

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DES
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

THEME

Gestion des eaux usées dans la région de Touggourt

Présenté par

Rabaa MELIANI

Soutenu publiquement le : 22/06/2019

Devant le jury :

Président:	BOUZEHRA Faiza	MAA	Univ. Ouargla
Promoteur :	BELKSIER Mohamed Salah	MCA	Univ. Ouargla
Examineur :	MAABDI Nawel	MCB	Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude et mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie, en premier lieu **ALLAH** qui m'a donné la bonne santé, la volonté et la patience tout au long de mes études.

Je remercie, ma **famille** pour le soutien exemplaire moral et matériel continu tout au long de mon cycle.

Je tiens à remercier avec gratitude mon encadreur **Dr BELKSIER Mohamed Salah**, de m'avoir guidé et suivi tout au long de ce travail, de m'avoir conseillé, Son aide et sa disponibilité m'on permit d'avancer dans le travail et de finaliser cette étude.

Notre remerciement aux Jurys **Mme BOUZEHAR** (la Présidente), **Mme MAABDI** (l'Examinatrice).

Je remercie les enseignants de département des Sciences de la Terre et l'Univers.

Je remercie aussi l'ensemble du personnel de l'ONA de Ouargla et de l'ONA de Touggourt (Office Nationale D'Assainissement) pour leurs conseils et encouragements.

Nous tenons également à remercier tous les enseignants qui nous ont accompagnés durant tout notre cursus universitaire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mon père.

A la mémoire de ma mère, Que Dieu ait son âme.

A la mémoire de mon frère.

A mes sœurs, a mes nièces.

A mes amis (es), du passé et d'aujourd'hui.

A mes formateurs depuis l'école élémentaire à ce jour.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale

Chapitre I: généralité sur la région de Touggourt

Introduction au chapitre 4

1. La situation géographique de la région de Touggourt 4

2. La situation administrative de la région de Touggourt 4

3. La Végétation de la région de Touggourt 5

4. La population et l'évolution démographique 7

Conclusion 8

Chapitre II : La Climatologie de la région de Touggourt

Introduction au chapitre 10

1. Les facteurs climatiques 10

1. 1 Les précipitations 10

1 .2 La température 11

1 .3 Les vents 11

1 .4 L'évaporation 12

1 .5 Le coefficient 13

1 .6 pluviométrique 14

1 .7 15

2. La durée d'insolation 16

L'Humidité 16

2 .1 16

3. Le rapport précipitation température 17

Courbe pluviothermique (Gausсен et Bagnouls)

Détermination des facteurs du bilan hydrique

3	.1	l'évapotranspiration ET	17
3.1	.1	l'évapotranspiration potentielle ETP	17
3.1	.2	l'évapotranspiration réelle ETR	17
3.	2	Estimation de la réserve facilement utilisable RFU	18
		Conclusion	19

Chapitre III : le cadre géologique

		Introduction au chapitre	21
1.		Cadre géologique de la région	21
2.		Structure géologique du bassin oriental	21
3.		Géologie régionale	22
4.		Géologie locale	23
4	.1	Géologie et Géomorphologie de la région	23
4	.2	Description Stratigraphique	24
	a)	Secondaire	24
	b)	Tertiaire	24
	c)	Quaternaire	25
5.		Tectonique générale	26
6.		Unités géomorphologiques	27
6	.3	Les Hamadas	27
6	.4	Les Regs	27
6	.5	Les accumulations sableuses	27
6	.6	Les Sebkhah et les Chott	27
	.7	La Topographie	28
		Conclusion	29

Chapitre IV : le cadre hydrogéologique

		Introduction au chapitre	31
1.		Définition des aquifères	31
1	.1	Complexe Terminal (C.T)	31

a)	Géologie de la nappe	.....	31
b)	Alimentation de la nappe	.....	33
c)	Les exutoires	.....	34
d)	Piézométrie de Complexe Terminal	.....	34
1 .2	Le Continentale Intercalaire	.....	35
a)	Alimentation	.....	36
b)	Les exutoires	.....	36
c)	La piézométrie de la nappe continentale intercalaire.	.....	36
d)	Extensions de la nappe du continentale intercalaire	.....	37
1 .3	Nappe Phréatique	.....	38
a)	Piézométrie de la nappe superficielle	.....	38
	Conclusion	.....	38

Chapitre V : Généralité sur les eaux usées

Introduction au chapitre	40
1. Définition des eaux usées	40
1 .1 Les eaux usées domestiques	40
1 .2 Les eaux agricoles.	40
1 .3 les eaux pluviales	41
2. L'origine des eaux usées	41
3. Définition de la pollution des eaux	41
4. La pollution des eaux brutes.	41
4 .1 La pollution chimique.	41
4 .2 La pollution biologique	41
5. Les conséquences de la pollution.	41
5 .1 Les conséquences écologiques.	41
5 .2 Les conséquences sanitaires.	41
5 .3 Les conséquences agricoles	42
6. Définition de l'eau pure.	42
7. Les traitements des eaux et leurs objectifs.	42

8.	Réseau d'alimentation en eau potable. .	.....	42
	Conclusion	.....	42

Chapitre VI : Processus de la STEP Touggourt

	Introduction au chapitre	.....	44
1.	Définition de la station d'épuration la STEP	.....	44
2.	Situation de la Station d'épuration de Touggourt	.....	44
3.	Données fondamentales	.....	44
3 .1	caractéristiques générales.	.....	44
3 .2	Débits.	.....	45
4.	Exploitation et contrôle de chaque unité de traitement.	.....	45
4 .1	Le relevage.	.....	45
4 .2	Le Dégrillage.	.....	46

4 .3	Dessablage-déshuilage.	46
4 .4	Le bassin d'aération.	48
4 .5	Décanteur secondaire.	49
4 .6	Bassin de chloration.	50
4 .7	Vis d'Archimède (boues de recirculation)	50
4 .8	L'épaississeur (boues en excès).	52
4 .9	Les lits de séchage	53
5.	Comparaison entre les stations d'épuration de Ouargla et de Touggourt	53
6.	Schéma général du processus appliqué à la STEP de Touggourt	54
7.	Les analyses des paramètres physico-chimiques	54
7 .1	le debit	55
7 .2	La Température.	55
7 .3	La Conductivité	56
7 .4	La Salinité	57
7 .5	Le potentiel hydrogène pH	58
7 .6	L'Ammoniac NH_4	59
7 .7	Nitrite NO_2 .	60
7 .8	Nitrate NO_3 .	61
7 .9	Le phosphore PO_4 .	62
7 .10	La matière en suspension MES	63
7 .11	La Demande chimique en Oxygène DCO	64
7 .12	La Demande biologique en Oxygène DBO_5	65
	Conclusion	66
	Conclusion générale.	
	Recherche bibliographique.	

Liste des figures

N:° des figures	Titre	Page
01	Représente la Situation géographique de la région de Touggourt.	4
02	représente la densité de la population.	8
03	Histogramme de distribution de la précipitation moyenne mensuelle – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017).	10
04	Histogramme de distribution de la température moyenne mensuelle – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017).	11
05	Histogramme de distribution de la vitesse du vent moyenne mensuelle de la station Touggourt, période (2008 – 2017).	12
06	Histogramme de la distribution des Evaporations moyennes mensuelles de la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	13
07	Histogramme de la Durée d’insolation de la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	15
08	Histogramme de l’humidité de l’air de la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	16
09	Courbe pluviothermique – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017).	16
10	Bilan d’eau selon la méthode de THORNTWAITE – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017).	19
11	Carte géologique du Sahara orientale.	22
12	Coupe géo structurale transversale régionale (WEC, 2007).	23
13	Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt, (Helal et Ourihane., 2004).	26
14	Les grandes unités géologiques au Sahara (Nesson, 1978).	28
15	Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région d’Oued Righ (ANRH).	33
16	Carte piézométrique du Complexe Terminal de l’Oued Righ en 2013 (Belksier 2017).	35
17	Carte piézométrique du Continentale Intercalaire de l’Oued Righ en 2013 (Belksier 2017).	37
18	courbe de débits moyens annuels, station d’épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	55
19	courbe de Températures moyens annuels, station d’épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	56
20	courbe de Conductivités électriques moyens annuels, station d’épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	57
21	courbe de salinités moyennes annuelles, station d’épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	21

22	courbe de potentiel hydrogène pH moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	59
23	courbe de l'Ammoniac NH₄ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	60
24	courbe de Nitrites NO₂ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	61
25	courbe de Nitrates NO₃ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	62
26	courbe de phosphores PO₄ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	63
27	courbe de Matières en suspension MES moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	64
28	courbe de La Demande chimique en Oxygène DCO moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	65
29	courbe de La Demande biologique en Oxygène DBO₅ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).	66

Liste des tableaux

N° des tableaux	Titre	Page
01	représente le découpage administratif de la région de Touggourt.	5
02	montre la densité de la population et la distribution dans divers communes.	8
03	Précipitation moyennes mensuelles (mm) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	10
04	Températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	11
05	vitesse de vent moyennes mensuelles (m/s) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017).	12
06	L'évaporation mensuelle de la station de Touggourt période (2008 – 2017).	13
07	Coefficient pluviométrique – données de la station de Touggourt période (2008/2017).	14
08	Durée d'insolation – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017).	14
09	Humidité de l'air – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017).	15
10	Bilan hydrique – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017).	18
11	représente une comparaison entre les stations d'épuration de Ouargla et de Touggourt.	54
12	Débits moyennes annuelles (m ³ /J) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	55
13	Températures moyennes annuelles (°C) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	55
14	Conductivités électriques moyennes annuelles (µS/cm) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	56
15	salinité moyennes annuelles (%) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	57
16	potentiel hydrogène pH moyennes annuelles, pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	58
17	l'Ammoniac NH ₄ moyennes annuelles, pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	59
18	les Nitrites NO ₂ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	60

19	les Nitrates NO₃ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	61
20	les phosphores PO₄ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	62
21	les Matières en suspension MES moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	63
22	La Demande chimique en Oxygène DCO moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	64
23	La Demande biologique en Oxygène DBO₅ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).	65

Liste des photos

N° de l'image	Titre	Page
01	représente les espèces des Composées .	6
02	représente les espèces des Graminées .	6
03	représente les espèces des papilionacées .	6
04	représente les espèces des tamaricacées .	7
05	représentent l'entrée de la STEP de Touggourt .	44
06	représente les pompes de relevage de la STEP de Touggourt .	45
07	Représente un Dégrilleur mécanique de type inclinée .	46
08	représente le dessableur-déshuileur .	47
09	représente un bassin d'aération .	48
10	représente un bassin de décantation .	49
11	représente un bassin de chloration .	50
12	représente la Vis d'Archimède .	51
13	représente l' Epaississeur .	52
14	représente un lit de séchage .	53
15	représente un schéma général du procès appliqué à la STEP de Touggourt .	54

Résumé

Depuis ces dernières décennies, l'humanité est de plus en plus consciente du danger menaçant la planète suite à la grande croissance démographique et aux énormes progrès technologiques qui engendrent l'insalubrité de l'environnement.

L'eau, ou autrement dit l'Or bleu, constitue dans nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre. Pour ça, il faut alors la préserver par tous les moyens possibles : diminution du gaspillage ; réutilisation des eaux usées et introduction de ces dernières dans des techniques spéciales de recyclage.

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où la réutilisation des effluents urbains est pratiquée.

Dans ce travail, ayant pour objectif de contribuer à la connaissance de la pollution hydrique sur l'environnement, nous essayons de projeter la lumière sur le volet Gestion des eaux usées dans la région de Touggourt via quelques étapes. Pour atteindre cet objectif, nous avons choisi un site d'étude qui est la station d'épuration des eaux usées de Touggourt (S.T.E.P Touggourt).

Les analyses physico-chimiques effectuées au laboratoire de la station ont le but de contrôler la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration, c'est-à-dire, avant et après traitement. Certains paramètres ont été mesurés pour déterminer la qualité biologique et chimique de ces eaux notamment La DBO_5 , la DCO, les MES, et autres analyses microbiologiques.

Mots clés : Touggourt, Eaux usées, les analyses physico-chimiques, STEP.

ABSTRACT

In the last few decades, humanity has become growingly aware of the hazards threatening the planet due to the demographic growth and the great technological progress causing damages to the environment.

Water, or the blue Gold, is a major problem for all the globe. This is why it is necessary to preserve it at all cost: reducing waste, reusing used water and introducing them in specific recycling techniques.

The reusing of used water is very commonly practiced, particularly by the countries with scarce water resources. The Mediterranean basin is one of the regions of the world where the urban sewage recycling is practiced.

In this paper, with an object to contribute the issue of hydric pollution on the environment, we will try to shed light on the aspect of the management of drain waters in the region of Touggourt in a number of steps. To achieve our goal, we have opted for a site, namely. The used water treatment station of Touggourt (STEP Touggourt).

The physico-chemical analyses carried out in the station laboratory aim at controlling the water quality in and out of the treatment station, i.e, before and after treatment. Some parameters have been measured to determine the biological and chemical properties of the water, mainly: $(\text{DBO}_5)_1$, $(\text{DCO})_2$, $(\text{MES})_3$, and other microbiological analyses.

Key words: Touggourt, sewage water, physico-chemical analyses, STEP (Water Treatment Station).

*

1. (Biological Need in Oxygen during 5 days).
2. (Chemical Need in oxygen).
3. Matters In Suspension.

ملخص

في العقود الأخيرة، أصبحت البشرية أكثر وعياً بشأن المخاطر التي تهدد الكوكب و ذلك راجع إلى ارتفاع النمو السكاني والتقدم التكنولوجي الكبير الذي تسبب في أضرار للبيئة. المياه، أو الذهب الأزرق، هي مشكلة كبيرة في جميع أنحاء العالم. ولذلك فإنه من الضروري الحفاظ عليها بأي ثمن: الحد من التبذير، وإعادة استخدام المياه المستعملة وإدخالها في تقنيات إعادة تدوير محددة. تتم ممارسة إعادة استخدام المياه المستعملة بشكل شائع ، لا سيما من قبل البلدان ذات الموارد المائية القليلة. حوض البحر الأبيض المتوسط هو أحد المناطق في العالم التي تتم فيها إعادة تدوير مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية.

يهدف عملنا إلى المساهمة في قضية التلوث الهيدروليكي على البيئة ، سنحاول تسليط الضوء على جانب إدارة مياه الصرف الصحي في منطقة تقرت بالاعتماد على مراحل. لتحقيق هدفنا، اخترنا موقعا، وهو: محطة معالجة المياه المستعملة في تقرت (الديوان الوطني للتطهير).

تهدف التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت في مختبر المحطة إلى التحكم في جودة المياه داخل وخارج محطة المعالجة، أي قبل وبعد المعالجة. تم قياس بعض الإعدادات لتحديد الخواص البيولوجية والكيميائية للمياه، وبشكل أساسي: 1 (DBO5)، 2 (DCO) ، 3 (MES)*، والتحليل الميكروبيولوجية الأخرى.

الكلمات المفتاحية:

تقرت، مياه الصرف الصحي، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، محطة معالجة المياه (STEP).

1 * الطلب البيولوجي للأكسجين خلال 5 أيام.

2 * الطلب الكيميائي للأكسجين.

3 * المواد العالقة.

Introduction générale

Introduction générale

La croissance démographique dans la région de Touggourt nécessite l'augmentation de la quantité de l'eau pour que l'eau devienne suffisante et couvre la demande par la population, mais l'eau dans la nature est limité, donc comment ils peuvent rencontrer la demande de l'eau par la population ?

Le gouvernement organise des stations d'épuration pour plusieurs buts : de protéger l'environnement, d'utiliser les bues dans l'agriculture et principalement pour rencontrer la demande de l'eau par la population.

Quel est la meilleure gestion des eaux usées pour que l'eau devienne potable ?

On a fait une étude sur la région de Touggourt pour répondre à la question de la gestion des eaux usées dans la région de Touggourt.

Cette étude a organisée par suit :

Après présentation de la région d'étude, un chapitre est consacré aux facteurs climatiques, ensuite un chapitre représente le cadre géologique, un chapitre représente le cadre hydrogéologique, une chapitre sur la généralité des eaux usées et finalement un chapitre des processus de la STEP Touggourt.

CHAPITRE I

Généralité sur la région de Touggourt

Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter notre région d'étude, en donnant la situation géographique, le découpage administratif, la végétation et la population de la région de Touggourt.

1. Situation géographique de la région de Touggourt :

Touggourt ville du Sud-est Algérien était la capitale historique de la région de l'oued Righ, comprise entre le grand Erg Oriental, au Sud-est et la zone des chotts, au Nord.

La région de Touggourt est située entre les latitudes Nord $32^{\circ} 54'$ et $34^{\circ} 9'$ et les longitudes Est $5^{\circ} 30'$ et $6^{\circ} 20'$. L'altitude est d'environ 70 m.

Elle est située a 160 Km au Nord-est de Ouargla, a 225 Km au Sud de Biskra et a 600 Km environ au Sud-est d'Alger (**fig : 01**).

La superficie est de 1874 Km²



Fig. 01 : Représente la Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr. In GHETTAS.N 2009)

2. Situation administrative de la région de Touggourt :

D'un point de vue administratif, la daïra de Touggourt appartient actuellement à la wilaya d'Ouargla. Elle est située à 600 Km au Sud-est d'Alger dans le Sahara Nord oriental entre le grand Erg oriental et le massif des Aurès.

Cette région, occupée par environ 252812 habitants, s'étend sur une superficie de 1874km².

Elle est divisée en 3 daïra et 5 communes indiquées dans le tableau suivant (**tableau 01**):

Tableau 01: représente le découpage administratif de la région de Touggourt (In KHOUDRANE. M, MANSOURI. B, 06-2018).

Daïra	Commune
Touggourt	Zaouiet Sidi el Abed, El Nezla, Tebesbest
El Mggarine	Sidi Slimane
Temacine	Belidat Amor

3. La Végétation :

La flore saharienne considérée comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre. Le peuplement dans la région, est soit une relique des périodes les plus humides qui ont réussi à se maintenir soit des espèces méditerranéennes ou tropicale qui se sont adoptées au désert grâce à l'apparition de caractères physiologiques ou morphologiques, l'essentiel de la végétation à l'exception des oasis se rencontre dans les lits des oueds ,les dayas et les sebkhas , les familles les plus rencontrées sont : la Graminée, les Composées , les Papilionacées , les Chénopodiacées , les Tamaricacées , les Plombaginacées (**les photos 1, 2, 3, 4 au dessous représentent ces espèces des plantes**). Sur les reliefs, la végétation est absolument inexistante, En revanche une végétation herbacée très maigre est généralement localisée dans les lits des oueds. Mais par contre elle est présente presque partout et il est possible de distinguer des associations végétales spécifiques aux sols des diverses régions. La végétation joue un rôle minime au titre de facteur de formation des sols sahariens mais du point de vue biogéographique, elle présente un intérêt important.



Photo 01 : représente les espèces des Composées.



Photo 02 : représente les espèces des Graminées.



Photo 03 : représente les espèces des papilionacées.



Photo 04 : représente les espèces des tamaricacées.

4. La population et l'évolution démographique :

La population et son évolution dans le temps est un facteur prédominant dans l'estimation du volume des eaux usées.

D'après l'annuaire statistique de la wilaya d'Ouargla, le nombre d'habitants de la commune de Touggourt est d'environ 252812 habitants pour l'année 2018. On utilise la loi des intérêts (S.T.E.P. Touggourt, 2008. In **GHETTAS.N.2009**) pour estimer le nombre d'habitants en 2019.

$$P_n = p_0 (1 + T)^n$$

P_n = population à l'horizon futur (2019 par exemple).

P_0 = population de l'année de référence (2018).

T : taux de croissance = 2.15 % (0.0215).

N : nombre d'années séparant les horizons.

$$N = 2019 - 2018 = 1.$$

On aura :

$$P(2019) = 258274 \text{ hab.}$$

Tableau. 02 : montre la densité de la population et la distribution dans divers communes

Commune	superficie (Km ²)	population (personnes)	densité (personnes/Km ²)
Djamaa	780	44236	56.71282051
Sidi Omrane	552	21980	39.81884058
Tendella	588	9467	16.10034014
Lemrara	1132	8725	7.707597173
Temacine	300	19616	65.38666667
Beldet Emor	250	15135	60.54
Touggourt	216	40722	188.5277778
Nezla	132	52397	396.9469697
Tebesbest	26	40588	1561.076923
Ezzaouya	30	20739	691.3
Megarine	285	13604	47.73333333
SIdi Selimane	635	8229	12.95905512

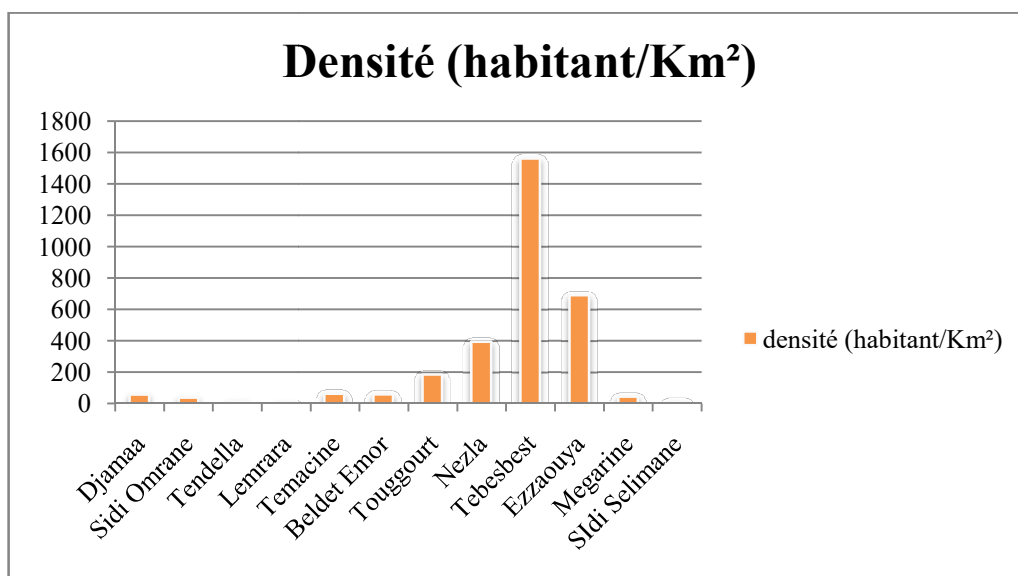


Fig. 02 : représente la densité de la population.

Conclusion:

La daïra de Touggourt appartient actuellement à la wilaya d’Ouargla mais Elle est une Wilaya déléguée; la superficie de Touggourt représente 1.14%de la superficie totale de Ouargla; Elle caractérisée par sa pauvreté de végétation.

Selon le tableau (tableau: 02) et l’histogramme (fig. 02) On remarque que l’agglomération se concentre dans (Tebesbest, Touggourt, Djamaa et Sidi Selimane). En plus La population dans la daïra de Touggourt représente presque 36.12% de la population total de Ouargla.

CHAPITRE II

Contexte climatique

Introduction :

Dans ce chapitre On va présenter les facteurs climatiques (type de climat, les précipitations, la température, l'humidité, la durée d'insolation et la vitesse des vents) de la région de Touggourt, d'une durée de 9 ans (2008-2017).

1. Les facteurs climatiques :

Le Sahara au sens large est caractérisée par des périodes de sécheresse prolongées. Le Sahara Algérien correspond à un désert zonal dans la typologie des zones désertiques.

La sécheresse est d'abord un fait climatique majeur actuel qui règne dans des zones du globe, elle est caractérisée par des précipitations annuelles faibles, à distribution très irrégulière dans le temps comme dans l'espace.

1-1-Les précipitations :

L'histogramme (fig.03) montre que la précipitation moyenne mensuelle maximale est enregistrée au mois de Janvier avec une valeur d'ordre de 11.49 mm et une valeur minimale d'ordre de 0.47 mm au mois de Juillet.

Le tableau suivant représente les précipitations moyennes mensuelles, de la période (2008-2017) (tableau : 03).

Tableau. 03: Précipitation moyennes mensuelles (mm) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
P en mm	6.02	3.751	6.351	3.41	11.49	5.012	6.791	9.661	1.801	0.471	0.054	1.201

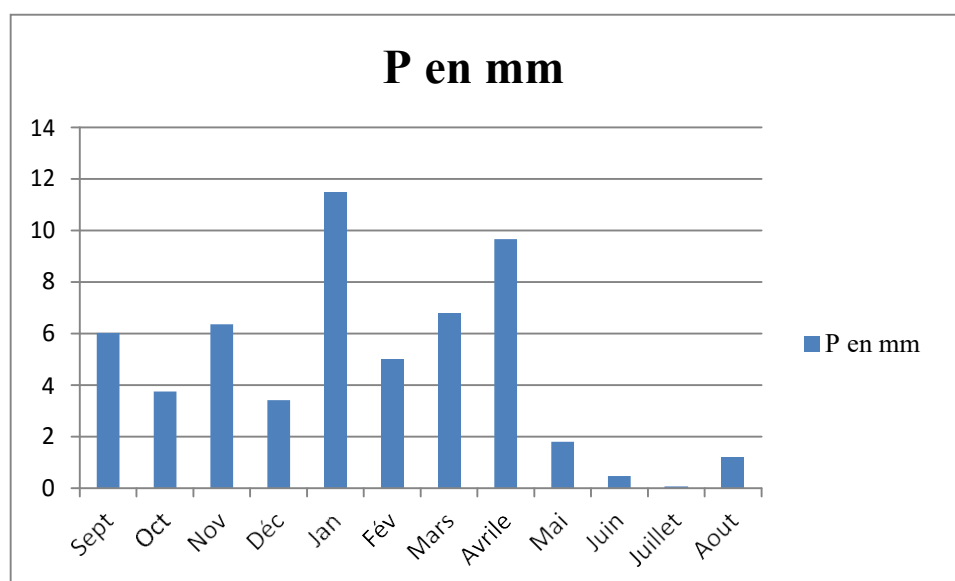


Fig.03: Histogramme de distribution de la précipitation moyenne mensuelle – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1-2-La température :

La température joue un rôle primordial sur le climat. Dans notre zone d'étude, le climat est de type saharien, elle a plus d'ampleur et influe grandement sur les autres paramètres météorologiques tels que l'évaporation et le taux d'humidité de l'atmosphère, elle est donc un paramètre déterminant dans le calcul du bilan hydrologique.

L'histogramme montre que les mois les plus chauds sont: Juillet et Août avec des valeurs moyennes de 34.59 et 33.77°C, et les mois plus froide sont:: Décembre et Janvier avec des températures de 11.98 et 11.66°C, on plus la valeur moyenne enregistrée est de l'ordre de 22.63°C (fig.04).

Le tableau suivant représente les températures moyennes mensuelles, de la période (2008-2017) (tableau : 04).

Tableau.04 : Températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
T en °C	29.47	23.632	16.654	11.984	11.661	13.139	17.093	21.982	26.46	31.13	34.6	33.778

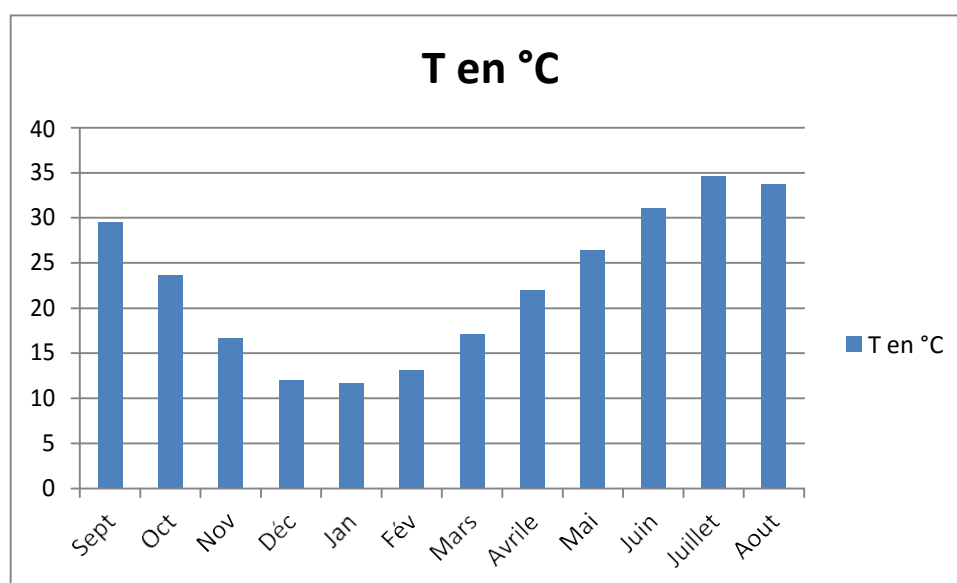


Fig.04: Histogramme de distribution de la température moyenne mensuelle – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1-3-Les vents :

Notre zone d'étude est caractérisée par trois types de vent, le premier qui est prédominant, à une direction E et NE, désigné fréquemment par EL-BAHRI. L'autre, à degrés moindre, marqué par des vents chauds (SIRROCO) d'une direction d'Ouest et Sud-ouest, appelé localement CHEHILI. Le dernier peut durer jusqu'à trois jours mais avec une vitesse plus élevée (40 à 50 km/h) causant une diminution de la visibilité par suite d'entraînement de

grains de sables dans le ciel (VENT DE SABLE). Ces derniers coïncident avec la saison du printemps (période de pollinisation des palmiers), souvent du mois de février au mois de mars.

Le vent est l'un des éléments principaux du climat. Leurs directions généralement différentes, NNE en hiver et SSE, Ceci provoque le déplacement des vents très danger pour les cultures. (D'après les données de l'Office National de Météorologie 2008-2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018. Pour la région d'Ouargla).

Les résultats de vitesse moyenne mensuelle représentée dans le Tableau (**tableau : 05**) D'après l'histogramme (**fig.05**) on remarque que le mois de décembre caractérisé par une faible vitesse de vent avec une valeur minimale de (7.26 m/s), par contre, le mois de Mai est caractérisé par des fortes vitesses de vent avec une valeur maximal de (10.48 m/s).

Tableau.05 : vitesses de vent moyennes mensuelles (m/s) pour la station de Touggourt, période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Vents en m/s	9.267	7.994	8.133	7.268	8.396	9.397	9.984	10.71	10.48	9.73	9.269	9.1161

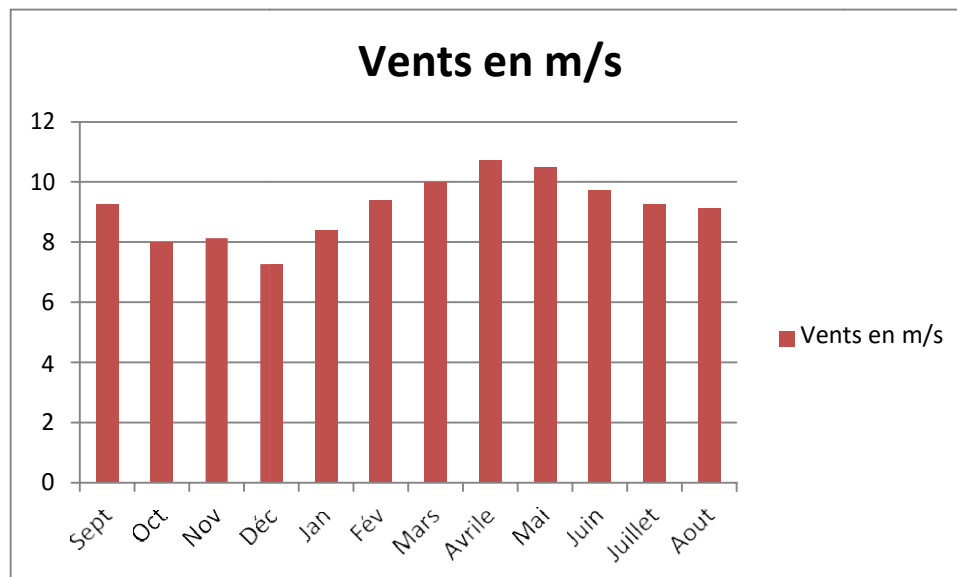


Fig.05: Histogramme de distribution de la vitesse du vent moyenne mensuelle de la station Touggourt, période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1-4- L'évaporation :

C'est un facteur important surtout après les précipitations. C'est la somme des quantités d'eau exprimé en (mm) évaporés à partir de la surface du sol. L'histogramme (**fig.06**) montre un

taux d'évaporation très élevé au mois de juillet (347.69 mm) tandis que le mois de décembre est la plus faible en évaporation (90.48 mm).

Tableau.06 : L'évaporation mensuelle de la station de Touggourt période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Evap en mm	222.2	175.4	132	90.48	101	132.3	163.6	207.9	245.24	285.3	347.7	309.8

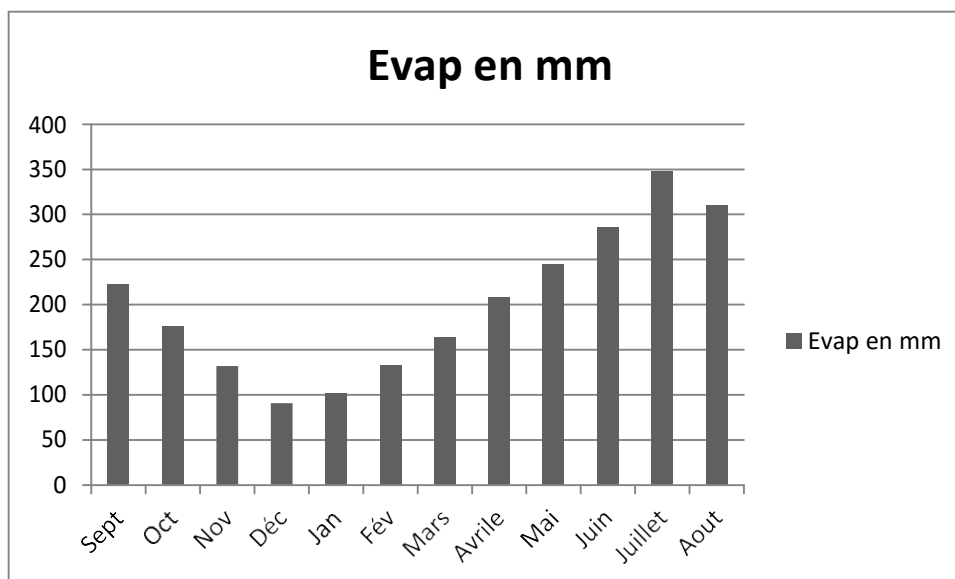


Fig.06: Histogramme de la distribution des Evaporations moyennes mensuelles de la station de Touggourt, période (2008 – 2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1-5- le Coefficient pluviométrique :

C'est le rapport entre la pluviométrie (P) pour une année et la pluviométrie moyenne (\bar{P}) pour une série (n) d'années.

L'année est excédentaire ou déficitaire selon ce coefficient : H

$$H = P / \bar{P}$$

Avec :

H= le Coefficient pluviométrique

P= la pluviométrie pour une année

\bar{P} = la pluviométrie moyenne pour une série (n) d'années.

Si $H > 1$ Année excédentaire(E).

Si $H < 1$ Année déficitaire (D).

Tableau.07 : Coefficient pluviométrique – données de la station de Touggourt période (2008/2017 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

Année	coefficient	caractère
2008	0.9961	D
2009	2.7832	E
2010	0.4966	D
2011	0.3806	D
2012	0.3252	D
2013	0.9949	D
2014	0.4411	D
2015	1.1839	E
2016	0.6698	E
2017	1.728	E

D'après le tableau président (**tableau. 07**) on remarque que :

-Les années excédentaires sont : 2009-2015-2017

- Les années déficitaires sont: 2008-2010-2011-2012-2013-2014-2016.

1-6- La durée d'insolation :

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

La région de Touggourt caractérisée par une lumière solaire relativement très forte. Ce qui a un effet des séchant en augmentant la température (Ozenda, 1991. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018) (**tableau : 08**). Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara (de 9 à 10 heures par jour).

Tableau. 08 : Durée d'insolation – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
INS en heure	276.66	276.36	252.34	238.58	256.15	239.78	268.73	292.54	328.04	324.77	363.64	345.24

D'après l'histogramme (**fig.07**) de la durée d'insolation, on remarque que la valeur maximale enregistrée au mois Juillet (363.64 heures), et la valeur minimale enregistrée au mois de Décembre avec une valeur de (238.58 heures).

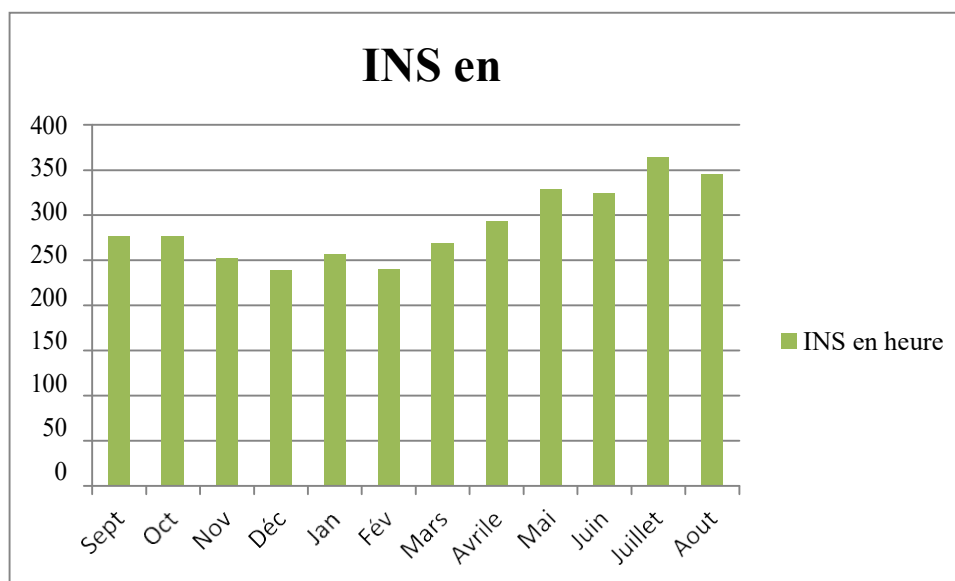


Fig.07: Histogramme de la Durée d’insolation de la station de Touggourt, période (2008–2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1-7- L’Humidité :

C’est Le degré hygrométrique de l’air ou humidité relative. C’est le rapport de la tension de vapeur effective à la tension de vapeur saturant dans les mêmes conditions de température et de la pression.

L’humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de l’eau existant dans l’atmosphère sous forme de vapeur d’eau contenue dans un mètre cube d’air. L’humidité est généralement mesuré par un appareil appelé hygromètre.

Dans la région de Touggourt le degré d’hygrométrie est faible le long de l’année.il est presque constant. Le maximum est observé en décembre 62.385% et le minimum en juillet 33.056% Il est faible au cours de l’année (**fig.08**).

Tableau. 09 : Humidité de l’air – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
L’humidité moyenne %	46.25	50.43	56.677	62.385	60.253	53.236	49.495	45.047	40.658	36.435	33.056	36.57

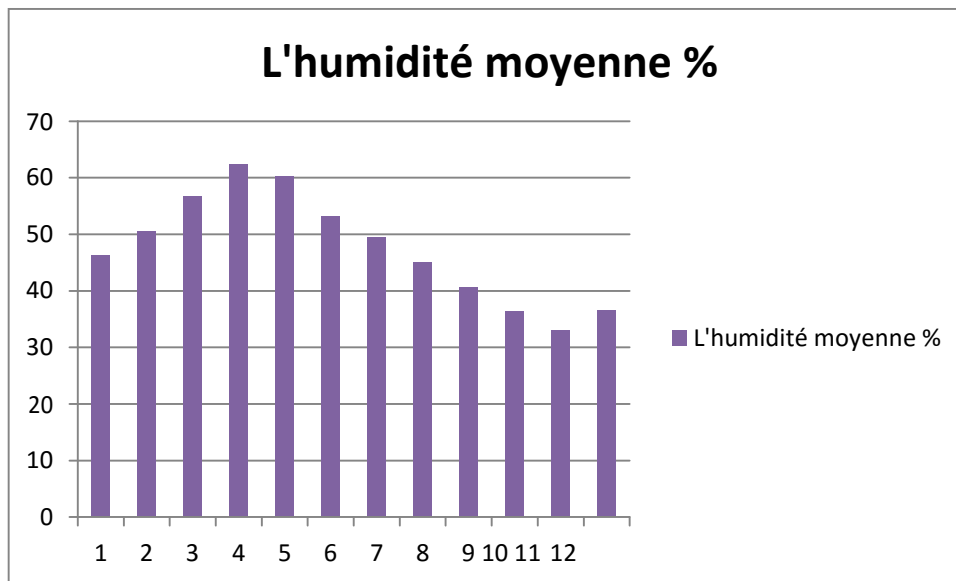


Fig.08: Histogramme de l'humidité de l'air de la station de Touggourt, période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

2. Rapport précipitation / Température :

2-1- Courbe pluviothermique (Gausсен et Bagnoles. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018):

Cette courbe a pour objectif, la détermination de la période sèche et humide. À la cour de la même durée d'observation. Pour établir ce diagramme, on doit présenter les deux courbes (Température (°C) et précipitation (mm) sur un même graphe contenant les deux paramètres à la fois. Les précipitations sont représentées sur une échelle double à celle des températures . D'après la courbe pluviothermique on remarque que notre zone d'étude est caractérisée par des saisons arides (fig.09).

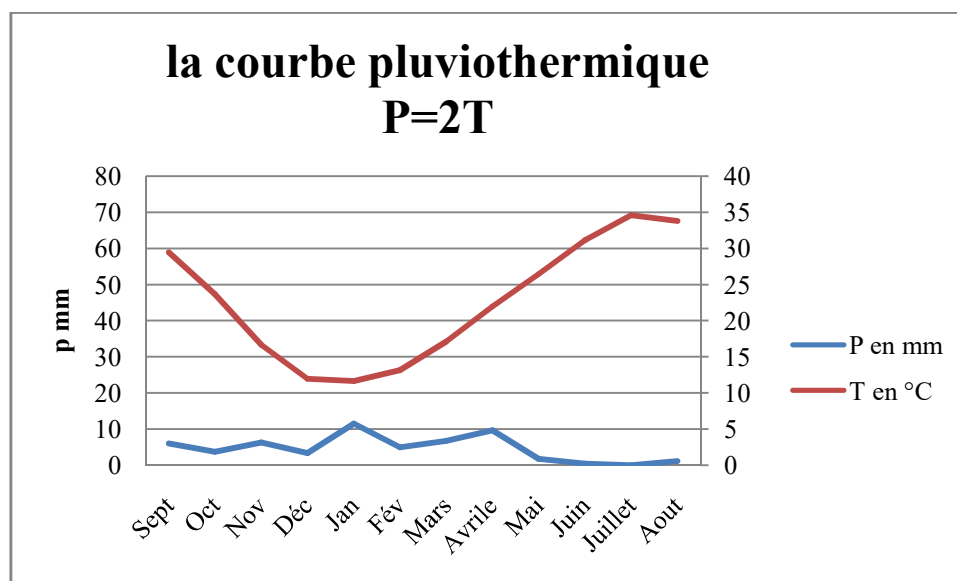


Fig.09: Courbe pluviothermique – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

3. Détermination des facteurs du bilan hydrique :

La connaissance du bilan hydrique, nous permettra d'évaluer la répartition des précipitations entre les différentes composantes du bilan hydrique tel que l'écoulement, l'infiltration et l'évaporation. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P = ETR + I + R$$

Avec : P : La lame d'eau moyenne annuelle (mm)

ETR : Evapotranspiration réelle moyenne annuelle (mm)

R : Ruissellement moyen annuel (mm).

I : Infiltration moyenne annuelle (mm).

3.1. L'évapotranspiration (ET) :

C'est la quantité d'eau restituée à l'atmosphère par l'action conjuguée de l'évaporation et de la transpiration. Elle est exprimée par la hauteur de la lame d'eau évapotranspirée pendant une période déterminée.

On a deux types d'évapotranspiration :

3-1-1- L'évapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est la quantité d'eau précipité disponible pour l'évapotranspiration en surface.

Elle est calculée par la méthode de (C. W. Thornthwaite. In BOUABDALLAH.

H, FELKAT. O, 2018).

$$ETP = 16. (10.T / I)^a.k$$

ETP = L'évapotranspiration potentielle (mm).

T = température moyenne mensuelle (°C).

I = indice thermique annuel.

G. Castany et M. Serra proposent pour le calcul de « a », la relation :

$$a = (1.6/100). I + 0.5$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} (T/5)^{1.514}$$

D'où : i = Indice thermique mensuel.

3-1-2- L'évapotranspiration réelle (ETR) :

C'est la quantité d'eau réellement évaporée par le sol et la végétation. Ce paramètre est estimé à partir aux valeurs de l'ETP.

Elle est inférieur ou égale à (ETP). ce paramètre est estimée par plusieurs méthodes d'évapotranspiration moyenne annuelle réelle en fonction de la température et de la lame d'eau précipitée.

L'évapotranspiration réelle peut être calculée à l'aide de la formule de Thornthwaite :

Le premier cas : Si $P - ETP > 0 \rightarrow P > ETP$ donc $ETR = ETP$.

Le deuxième cas : Si $P - ETP < 0 \rightarrow P < ETP$ donc :

a - Si $P + RFU > ETP \rightarrow ETR = ETP$.

b - Si $P + RFU < ETP \rightarrow ETR = P + RFU$.

3-2- Estimation de la réserve facilement utilisable RFU:

La Réserve en eau Facilement Utilisable (RFU) Correspond à la quantité d'eau du sol en dessous de laquelle une plante flétrit, ce qui permet de déterminer les doses d'irrigation. Elle est exprimée en mm. Ce paramètre caractérise l'humidité ou la sécheresse d'un sol.

On a calculée les facteurs (i, I, a, et le K est donnée), a partir le calcul de ces facteurs on a calculée l'ETP les résultats sont organisées dans un tableau (tableau.10), selon Ces résultats on a estimée l'ETR.

Tableau.10 : Bilan hydrique – données de la station de Touggourt période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

mois	P en mm	T en °C	i	I	a	K	ETP mm	P-ETP		ETR mm	RFU
Sept	6.02	29.47	14.6656	124.003	2.484	1.03	141.518	-135.5	P<ETP	6.021	0
Oct	3.751	23.632	10.5015			0.98	77.8159	-74.065	P<ETP	3.751	0
Nov	6.351	16.654	6.18232			0.88	29.2952	-22.944	P<ETP	6.351	0
Déc	3.41	11.984	3.75656			0.87	12.7893	-9.3793	P<ETP	3.41	0
Jan	11.49	11.661	3.60419			0.89	12.224	-0.734	P<ETP	11.49	0
Fév	5.012	13.139	4.31781			0.86	15.8871	-10.875	P<ETP	5.012	0
Mars	6.791	17.093	6.43056			1.03	36.5766	-29.786	P<ETP	6.791	0
Avrile	9.661	21.982	4.41151			1.08	71.6443	-61.983	P<ETP	9.661	0
Mai	1.801	26.46	12.4632			1.19	125.148	-123.35	P<ETP	1.801	0
Juin	0.471	31.13	15.9363			1.19	187.319	-186.85	P<ETP	0.471	0
Juillet	0.054	34.6	18.6954			1.81	247.514	-247.46	P<ETP	0.054	0
Aout	1.201	33.778	18.0351			1.15	221.765	-220.56	P<ETP	1.201	0

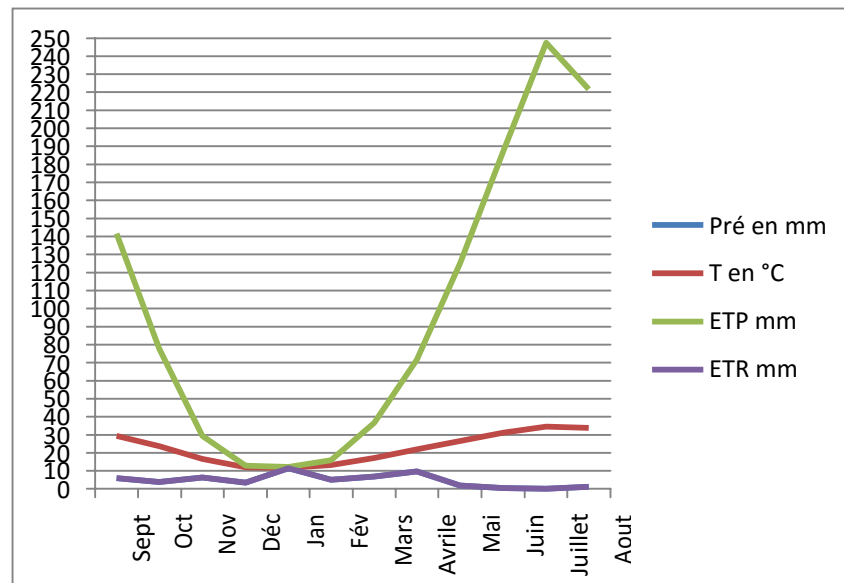


Fig.10: Bilan d'eau selon la méthode de THORNTWAITE – station de Touggourt durant la période (2008 – 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

Conclusion :

La région d'étude appartient au climat Saharien (zone hyperaride). La pluviométrie est faible à cause du caractère d'aridité qui règne sur tout le Sahara Algérien, mais du nord vers le sud le gradient pluviométrique est décroissant.

A partir des traitements des données climatiques enregistrés dans la station d'Ouargla, on constate que :

-Les précipitations annuelles moyennes de la région sont faibles (4.66 mm). On remarque que la quantité d'eau précipitée diminue en allant du Nord vers le Sud. L'année la plus pluvieuse est celle de 2009.

- La température annuelle moyenne est de l'ordre de 22.62 °C. Avec un maximum de 34.6 °C au mois de Juillet et un minimum au mois de Janvier 11.66°C.

Le bilan hydrique établi d'après la méthode de THORNTWAITE montre que RFU est égale à 0 avec un excédent nul.

CHAPITRE III

Contexte Géologique

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.

1. Cadre géologique de la région :

Lorsqu'on aborde le Sahara par le Nord, on est surpris par la rapidité avec laquelle on passe des montagnes et plateaux de l'Atlas à la plate-forme désertique saharienne. Ce passage souligné par des affleurements de calcaires blancs sub-verticaux, correspond à l'accident sud-atlasique, qui est selon les endroits un pli, un pli-faille, ou une flexure. Au sud de cet accident qui va d'Agadir au Golfe de Gabès, s'étend le bouclier africain formé de roches éruptives et métamorphiques où se sont déposés plusieurs milliers de mètres de terrains sédimentaires allant du Cambrien au Quaternaire (Cornet, 1964. In BOUABDELLAH.H 2018). On y subdivise en deux (02) sous domaines : le bassin occidental et le bassin oriental, séparés par l'anticlinal du M'Zab. Notre zone d'étude, s'inscrit dans cet immense bassin sédimentaire oriental occupant dès le Secondaire, l'emplacement de l'actuel Sahara septentrional (Gouscov, 1952. BOUABDELLAH.H 2018).

2. Structure géologique du bassin oriental :

Le bassin oriental du Sahara (**Figure.11**), à couverture sédimentaire, d'âge paléozoïque au Récent, est nettement mieux connu que sa contre partie occidentale, grâce aux recherches pétrolières. Il est limité à l'Ouest par la dorsale du M'zab et au Sud par les plateaux du Tademaït et du Tinrherh, se plonge vers l'Est en Tunisie et en Libye. Il comporte à la base des sédiments Paléozoïques plissés, et pénéplaines par l'orogénèse hercynienne, surmontés en discordance par des sédiments variés (marins et continentaux) du Secondaire et du Tertiaire sur une épaisseur de 2000 mètres environ. Le bassin oriental se présente également comme un vaste synclinal, ouvert vers le Nord. Dans sa moitié Sud, ce synclinal est traversé par un grand axe anticlinal Nord-Sud; siège de plusieurs gisements pétroliers. C'est le haut-fond d'Amguid-El Biod. Cet axe n'est plus apparent dans les formations du Mio-Pliocène ; il y a même inversion de relief puisque l'axe de l'actuel synclinal Mio-Pliocène se superpose à l'ancien haut-fond. Dans le bassin du Sahara septentrional, une seconde zone haute a existé,

du Cénomaniens au Mio-Pliocène, entre Hassi-Messaoud et la frontière tunisienne. Cette structure est orientée Est-Ouest ; elle sépare la fosse des chotts au nord, du reste du bassin.

Il semble que cet axe joue un rôle important dans l'hydrogéologie de cette région. (Houari, 2012. BOUABDELLAH.H 2018).

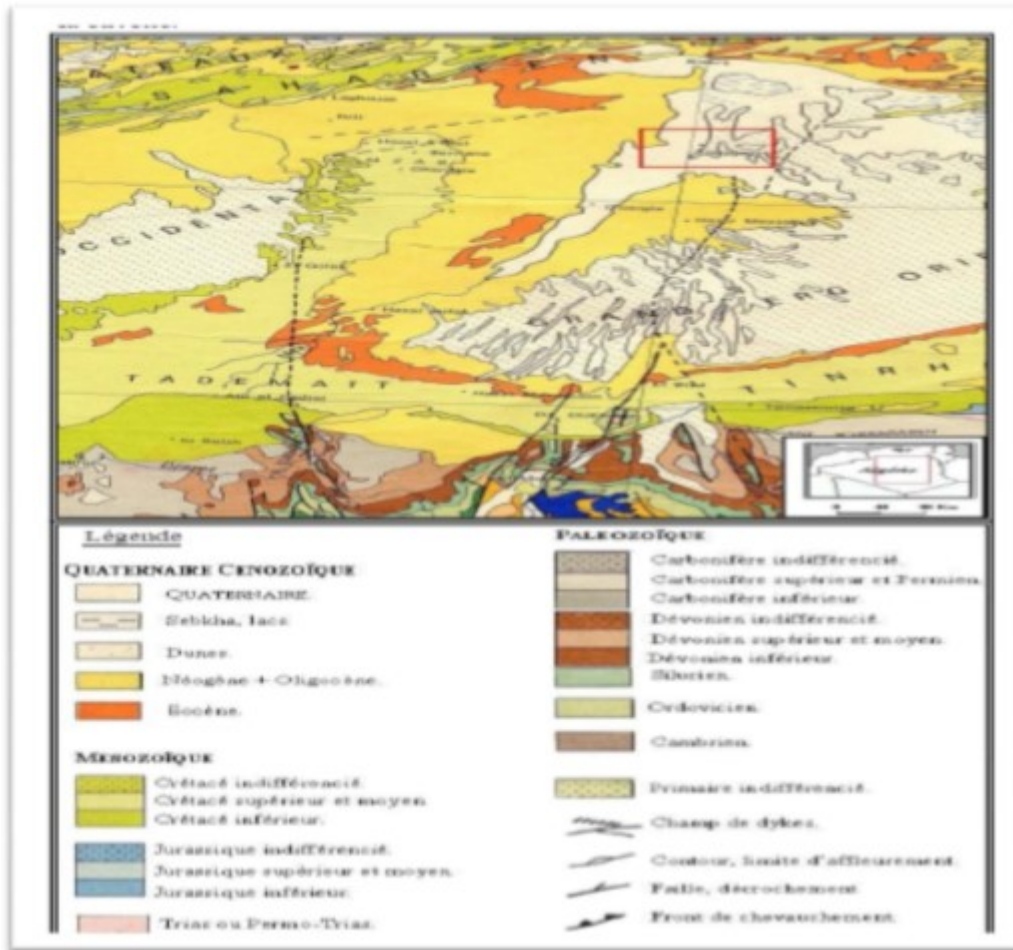


Fig.11 : Carte géologique du Sahara orientale (In KHOUDRANE. M, MANSOURI. B, 2018).

3. 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 Tinhert, 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 M'ya 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 Km² 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 (**Figure.12**):

- Les terrains paléozoïques affleurent au Sud, entre les plateaux du Tademaït et Tinhert 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 cuvette.

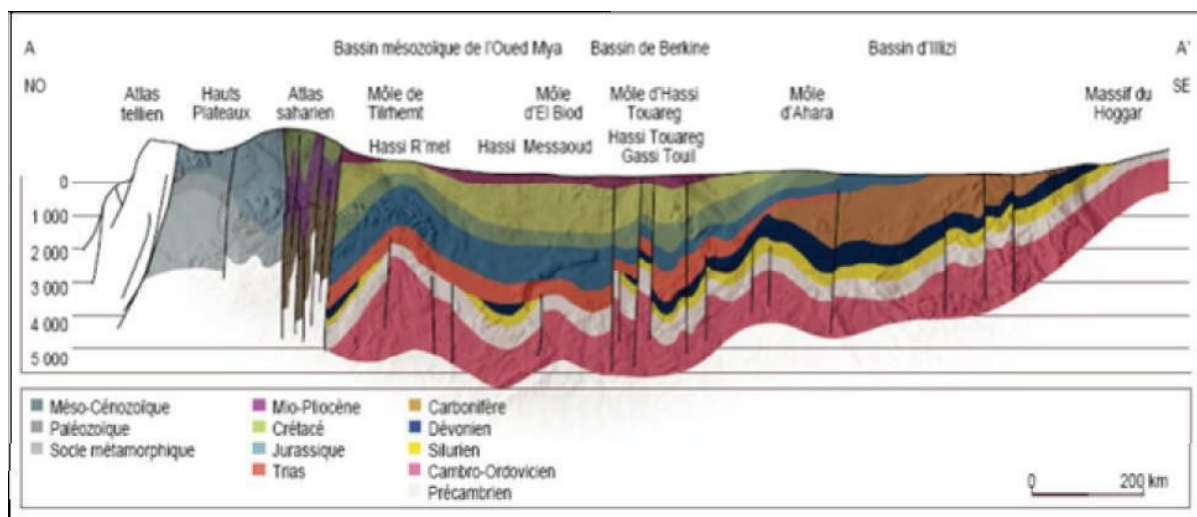


Fig.12: Coupe géo structurale transversale régionale (WEC, 2007. KHOUDRANE. M, MANSOURI. B, 06-2018).

4. Géologie locale :

4-1-Géologie et Géomorphologie de la région :

D'après les travaux menés par (Bel et Demargne (1966), Busson (1970) et Fabre (1976). In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018) 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 (Mio-pliocène).

4-2-Description Stratigraphique :

Les formations géologiques de la zone étudiée sont décrites du plus ancien au plus récent :

a. Secondaire:

- Albien: se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couche 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.

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 à 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 carbonaté 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. In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018). Dans l'oued Righ, la nappe des calcaires semble être située dans un niveau carbonaté appartenant à l'Eocène évaporitique.

*Mio pliocène: (BEL et DEMARGNE (1966). In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018) 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 Mio-pliocène.

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 Mio-pliocène. 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.

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 (**Figure.13**).

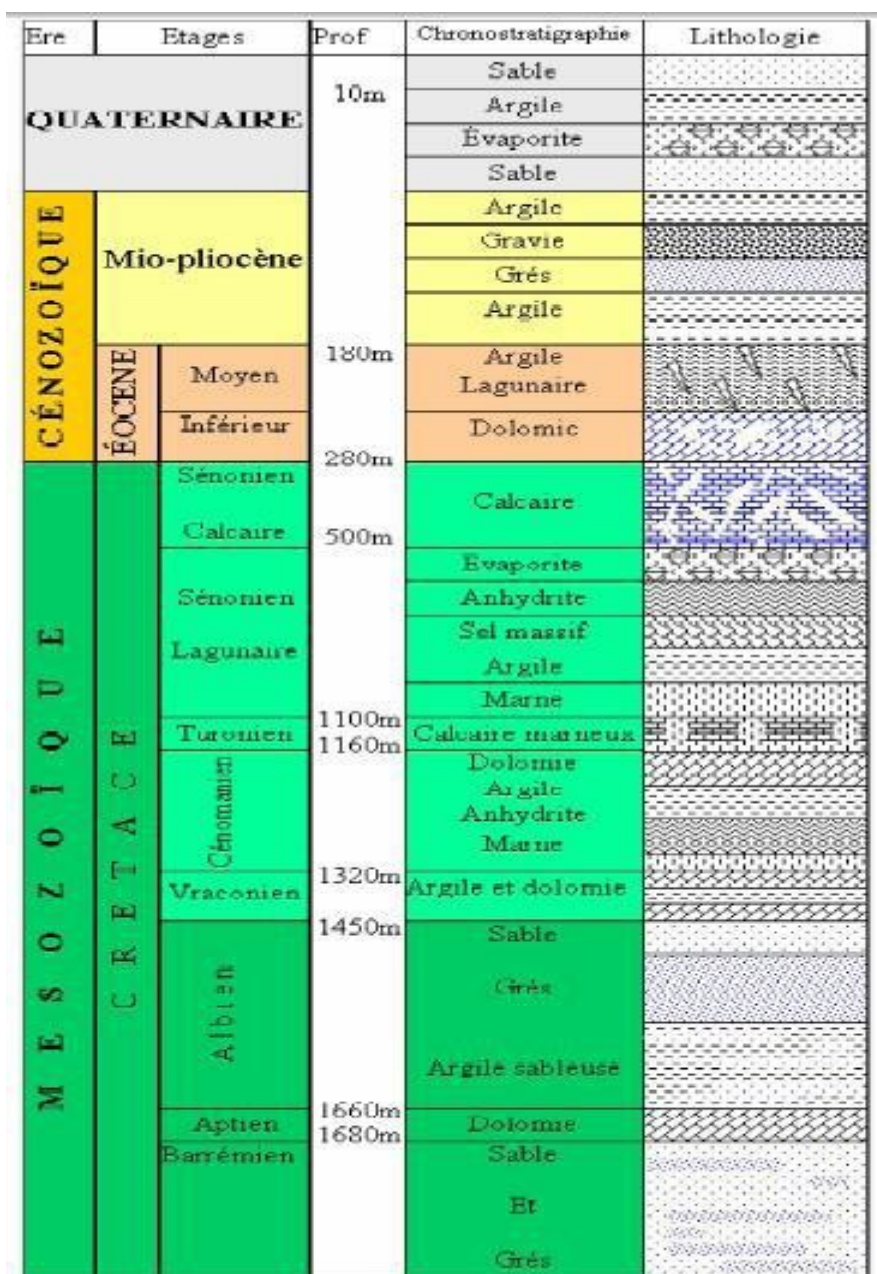


Fig.13: Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt, (Helal et Ourihane., 2004 In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018).

5. Tectonique générale :

Au cours du Secondaire, le Sahara algérien oriental subissait des mouvements verticaux d'ensemble. Pendant que de véritables chaînes de montagnes se formaient plus au Nord, dans le géosynclinal de l'Atlas saharien, la zone saharienne tendait plutôt à un effondrement progressif de sa partie centrale, suivant un axe passant sensiblement par la vallée de l'Oued Righ et par le tronçon supérieur de la vallée de l'Oued M'ya (Fabre, 1976. In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018).

La géométrie actuelle des formations du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal du Sahara est caractérisée par l'absence des déformations tectoniques importantes.

La chaîne des Maghrébides qui a subi plusieurs phases orogéniques au Tertiaire, va avoir des contrechocs sur la plate forme saharienne :

*les mouvements de l'Eocène moyen à supérieur, sont bien nets, la phase du Miocène inférieur qui succède et donne naissance au Tell et aux Aurès.

*enfin la phase plio-quadernaire qui s'insère avec les précédentes dans la phase alpine ; d'où l'apparition des fractures de direction Est-Ouest, forment la surrection du massif des Aurès et l'affaissement de la partie Sud « sillon sud Aurésien », ces fractures régissent l'écoulement des eaux souterraines d'où la naissance des chotts tels que chott Merouane et chott Melghir.

La flexure sud atlasique de direction Est-Ouest qui sépare deux domaines distincts, c'est ainsi qu'on, peut avoir au Nord des points culminant « monts des Aurès » et au Sud les points les plus affaissés.

6. Unités géomorphologiques:

Sur le plan géomorphologique, le Sahara possède plusieurs paysages caractéristiques.

Les oueds descendant des reliefs se perdent souvent dans des dépressions, s'ennoient dans les ergs ou terminent leur course en mer. On peut aussi distinguer des plateaux sur lesquels s'érigent des reliefs. (Hamdi. A 2001. In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018). **(Figure.14).**

6-1-Les Hamadas:

Ce sont des plateaux rocheux à topographie très monotone, souvent plate à perte de vue.

6-2- Les Regs:

Ce sont des plaines de graviers et de fragments rocheux. Au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées.

6-3- Les accumulations sableuses:

Le sable est un élément essentiel du paysage saharien. Cependant, les dunes sont loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais se localisent généralement dans de vastes régions ensablées appelées les ergs, les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent.

6-4- Les Sebkha et les Chott:

Ce sont des dépressions qui se forment lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhas. Les sebkhas sont apparues au cours d'une période humide antérieure, vraisemblablement le dernier grand épisode pluvial contemporain à la glaciation de Würm. (Dubief, 1963. In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018).

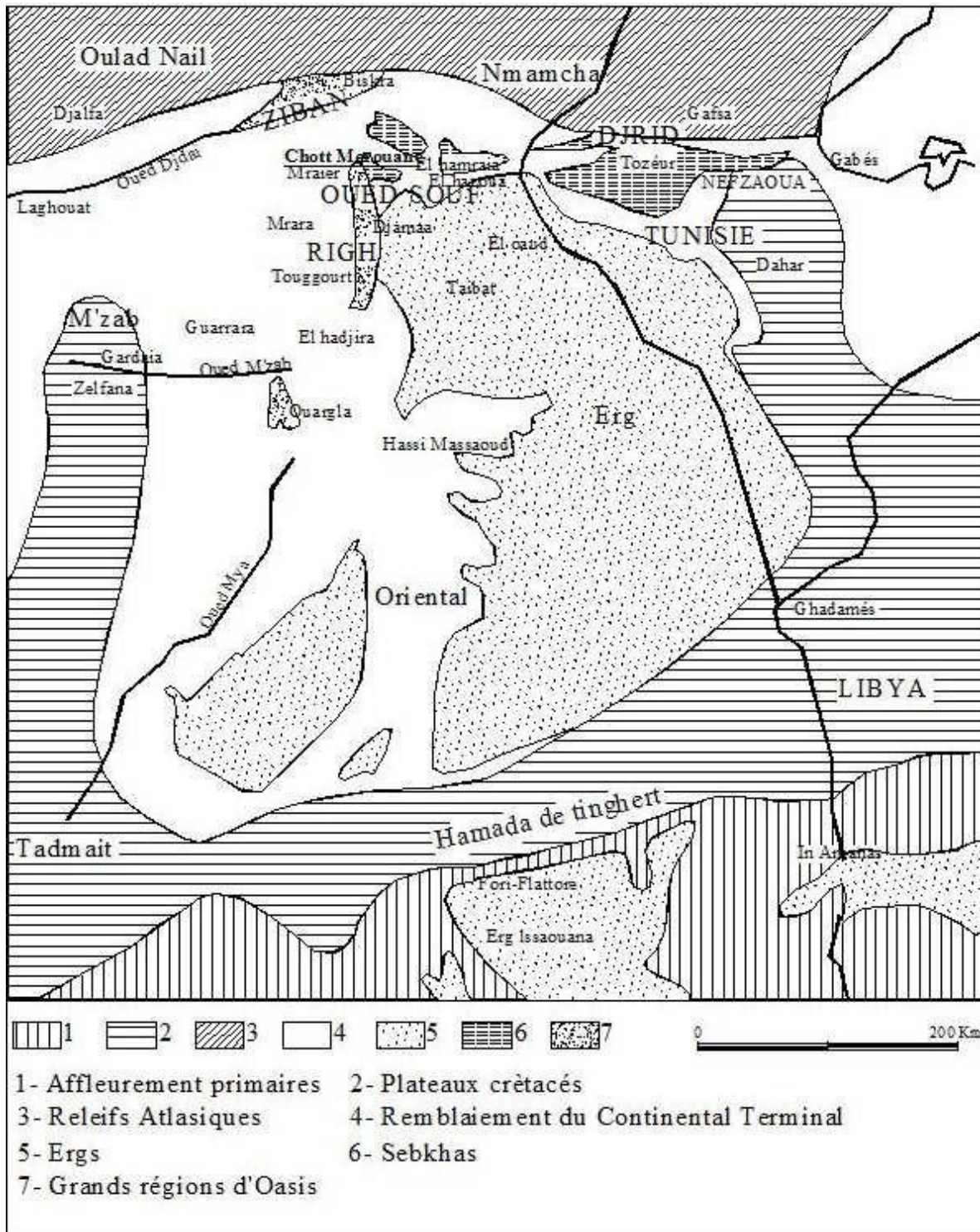


Fig.14: Les grandes unités géologiques au Sahara (Nesson, 1978 In KHOUDRANE.M et MANSOURI .B 2018).

7. La Topographie :

Le lieu de résidence de l’agglomération de Touggourt présente une dépression par rapport à toute la région. Elle est caractérisée par une altitude moyenne de 60 à 80 m, et une déclivité de 0 à 2 %.(S.T.E.P Touggourt, 2008.In GHETTAS N 2009).

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 Tinhert 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 IV

Contexte Hydrogéologique

Introduction:

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) est un bassin transfrontalier partagé par l'Algérie, la Libye et la Tunisie. Il renferme des réserves d'eau considérables qui constituent un potentiel essentiel pour le développement économique et social. Cependant, ces ressources sont peu renouvelables et leurs possibilités d'exploitation se trouvent limitées par des facteurs naturels et anthropiques : région aride inaccessible, importantes profondeurs des nappes, surexploitation de la ressource depuis les années 80, grande vulnérabilité environnementale due à la dégradation des terres. Ce chapitre a pour but de définir du point de vue hydrogéologique les aquifères de la région de Touggourt.

1. Définition des aquifères :

La région de Touggourt fait partie d'un des plus grands déserts du monde, elle recèle d'énormes réserves d'eaux souterraines. Ces eaux se trouvent sous forme de nappes aquifères contenant dans des horizons géologiques de différentes profondeurs et épaisseurs.

- Ressources renouvelables provenant des infero-flux du versant sud des Aurès, dans la région de Biskra.

- Les ressources non renouvelables sont représentées par les deux grandes aquifères :

De bas en haut nous avons, le Continental Intercalaire dit (CI) et le Complexe Terminal dit (CT). (In HALASSA ,2015 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018)

- Nappe Phréatique aquifères renferment plusieurs nappes d'eaux superposées l'une sur l'autre. Nous rappelons ci-dessous les définitions des aquifères du "CI" et du "CT".

-Le terme "Continental Intercalaire" désigne un épisode continental localisé entre deux cycles sédimentaires marins:

- En base, le cycle du Paléozoïque qui achève l'orogénèse hercynienne.

- Au sommet, le cycle du Crétacé supérieur, résultat de la transgression cénomaniennne.

- Le "Complexe Terminal" est un ensemble assez peu homogène incluant des formations carbonatées du Crétacé supérieur et des épisodes détritiques du Tertiaire, principalement du Miocène (Busson, 1970, Fabre, 1976 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1.1 .Complexe Terminal (C.T) :

a) Géologie de la nappe :

Il est noté dans l'étude OSS (2003 b. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018) 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 Demargne 1966 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018): "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" .

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 Cuhe 1969. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

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. (Zeribit, 2016 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

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.

Le système aquifère du Complexe Terminal est moins étendu que le Continental Intercalaire. Néanmoins, il couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional, sur environ 350 000 km². Sa profondeur oscille entre 100 et plus de 500 m et son épaisseur, en moyenne de 220 m. Ces formations sont les plus récentes, déposées au bas Sahara.

La nappe de complexe terminal est formée de trois nappes superposées bien distinctes :

La première nappe des sables CT1 : Elle se situe dans les sables plus ou moins argileux du pliocène.

La deuxième nappe du sable CT2 : s'est constituée dans les sables Pontien du Miocène supérieur, beaucoup plus continus et perméable que les précédents.

La nappe du Sénonien-Eocène CT3 : nappe des calcaires, Elle est située dans les calcaires fissurées et karstifiées In BOUSSAADA. N, 2007. **(Figure.15)**.

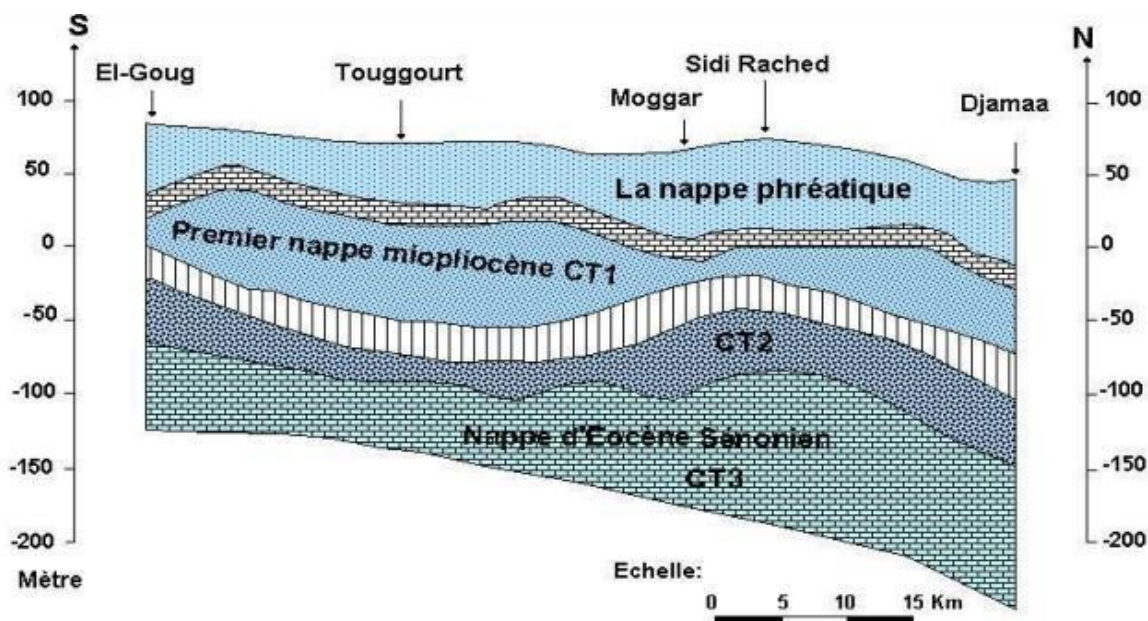


Fig.15: Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région d'Oued Righ ANRH. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

b) Alimentation de la nappe :

Le concept de recharge ainsi 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 BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018), 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 (Pizzi et Sartoli, 1984 In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

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. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

Les précipitations exceptionnelles associées à certaines conditions de surface spécifiques (sols à grains grossiers) peuvent être particulièrement génératrices de recharges (Glendon et Hillel, 1988. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018). L'alimentation des nappes du Sahara septentrional, par exemple, se manifeste sur les bordures Nord du bassin lorsque trois conditions sont présentes :

- Des précipitations suffocantes.

- 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. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

c) Les exutoires :

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 Tinhert vers la zone des chotts et le golfe de Syrte.

d) Piézométrie de Complexe Terminal :

- L'établissement des cartes piézométriques est une étape importante dans l'étude hydrogéologique. Elle permet d'étudier l'hydrodynamisme de la nappe en définissant le sens d'écoulement des eaux souterraines, leur alimentation, leur exutoire et également leur vitesse de déplacement. La cartographie a été réalisée d'une façon numérique avec le logiciel Surfer. Vue l'absence de données de la piézométrie de la nappe du Complexe Terminal. On a reprenne la carte piézométrique faite par (Belksier 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

Cette carte piézométrique montre en 2013 que le sens principal de l'écoulement dans la région de l'Oued Righ (**fig.16**) est :

- A partir de la dorsale de 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, se convergent vers la zone des chotts.
- Dans le sens Sud-Nord, du plateau du Tinhert vers la zone des chotts et le golfe de Syrte.

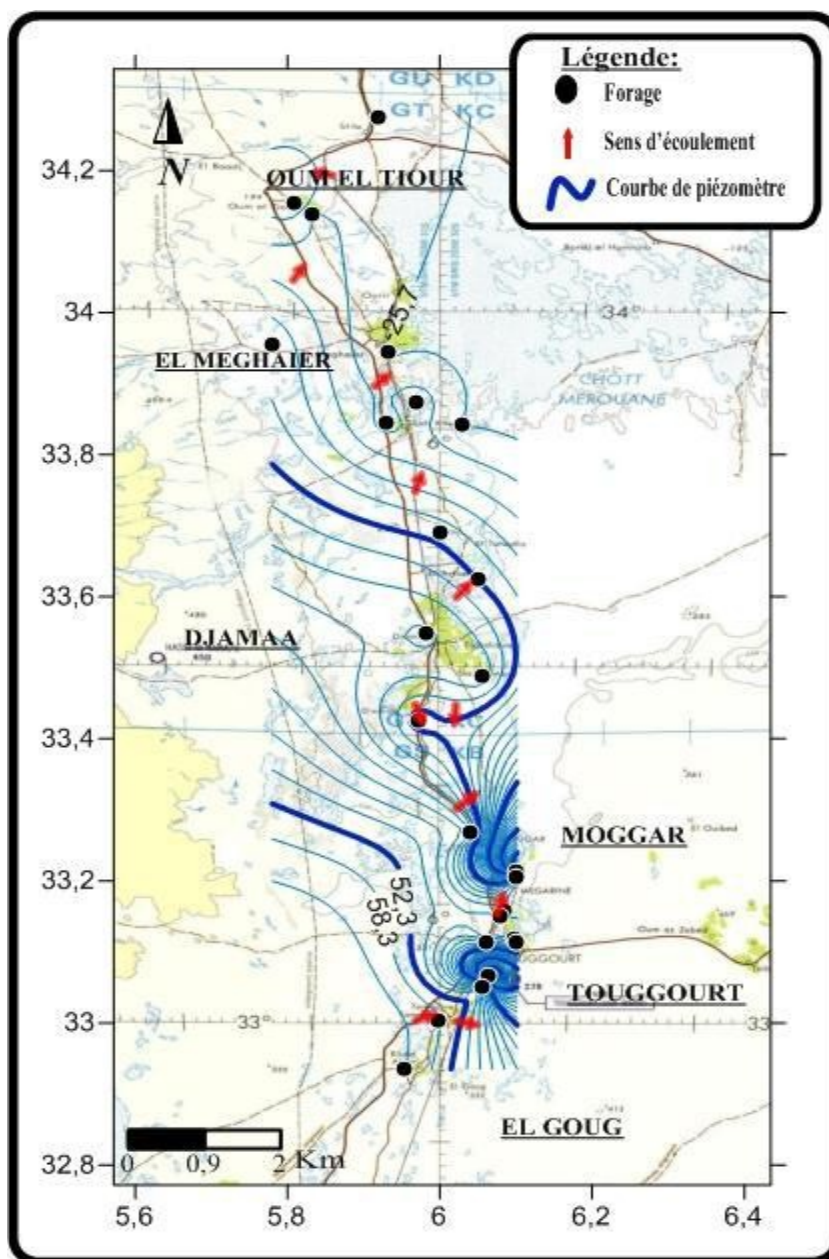


Fig.16: Carte piézométrique du Complexe Terminal de l'Oued Righ en 2013 (Belksier 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

1.2. Le Continentale Intercalaire :

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins (l'Algérie, la Tunisie et la Libye). La partie Algérienne du Continentale Intercalaire couvre 600000 km². Cette nappe est

plus connue sous la dénomination de « l'Albien ». Le terme Continental Intercalaire, par contre désigne 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 à 1000 m d'épaisseur).

a) Alimentation :

Cette nappe s'est chargée au cours des périodes pluviales du Quaternaire. Actuellement, elle reçoit une faible recharge, surtout à partir du piémont de l'Atlas Saharien ; la quantité d'eau qui tombe annuellement sur les affleurements du Crétacé inférieur continental est estimée en 2,5 milliards m³/an. Mais, il est difficile d'appliquer à ces formations un coefficient d'infiltration, les conditions climatiques (hauteur de pluies faibles et évaporation intense), étant très différentes de celles des régions où ces coefficients ont pu être expérimentés.

b) Les exutoires:

Les exutoires de continentale Intercalaire sont constitués par :

- **Les foggaras** : longues galeries drainantes, fonctionnant sous un faible rabattement et utilisant la topographie locale pour permettre l'écoulement libre de l'eau vers des points bas (cas du bassin occidental).
- **Les puits artésiens** (bassin oriental).
- **Les sebkhas** : ce sont des vastes étendues humides et salines, surfaces évaporantes dont le débit total n'est pas négligeable.

c) La piézométrie de la nappe continentale intercalaire :

D'après la (**fig.17**), la piézométrie de la nappe Continentale Intercalaire faite par Belksier (2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018), Cette carte piézométrique représente le sens d'écoulement est orienté du Sud vers le nord La carte piézométrique de l'Oued Righ montre trois cônes de dépression apparaît autour de Touggourt, Sidi Slimane, et Djamaa indiquent les zones de surexploitation qui se localisent dans les principaux palmeraies et les grandes villes. (Les Agglomérations populaires).

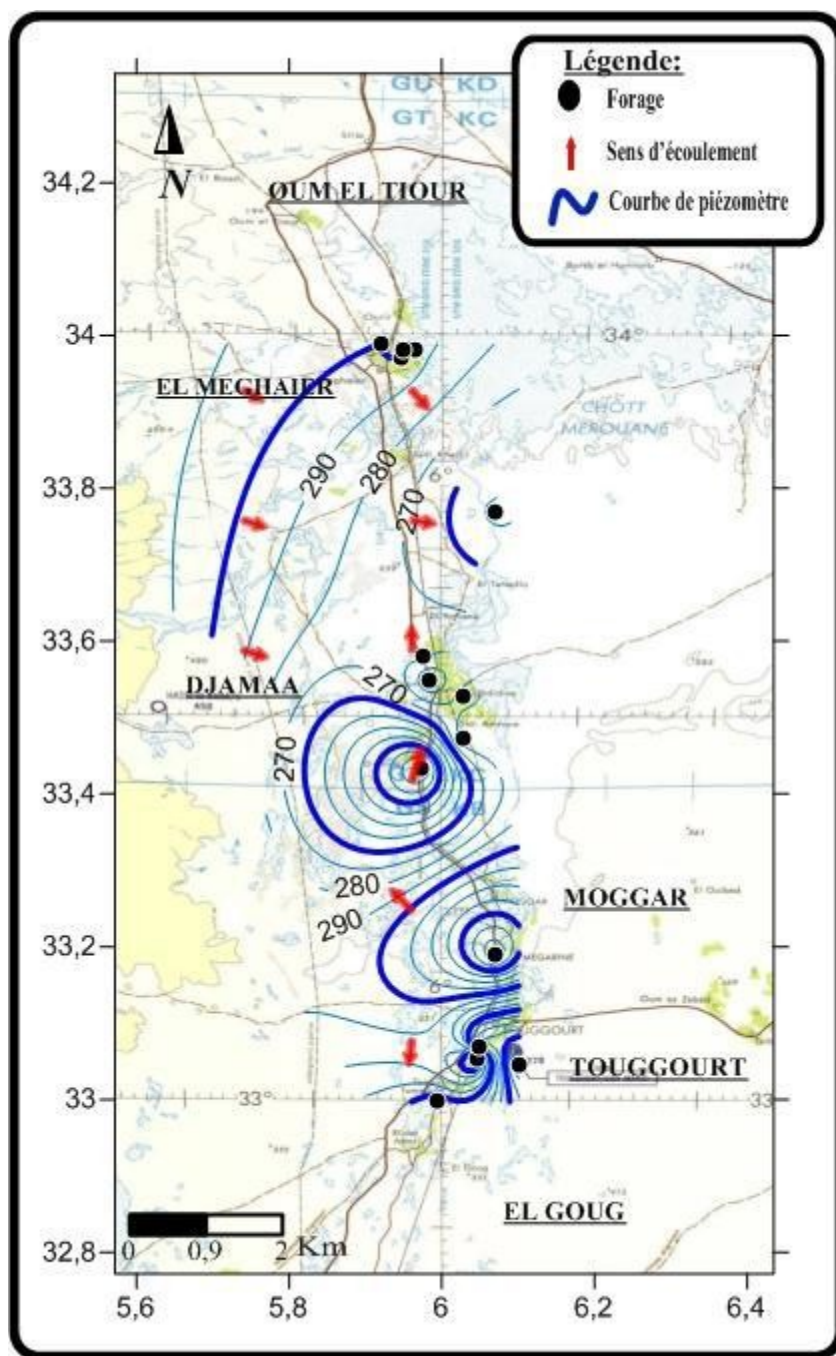


Fig.17: Carte piézométrique du Continental Intercalaire de l'Oued Righ en 2013 (Belksier 2017. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

d) Extensions de la nappe du continentale intercalaire :

Le Continental Intercalaire est le réservoir le plus profond du Sahara septentrional.

Il s'étend sur plus de 600 000 km² sur les territoires algérien et tunisien limité :

*Au Nord par l'Atlas saharien.

*À l'Ouest par l'axe Béchar-Reggan.

*Au Sud par l'axe Reggan-Ain Amenas.

*A l'Est, il se prolonge au-delà des frontières Algéro-Libyenne et Algéro-Tunisienne.

1.3.Nappe Phréatique :

Par convention on désigne sous le nom de nappe Phréatique les aquifères superficielles, dont la profondeur n'excède pas 50 m et dont les eaux sont généralement exploitées par des puits. Cette nappe est partout présente au Sahara dans les dépressions ou les vallées; elle est alimentées par les pluies, les crues, les écoulements diffus, les eaux de drainage et aussi très souvent par les remontées naturelles en provenance des aquifères plus profonds ou encore par les fuites dans les ouvrages exploitant ces dernières (Dubost, 2002. In BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018).

Du point de vue recharge de la nappe Phréatique, l'aridité du climat amène à supposer que la recharge s'effectue que par les rares précipitations et l'infiltration des eaux usées et celles d'excès d'irrigation, d'autant plus qu'on peut avancer l'hypothèse d'une recherche profonde par le biais des tubages corrodés et usés du CI et CT ; percolation par perte de charge hydraulique par drainance ascendante.

a) Piézométrie de la nappe superficielle :

La carte piézométrique de Complexe Terminal (CT) montre un sens d'écoulement général qui suit la topographie du sol, c'est-à-dire du Sud vers le Nord et présente des zones de convergences indiquant les zones de surexploitation au niveau des palmeraies et des villes.

Donc le sens d'écoulement général est de Sud vers le Nord.

Conclusion :

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) regroupe deux énormes réservoirs d'eaux souterraines ; le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). Ce dernier s'étale sur une surface de 350 000 km² et couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional, sa puissance moyenne est de 300 m environ.

La recharge actuelle de cette nappe peut exister lorsque certaines conditions climatiques (des précipitations exceptionnelles), topographiques (relief favorisant le ruissellement des oueds) et géologiques (affleurements perméables) se réunissent.

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 importantes pour schématiser le comportement hydrodynamique de l'aquifère et évaluer l'écoulement des eaux souterraines.

CHAPITRE V

Généralité sur les eaux usées

Introduction :

Dans ce chapitre on peut détailler sur l'eau (eau usée et eau pur), définition des eaux usées, l'origine des eaux usées, définition de la pollution des eaux, la pollution des eaux brutes, les principaux types des polluants, les conséquences de la pollution, les critères de pollution d'une eau, définition de l'eau pure, les traitements des eaux et leurs objectifs, normes de rejets dans un milieu récepteur, techniques de traitement des eaux usées, Stations de pompage dans la région de Touggourt, réseau d'alimentation en eau potable, canal Oued Righ.

1. Définition des eaux usées :

Une eau usée est une eau chargée de substances minérales ou biologiques, issues de l'activité humaine provoquant, sous une concentration anormale, une dégradation de la qualité de l'eau naturelle du milieu récepteur (S.T.E.P Touggourt, 2008 In GHETTAS.N 2009).

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées: les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux agricoles et les eaux pluviales.

Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière et n'est pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Lorsque l'importance des rejets excède la capacité d'autoépuration de la rivière, la détérioration de l'environnement peut être durable. Les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et de la flore des barrières infranchissables empêchant notamment la migration des poissons. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui nuisent à la faune aquatique, peuvent rendre la baignade dangereuse et perturbent la production d'eau potable.

1-1- Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituée par :

- les eaux vannes (eaux de WC).
- les eaux ménagères (eaux d'éviers, lavabos, douches, baignoires, appareils ménagères ...).

Ces eaux sont essentiellement chargées de matières organiques, ainsi que de produits d'entretien ménagers.

1-2- Les eaux agricoles :

Le secteur agricole peut produire à son tour des eaux usées comprenant essentiellement des matières azotées, phosphatées, des pesticides et des huiles minérales. Le lessivage des terres ayant reçu des engrais minéraux riches en phosphore et en azote, introduit dans le milieu récepteur une pollution directe par la nocivité des produits toxiques, indirecte par l'apport des sels nutritifs qui favorisent la prolifération

des algues, ces dernières après avoir contribué à abaisser le taux d'oxygène et gêné la vie aquatique, achèvent après leur mort, par leurs produits de composition, de rendre impossible l'existence d'êtres qui constituaient la population normale d'un milieu aquatique.

1-3- les eaux pluviales :

Elles peuvent constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (Fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...)

2. L'origine des eaux usées :

Pour certaines d'entre elles, les contaminants probables figurent entre parenthèses.

*Déchets d'origine humaine (hygiène, ménage, toilettes... : dans ce dernier cas on parle d'eau noire.

* Eau blanche de laiterie-eaux de lavage des laiteries et des salles de traite.

*Eau de lavage (personnes, vêtements, sols, vaisselle, etc) également connu comme eau grise.

3. Définition de la pollution des eaux :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et/ou perturbe l'écosystème ; elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines.

4. La pollution des eaux brutes :

La ressource en eau est exposée à plusieurs types de pollutions :

4-1- La pollution chimique :

Les pollutions diffuses sont principalement dues aux pratiques agricoles (Nitrates et pesticides).

4-2-La pollution biologique :

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains.

5. Les conséquences de la pollution :

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en quatre catégories principales.

5-1- Les conséquences écologiques :

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques.

5-2- Les conséquences sanitaires :

La pollution de certaines couches hydriques si elle a atteint des niveaux alarmants provoque des épidémies dues aux maladies à transmission hydrique.

5-3- Les conséquences agricoles :

Les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols.

6. Définition de l'eau pure:

Nous pouvons résumer les caractéristiques physiques de l'eau pure en plusieurs points :

- La température de congélation de l'eau est 0° C.
- Elle est incolore, inodore et insipide.
- La température d'ébullition de l'eau est 100°C.
- La plus forte densité de l'eau atteint 1g/cm³ à 4° C

7. Les traitements des eaux et leurs objectifs :

Le traitement des eaux usées permet d'atteindre un double objectif:

*Epurier les eaux.

*Valoriser les eaux et les boues.

8. Réseau d'alimentation en eau potable :

La commune de Touggourt renferme des potentialités en eau souterraine très importantes comme réserve d'eau, surtout la nappe Mio-pliocène et Sénonien qui est des eaux saumâtres, les eaux utilisées pour la consommation sont puisées depuis la nappe albienne (S.T.E.P Touggourt, 2008 In **GHETTAS.N 2009**).

D'après le (P.D.A.U. 2008 In **GHETTAS.N 2009**), les besoins en eau potable de l'ensemble de la commune de Sidi Slimane sont estimés à 200 l/hab/J pour le long terme.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a pris une idée générale sur les eaux :

- Description physico-chimique de l'eau.
- les paramètres nécessaires pour jurer la qualité des eaux sont MES, DCO, DBO₅.
- la cause principale de la pollution des eaux est l'homme.

CHAPITRE VI

Processus de la STEP Touggourt

Introduction :

Dans ce dernier chapitre on peut Plus en détail sur la gestion des eaux usées dans la région de Touggourt, définition de la STEP, situation de la STEP, les données fondamentales, l'exploitation et contrôle de chaque unité de traitement, Schéma général du processus appliqué à la STEP, comparaison entre les stations d'épuration de Ouargla et de Touggourt ,les analyses des paramètres physico-chimiques.

1. Définition de la station d'épuration la STEP:

La STEP est un établissement national qui a pour mission d'assurer des structures de l'assainissement.

2. Situation de la Station d'épuration de Touggourt :

La station d'épuration (**Photos.05**) des eaux usées de Touggourt est située à Ben Yassoued, dans la municipalité 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 et réhabilitée en 2004 et traite aujourd'hui une partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Touggourt. L'office National d'Assainissement est chargé de son exploitation (S.T.E.P Touggourt, 2008).



Photos.05 : représentent l'entrée de la STEP de Touggourt.

3. Données fondamentales:

3-1-caractéristiques générales :

- Localisation wilaya : Ouargla.
- Commune: Touggourt.
- Etat de fonctionnement: Exploitation.
- Etat physique: Moyen.

- Nature d'épuration: Domestique.
- Lieu de rejet: Oued Righ.
- Date de réalisation: 04-02-1987.
- Entreprise: SSE Belgique.
- Génie civil: Hydro thermique.
- Equipement: Hydrotraitement.
- Superficie de l'assiette: 05 hectares.
- Date de mise en service: Novembre 1991.

3-2-Débits:

- Nombre d'équivalent habitant : 62.500 Eq/H.
- Débit moyen journalier : 9.360 m³/j.
- Débit de point horaire: 670 m³/h.
- Débit moyen: 390m³/h.

4. Exploitation et contrôle de chaque unité de traitement :

4-1-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 ou le débit se présente, on démarre une seule pompe de relevage. La photo (**photo.06**) suivante représente les pompes de relevage avec ses caractéristiques.



Photo.06 : représente les pompes de relevage de la STEP de Touggourt.

Les caractéristiques:

- ✓ Hauteur manométrique totale: 06m.
- ✓ Débit de chaque pompe: 586 m³/h
- ✓ Marque: HOMA.

- ✓ Puissance: 55 Kw.

4-2-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 (**photo.07**).
- Une grille de by-pass à raclage manuel.



Photo.07 : Représente un Dégrilleur mécanique de type inclinée.

Les caractéristiques :

- Largeur du canal : 800 mm.
- Hauteur d'eau : 400 mm.
- Surface mouillée : 0.32 m²
- Espace entre barreaux : 20 mm.
- Epaisseur des barreaux : 40 mm.
- Angle d'inclinaison : 60°.
- Moto-réducteur: FLENDER-HIMMEL MOTOX Type CA 80 / A 9056 – L 16 (DN 50) 220 / 380 V – 50 Hz, 4 / 2.3 A , IP 55

915 Tr/ min, 0.75 KW N° 508326B

4-3-Dessablage-déshuilage:

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

Le sable décanté est évacué par une pompe à sable submersible portée par un pont racleur qui fait le " va- et- vient" (**photo.08**), 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.



Photo.08 : représente le dessableur-déshuileur.

Les caractéristiques :

- Longueur: 15 m.
- Largeur du dessableur: 2 m.
- Largeur du déshuileur: 1.10 m.
- Hauteur d'eau maximum: 2.65 m.
- Dispositif d'aération (Suppresseur): 02.
- Débit: 70 m³/h.
- Puissance: 2.2 kW.
- 14 cannes d'injection d'air.
- Dispositif d'évacuation automatique:
- Débit de pompe à sable: 5 m³/h
- Puissance: 2.5 kW submersible
- Racleur :
- Longueur: 2600mm.
- Largeur: 900mm.
- Vitesse de translation: * aller: 2 cm/sec
- retour: 4 cm/sec
- Compresseur d'air : BUSCH
- N° .BN: 10179382004 / 0613.

- Type: IP 55. THCLF
- 345/415 V. 50 Hz, 5.6A – 2.2 Kw – 2870 Tr/min.

4-4-Le bassin d'aération :

L'eau est répartie dans deux bassins d'aération rectangulaires (**photo.09**). 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.



Photo.09 : représente un bassin d'aération.

Les caractéristiques :

- Type de traitement : biologique.
- Capacité de traitement en DBO5: 3.375 kg/j.
- Volume utile du 02 bassin : 7.200 m³.
- 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 : 80Kg O₂/h.

- Vitesse entrée/sortie: 1450/31 tour/min.
- Concentration: 6 g/l.
- Moteurs électriques : UNELEC (FRANCE).
- FT 25 M 34 V 1 IP 55
N° 701363 R00001 / N° 701363 R00002 / N° 701363 R00003 /
N° 701363 R00004
380 / 660 V. 50 Hz
87 A, 45 KW, 1480 Tr / min, COS Phi = 0.85
- Réducteur de marque : licence HANSEN (FRANCE).
- Type : RNE 36 AN.
N° E 30.231/3RX176. N° E 30.232/3RX176. N° E30.233/3RX176.
N° E 30.234/3RX176
- Moteurs puissance : 45 Kw.
- Vitesse : 1450 – 28.95 R 50.077.
- Huile : 30 litres.

4-5-décanteur secondaire :

L'eau décantée est évacuée par des lames déversantes crantée disposées réglementé sur le pourtour du bassin de décantation (**photo.10**). L'eau se déverse dans une goulotte circulaire qui débouche dans un puisard au bassin de chloration.



Photo.10: représente un bassin de décantation.

Les caractéristiques :

- Hauteur périphérique: 2.60m.
- Diamètre extérieur: 24m.
- Surface unitaire: 452m².
- Volume cylindrique : 1175 m³.
- Temps de passage moyen: 3.5 h.

4-6-Bassin de chloration:

La désinfection dans le bassin de chloration rectangulaire (**photo.11**), il est assurée par de l'hypochlorite de sodium "Naocl" (L'hypochlorite de sodium est un composé du chlore souvent utilisé comme désinfectant ou agent de blanchiment). 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.



Photo.11 : représente un bassin de chloration.

Les caractéristiques :

- Longueur: 15.7 m.
- Largeur: 6 m.
- Profondeur utile: 2.96 m.
- Profondeur totale: 3.20 m.
- Volume utile: 278.8 m³.
- Temps de séjour pour le débit de pointe: 27 min.

4-7-Vis d'Archimède (boues de recirculation):

Les boues proviennent des fonds des deux décanteurs. Elles sont raclées et collectées dans la fosse centrale (**Photo.12**) 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.



Photo.12 : représente la Vis d'Archimède.

Les caractéristiques :

- Débit de Vis : 500 m³/h.
- Débit de pompe : 384 m³/h.
- Hauteur de relevage : 1.05 m.
- Angle: 30°.
- Diamètre de la Vis : 0.85 m.
- Diamètre Poutre: 0.455.
- Hauteur de remplissage : 0.565 m.
- ✓ Longueur Vis : 3.23 m.
- Puissance installée : 4 Kw.
- Vitesse d'entrée/sortie : 1500/50 T/min.
- Rendement de réducteur : 97 %.
- Rendement accouplement : 98 %.
- Pompe des boues en excès :
- Marque: ABS PUMPEN, GMBH-SCHUIDERHONE, D5204 LOHMAR.
- Type: AF 15-4-LK-CB 12-HTA
N° 653046 A-00706 380 V, 6A, 50 Hz
- P1n: 1.95 Kw.
- P1n: 1.50 Kw 1415 Tr/min

4-8-L'épaississeur (boues en excès):

Les boues en excès subissent l'épaississement (**photo.13**) avant d'être séchées. L'épaississement, dont l'objectif premier est d'augmenter la concentration des boues en vue de les rendre plus pelle tables.



Photo.13 : représente l'Epaississeur.

Les caractéristiques :

- Débit de pompe : 20 m³/h.
- Hauteur cylindrique : 4.3 m.
- Hauteur d'eau en périphérie : 4 m.
- Diamètre : 8 m.
- Profondeur conique : 0.5 m.
- Surface : 50 m².
- Volume : 208 m³.
- Temps de stockage : 3.3 jour.
- Vitesse de rotation : 450 T/min.
- Concentration atteinte : 4 à 6 %.
- Volume moyen des boues épaissies: 62.5 m³/j.
- Motoréducteur : SEW USOCOME.
- Type : RF 96R60DT71C4
N° 90 / 486618 380 V, 1.47 / 0.85 A – 50 Hz
0.25 Kw – cos Phi : 0.70 – 800 Tr/min – IP 55

4-9-Les lits de séchage:

Après épaissement, les boues sont transférées vers les lits de séchage (**photo.14**) 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).



Photo. 14: représente un lit de séchage.

Les caractéristiques :

- Longueur: 25 m.
- Largeur: 8 m.
- Surface unitaire : 200 m².
- Nombre de lits: 16.
- Hauteur de remplissage: 0.4 m.
- Volume total annuel vers le lit de séchage: 18.250 m³/an.

5. Comparaison entre les stations d'épuration de Ouargla et de Touggourt :

Bien que les étapes d'épuration et de traitement des eaux soient similaires dans les deux stations dans une grande mesure, il reste néanmoins qu'elles présentent des différences du point de vue de la gestion que nous résumerons dans le tableau suivant (**tableau.11**):

Tableau.11 : représente une comparaison entre les stations d'épuration de Ouargla et de Touggourt.

	Ouargla	Touggourt
Lieu de rejet	Sebkhet Sefioun	Oued Righ
Date de réalisation	2008	04/02/1987
Nombre de stations	36	07
Surface (Hectares)	80	5
Capacité (Eq/ha)	400000	62500
Nb de lits de séchage	11 lits	16 lits
Nb de bassins	8 bassins	2 bassins

6. Schéma général du processus appliqué à la STEP de Touggourt :

Un schéma (**photo.15**) qui montre clairement toutes les opérations d'assainissement des eaux a la station d'épuration des eaux usées de Touggourt.

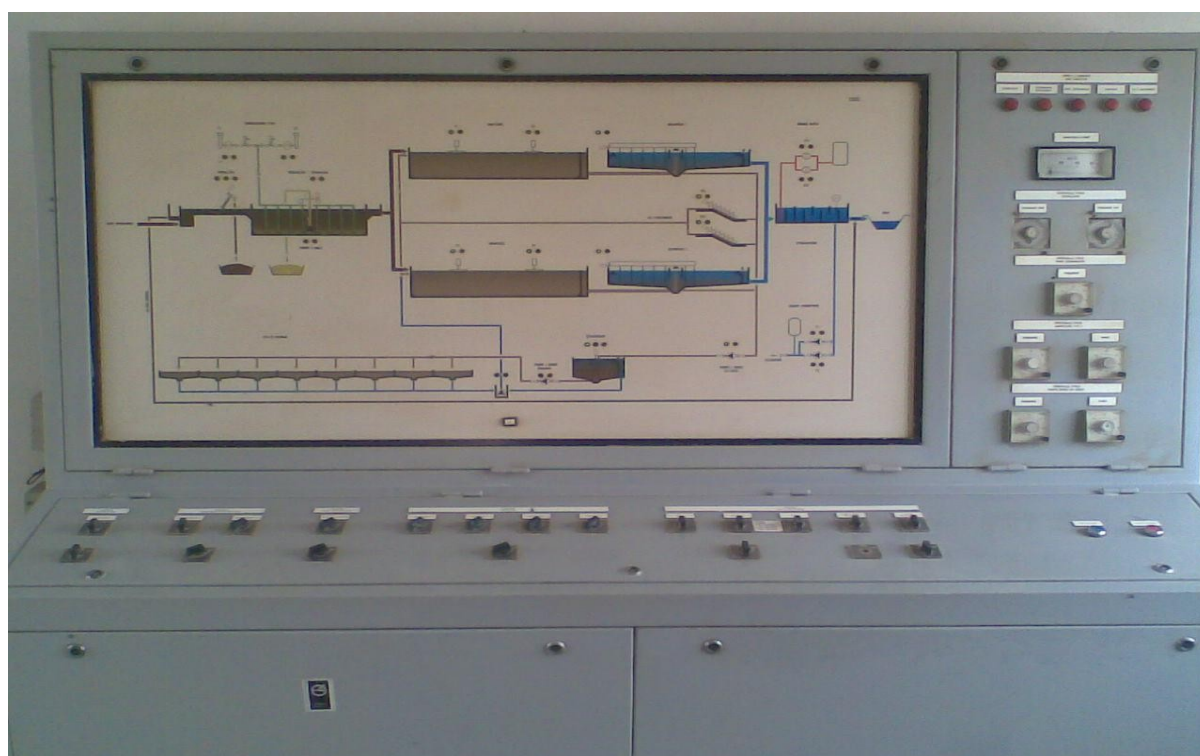


Photo.15 : représente un schéma général du processus appliqué à la STEP de Touggourt.

7. Les analyses des paramètres physico-chimiques :

On a calculé les moyennes annuelles des paramètres physico-chimiques à l'entrée de la STEP et à la sortie à partir des données de la station d'épuration de Touggourt pendant la période (2015-2018).

7-1-le débit :

Le débit d'eau est le volume d'eau traversant une section transversale de l'écoulement, par unité de temps (**tableau.12**).

Tableau.12 : Débits moyennes annuelles (m³/J) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
débit (m ³ /J) EN	7448.37	7723.21	6961.4	7865.45
débit (m ³ /J) SO	7447.68	7528.08	6525.11	7847.24

La courbe (**fig.18**) montre que l'évolution de débit de l'eau pendant la période (2015-2018) est variée légèrement, soit à l'entrée de la STEP soit à la sortie.

Il y'a aussi une correspondance linéaire entre les deux courbes ça ve dire que les débits à la sortie sont très proches aux débits à l'entrés de la STEP.

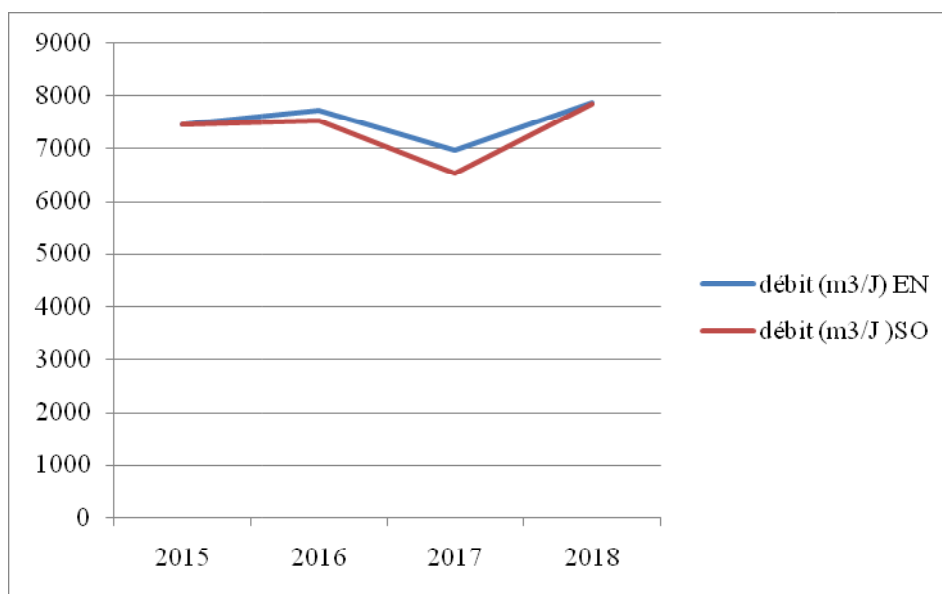


Fig.18 : courbe de débits moyens annuels, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-2-La Température :

Selon le tableau (**tableau.13**), les températures mesurées des eaux usées sont très proches aux températures de climat de la même période.

Tableau.13 : Températures moyennes annuelles (°C) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
T (°C) EN	34.53	26.25	26.01	32.84
T (°C) SO	24.74	25.37	25.01	25.35

La courbe (**fig.19**) montre que :

-la courbe de « T°C EN » montre que les eaux usées a l'entrée de la STEP sont chauds aux années 2015 et 2018 tandis que ils sont normales pendant la période (2016-2017).

-la courbe de « T°C SO » montre que les températures des eaux usées a la sortie de STEP sont égaux et sont normales.

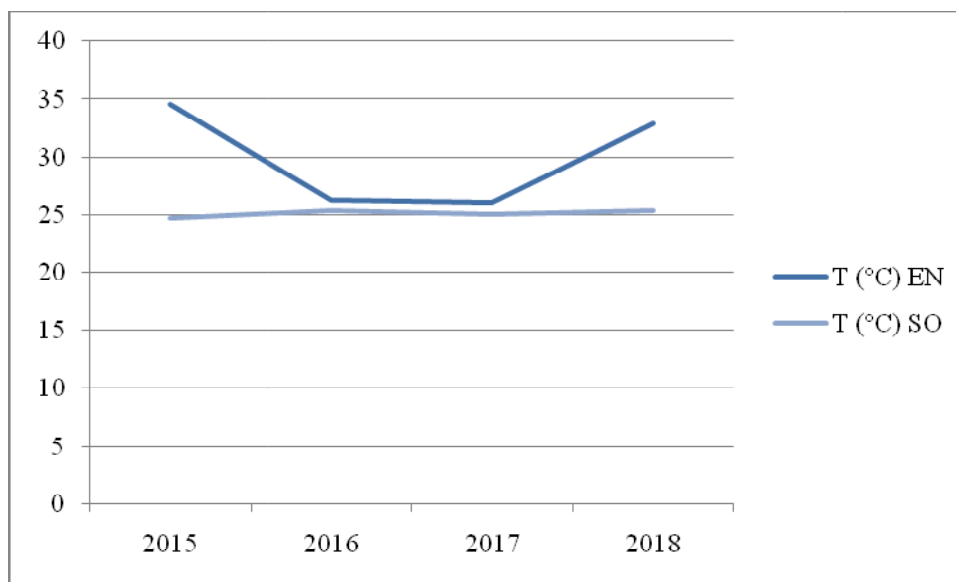


Fig.19 : courbe de Températures moyens annuels, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-3-La Conductivité :

Pour le calcul de la conductivité électrique (**tableau.14**), On a eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide du Conductimètre de proche Cond 340i.

Tableau.14 : Conductivités électriques moyennes annuelles ($\mu\text{S/cm}$) pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
CE ($\mu\text{S/cm}$) EN	6.72	6.02	6.36	7.68
CE ($\mu\text{S/cm}$) SO	6.64	6.09	6.19	6.27

La courbe (**fig.20**) montre que les moyennes annuelles des conductivités électriques des eaux usées sont fortes aux années 2015 et 2018 soit a l'entrée et a la sortie de la STEP, Tandis que elles sont diminuées pendant la période (2016-2017) a l'entrée et a la sortie de la STEP.

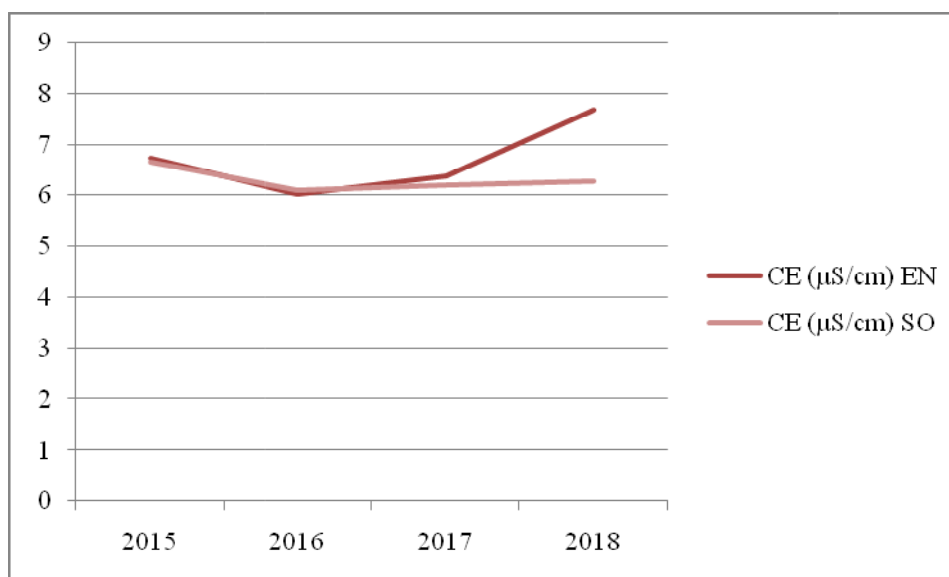


Fig. 20: courbe de Conductivités électriques moyens annuels, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-4- La Salinité :

La salinité est un paramètre dépend beaucoup a la conductivité électrique (**tableau.15**), Plus une solution ne contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité électrique est élevée.

Tableau.15: salinité moyennes annuelles (%) pour la station d'épuration de Touggourt, Période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
Salinité (%) EN	3.65	3.33	3.49	3.38
Salinité (%) SO	3.57	3.32	3.61	3.43

La courbe (**fig.21**) montre que les moyennes annuelles de la salinité sont de fortes pourcentages dans les eaux usées aux années 2015-2017 soit a l'entrée soit a la sortie de la STEP de l'ordre de (3.49-3.65), Tandis qu'elles sont de faibles pourcentages aux années 2016-2018 a l'entrée et a la sortie de la STEP de l'ordre de (3.32-3.43).

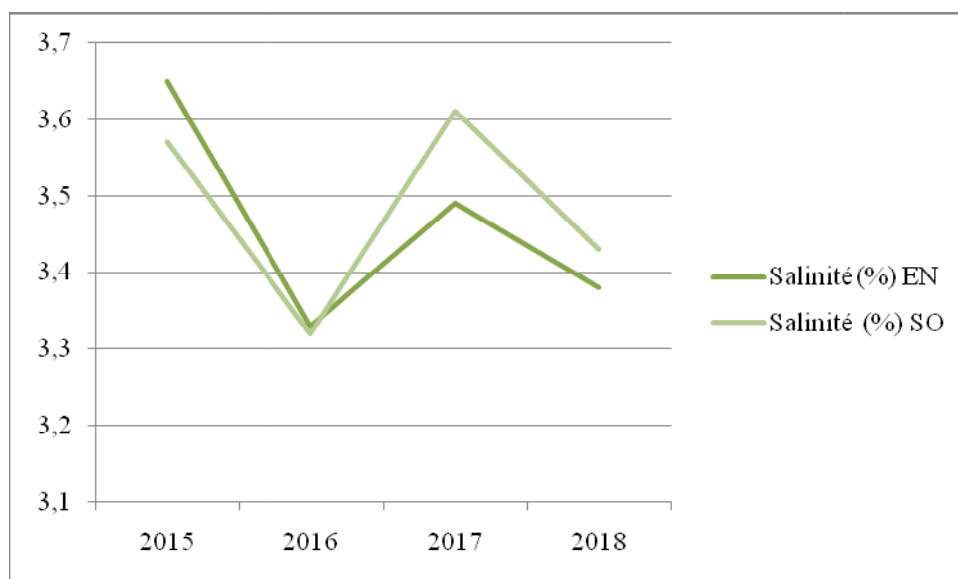


Fig.21: courbe de salinités moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-5- Le potentiel hydrogène Ph :

Le Ph (**tableau.16**) est pour but de détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

Tableau.16: potentiel hydrogène pH moyennes annuelles, pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
pH EN	7.41	7.25	7.48	7.68
PH SO	7.39	7.42	7.47	7.36

La courbe (**fig.22**) montre que :

- les moyennes annuelles de pH des eaux usées a l'entrée sont faibles au cours de la période 2015-2016 de l'ordre de (7.25-7.41), tandis qu'elles sont fort au cours de la période 2017-2018 de l'ordre de (7.48-7.68).
- les moyennes annuelles de pH des eaux usées a la sortie sont faibles aux années 2015-2018 de l'ordre de (7.36-3.39), tandis qu'elles sont fort au cours de la période 2016-2017 de l'ordre de (7.42-7.47).

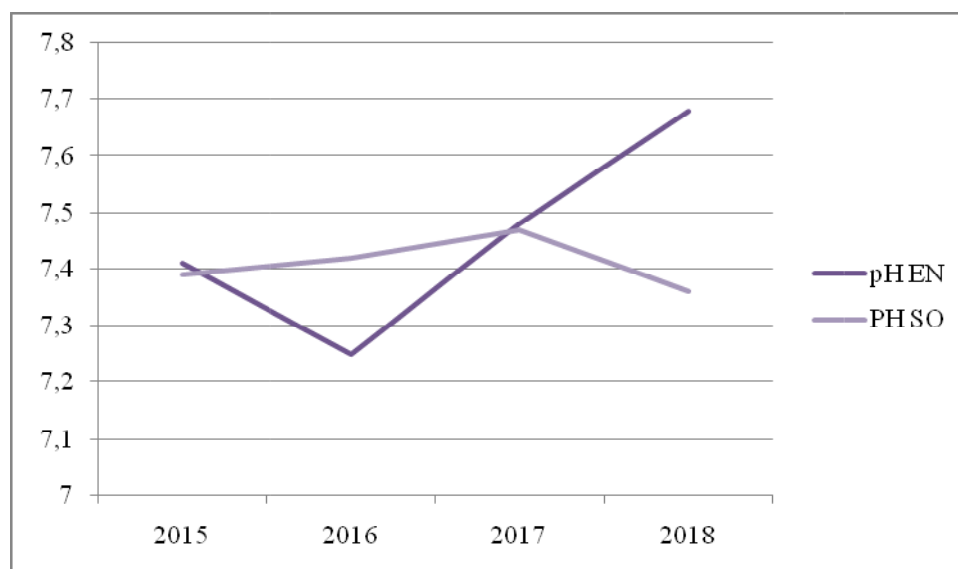


Fig.22: courbe de potentiel hydrogène pH moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-6-L'Ammoniac NH_4 :

L'ion ammonium décomposé ne cause pas de dommages importants aux être vivants, mais L'Ammoniac NH_4 peut être toxique, pour ca il faut démineur la concentration de l'ammoniac dans l'eau.

Tableau.17: l'Ammoniac NH_4 moyennes annuelles, pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
NH_4 (mg/l) EN	23.39	11.8	18.29	19.16
NH_4 (mg/l) SO	1.09	2.06	2.43	4.49

La courbe (fig.23) montre que :

-les moyennes annuelles de NH_4 a l'entrée de la STEP sont fortes pendant toute la période de l'ordre de (18.29- 23.39 mg/l), sauf que l'année 2016 elle faible de l'ordre de (11.8 mg/l).

-un chute libre dans les moyennes annuelles de NH_4 a la sortie da la STEP par rapport aux moyennes annuelles de NH_4 a l'entrée, mais elles sont augmentées au cours de la période (2015-2018) de 1.09 vers 4.49.

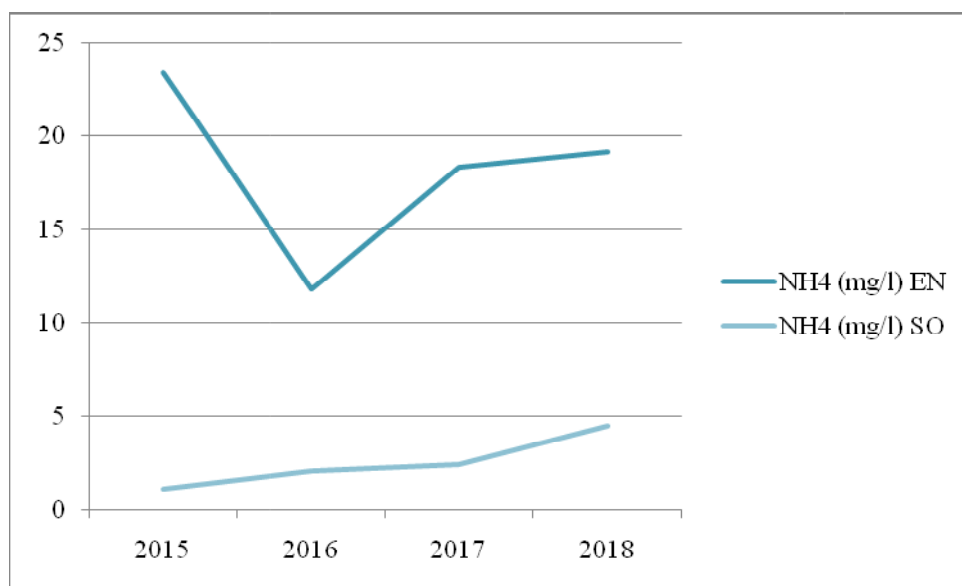


Fig.23: courbe de l'Ammoniac NH₄ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-7- Nitrite NO₂:

Les Nitrites (**Tableau.18**) sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites.

Tableau.18: les Nitrites NO₂ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
NO ₂ (mg/l) EN	0.11	0.22	0.27	0.15
NO ₂ (mg/l) SO	0.03	0.04	0.07	0.07

La courbe (fig.24) montre que :

- l'évolution des moyennes annuelles de NO₂ a l'entrée de la STEP de 0.11 vers 0.27 mg/l au cours de la période 2015-2017, mais il y'a un chut libre vers 0.15 mg/l a l'année 2018.
- l'évolution des moyennes annuelles de NO₂ a la sortie de la STEP de 0.03 vers 0.07 mg/l au cours de la période 2015-2018, mais c'est un chut libre par rapport aux moyennes annuelles de NO₂ a l'entrée de la STEP.

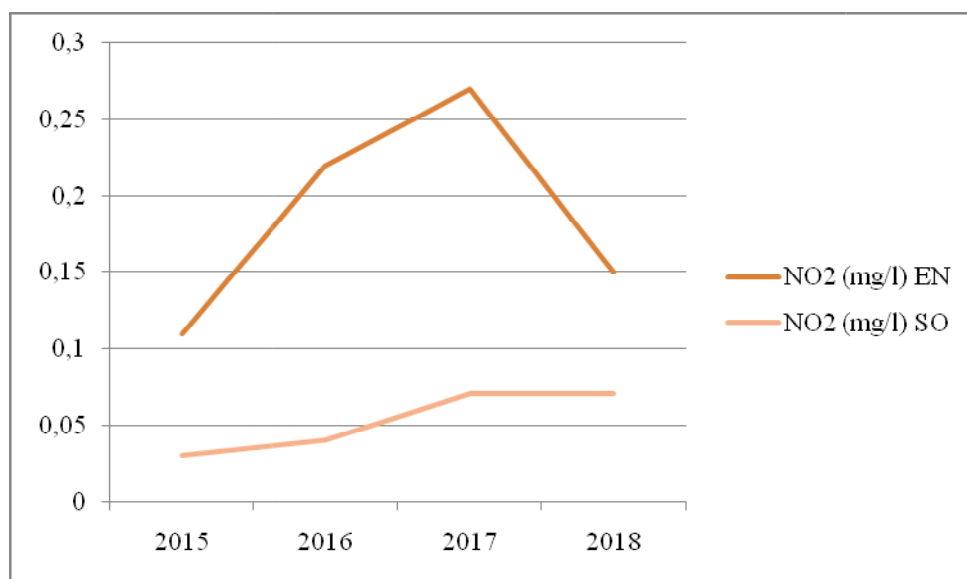


Fig.24: courbe de Nitrites NO₂ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-8- Nitrate NO₃:

Les nitrates (**Tableau.19**) sont très solubles dans l'eau; ils migrent donc aisément dans la nappe phréatique lorsque les niveaux excèdent les besoins de la végétation.

Tableau.19: les Nitrates NO₃ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
NO ₃ (mg/l) EN	51.65	26.94	10.55	18.06
NO ₃ (mg/l) SO	4.12	2.48	1.16	2.52

La courbe (**fig.25**) montre que :

-la diminution des moyennes annuelles de NO₃ pendant la période 2015-2017 de 51.65 vers 10.55 mg/l mais elle a augmentée a nouveau vers 18.06 mg/l a l'année 2018 a l'entrée de la STEP.

-un chut libre des moyennes annuelles de NO₃ a la sortie par rapport a celles a l'entrée, il y'a une diminution des moyennes annuelles de NO₃ de 4.12 vers 1.16 mg/l au cours de la période 2015-2017, mais elle a augmentée a nouveau au 2018 vers 2.52 mg/l.

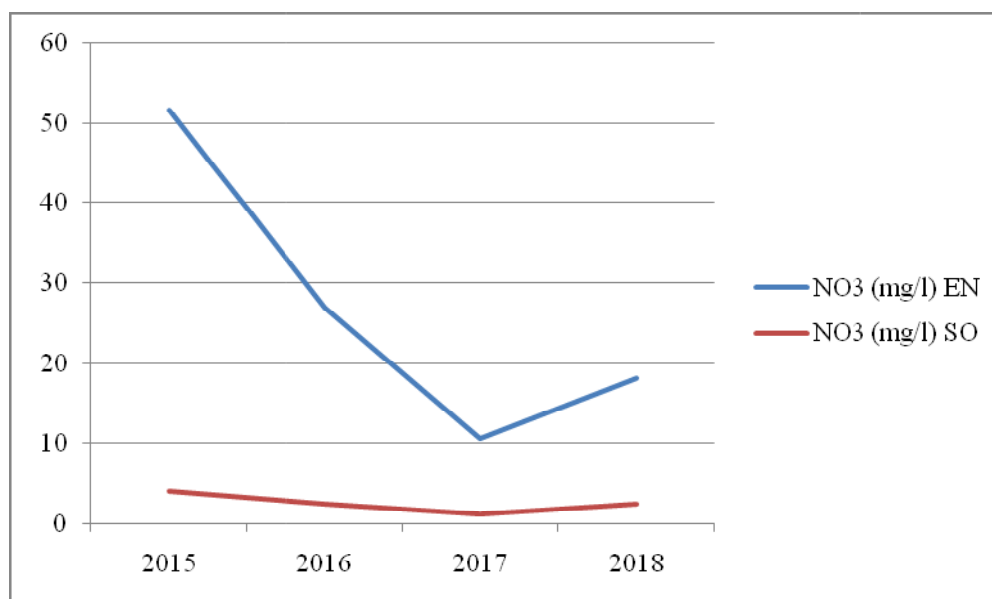


Fig.25: courbe de Nitrates NO₃ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-9-Le phosphore PO₄ :

Les dérivés de phosphates sont utilisés sous forme d'engrais phosphatés: la qualité des phosphates est mesurée par le pourcentage de peroxyde de phosphore PO₄ (Tableau.20) et l'eau convient à un usage humain si le pourcentage de phosphates est faible.

Tableau.20: les phosphores PO₄ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
PO ₄ (mg/l) EN	35.98	39.79	11.47	8.97
PO ₄ (mg/l) SO	4.34	4.26	1.8	1.57

La courbe (fig.26) montre :

-les moyennes annuelles de PO₄ a l'entrée de la STEP sont fortes au cours de la période 2015-2016 de l'ordre de (35.98-39.79 mg/l), mais elles sont très faibles au cours de la période 2017-2018 de l'ordre de (11.47-8.97 mg/l).

- les moyennes annuelles de PO₄ a la sortie de la STEP sont fortes au cours de la période 2015-2016 de l'ordre de (4.34-4.26 mg/l), mais elles sont très faibles au cours de la période 2017-2018 de l'ordre de (1.8- 1.57 mg/l), avec un chut libre des moyennes annuelles de PO₄ a la sortie de la STEP par rapport aux celles a l'entrée.

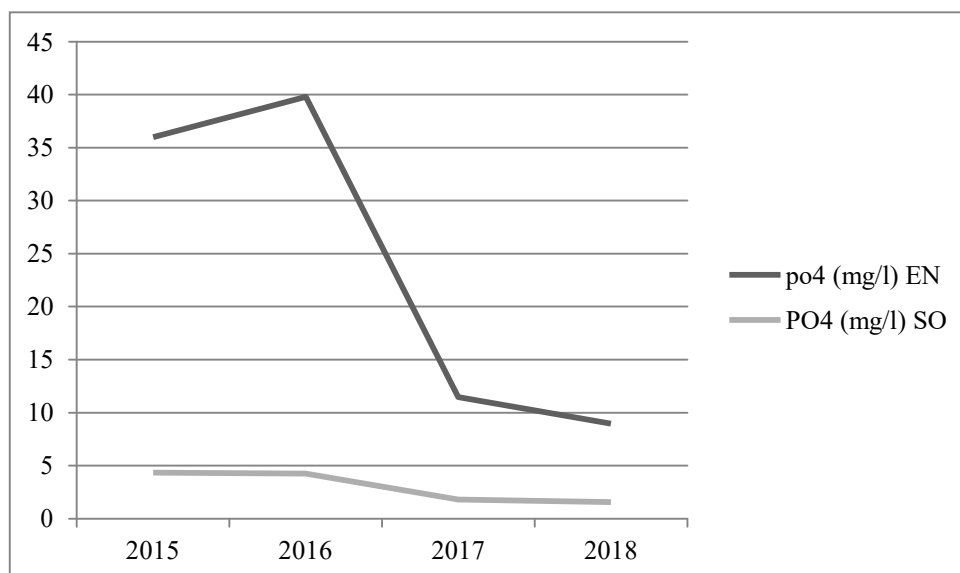


Fig.26: courbe de phosphores PO₄ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-10- La matière en suspension MES :

Les MES (**tableau.21**) sont déterminées par un balance de précision électronique, filtre, Etuve, Dessiccateur, et pompe a vide.

Tableau.21: les Matières en suspension MES moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
MES (mg/l) EN	585.74	555.66	424.78	369.9
MES (mg/l) SO	24.98	22.9	21.41	21.26

La courbe (fig.27) montre que :

-la diminution des moyennes annuelles de MES a l'entrée de la STEP de 585.74 vers 369.9 mg/l pendant toute la période 2015-2018.

-la diminution des moyennes annuelles de MES a la sortie de la STEP de 24.98 vers 21.26 mg/l pendant toute la période 2015-2018, il y'a un chut libre dans les moyennes annuelles de MES a la sortie de la STEP par rapport aux celles a l'entrée.

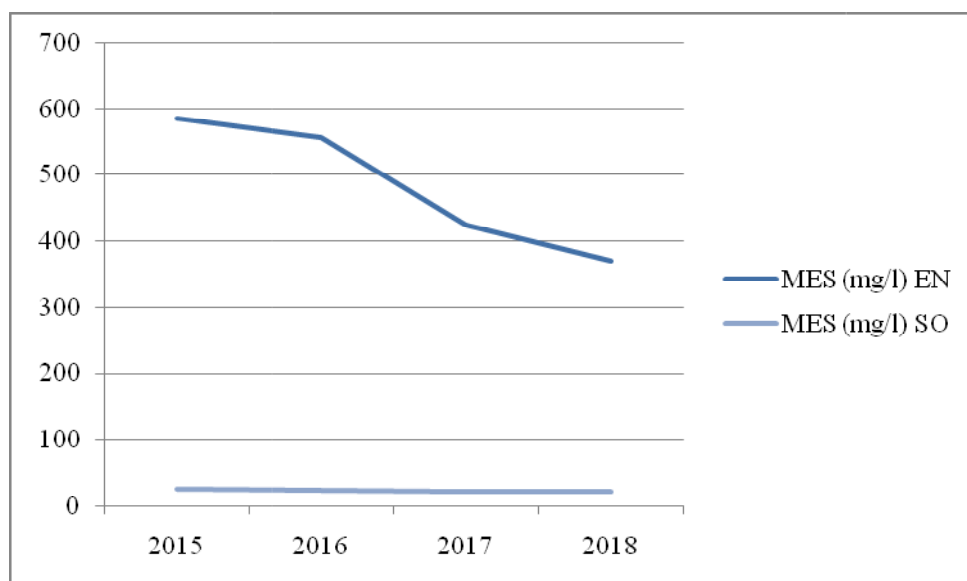


Fig.27: courbe de Matières en suspension MES moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-11- La Demande chimique en Oxygène DCO :

Mesure de la Demande chimique en Oxygène DCO (**tableau.22**) nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO₅.

Tableau.22: La Demande chimique en Oxygène DCO moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
DCO (mg/l) EN	344.79	355.42	263.1	269.16
DCO (mg/l) SO	35.55	33.35	24.05	37.41

La courbe (fig.28) montre que :

-les moyennes annuelles de DCO a l'entrée de la STEP sont fort au cours des années 2015-2016 de l'ordre de (344.79- 355.42 mg/l), tandis qu'elles sont faibles au cours des années 2017-2018 de l'ordre de (263.1-269.16 mg/l).

-On remarque qu'il ya un chute libre dans les moyennes annuelles de DCO a la sortie de la STEP par rapport aux celles a l'entrée, aussi les moyennes annuelles de DCO a la sortie de la STEP sont fortes au cours des années 2015-2016-2018 de l'ordre de (33.35-37.41mg/l), tandis qu'elle est faible a l'année 2017 de l'ordre de 24.5mg/l.

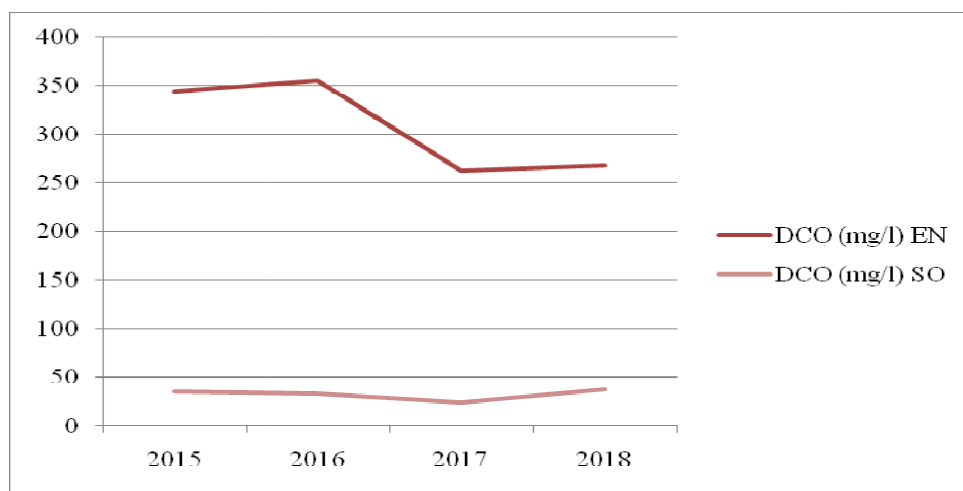


Fig.28: courbe de La Demande chimique en Oxygène DCO moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

7-12- La Demande biologique en Oxygène DBO₅ :

La détermination de la DCO est primordiale pour connaître le DBO₅.

$$DBO_5 = DCO * 0.80$$

Tableau.23: La Demande biologique en Oxygène DBO₅ moyennes annuelles (mg/l), pour la station d'épuration de Touggourt, période (2015-2018).

Année	2015	2016	2017	2018
DBO ₅ (mg/l) EN	175.3	222.47	124.25	132.68
DBO ₅ (mg/l) SO	18.13	21.29	9.39	7.58

La courbe (fig.29) montre que :

-les moyennes annuelles de la DBO₅ a l'entrée de la STEP sont fortes au cours des années 2015-2016 de l'ordre de (175.3-222.47 mg/l), tandis qu'elles sont faibles au cours des années 2017-2018 de l'ordre de (124.25-132.68 mg/l).

- On remarque qu'il ya un chute libre dans les moyennes annuelles de DBO₅a la sortie de la STEP par rapport aux celles a l'entrée, aussi les moyennes annuelles de DBO₅ a la sortie de la STEP sont fortes au cours des années 2015-2016de l'ordre de (18.13-21.29 mg/l), tandis qu'elles sont faibles aux cours des années 2017-2018 de l'ordre de (9.39-7.58mg/l).

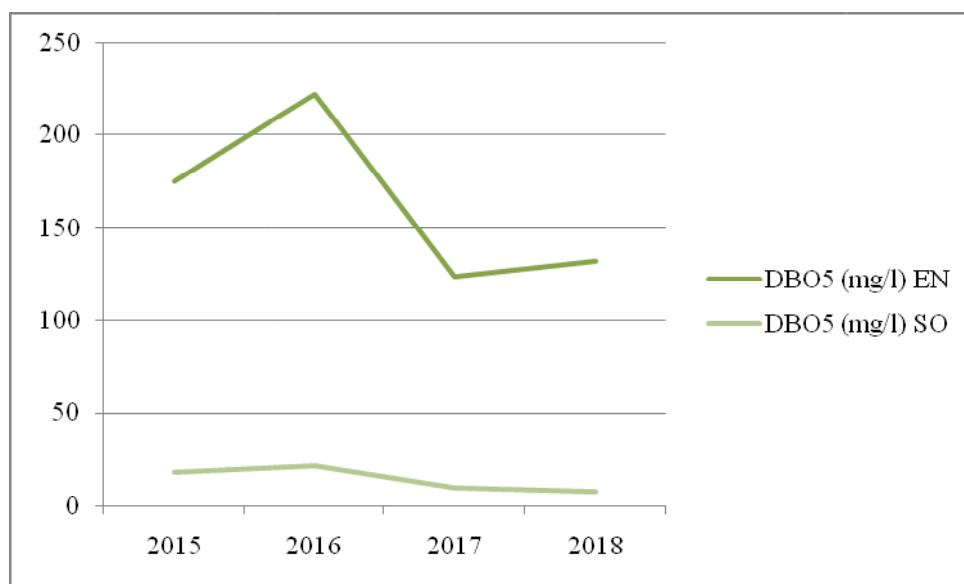


Fig.29 : courbe de La Demande biologique en Oxygène DBO₅ moyennes annuelles, station d'épuration de Touggourt durant la période (2015-2018).

Conclusion :

Ce chapitre a donné un grand ensemble de connaissances, qui sont :

- Après l'épuration des eaux usées dans la STEP de Ouargla les eaux sont rejetés pour l'irrigation, tandis qu'elles sont rejetés pour l'AEP dans la région de Touggourt.
- la DBO₅ dépend beaucoup à la DCO.
- La diminution des paramètres est pour but de protéger le milieu récepteur.
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour l'irrigation.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif visé par cette étude est d'éclairer l'importance de l'opération d'épuration des eaux usées. Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement, l'économie du pays et la santé humaine.

Dans ce cas, nous avons pris comme lieu d'étude la S.T.E.P de Touggourt pour la préparation de chapitre VI, la STEP Ouargla pour l'étude comparative, et l'ANRH pour la préparation de chapitre II.

Cette ville qui connaît une croissance démographique galopante dont le taux de croissance est estimée à 3.95% par an. Cette croissance rapide est accompagnée par une augmentation des quantités des eaux rejetées dans la nature et en générale une augmentation de la pollution du milieu environnemental.

La portée de la menace sur la santé publique est énorme. L'eau polluée risque de contaminer les nappes souterraines ainsi que la faune sauvage (notamment les oiseaux) qui rentrent en contact avec d'autres animaux domestiques et leur transmet des maladies pouvant toucher l'Homme.

Au terme de notre étude, et selon les résultats d'analyses effectuées dans le laboratoire de la station, nous remarquons la grande différence entre les valeurs des eaux traitées et celles des eaux brutes. Cela reflète le degré d'efficacité du traitement biologique des eaux résiduaires de Touggourt. Dont les résultats de chaque paramètre donnent une idée sur le danger éliminé d'après cette eau, la DBO5 à un rendement de 91.44%, ainsi pour la DCO qui a eu un traitement de (89.45%). Les matières en suspension sont aussi éliminées dont un rendement de celle-ci peut atteindre 95.36%.

La réponse sur la question sur la gestion des eaux usées dans la région de Touggourt, est la STEP Touggourt a une bonne gestion.

Références Bibliographiques

- ✓ **Belksier Mohamed Salah, Chaab Salah, Abour Fella:** Qualité hydro chimique des eaux de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de sa vulnérabilité à la pollution Sahara. Rev. Sci. Technol., Synthèse 32: 42 -57 (2016).
- ✓ **Belksier Mohamed Salah, Zeddouri Aziez, Halassa Younes et Kechiched Rabah., 2018. Characterization and geostatistical mapping of water salinity:** A case study of terminal complex in the Oued Righ Valley (southern Algeria), Citation: AIP Conference Proceedings 1968, 030027 (2018); doi: 10.1063/1.5039214 View online: <https://doi.org/10.1063/1.5039214>
- ✓ **BENMOUSSA. K, BELAOUDMOU. M,** 24/06/2013, Contribution à l'étude des sols de la région d'Oued Righ et leur interaction avec la végétation. P7.
- ✓ **BOUABDALLAH. H, FELKAT. O, 2018,** Actualisation et Étude Comparative de la Typologie Physico-chimique des Eaux des Aquifères de l'Oued Righ (Sud algérien). P7 et de p22 jusqu'à 47.
- ✓ **BOULAHALH, SMAILIO et ZERROUKI.S.** Inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture. P2 et p3.
- ✓ **Bouselsal, B (2016) :** Etude hydrogéologique et hydrochimique de l'aquifère libre d'El Oued souf (SE Algérie), Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba-126-156 p.
- ✓ **BOUSSAADA. N, 2007. Evaluation des ressources en eau et modes de gestion dans la vallée d'oued Righ. Mémoire de Magister, option: hydrogéologie. Univ. Annaba, 24p.**
- ✓ **GHETTAS.N. Epuration des Eaux Usées:** Cas de la Ville de Touggourt. De p2 jusqu'à p18, de p 26 jusqu'à p 29, p 32, et p67.
- ✓ **KHOUDRANE. M, MANSOURI. B, 06-2018,** Caractérisation géochimique des eaux de complexe terminal de la région de Touggourt. P3 et de p7 jusqu'au 22.
- ✓ **ONA, 2000. Office Nationale d'Assainissement (secteur de Ouargla), traitement de la station, mode opératoire, station d'épuration Ouargla.**
- ✓ **ONA, Office Nationale d'Assainissement (secteur de Touggourt), les paramètres physico-chimiques, processus d'exploitation de STEP Touggourt.**
- ✓ **Organisation administrative et territoriale de la wilaya de Ouargla de 1962 a 2018.la superficie et la population.**

https://mawdoo3.com/تُعرف_الماء_القوي