètres à analyser sont : PH, Température, MES, DCO, DBO5, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, les huiles, les graisses, les métaux lourds....etc.

#### **V .1.2.b. Laboratoire :**

Les paramètres mesurés au niveau du laboratoire de la station ainsi que la matériel disponible sont consignés dans le tableau ci-après.

**V .1.2. c. Techniques d'analyse chimique des eaux usées :**

Les composés que l'on trouve dans les eaux usées sont très nombreux. Pour déterminer le degré de pollution, on ne peut pas identifier la totalité des composés chimiques présents. On fait plutôt appel à des paramètres globaux de pollution applicable sur tous les types d'eau. Ces paramètres globaux mesurés par des analyses courantes, correspondent aux principaux polluants et ce sont eux que l'on va trouver dans les normes de rejet (PH, MES, DCO, DBO5)

Toutes les analyses chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de la station d'épuration de Touggourt.

**V .1.2. c.1. Echantillonnage :**

Compte tenu de la diversité de la nature des eaux résiduaires ainsi que des systèmes de transfert et de dilution il est difficile de définir une technique d'échantillonnage satisfaisante en toutes circonstances. Les buts à atteindre consistent essentiellement à obtenir des prélèvements représentatifs du rejet et du milieu récepteur. Lorsqu'il s'agit de contrôles des paramètres à l'état de traces au susceptibles de très grandes variation, le prélèvement instantané peut être d'un plus grand intérêt.

Cette procédure permettra de diminuer les risques de précipitation d'adsorption, de contamination, de concentration, ou d'évaporation.



**Fig23 : échantillon d'eau pour les analyses. [14]**

V .1.2. c.1. Les matériels :

Tab9 : paramètres d'analyse et matériels laboratoires

Paramètres mesures	Equipement utilisé	type
T°	Thermomètre	pH315i ; SET
pH	pH mètre	
MES	Centrifugeuse et étuve	D1600 u 25
	Balance d'analyse	Rs2620
	Distillateur	RS 4
	Plaque chauffante	CK 112
DCO	Colorimètre	HACH DR820
	Réacteur	BOX 389
DBO5	Appareil DBO5	Mf 120

V .1.2. d. Analyse des eaux usées :

V .1.2.d.1 Les analyses physico-chimiques :

➤ **Température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision.

En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dessous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, dans l'activité biologique, pour la connaissance de l'eau et des mélanges éventuelles.

D'une façon générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'aire et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde





Fig24 : pH mètre pour mesurer la température. [14]

➤ **Potentiel hydrogéné (pH) :**

Le PH est relatif la concentration en ions (H<sup>+</sup>) dans un milieu, donc à l'acidité de ce milieu.

En absence d'influences externes le pH est le reflet des équilibres entre les espèces chimiques majeurs du milieu mais il est également l'indicateur de certaine pollution directe ou indirecte. En retour, il influence de nombreux processus chimiques ou biologiques en régulant, d'une part les concentrations ou la spéciation d'espèces mineurs telle que les métaux (précipitation, dissolution, complexassions) d'autre par, les réactions enzymatiques très sensible à de petite variations de ce facteur, la plus part des bactéries vivent à pH entre 6.5 – 8.5, par contre les moisissures vivent en milieu acide, pH inférieur à 5.

Le PH est déterminé à l'aide d'un pH mètre. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil.



Fig25 : pH mètre pour mesurer le pH. [14]

**V .1.2.d.2. Les analyses biochimiques :**

➤ **La matière en suspension (MES) :**

La détermination de la matière en suspension dans l'eau s'effectue par filtration et par centrifugation.

La méthode par filtration est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrée de bonne condition, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure.

Méthode par centrifugation

L'eau est centrifugée à 1600 tr/mn pendant 10 à 15 mn la capsule est recueillie, séchée à 105 °C et laissée refroidir ou dans un dessiccateur et pesée.

• **Expression des résultats**

La teneur de l'eau en matière en suspension mg/l est donnée par l'expression

$$[(M_1 - M_2) / v] \cdot 1000 \quad \text{mg/l}$$

- M1 : la masse de capsule vide
- M2 : la masse de capsule pleine après dessiccation à 105 °C
- V : le volume d'eau traité en ml

• **Matériels spéciaux**

- Centrifugeuse susceptible de 2000tr/mn avec pots.
- Capsule en porcelaine.



**Distillateur**



**Plaque chauffante**

**Fig26 : les appareils utilisés pour la détermination de MES. [14]**



**Fig27 : les appareils utilisés pour la détermination de MES. [14]**

➤ **Détermination de DCO :**

La DCO constitue autre moyen de mesure le degré pollution dans les eaux usées.

Ce teste est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement.



**Fig28 : colorimètre pour mesurer la DCO. [14]**



Fig29 : méthode de mesure la DCO. [14]

➤ **Mesure de la DBO5 :**

La DBO5 des eaux usées est un critère largement employé comme indicateur de la matière organique qui peut être décomposée par action microbienne dans une période et une température de 20 °C.

Le teste de la DBO5 est largement utilisé par les organismes de contrôle afin d'évaluer l'efficacité de leur station de traitement.

Il repose sur la mesure de l'oxygène consommé dans un échantillon d'eau et de ces dilutions pour dégradé la pollution initiale par voie biologique.

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo staté est mis à incuber en présence d'air.

Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissout dans l'air d'un récipient fermé. Généralement l'intervalle de temps limité a 5 jours.



**Fig30 : DBO mètre pour la détermination de DBO5. [14]**

- **Mode opératoire :**

Suivant la charge, on procède par l'une des méthodes suivantes :

Pour une charge de 200 à 400, on prend un échantillon de 164 ml d'eau a analyse, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml.

Pour une charge de 40 à 200, on prend un échantillon de 250 ml d'eau a analyse, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml.

Pour une charge de 0 à 40, on prend un échantillon de 432 ml d'eau a analyse, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml. Les flacons sont placés sur l'appareil connecté par leurs bouchons aux capteurs de pression.

La consommation d'oxygène induite une production de CO<sub>2</sub> par les micro organiques qui oxydent les matières organiques et doit être éliminé du système de manière a ce que la déférence de pression mesurée dans le système soit seulement proportionnelle a la quantité d'oxygène utilisé des cristaux d'hydroxyde de lithium placée dans la couple de chaque flacon absorbent la gaz carbonique.

Le tout est laissé pendant 5 jours à l'obscurité et a une température de 20 °C.

La période de mesure pendant l'échantillon est continuellement agite. L'agitation aide la transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon et permet de simuler des conditions naturelles.

La dépression est enregistrée par nanomètre.

La variation de pression est convertie en DBO en mg/l pour obtenir les résultats :

- on multiple par 10 pour une charge allant de 200 à 400.
- on multiple par 5 pour une charge allant de 40 à 200.
- on multiple par 1 pour une charge allant de 0 à 40.

**V .1.2.c. les normes mondiales et algériennes des eaux usées :**

**Tab10 : les normes mondiales et algériennes des eaux usées**

	<b>Normes Mondiales</b>	<b>Normes Algériennes</b>
<b>MES : mg/l</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>DBO5 : mg/l</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
<b>DCO : mg/l</b>	<b>125</b>	<b>90</b>
<b>PH</b>	<b>6.5</b>	<b>8.5</b>
<b>T :°C</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

*Chapitre VI:*

*Résultats et interprétation*

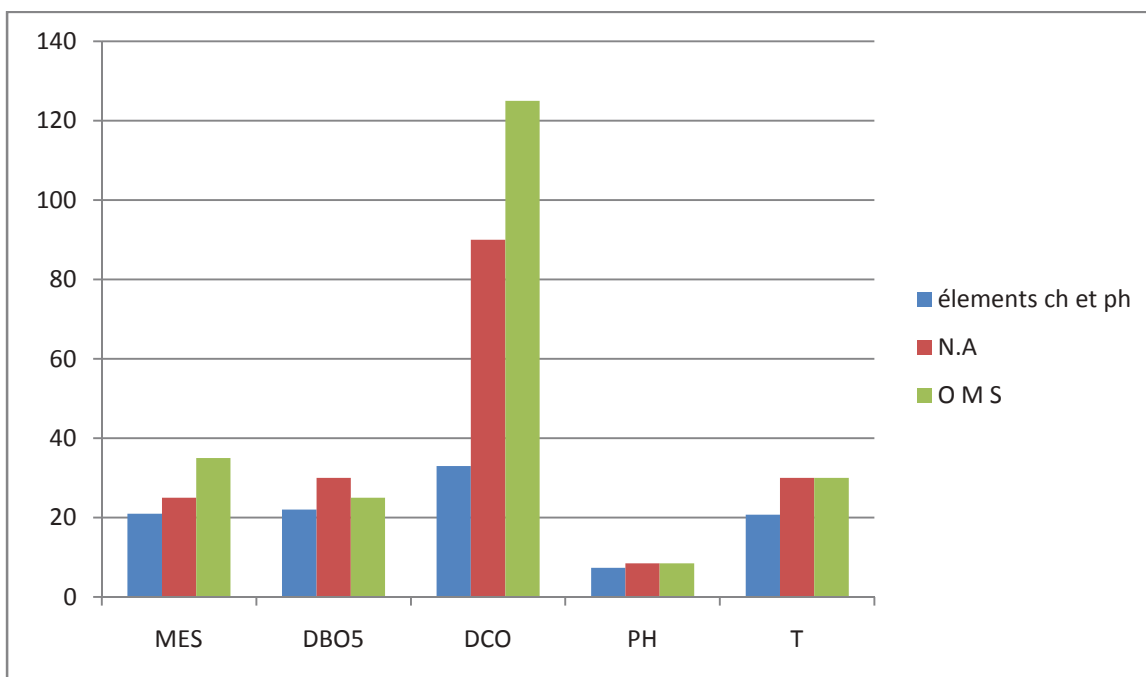


**VI- RESULTATS ET INTERPRETATIONS :**

**VI -1) Mois Décembre :**

**Tab11 : résultats de l'eau traité (Mois Décembre). [14]**

ENTREE STEP (EAU BRUTE)					SORTIE STEP (EAU TRAITE)				
MES	DBO5	DCO	T	PH	MES	DBO5	DCO	T	PH
mg/l	mg/l	mg/l	C		mg/l	mg/l	mg/l	C	
1011	150	296	22.4	7.35	21	22	33	20.7	7.33



**Fig31 : Histogramme de résultats de l'eau traité (Mois Décembre)**

- Après avoir l'histogramme de comparaison entre les résultats d'analyse d'eau du mois Décembre et les normes on a dit :
  - La valeur de MES est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de DBO5 est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de DCO est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de PH est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de T est inférieure de la valeur des normes

Donc nous avons conclu que l'eau traitée dans la step est potable à l'irrigation



VI -2) Mois Janvier :

Tab12 : résultats de l'eau traitée (Mois Janvier). [14]

ENTREE STEP (EAU BRUTE)					SORTIE STEP (EAU TRAITE)				
MES	DBO5	DCO	T	PH	MES	DBO5	DCO	T	PH
mg/l	mg/l	mg/l	C		mg/l	mg/l	mg/l	C	
813	150	286	22.1	7.25	23	19	28	15	7.14

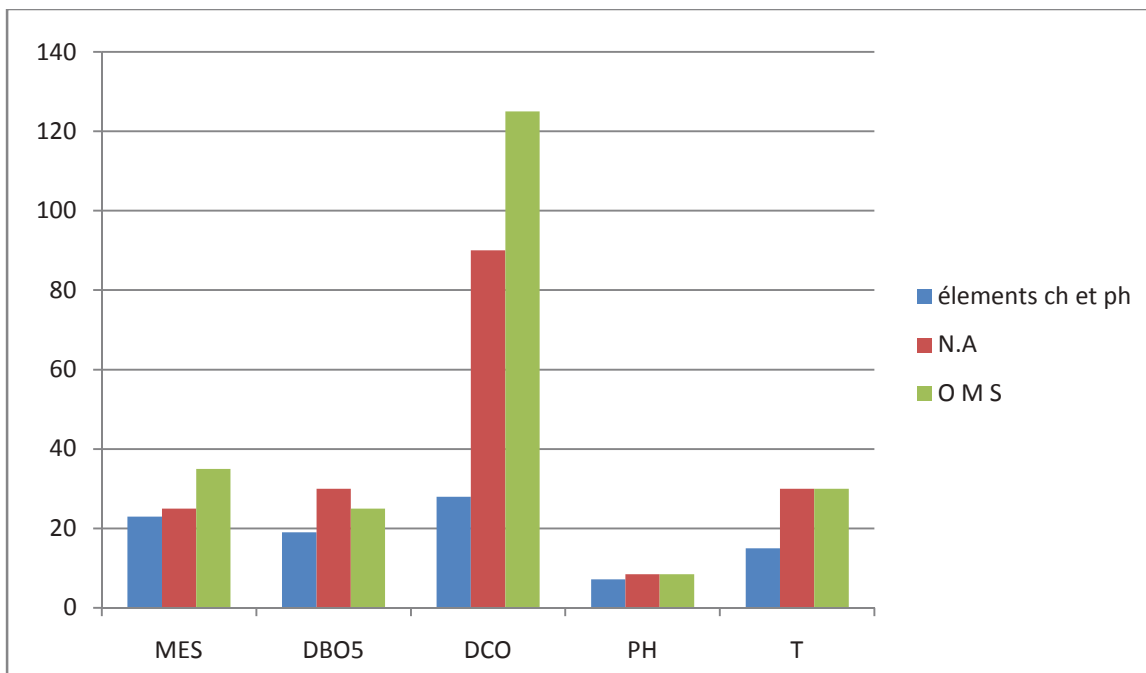


Fig32 : Histogramme de résultats de l'eau traitée (Mois Janvier)

Après avoir l'historgramme de comparaison entre les résultats d'analyse d'eau du mois Janvier et les normes on a dit :

- La valeur de MES est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DBO5 est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DCO est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de PH est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de T est inférieure de la valeur des normes

Donc nous avons conclus que l'eau traitée dans la step est potable à l'irrigation

VI -3) Mois Février :

Tab13 : résultats de l'eau traitée (Mois Février). [14]

ENTREE STEP (EAU BRUTE)					SORTIE STEP (EAU TRAITE)				
MES	DBO5	DCO	T	PH	MES	DBO5	DCO	T	PH
mg/l	mg/l	mg/l	C		mg/l	mg/l	mg/l	C	
835	290	612	23	7.45	23	16	51	21.2	7.43

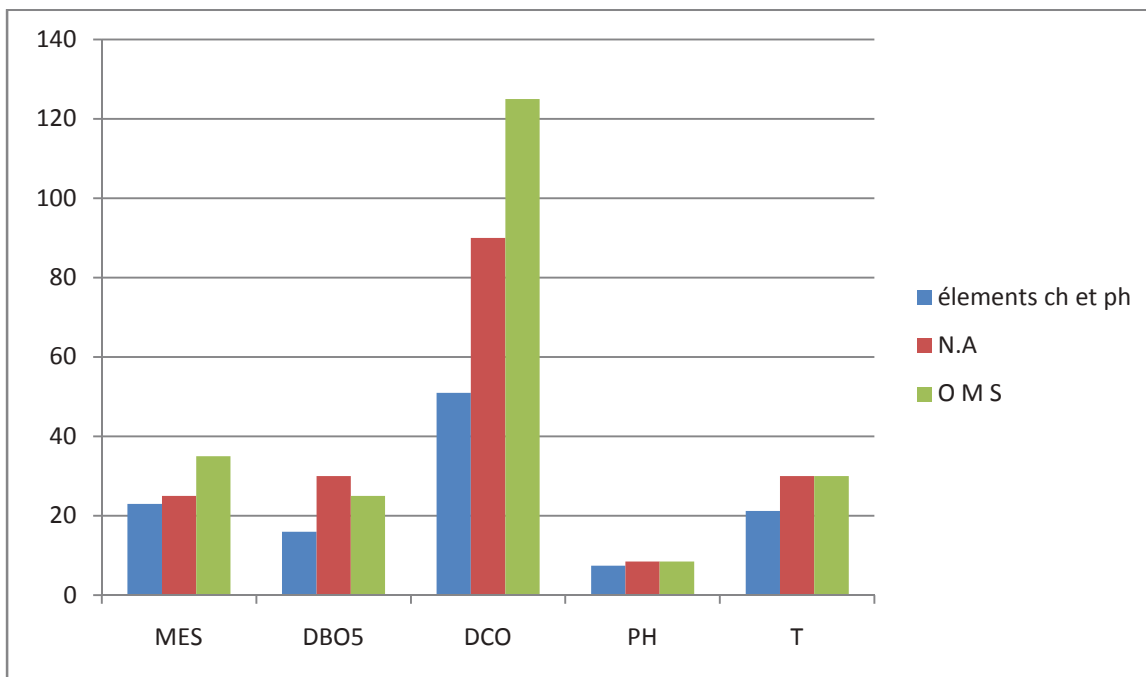


Fig33 : Histogramme de résultats de l'eau traitée (Mois Février)

Après avoir l'histogramme de comparaison entre les résultats d'analyse d'eau du mois Février et les normes on a dit :

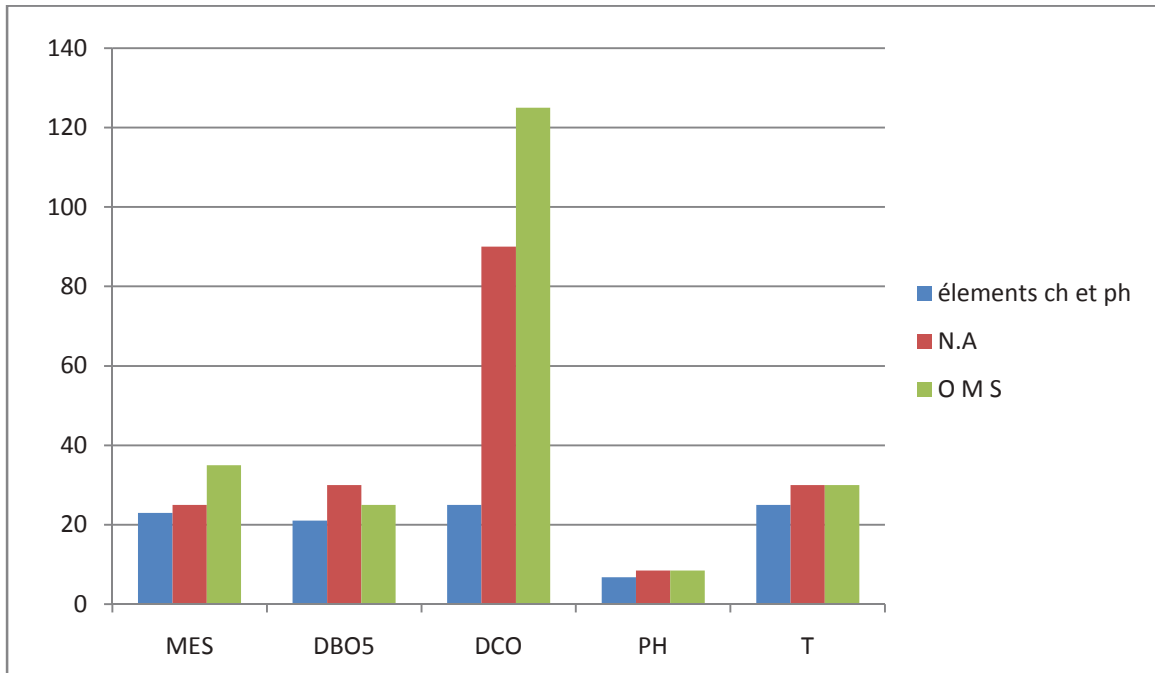
- La valeur de MES est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DBO5 est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DCO est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de PH est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de T est inférieure de la valeur des normes

Donc nous avons conclu que l'eau traitée dans la step est potable à l'irrigation

VI -4) Mois Avril (début) :

Tab14 : résultats de l'eau traitée (début de mois Avril). [14]

ENTREE STEP (EAU BRUTE)					SORTIE STEP (EAU TRAITE)				
MES	DBO5	DCO	T	PH	MES	DBO5	DCO	T	PH
mg/l	mg/l	mg/l	C		mg/l	mg/l	mg/l	C	
652	220	402	26.2	7.49	31	21	25	24.4	6.78



**Fig34: Histogramme de résultats de l'eau traitée (début de mois Avril)**

Après avoir l'historgramme de comparaison entre les résultats d'analyse d'eau du mois Avril et les normes on a dit :

- La valeur de MES est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DBO5 est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de DCO est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de PH est inférieure de la valeur des normes
- La valeur de T est inférieure de la valeur des normes

Donc nous avons conclus que l'eau traitée dans la step est potable à l'irrigation

VI -5) Mois Avril (la fin) :

Tab15 : résultats de l'eau traité (Fin mois Avril). [14]

ENTREE STEP (EAU BRUTE)					SORTIE STEP (EAU TRAITE)				
MES	DBO5	DCO	T	PH	MES	DBO5	DCO	T	PH
mg/l	mg/l	mg/l	C		mg/l	mg/l	mg/l	C	
429	140	235	26.8	7.25	24	19	31	26.6	7.23

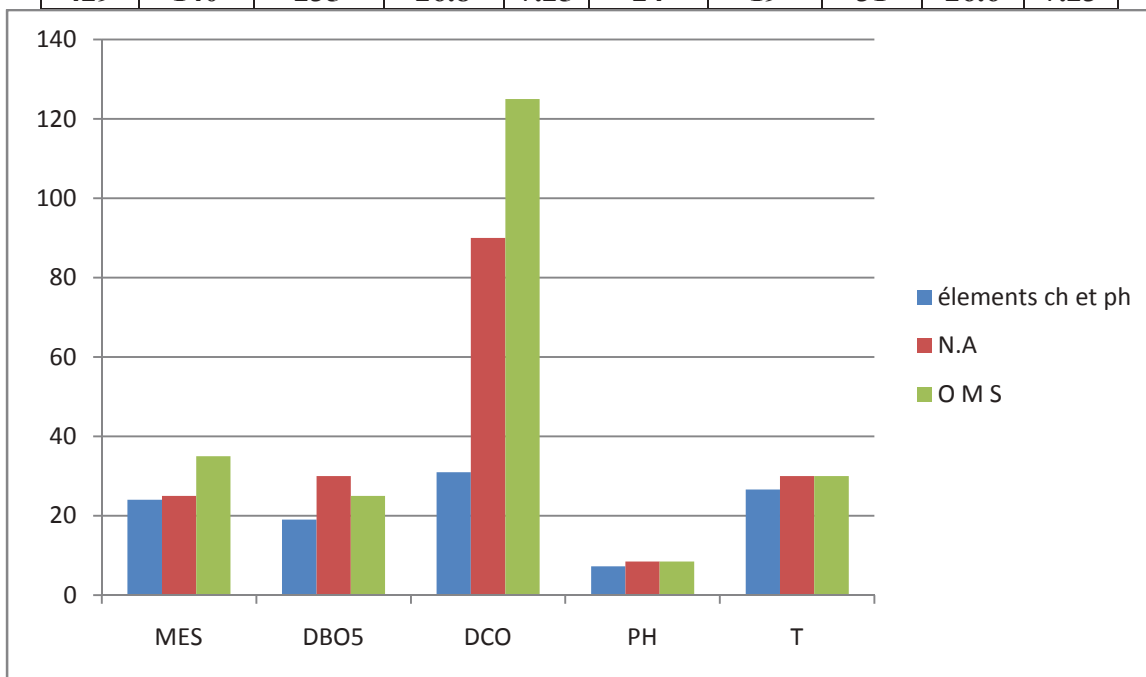


Fig35 : Histogramme de résultats de l'eau traité (Fin mois Avril)

- Après avoir l'histogramme de comparaison entre les résultats d'analyse d'eau du fin de mois Avril et les normes on a dit :
  - La valeur de MES est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de DBO5 est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de DCO est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de PH est inférieure de la valeur des normes
  - La valeur de T est inférieure de la valeur des normes

Donc nous avons conclu que l'eau traitée dans la step est potable à l'irrigation

#### VI -6) Mesure de l'état de la santé publique :

On ne peut mesurer les impacts des mesures de gestion des risques que si l'on connaît exactement ou de manière approximative l'état de santé de référence de la population concernée. De même, on ne peut fixer de valeurs du risque tolérable et d'objectifs liés à la santé que si l'on dispose de certaines connaissances sur :

- l'incidence et la prévalence de la maladie dans la communauté ;
- les types de maladie pouvant résulter de l'utilisation des eaux usées ;
- la vulnérabilité des différents sous-groupes de la population (par exemple les personnes dont la fonction immunitaire est diminuée ou celles sensibles à des dangers spécifiques).

Il est important de comprendre le rôle que peuvent jouer les eaux usées dans la transmission de maladies liées à l'eau au sein d'une communauté. Par exemple, des études menées au Mexique indiquent qu'un très fort pourcentage des infections à *Ascaris* et des diarrhées touchant certaines communautés exposées résulte de l'utilisation d'eaux usées en agriculture. La réduction des expositions aux agents pathogènes présents dans les eaux usées à travers une amélioration du traitement de ces eaux a eu des conséquences très positives sur la santé publique (Cifuentes, 1998 ; Cifuentes et al. 2000a). Cependant, si une faible proportion seulement des problèmes de santé liés à l'eau dans une communauté donnée peut être attribuée à l'utilisation d'eaux usées en agriculture (par exemple si la principale voie de transmission est l'eau de boisson), il est inefficace sur le plan économique d'investir des ressources limitées dans des mesures pour rendre plus sûre cette utilisation. Il est normalement plus rentable d'agir sur les principales voies d'exposition

– dans cet exemple, procurer l'accès à une eau de boisson saine aurait un impact positif sur la santé publique plus important et moins coûteux que de construire une nouvelle installation de traitement des eaux usées.

Les informations de départ sur les niveaux de fond de maladies à transmission fécale-orale dans la population pourraient être tirées des données recueillies auprès des établis-

#### VI -7) Les maladies à transmission vectorielle pouvant avoir un lien avec l'utilisation d'eaux usées en agriculture: [17].

- **Dengue : *Aedes aegypti***  
Faible Les vecteurs se reproduisent dans l'eau stagnante (vieux pneus, boîtes de conserve, bouteilles, etc.). Ils sont présents en Asie du Sud-Est mais pas en Chine.
- **Filariose : *Culex quinquefasciatus***  
Moyen Les vecteurs se reproduisent dans de l'eau contenant une pollution organique. La filariose est endémique dans de nombreux pays où l'on utilise des eaux usées en agriculture.
- **Encéphalite japonaise : *Culex* spp.**  
Moyen Les vecteurs se reproduisent dans les rizières inondées. L'encéphalite japonaise est endémique dans de nombreux pays où l'on utilise des eaux usées en agriculture. (OMS (1988) ; TDR (2004)).
- **Escherichia coli Gastro-entérite**  
E. coli O157:H7 Diarrhée sanglante, syndrome urémique hémolytique
- **Leptospira spp. Leptospirose**
- **Salmonella (nombreux sérotypes) Salmonelloses, gastro-entérites, diarrhées, séquelles à long terme (arthrite, par exemple)**
- **Salmonella typhi Fièvre typhoïde**
- **Shigella (plusieurs sérotypes) Shigellose (dysenterie), séquelles à long terme (arthrite, par exemple)**
- **Vibrio cholerae Choléra**

- *Yersinia enterocolitica* Yersiniose, gastro-entérite, diarrhées, séquelles à long terme (arthrite, par exemple)
- **Helminthes**
  - *Ancylostoma duodenale* et *Necator americanus* (ankylostomes) Ankylostomiase
  - *Ascaris lumbricoides* (ascaris lombricoïdes) Ascariidiose
  - *Clonorchis sinensis* (douve hépatique) Clonorchiose
  - *Diphyllobothrium latum* (vers plat infectant les poissons)
  - Diphyllbothriase
  - *Fasciola hepatica* et *F. gigantica* (douve hépatique)
  - *Opisthorchis viverrini* (douve hépatique) Opisthorchiase
  - *Trichuris trichuria* (tricocéphales) Trichurose
- **Protozoaires**
  - *Balantidium coli* Balantidiase (dysenterie)
  - *Cryptosporidium parvum* Cryptosporidiose, diarrhée, fièvre
  - *Cyclospora cayetanensis* Diarrhée persistante
  - *Entamoeba histolytica* Amibiase (dysenterie amibienne)
  - *Giardia intestinalis* Giardiose
- **Virus**
  - Adénovirus (nombreux types) Maladies respiratoires, infections oculaires
  - Astrovirus (nombreux types) Gastro-entérite
  - Calicivirus (plusieurs types) Gastro-entérite

#### **VI -8) Conclusion :**

On fait les analyses des eaux usées pour savoir la nature de ces eaux et pour connaître la charge qui rentre la station d'épuration en plus la dégradation des paramètres pollution de ces eaux en plus pour savoir les natures des paramètres pollution avec les normes de l'OMS ou non.

Après le traitement et l'analyse des résultats dans les histogrammes précédents et après la comparaison entre les normes de l'OMS on a dit :

L'eau qui traité dans la step de Touggourt est eau potable à l'irrigation de palmerais et olivier

# *Conclusion générale*

### **CONCLUSION GENERALE :**

La quantité de polluants introduite dans l'environnement, via les réseaux d'assainissement, met sans aucun doute en danger l'équilibre écologique, si les eaux usées issues de différentes sources ne sont pas traitées au préalable de leur évacuation ou leur réutilisation.

Parmi ces polluants, nous nous sommes orientés vers les composés physico-chimiques. En effet, des impacts négatifs sont observés sur les milieux récepteurs tels que la désoxygénation du milieu due aux apports de matière organique, la pollution microbiologique liée à l'apport d'agents pathogènes, et la pollution chimique associée aux micropolluants minéraux et organiques.

Un premier constat peut être fait à travers nos résultats (valeurs moyennes trouvées en MES, DBO<sub>5</sub>, et DCO), il s'agit de la présence d'une forte et irrégulière pollution organique des eaux résiduaires industrielles de la ville de Touggourt qui pourrait être dangereuse pour le milieu récepteur.

On fait les analyses des eaux usées pour savoir la nature de ces eaux et pour connaître la charge qui rentre la station d'épuration en plus la dégradation des paramètres pollution de ces eaux en plus pour savoir les natures des paramètres pollution avec les normes de l'OMS ou non.

Après le traitement et l'analyse des résultats de la quantité des éléments physico-chimique et biochimique et la comparaison entre ces résultats et les normes mondiales et algérienne on a dit :

L'eau qui traité dans la step de Touggourt est une eau potable à l'irrigation d'agriculture de palmerais et olivier.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Amer Benaza, Benothmane Samia et Kadri Selsabil 1993** : contribution à la connaissance des propriétés physico-chimiques des sols et des eaux dans la vallée de l'Oued Righ. Possibilités de réutilisation des eaux du canal collecteur.
2. **ANRH** : Agence Nationale de Ressource Hydraulique (station Touggourt)
3. **Benabdessadouk djahida et Guettiche Saliha 2006** : Contribution à l'étude de la possibilité de réutilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation dans la région de Oued Righ.
4. **Belksier Mohamed Salah 2010** : Hydrogéologie et hydrochimie de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et l'évaluation de sa vulnérabilité.
5. **Benhaddya .M. L., 2006-2007** : Contribution à l'inventaire des éléments traces dans les sols et dans les eaux souterraines dans la région de l'oued Righ : leurs origines et leur impact sur l'environnement. Mémoire de Magister, option: génie de l'environnement. Univ. Oum el Bouaghi,
6. **Ben hamida. R., & Talbi. E., 2003-2004** : Bilan Hydrique de la vallée d'Oued Righ. Mémoire D'ingénieur, spécialité: hydraulique saharienne. Univ. Ouargla.
7. **Bounegab Brahim Chebirat Mohammed** : Qualité des eaux de la nappe de sable ct1 dans la région de Touggourt.Univ.Ouargla.
8. **Boussaâda N., 2007** : Evaluation des ressources en eau et modes de gestion dans la vallée d'oued Righ. Mémoire de Magister, option: hydrogéologie. Univ. Annaba,
9. **Bettahar Asmaa 2013** : Aspects qualitatifs des eaux de la region de touggourt (nappes du complexe terminal et continental intercalaire) sud-est de l'algérie. Univ.Ouargla
10. **Castagny G., Margat J., 1977**: Dictionnaire français de l'hydrogéologie. B.R.G.M. SGN, Orléans.
11. **Castagny G., 1980** : L'eau propre. Hachette édit. Paris.
12. **Castagny G., 1982** : Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Dunod édit. Paris,
13. **L'étude d'organisation UNESCO 1972.**
14. **ONA**: Office Nationale d'Assainissement (step Touggourt).
15. **ONA**: Office Nationale d'Assainissement (step Ouargla).
16. **Seraoui Abdelbasset et Serraye Abderrezak** : Etude du potentiel hydraulique du continentale intercalaire dans la région de Touggourt.Univ.Ouargla.
17. **Site internet** : OMS.com .24/05/2014 à 21 :30

# Annexe

**Génie civil de la STEP :**

Entreprise de réalisation: HYDRO-TECHNIQUE (Issue De La Restructuration De SONAGHTER)

Délai d'exécution: 24 mois

Ordre de service: 04-02-1987

Début des travaux: Octobre 1987

Fin des travaux: 30-06-1989

Réception provisoire: 02-07-1989

**Equipements:**

Entreprise nationale: HYDRO-TRAITEMENT Alger

Début des travaux: Janvier 1990

Fin des travaux: Septembre 1991

Mise en service : Novembre 1993

Coût total de projet: 57.705.973,40 DA

Réalisée dans le cadre du Programme Communal de Développement (PCD)

Arrêt de la station dépuratoire : Décembre 1995

Réhabilitée en 2003

Mise en service : 24/02/2004

L'exploitation et la gestionnaire par : Office National D'assainissement ONA : 17/04/2005 jusqu'à ce jour

**II -DONNEES FONDAMENTALES :****1. Débits :**

- Nombre d'équivalent habitant : 62.500 EH
- Débit moyen journalier : 9.360 m<sup>3</sup>/j
- Débit de point horaire : 670 m<sup>3</sup>/h
- Débit moyen : 390m<sup>3</sup>/h

**2. Schéma général du procès appliqué à la STEP de TOUGGOURT**



### ***III - EXPLOITATION ET CONTROLE DE CHAQUE UNITE DE TRAITEMENT***

#### ***1-Le relevage:***

L'eau brute arrivée sous pression par une conduite de refoulement à partir de réseau de la ville, l'eau chargée coule gravitairement dans un canal de 800 mm de large. Au moment où le débit se présente, on démarre une seule pompe de relevage

Hauteur manométrique totale : 06 m  
Débit de chaque pompe : 540 m<sup>3</sup>/h  
Marque : HOMA  
Puissance : 55 Kw



## ***2-Le Dégrillage :***

Ce dégrillage prendra place dans un regard en tête de la station, après le poste de relevage. L'installation comporte:

- Une grille mécanisée, type inclinée.
- Une grille de by-pass à raclage manuel.

Surface mouillée : 0.32 m<sup>2</sup>

Espace entre barreaux : 20 mm

Epaisseur des barreaux : 40 mm

Angle d'inclinaison : 60°



## ***3-Dessablage-déshuilage:***

L'eau dégrillée passe dans le dessableur-deshuileur aéré. L'aération du dessableur-deshuileur est assurée par 02 surpresseurs d'air.

Le sable décanté est évacué par une pompe à sable submersible portée par un pont racler qui fait le " va- et- vient", il est évacué dans un container en acier galvanisé.

Les huiles sont piégées dans une zone de tranquillisation, elles sont raclées en surface pour être récupérées dans un container à huile.

Longeur: 15 m

Largeur du dessableur: 2 m

Largeur du deshuileur: 1.10 m

Hauteur d'eau maximum: 2.65 m

Dispositif d'aération (Suppresseur):  
02

Débit: 70 m<sup>3</sup>/h

Puissance: 3 kw

14 cannes d'injection d'air

Dispositif d'évacuation automatique:

Débit de pompe a sable: 5 m<sup>3</sup>/h

Puissance: 0.6 kw submersible

Racleur :

Longeur: 2500 mm

Largeur: 900 mm

Vitesse de translation:

1) aller: 2 cm/sec

2) retour: 4 cm/sec



#### **4- Le bassin d'aération :**

L'eau est répartie dans deux bassins d'aération rectangulaires. L'apport en oxygène est assuré par 04 turbines d'aération, l'eau aérée est transférée vers les deux décanteurs à partir de deux goulottes installées latéralement.

Type de traitement : biologique

Capacité de traitement en DBO5: 3.375 kg/j

Volume utile du 02 bassin : 7.200 m<sup>3</sup>

Longueur: 40 m

Largeur: 20 m

Profondeur d'eau: 4.5 m

Temps de passage moyen: 18.5 h

Charge massique moyenne: 0.078

kgDBO5/kg.M.S.J

Charge volumique moyenne: 0.47

kgDBO5/kg.M.S.J

Apport oxygène : 80 kg O<sub>2</sub>/h

Vitesse entrée/sortie: 1450/31 tour/min

Concentration: 6 mg/l



#### **5- décanteur secondaire :**

L'eau décantée est évacuée par des lames déversantes crantées disposées réglementer sur le pourtour du bassin de décantation. L'eau se déverse dans une goulotte circulaire qui débouche dans un puisard au bassin de chloration.

Hauteur périphérique: 2.60 m

Dian ext.: 24 m

Surface unitaire: 452 m<sup>2</sup>

Volume cylindrique : 1.175 m<sup>3</sup>

Temps de passage moyen: 3.5 h



**6-Bassin de chloration:**

Le désinfection dans le bassin de chloration rectangulaire, il est assurée par de l'hypochlorite de sodium "Naocl". Le passage obligé imposé par la chicane entre l'entrée et la sortie du bassin de chloration garantit le respect de ce temps de contact pour l'intégralité de l'effluent à épurer.

L'eau désinfectée est évacuée à partir d'un puisard une conduite. elle passe ensuite dans un regard avant d'être rejetée dans l'oued Rhir.

Longueur: 15.7 m

Largeur: 6 m

Profondeur utile: 2.96 m

Profondeur totale: 3.20 m

Volume utile: 278.8 m<sup>3</sup>

Temps de séjour pour le débit de pointe: 27 min

**7-Vis d'Archimède (boues de recirculation):**

les boues proviennent des fonds des deux décanteur. Elles sont raclées et collectées dans la fosse centrale à partir de laquelle, elles sont transférées gravitairement vers une bêche à boues par une conduite. La plus grande partie, dite " boues recirculation" est recyclée vers le bassin d'aération et l'autre partie, dite "boues en excès" est pompée vers l'épaississeur.



Débit : 500 m<sup>3</sup>/h  
Hauteur de relevage : 1.05 m  
Angle: 30  
Diam. Vis : 0.85 m  
Diam. Poutre: 0.455  
Hauteur de remplissage : 0.565 m  
Longueur vis : 3.23 m  
Vitesse d'entrée/sortie : 1500/50  
T/min  
Rendement de réducteur : 97 %  
Rendement accouplement : 98 %



### ***8-L'épaisseur (boues en excès):***

Les boues en excès subissent l'épaississement avant d'être séchées. L'épaississement, dont l'objectif premier est d'augmenter la concentration des boues en vue de les rendre plus pelletables.

Débit de pompe : 20 m<sup>3</sup>/h  
Hauteur cylindrique : 4.3 m  
Hauteur d'eau en périphérie : 4 m  
Diamètre : 8 m  
Profondeur conique : 0.5 m  
Surface: 50 m<sup>2</sup>  
Volume: 208 m<sup>3</sup>  
Temps de stockage: 3.3 jour  
Vitesse de rotation : 450 T/min  
Concentration atteinte : 4 à 6 %  
Volume moyen des boues épaissies: 62.5 m<sup>3</sup>/j



***9-Les lits de séchage:***

Après épaissement, les boues sont transférées vers les lits de séchage par une pompe. Les boues exposées à l'air libre subissent une double déshydratation : par percolation interstitielle (drainage) et évaporation. Au bout d'un temps qui peut être plus ou moins long (en fonction de la température et de l'humidité).

Longueur: 25 m

Largeur: 8 m

Surface unitaire : 200 m<sup>2</sup>

Nombre de lits: 16

Hauter de remplissage: 0.4 m

Volume total annuel vers le lit de séchage:  
18.250 m<sup>3</sup>/an

