

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ahmed Draïa Adrar



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :
Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Thème :

**Evaluation de la qualité des eaux des puits à usage
agricole dans la région d'adrar**

Préparé par :

Mlle. MEDIANI Rachida

Mme. BEKRAOUI Imaane

Membres de jury d'évaluation :

M. DAHMANI Siham	Président	MAB	Univ. Adrar
M. SLIMANI Said	Encadreur	MAA	Univ. Adrar
M. RAHMOUNI Mostafa	Examineur	MAA	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2019/2020



Remerciements

Remercie, en premier lieu, «ALLAH » le tout puissant de nous avoir donnés La
volonté et la

patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères
remerciements à notre encadreur SLIMANI Saïd, pour son savoir-faire, ses conseils,
sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle
il nous a suivi pendant ce travail.

Nous remercions également les membres de jury et tous nos enseignants du master
génie
Chimique.

Nous tenons également à remercier tous les enseignants de notre université Ahmed
Draya ADRAR pour nous avoir formés.

Enfin, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous nos amis pour leurs
encouragements et les étudiants de 2eme
année master génie chimique promo 2020



DEDICACE

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné

le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce

travail que je dédie :

À ma mère qui a été pour moi un appui dans tous les domaines, Au cours de ma vie,
et qui m'a dirigé sur la vie de l'espoir et de la persévérance.

A mon père Les mots me manquent pour t'exprimer toute

Ma reconnaissance. J'ai toujours trouvé auprès de toi, compréhension et soutien.

A mon marie

À mes frères

À toutes mes sœurs chaque' une pars son nom.

À toute la famille BEKRAOUI et REGGANI et ABDERAHIM et CHERFAOUI

JMAANE



DEDICACE

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

*Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné
le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce
travail que je dédie*

*À ma mère qui a été pour moi un appui dans tous les domaines, Au cours de ma vie,
et qui m'a dirigé sur la vie de l'espoir et de la persévérance.*

*A mon père Les mots me manquent pour t'exprimer toute
Ma reconnaissance. J'ai toujours trouvé auprès de toi, compréhension et soutien.*

À mes frères Fatima, Abd Aziz, Younes, Abd Alkadre, Zakaria .

A mes meilleurs amis: Naima, Ikram, Houria, Hadjer, Ibtessame, Fatima, Hafessa

A mes oncles et tantes

À toute la famille Mediani, Ben Amrani et Mehjoubi

RACHJDA

Liste des tableaux

N de tableau	Titre de tableau	Page
Chapitre I		
TableauI.1	Températures moyennes annuelle	4
TableauI.2	Températures moyennes mensuelles	5
TableauI.3	précipitation moyennes annuelles	7
TableauI.4	précipitation moyennes mensuelles	7
TableauI.5	Moyenne annuelles d'humidités de l'air	8
TableauI.6	Moyennes mensuelles d'humidité de l'air	9
TableauI.7	vitesse annuelle de la vitesse du vent	11
TableauI.8	les moyennes mensuelles de la vitesse du vent	11
Chapitre II		
TableauII.1	Caractéristiques du système aquifère du Sahara septentrional	18
TableauII.2	Estimation de la recharge du CI (bassin occidental)	21
TableauII.3	critères de sélection des zones favorables de l'aquifère du CI	23
Chapitre IV		
Tableau IV.1	Représente les valeurs du pH des puits	41
Tableau IV.2	Représente les valeurs du (EC) des puits	41
Tableau IV.3	Représente les valeurs du turbidité eau brute NTU des puits.	42
Tableau IV.4	Représente les valeurs du Résidu sec des puits.	42
Tableau IV.5	Représente les valeurs du (NH ⁴⁺) des puits.	42
Tableau IV.6	Représente les valeurs du (NO ₂ ⁻) des puits.	42
Tableau IV.7	Représente les valeurs du (NO ₃ ⁻) des puits.	43
Tableau IV.8	Représente les valeurs du (PO ₄ ⁻) des puits.	43
Tableau IV.9	Représente les valeurs du Mat. Ox des puits.	43
Tableau IV.10	Représente les valeurs du (Ca ⁺⁺) des puits.	44
Tableau IV.11	Représente les valeurs du (Mg ⁺⁺) des puits.	44
Tableau IV.12	Représente les valeurs du (Na ⁺) des puits.	44
Tableau IV.13	Représente les valeurs du (K ⁺) des puits.	45
Tableau IV.14	Représente les valeurs du (Cl ⁻) des puits.	45
Tableau IV.15	Représente les valeurs du (SO ₄ ⁻²) des puits.	45

Tableau IV.16	Représente les valeurs du (HCO_3^-) des puits.	46
Tableau IV.17	Représente les valeurs du (SiO_2) des puits.	46
Tableau IV.18	Représente les valeurs du (TH) des puits.	46
Tableau IV.19	Représente les valeurs du TAC des puits.	46
Tableau IV.20	Représente les valeurs du TA des puits.	47
Tableau IV.21	Représente les valeurs de la minéralisation des puits.	47
Tableau IV.22	Représente les valeurs du Somme des ions des puits.	47

Liste des figures

N°	Titre de figure	Page
Chapitre I		
Figure I.1	Situation géographique de la zone étude	3
Figure I.2	Variations moyennes annuelles des températures	5
Figure I.3	Variations moyennes mensuelles des températures	6
Figure I.4	Précipitations moyennes annuelles	7
Figure I.5	Précipitations moyennes mensuelles	8
Figure I.6	Les moyennes annuelles d'humidité relative de l'air (en %).	9
Figure I.7	Les moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air (en %).	10
Figure I.8	Variation des moyennes annuelles de la vitesse du vent (km/h).	11
Figure I.9	Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (km/h).	12
Chapitre II		
Figure II.1	Carte Hydrogéologique du Sahara Nord Occidental	18
Figure II.2	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara	19
Figure II.3	Situation du CI dans le Sahara septentrional (OSS, 2003	19
Figure II.4	Les sens d'écoulement des eaux de deux systèmes aquifères du Sahara, le CT et le CI	22
Figure II.5	les Zones favorables du CI selon SASS 2002	23
Figure II.6	Carte piézométrique du Continental Intercalaire, projet du OSS	25
Chapitre III		
Figure III.1	pH-mètres.	29
Figure III.2	Conductivité mètre.	29
Figure III.3	Dosage de chlorures	30
Figure III.4	Dosage des nitrates.	32
Figure III.5	Dosage de nitrite.	33
Figure III.6	Dosage de l'Azote ammoniacal.	34
Figure III.7	Dosage des phosphates (PO_4^{-3}).	35
Figure III.8	Echauffement du mélange (échantillon +réactif).	36
Figure III. 9	Incubation des flacons.	37

Abréviation

ANRH : Agence nationale des ressources hydrauliques.

CI : Continental Intercalaire.

CT : Complexe terminal.

PH : Potentiel Hydrogène

SASS : Système Aquifère Du Sahara Septentrional.

SI : Système d'information.

Pr : Précipitation.

T : Température.

Hr : Humidité relative.

VV : Vitesse du vent.

OSS : Observatoire du Sahara du Sahel.

UNESCO: United Nation Education Science Culture and Organization.

E.D.T. A. : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

NTU: Nephelometric Turbidity Unit.

TH: La dureté.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC: Titre Alcalimétrique Complet.

OMS: organisation mondiale de la santé.

Résumé

La qualité de l'eau est une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et a ratifié de nombreux protocoles et conventions internationaux pour sa protection et sa préservation.

Afin de se mettre dans de tel contexte, l'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de puits de la région d'Adrar. L'évaluation de la qualité de ces eaux s'est basée sur les mesures de la température (T°), du pH, de la conductivité électrique (CE) et sur les dosages de la dureté totale (TH), du calcium (Ca^{2+}), des chlorures (Cl^{-}), des nitrates (NO_3^{-}) et des nitrites (NO_2^{-}).

Les résultats ont montré que les eaux testées sont salines.

Mots clés : Eaux, Puits, Physico-chimique, Qualité, Adrar.

Summary

Water quality is one of the permanent concerns of the human being who has devoted complete legislation to it and ratified many international protocols and conventions to protect and preserve it.

In order to place ourselves in this context, the aim of our study is to assess the physical and chemical quality of well water in the adrar region. The evaluation of the quality of this water was based on measurements of temperature (T), PH and electrical conductivity (EC), and on the determination of total hardness (TH), calcium, chlorides and nitrates (NO_3^{-}).

The results showed that the tested waters are saline.

Key word: had, wells, physical-chemical, quality, adrar.

ملخص

تعد جودة المياه من الاهتمامات الدائمة للإنسان الذي كرس لها تشريعا كاملا وصادق على العديد من البروتوكولات والاتفاقيات الدولية لحمايتها والحفاظ عليها. من اجل هذا وضعنا أنفسنا في هذا السياق، فان الهدف من دراستنا هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الآبار في منطقة ادرار. استند تقييم جودة هذه المياه إلى قياسات درجة الحرارة (T)، ودرجة الحموضة والتوصيل الكهربائي (EC)، وعلى تحديد الصلابة الكلية (TH)، والكالسيوم والكلوريدات والنترات (NO_3^{-}). أظهرت النتائج أن المياه المختبرة مالحة.

الكلمات المفتاحية: مياه، آبار، فيزيائية-كيميائية، جودة، ادرار.

Table des Matières

Introduction général

CHAPITRE I: CONTEXTE GENERAL

I.1 Introduction	3
I.2 Situation géographique.....	3
I.3 Aspect climatique	4
I.3.1 Température	4
I.3.2 Les précipitations.....	6
a) Précipitation moyennes annuelles	6
b) Précipitations moyennes mensuelles	7
I.3.3 L'humidité relative de l'air	8
a) les moyennes annuelles d'humidités relative de l'air (Hr %)	8
b) les moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air (Hr %)	9
I.3.4 Le vent	10
a) Vitesse annuelle de la vitesse du vent	11
b) Moyennes mensuelles de la vitesse du vent.....	11
I.4 Aspect géomorphologique.....	12
a) Le Plateau.....	12
b) les sebkhas	12
c) L'Erg	12
d) Le Reg.....	13
e) Les terrasses d'apport éolien	13
f) Les Hamadas	13

g) Réseau hydrographique.....	13
I.5 conclusion.....	13
CHAPITRE II: SYSTÈME AQUIFÈRE	
II.1 Introduction	15
II.2.1 Définition des aquifères.....	15
II.2.2 Définition des nappes	15
II.3 Types des aquifères	15
a) Aquifère fissuré.....	15
b) Aquifère karstique.....	16
c) Aquifère volcanique	16
II.4 Système SASS.....	17
II.4.1 Caractéristique de système aquifère	17
II.5 Nappe CI	20
II.5.1 Caractéristiques principales de la nappe du Continental Intercalaire.....	20
II.5.1.1 L'alimentation du (CI).....	20
II.5.1.2 Direction d'écoulement du (CI).....	21
II.5.1.3 Les exutoires du Continental Intercalaire (CI)	22
II.5.2 La morphologie de nappe (CI) dans la région d'étude :	22
II.6 Puits.....	24
II.6.1 Généralités sur les forages d'eau.....	24
II.6.2 Définitions des puits	24
II.7 Carte piézométrique de la zone d'étude	24
II.7.1 Définition d'un piézomètre.....	24
II.7.2 Importance de la carte piézométrique.....	25
II.8 Conclusion.....	26

CHAPITRE III: QUALITE DES EAUX DE PUIITS A USAGE AGRICOLE

III.1 Introduction.....	28
III.2 Les analyses physico-chimiques :	28
III.2.1 Les analyses physiques :	28
III.2.1.1 La température (T) :	28
III.2.1.2 pH	28
A) Principe	28
B) Matériel utilisé	28
C) Mode opératoire	28
III.2.1.3 Mesure de la conductivité :	29
A) Matériel utilisé	29
B) Mode opératoire	29
III.2.2. Analyse des anions :	30
III.2.2.1 Dosage de chlorures	30
III.2.2.2 Dosage des sulfates.....	30
A) Principe	30
B) Réactifs	31
C) Mode opératoire	31
III.2.2.3 Dosage des nitrates.....	31
A) Principe.....	31
B) Matériel utilisé.....	31
C) Mode opératoire.....	31
III.2.2.4 Dosage des nitrites	32
A) Principe.....	32
B) Matériel utilisé.....	32
C) Mode opératoire :	32
III.2.2.5 Dosage de l'Azote ammoniacal :	33

a) Principe :	33
b) Mode opératoire :	33
III.2.2.6 Dosage des phosphates (PO_4^{-3})	34
A)Principe :	34
B)Mode opératoire :	34
III.2.2.7 Détermination de la demande chimique en oxygène :	35
A)Principe :	35
B)Mode opératoire.....	35
C)Matériel utilisé.....	36
III.2.2.8Détermination de la demande biochimique en oxygène	36
A) Principe :	36
B) Mode opératoire :	37
III.3 conclusion	38

CHAPITRE IV: Caractéristiques physico-chimiques

IV.1 Introduction	40
IV.2 Caractéristiques physico-chimiques.....	40
IV.2.1 La température (C°) :	40
IV.2.2 Potentiel Hydrogène (pH) :	40
IV.2.3 La Conductivité (EC):	41
IV.2.3 Turbidité eau brute NTU :	41
IV.2.4 Résidu Sec:	42
IV.3 Paramètres de pollution	42
IV.3.1 L'Ammonium (NH_4^+):	42
IV.3.2 Les Nitrites (NO_2^-):	42
IV.3.3 Les Nitrates (NO_3^-):	43
IV.3.4 Les Phosphates (PO_4^-):	43

IV.3.5 Mat.Ox. (Mil. AC.) mg/l O ₂ :	43
IV.4 Minéralisation global	43
IV.4.1 Calcium (Ca ⁺⁺) :	43
IV.4.2 Magnésium (Mg ⁺⁺):	44
IV.4.3 Le Sodium (Na ⁺):	44
IV.4.4 Le Potassium (K ⁺):	44
IV.4.5 Les Chlorures (Cl ⁻):	45
IV.4.6 Les Sulfates (SO ₄ ⁻²):	45
IV.4.7 Les Bicarbonates (HCO ₃ ⁻):	45
IV.4.8 La Silice (SiO ₂):	46
IV.4.9 La dureté (TH):	46
IV.4.10 TAC °F:	46
IV.4.11 TA °F:	46
IV.4.12 La minéralisation:	47
IV.4.13 Somme des ions (mg/l) :	47
IV.5 Conclusion	48
Conclusion général	49

Référence Bibliographique

Annexes

Introduction général

Introduction général

Introduction Général

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé.

C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies.

L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie, la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un problème énorme de détérioration de la qualité de cette source souterraine, souvent existante en quantité limitée. Le mécanisme de cette pollution des eaux souterraines est souvent un processus évolutif dans l'espace et dans le temps

Vu cette importance majeure, nous avons essayé d'étudier l'évaluation de la qualité des eaux de puits a usage agricole de la région d'adrar en réalisant un contrôle physico-chimique basé sur les mesures de la température, du pH, de la conductivité électrique et sur les dosages de la dureté totale, du calcium, des chlorures, des nitrates et des nitrites.

Nous avons structuré notre démarche en trois chapitres interdépendants :

Le premier chapitre décrit les différents paramètres climatiques, tels que le type de climat, les précipitations, les températures, etc. de la région Adrar. Le deuxième chapitre décrit les nappes aquifères et le système SASS. Le troisième chapitre est consacré aux méthodes et aux techniques employées et on se termine par un chapitre qui illustre les résultats obtenus.

CHAPITRE I: CONTEXTE

GENERAL

I.1 Introduction

Ce chapitre été établir pour but à montrer les caractéristiques morphologiques et climatiques sur la région d'étude Adrar. Parmi les éléments climatiques on peut citer la température, le vent et l'humidité.

Ces éléments jouent un rôle très important et principale dans l'explication de scenario générale de la région d'étude.

I.2 Situation géographique

La wilaya d'Adrar se situe dans la partie centrale du Sahara algérien, elle s'étend sur une superficie de 427968 km², Elle est limitée au nord par la wilaya d'El-Bayad, Nord-ouest par la wilaya de Bechar, l'ouest par la wilaya de Tindouf, au sud par le Mali, Sud- Ouest par la Mauritanie, au Sud-Est par la wilaya de Tamanrasset et au Nord-est par la wilaya de Ghardaïa.

Les coordonnées géographiques d'Adrar sont comprises entre 3°14'E et 1° 22'W pour longitude (Benhamida S, 2015) ; et 26°30'et 28°30' au Nord pour l'altitude (Settou, 2013) soit une altitude moyenne de 222 m (Hidaoui Ahlam, 2015).

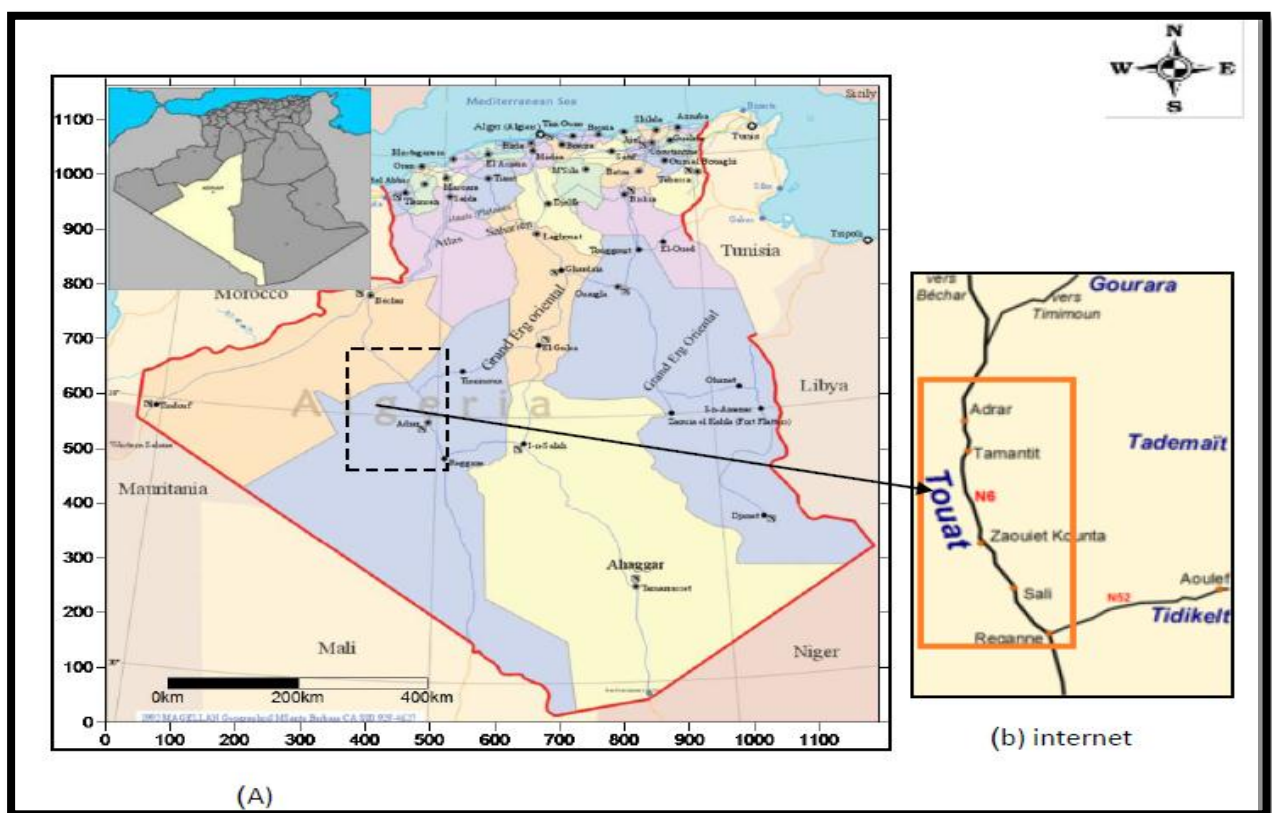


Figure I.1: Situation géographique de la zone étude (Settou, 2013).

I.3 Aspect climatique

La région d'Adrar se caractérise par un climat très sec, la rareté des précipitations rend les terres très hostiles.

Pour traiter le volet climatique, nous avons utilisé seulement les données de la station d'Adrar, vue l'inexistence des données climatiques pour la région de Reggane et l'éloignement des autres stations à savoir (In Salah à 400 km et Timimoun à 200 km). (Benhamza, 2012).

I.3.1 Température

La température est un élément fondamental du climat, sa variation influe sur la transformation de l'eau en vapeur, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol, elle influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux. Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique, c'est un facteur principal qui conditionne le climat de la région. (Benhamza, 2012). L'analyse des températures sera faite à partir des données de la station d'Adrar pour la période allant de 2010 à 2020.

- **Température maximale:** C'est la température la plus élevée atteinte par l'atmosphère en variation diurne.
- **Température minimale:** C'est la température la plus basse atteinte par l'atmosphère en variation diurne.
- **Température moyenne:** Il représente l'état moyen de la température de l'atmosphère pendant 24 heures par jour.

a) Variations des températures moyennes annuelles

La figure I.2 et le tableau I.1 ci-dessous présente la répartition des températures, moyenne minimale (T°C min), moyenne annuelle (T°C moyen), ainsi que la moyenne maximale (T°C max) pour une série de 10 ans 2010 à 2020 d'observation.

Tableau I.1: Températures moyennes annuelle (2010 – 2020).

Année	T°C max	T°C moy	T°C min	Année	T°C max	T°C moy	T°C min
2010	34.3	27.4	18.8	2015	34	26.2	18
2011	33.6	26	17.6	2016	34.3	26.6	18.2
2012	33.5	25.8	17.2	2017	33.9	26.4	18.3
2013	33.9	25.9	17.3	2018	33.4	26.1	18.1
2014	34.5	26.6	18.3	2019	33.5	26.9	17.4

<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-606200.html>

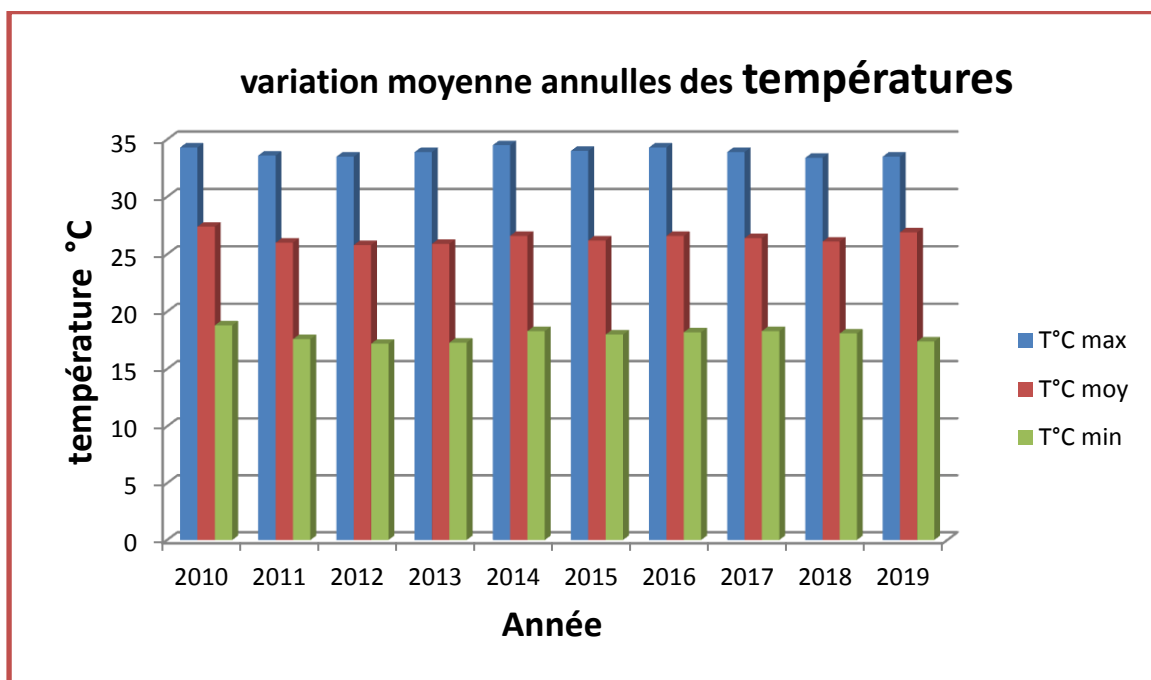


Figure I.2 : Variations moyennes annuelles des températures.

L’analyse des données de la température moyenne annuelle montre que l’année la plus chaude est l’année 2010 avec une température moyenne annuelle de 27.4°C et que l’année la plus froide est l’année 2012 avec une température moyenne annuelle de 17.2°C.

b) Variations des températures moyennes mensuelles

Les valeurs de la température enregistrées sont présentées dans le tableau 2 et l’histogramme figuré dans la figure I.3.

Tableau I.2 : Températures moyennes mensuelles (2010-2020).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T°C	13.48	16.1	21.02	26.65	31.23	35.41	38.87	37.56	34.02	27.02	19.26	14.94

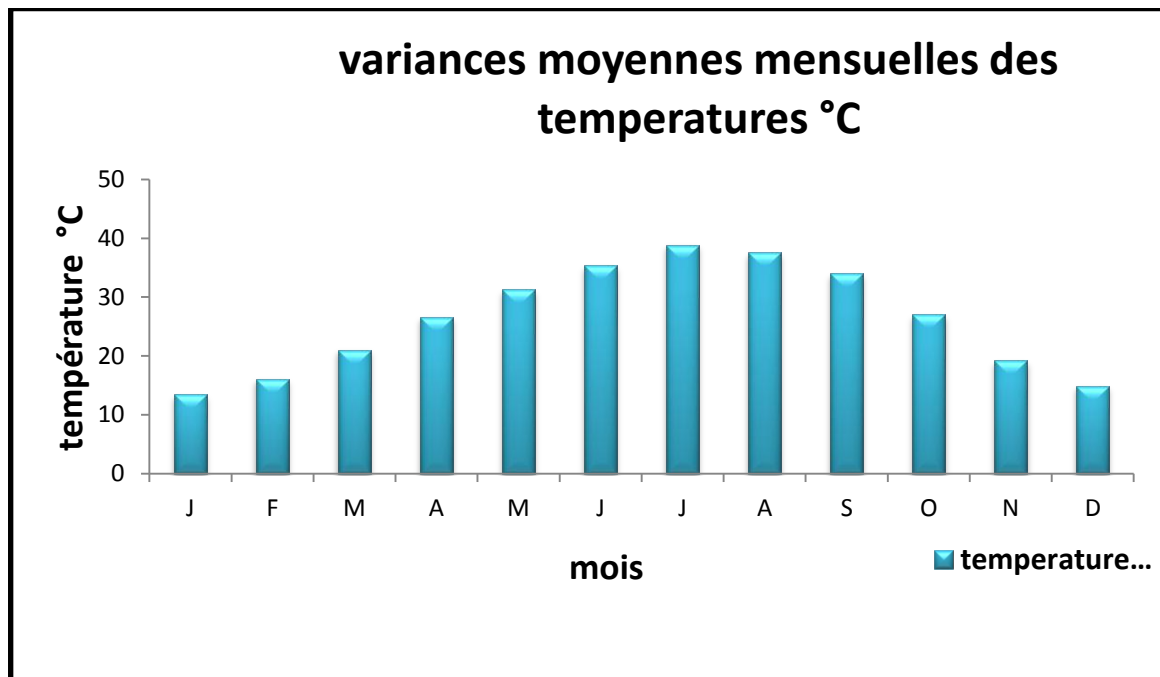


Figure I.3: Variations moyennes mensuelles des températures.

L'analyse de l'histogramme des températures moyennes mensuelles montre que le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne de l'ordre de 38.87°C, en revanche le mois le plus froid c'est le mois de Janvier avec une température moyenne de l'ordre de 13.48°C, la température moyenne mensuelle est de l'ordre de 26.17°C.

I.3.2 Les précipitations

Par définition, c'est la quantité d'eau recueillie pendant 24 heures (quelle qu'en soit la qualité : pluie, neige etc.). (Souddi M, Bahaida Z, 2019)

La faiblesse de la pluviosité est le caractère fondamental des régions sahariennes, la figure I.4 ci-dessus montre que les précipitations annuelles sont très faibles et ne dépassent guère les 50 mm/an dans toute la région allant d'El Goléa à In Salah. (Benhamza, 2000).

a) Précipitation moyennes annuelles

L'analyse de la tableau I.3 des variations interannuelles des précipitations, sur une période de 10 ans (2010-2020), montre que l'année 2017 est la plus arrosée avec des précipitations moyennes de l'ordre de 26.94 mm/an et que l'année 2016 est la plus sèche avec des précipitations moyennes de l'ordre de 0.25 mm/an, les précipitations moyenne interannuelles sont de 13.59 mm/an.

Tableau I.3: précipitation moyennes annuelles (2010-2020).

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pr(mm)	0.74	4.58	2.04	1.78	6.61	9.9	0.25	26.94	3.59	4.32

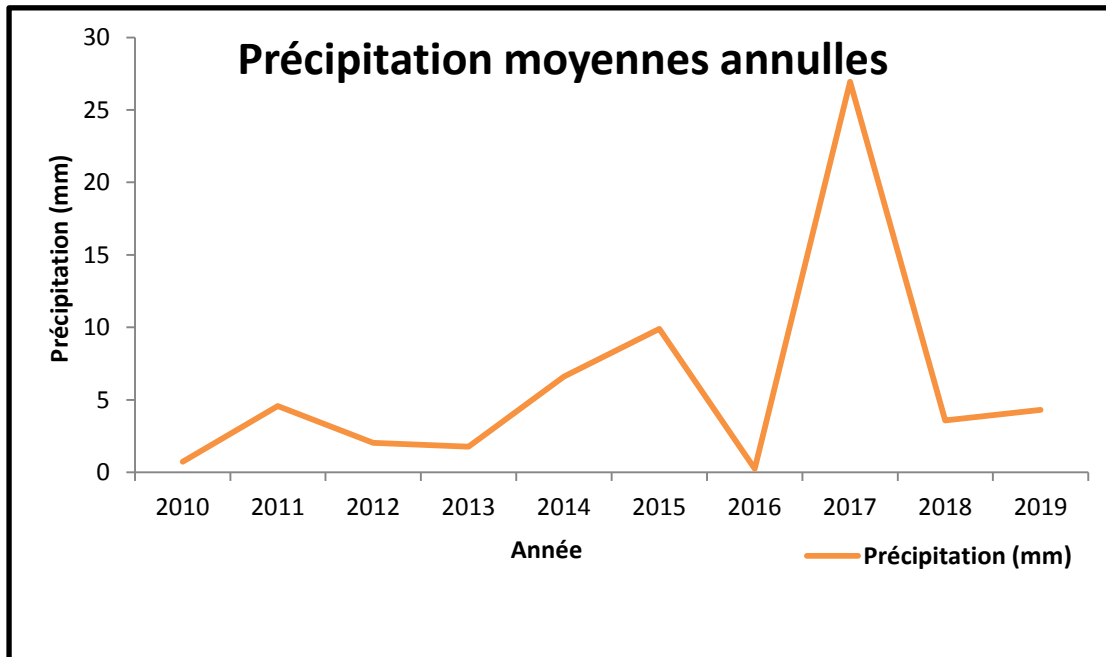


Figure I.4: Précipitations moyennes annuelles.

b) Précipitations moyennes mensuelles

Tableau I.4 : précipitation moyennes mensuelles (2010-2020).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pr(mm)	0.31	0.45	0.45	0.20	0.68	0.20	0.10	1.17	4.44	0.30	0.45	1.22

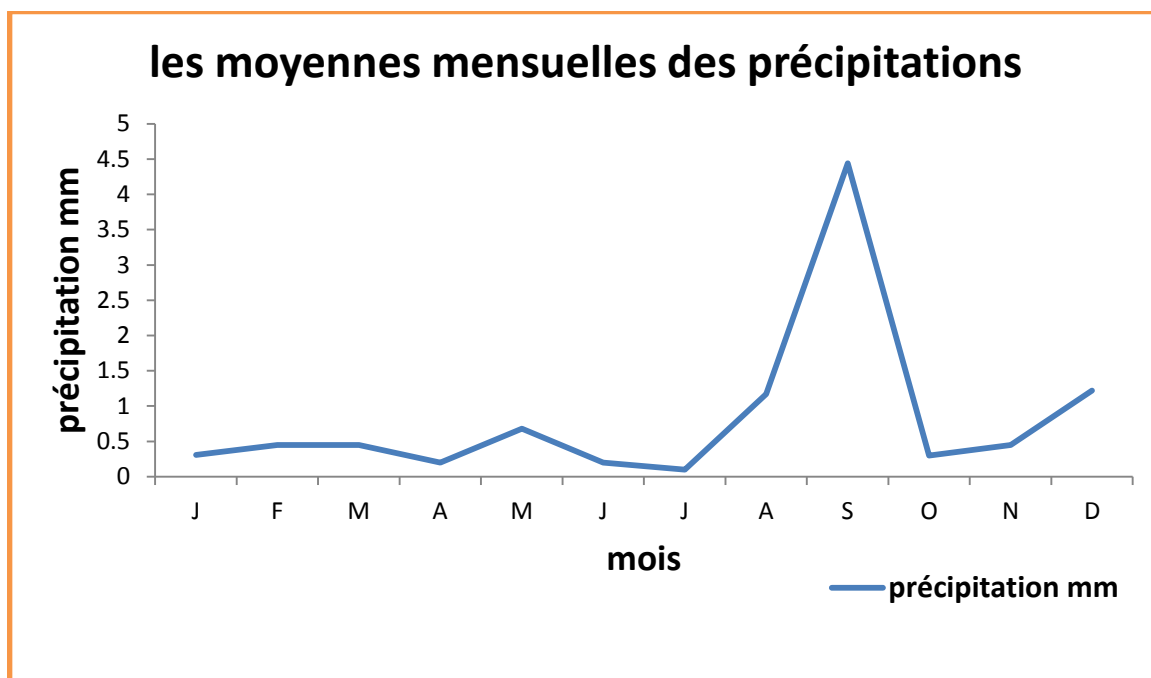


Figure I.5: Précipitations moyennes mensuelles.

La figure I.5 montre les variations des moyennes mensuelles des précipitations sur une période de 10 ans (2010 -2020). Le mois de Septembre est le mois le plus arrosé avec 4.44 mm de précipitation et le mois de Juillet comme le mois le plus sec avec 0.1mm La moyenne mensuelle est de l'ordre de 1.34 mm/mois.

I.3.3 L'humidité relative de l'air

L'humidité est le taux d'eau présenté dans l'air et elle intervient dans la possibilité de formation des nuages et des précipitations.

L'humidité relative est le rapport entre le volume de vapeur d'eau dans une quantité d'air donnée à une certaine température et la quantité maximale que ce même volume pourrait contenir à cette même température (Mohammed, 2015).

a) les moyennes annuelles d'humidités relative de l'air (Hr %)

Tableau I.5 : Moyenne annuelles d'humidités de l'air (2020-2020).

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hr(%)	22.18	22	21.54	22.33	22.94	24.28	19.18	20.03	21.25	21.3

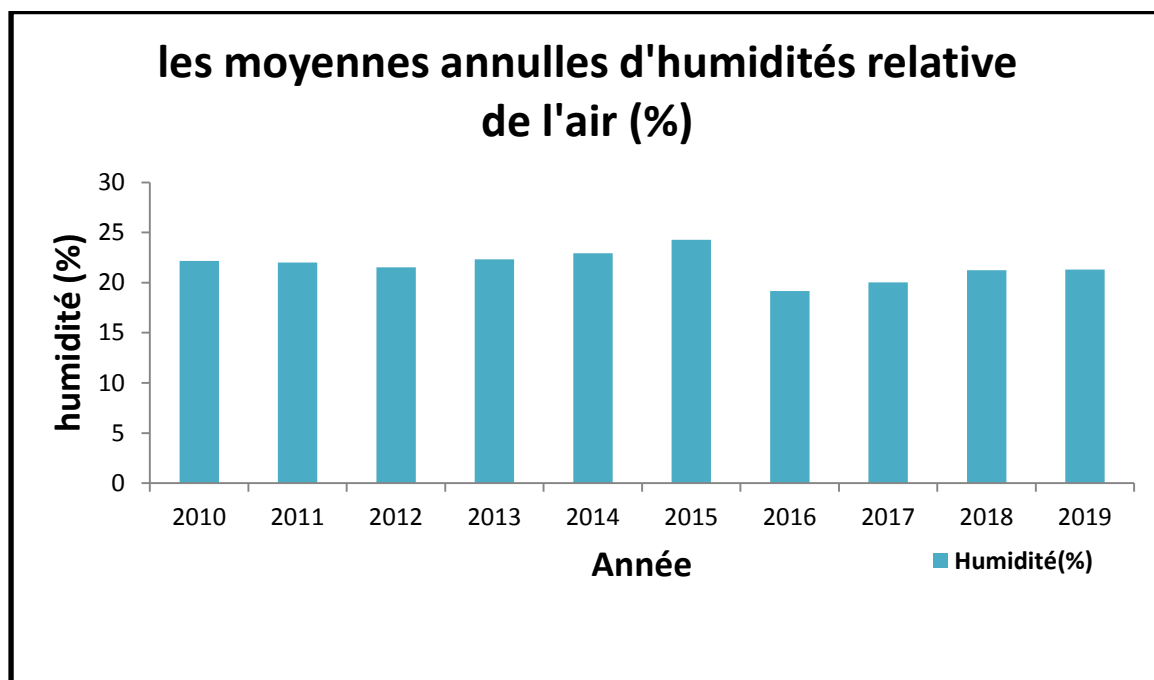


Figure I.6: Les moyennes annuelles d’humidité relative de l’air (en %).

la figure I.6 montre les variation des moyennes annuelles d’humidité relative de l’air, sur une période de 10 ans (2010-2020), montre que l’année 2015 est la plus arrosée avec d’humidité moyennes de l’ordre de 24.28 (%) et que l’année 2016 est la plus sèche avec d’humidité moyennes de l’ordre de 19.18 (%), l’humidité moyenne interannuelles sont de 21.99(%).

b) les moyennes mensuelles d’humidité relative de l’air (Hr %)

Le tableau I.6 : représente les variations de l’humidité moyenne mensuelle pendant la période 2010-2020.

Tableau I.6: Moyennes mensuelles d’humidité de l’air (2010-2020).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr (%)	31.44	24.31	20.42	17.25	14.56	12.25	10.68	13.67	19.42	25.89	32.24	38.68

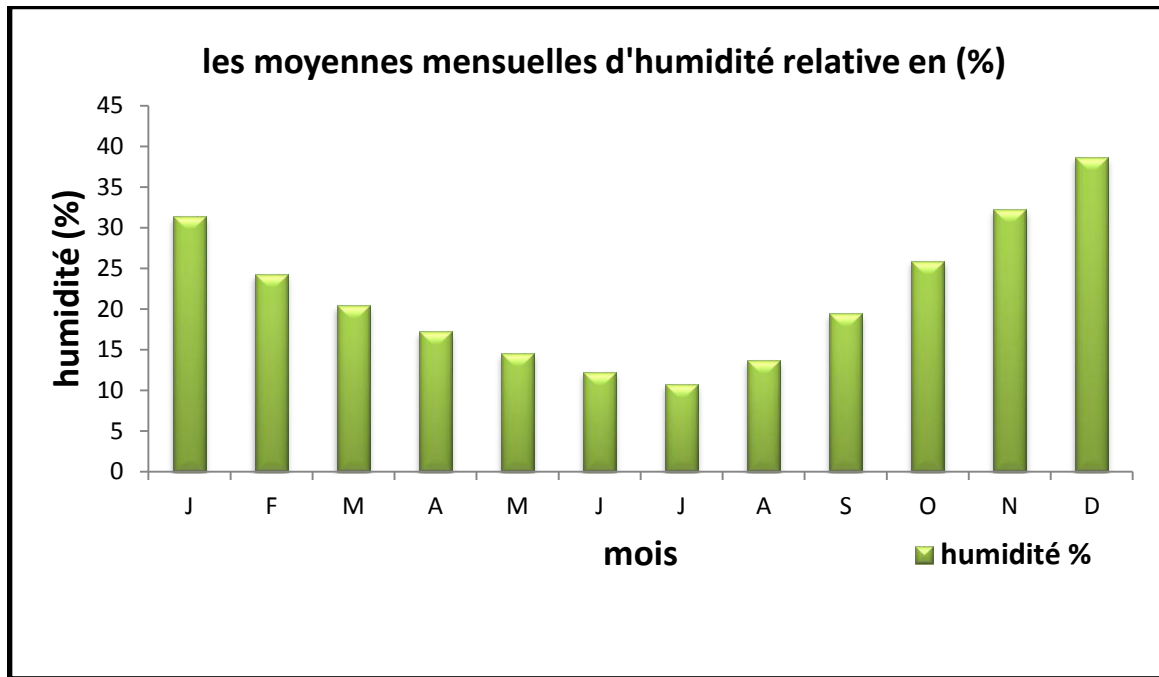


Figure I.7: Les moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air (en %).

L'humidité atteint son maximum au mois de décembre avec une valeur de 38.68% et son minimum au mois de juillet avec une valeur de 10.68%.

I.3.4 Le vent

Phénomène caractérisé par un déplacement d'air plus ou moins important, de direction variable, dans les couches élevées de l'atmosphère comme à la surface du globe, ayant pour origine une différence de pression entre deux régions de l'atmosphère à laquelle peuvent s'ajouter, à la surface du globe, des causes d'ordre géographique (relief, littoral, etc.). (Zeyneb, Mebarka, 2019).

- **Vitesse du vent**

La région d'Adrar est très venteuse, avec des vents particulièrement violents. Le tableau.

Représente les moyennes mensuelles de la vitesse du vent durant la période 2010 à 2020.

a) Vitesse annuelle de la vitesse du vent

Tableau I.7: vitesse annuelle de la vitesse du vent (2010-2020).

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
VV (km/h)	23.66	21	20.8	20	19	19	18.7	19.5	18.8	18.4

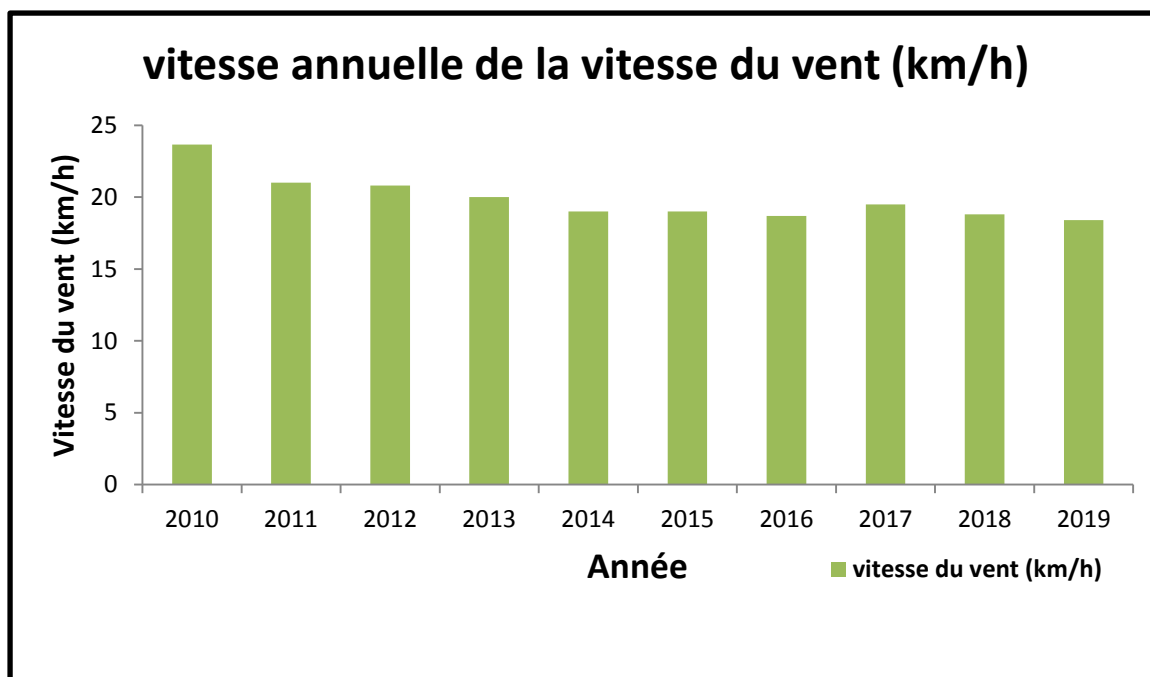


Figure I.8: vitesse annuelle de la vitesse du vent (km/h).

la figure I.8 montre les variation des vitesse annuelles de la vitesse du vent, sur une période de 10 ans (2010-2020), montre que l'année 2010 est la plus arrosée avec des vitesse du vent moyennes de l'ordre de 23.66 (km/h) et que l'année 2019 est la plus sèche avec des vitesse du vent moyennes de l'ordre de 18.4 (km/h), les vitesse du vent moyenne interannuelles sont de 21.03 (km/h).

b) Moyennes mensuelles de la vitesse du vent

Tableau I.8: les moyennes mensuelles de la vitesse du vent (2010-2020).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
VV(km/h)	17.8 9	20.1 5	21.2 2	21. 3	21.4 7	19.9 4	21.0 7	20.9 5	18.3 6	18. 4	17.6 3	19.7 3

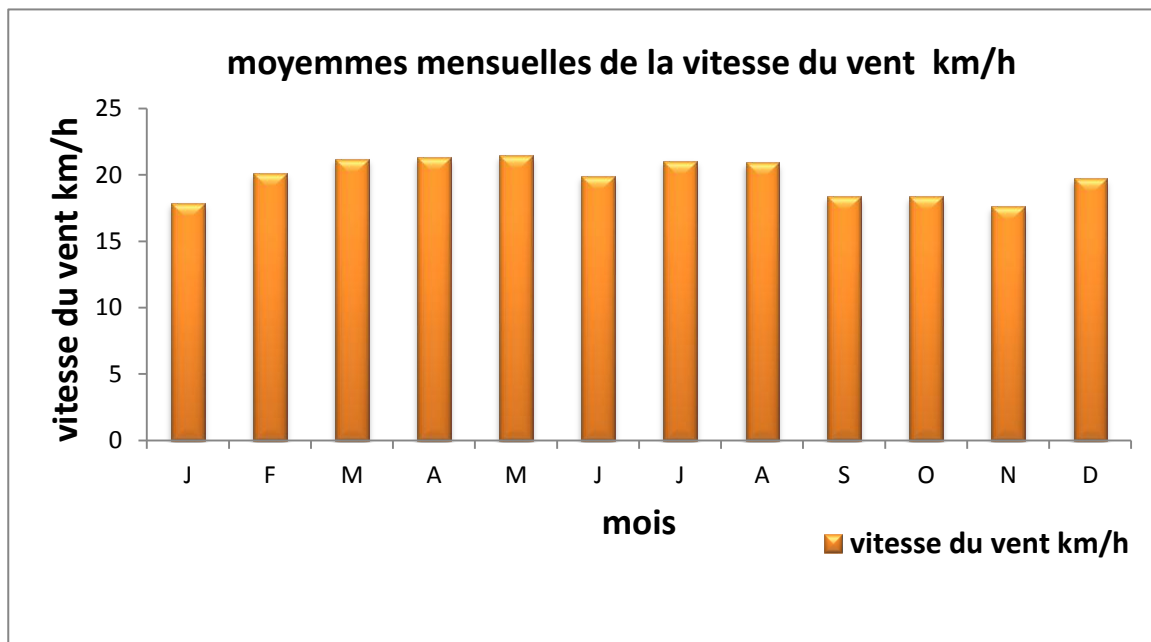


Figure I.9: Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (km/h).

A partir de la figure I.9 : la vitesse du vent est inférieure à 17.63 km/h pendant les mois de Novembre.

Le vent de sable, est le vent qui transporte le sable d'un endroit à un autre.

I.4 Aspect géomorphologique

Le secteur d'étude fait partie d'une grande zone allongée sensiblement orientée Est-Ouest, elle renferme quelques traits morphologiques, on trouve :

a) Le Plateau

Il limite la zone d'étude à l'Est (plateau de Tademaït) d'une forme tabulaire rocheuse. (Banaceur Omar, 2016).

b) les sebkhas

Les sebkhas sont des successions de petites sebkhas, généralement non communicantes, qui marquent la limite occidentale de la dépression et constitue l'exutoire naturel des eaux de la nappe aquifère (Hidaoui Ahlam, 2015).

c) L'Erg

L'Erg est représenté par de massives dunes de sable à l'Ouest de la région d'étude (Erg Echache) et au Nord par le Grand Erg Occidental, d'autres petits Ergs abritent une

végétation éphémère où sont formés artificiellement par des obstacles installés contre la progression des dunes de sable vers la palmeraie. Ils sont dispersés dans toute la région d'étude. (Benhamza, 2000).

d) Le Reg

C'est une surface plane couverte de gravier, sable et des débris de roches, il limite la zone au Sud. (Benhamza, 2000).

e) Les terrasses d'apport éolien

D'après la nature des roches et la force la vitesse du vent (agent érosif), les terrasses sont classées selon leur importance. Dans la région de Touat elles se sont formées au cours du Quaternaire. (Hidaoui Ahlam, 2015).

f) Les Hamadas

Ce sont des plateaux rocheux à topographie très monotone, souvent plate à perte de vue. (Souddi M, Bahaida Z, 2019).

g) Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique d'Adrar qui fait partie du bassin occidental du Sahara Septentrional témoigne des écoulements endoréiques de surface au cours des périodes humides du Quaternaire cette zone d'étude est drainée par deux principaux oueds : Oued Messaoud (l'ancien affluent de la rive gauche de l'oued Saoura) et Oued Tilia (draine le versant occidental du plateau Crétacé du Tademaït, il passe au sud de la commune de Timmi) (Mohamed, 2017).

I.5 conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer la nature et la morphologie de la région d'Adrar. On constate que notre région d'étude est localisée dans un climat chaud en été avec un peu d'humidité en hiver et une évaporation remarquable durant l'année.

***CHAPITRE II: SYSTÈME
AQUIFÈRE***

II.1 Introduction

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol.

L'eau souterraine est une ressource naturelle très importante. Il est la principale source d'eau pour l'irrigation et l'industrie alimentaire. ... Dans les conditions naturelles, l'eau souterraine est généralement potable et ne nécessite quasiment pas de traitement avant la distribution et l'utilisation. La bonne qualité de l'eau est le résultat de la protection des sols et des roches dans la zone non saturée au-dessus de la nappe phréatique (Rouisse Amina, 2010).

II.2.1 Définition des aquifères

L'aquifère est une nappe d'eau souterraine contenue dans un sol ou une roche réservoir originellement poreuse ou fissurée, et suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement (Centre nation de ressources textuelles et lexicales, 2016).

II.2.2 Définition des nappes

Une nappe souterraine est une masse d'eau contenue dans les interstices ou fissures du sous-sol. On distingue deux types de nappe : libre ou phréatique et captive. Les nappes captives sont piégées sous des formations géologiques imperméables. Le niveau des nappes peut varier en fonction des infiltrations et des prélèvements d'eau (Rouisse Amina, 2010).

II.3 Types des aquifères

On distingue deux types des aquifères soit les aquifères captives (lamellées) et les aquifères libres (poreux) cette dernière est déclinée à ce que suit :

a) Aquifère fissuré

Dans les aquifères fissurés ou dits à porosité de fissure, l'écoulement des eaux souterraines s'effectue de manière préférentiel et prépondérante le long des fractures, des diaclases et des failles. Ces aquifères sont constitués de roches cristallines d'origines plutonique (ex. granite, ...) ou métamorphique (ex. gneiss, schistes, micaschistes, ...).

Encore appelé aquifère de socle, ce milieu comprend du haut vers le bas :

- une cuirasse ferrugineuse ou bauxitique, d'épaisseur métrique ;
- des altérites meubles résultant de l'altération de la roche originelle, cette couche est à faible perméabilité.
- un horizon fissuré de bonne perméabilité du fait de la présence des fractures.
- un substratum rocheux sain sous-jacent. (Gestion des eaux souterraines).

b) Aquifère karstique

Les aquifères karstiques se développent dans des formations rocheuses solubles, principalement des carbonates (calcaire, craie, dolomie). La solubilité de roche durant la circulation d'eau souterraine exacerbe les hétérogénéités du milieu avec d'une part des fissures (élargies par la dissolution) très perméables et d'autre part des cavités et des micro-fractures peu perméables.

Un aquifère karstique est constitué de deux zones :

- Une zone d'infiltration :
 - elle contient sur quelques mètres des eaux d'infiltration.
 - c'est une zone non saturée.
 - le stockage des eaux est temporaire.
- Une zone noyée :
 - elle comporte un réseau de drains et des blocs peu perméables.

Cette aquifère présente des vides de grandes dimensions (diamètre en dizaines de m, longueur de quelques kilomètres).

La vitesse d'écoulement des eaux est variable : de quelques cm/h à quelques 100m/h. Le temps de résidence hydraulique est fonction du cycle hydrologique.

(Gestion des eaux souterraines).

c) volcanique

Un aquifère volcanique est une structure très complexe du fait d'une grande diversité de lithologie, de mise en place puis d'évolution.

Elle se caractérise par :

- Un empilement de coulées « larves, scories » sur plusieurs centaines de mètres,
- Une perméabilité d'interstice dans les formations volcano-sédimentaires, basaltiques scoriacées.
- Une perméabilité de fissure issue de laves basaltiques sous forme de fissure de refroidissement.
- Une perméabilité de fracture.
- Une perméabilité de roche issue de la fossilisation des troncs de végétaux.

(Gestion des eaux souterraines).

II.4 Système SASS

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional « SASS » couvre une vaste superficie plus d'un million de km², il est reparti entre trois pays à savoir l'Algérie (700 000 km²), la Tunisie (80 000 km²) et la Libye (220 000 km²). Il s'étend du Nord depuis l'Atlas Saharien jusqu'aux affleurements du Tidikelt et le rebord méridional du Tinrhert au Sud et de l'Ouest depuis la vallée du Guir-Saoura jusqu'au Graben de Hun en Libye à l'Est. Ce bassin renferme une série des couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI).

Le bassin SASS se subdivise en trois sous bassins : le bassin du Grand Erg Occidental à l'Ouest, le bassin du Grand Erg Oriental au centre et le plateau de la Hamada El Hamra à l'Est.

Notre région d'étude fait partie du bassin du Grand l'Erg Occidental, qui englobe dans sa majeure partie la nappe du Continental Intercalaire (CI), cette dernière désigne dans l'histoire stratigraphique, un épisode continental intercalé entre deux cycles sédimentaires marins (C. Kilian) :

- A la base, le cycle essentiellement marin du Paléozoïque qui achève l'orogénèse hercynienne.
- Au sommet, le cycle marin du Crétacé supérieur, résultat de la transgression cénomaniennne. (Benhamza, 2000)

II.4.1 Caractéristique de système aquifère

Le bassin SASS se subdivise en trois sous bassins : le bassin du Grand Erg Occidental à l'Ouest, le bassin du Grand Erg Oriental au centre et le plateau de la Hamada El Hamra à l'Est.

Ce bassin renferme une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). (Souddi M, Bahaida Z, 2019)

Tableau II.1 : Caractéristiques du système aquifère du Sahara septentrional. (Hidaoui Ahlam, 2015)

SASS	Superficie	1.000.000 km ²
	Réserves théorique	60.000 Milliard de m ³
	Recharge théorique	1 Milliard de m ³ /an
	Complexe Terminal	Recharge : 600 Mm ³ /an Toit/Sol* : 100 à 400 m Salinité : 2 à 5 g/L
	Continental Intercalaire	Recharge : 300 Mm ³ /an Toit/Sol* : 50 à 2300 m > 800m sur 60% du réservoir Epaisseur utile : 50-1000m Salinité : 1 à 4,5 g/L Température : 25°C à 70°C.

*: Il semble qu'il s'agisse de l'épaisseur totale

Source (OSS, 2003)

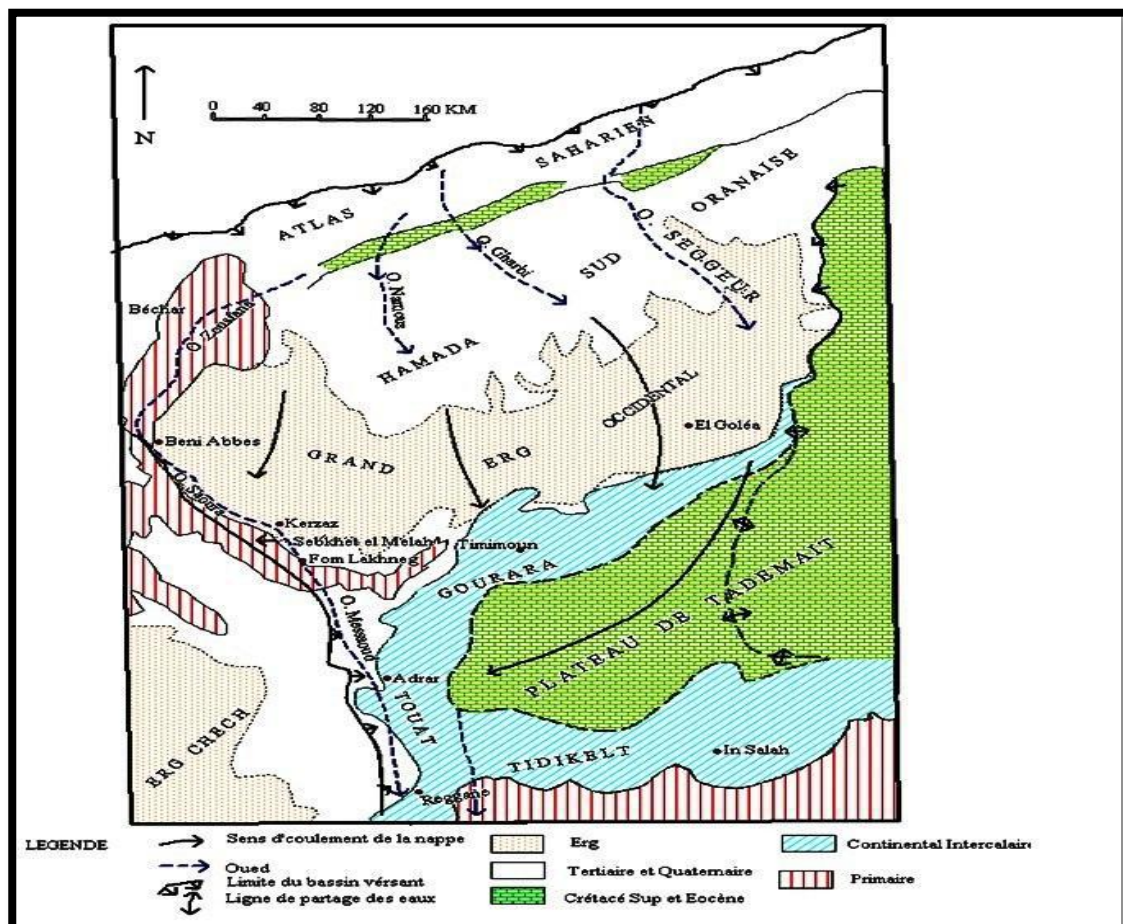


Figure II.1: Carte Hydrogéologique du Sahara Nord Occidental (d'après G. Gonfiantini, et all. Payne, (1974))

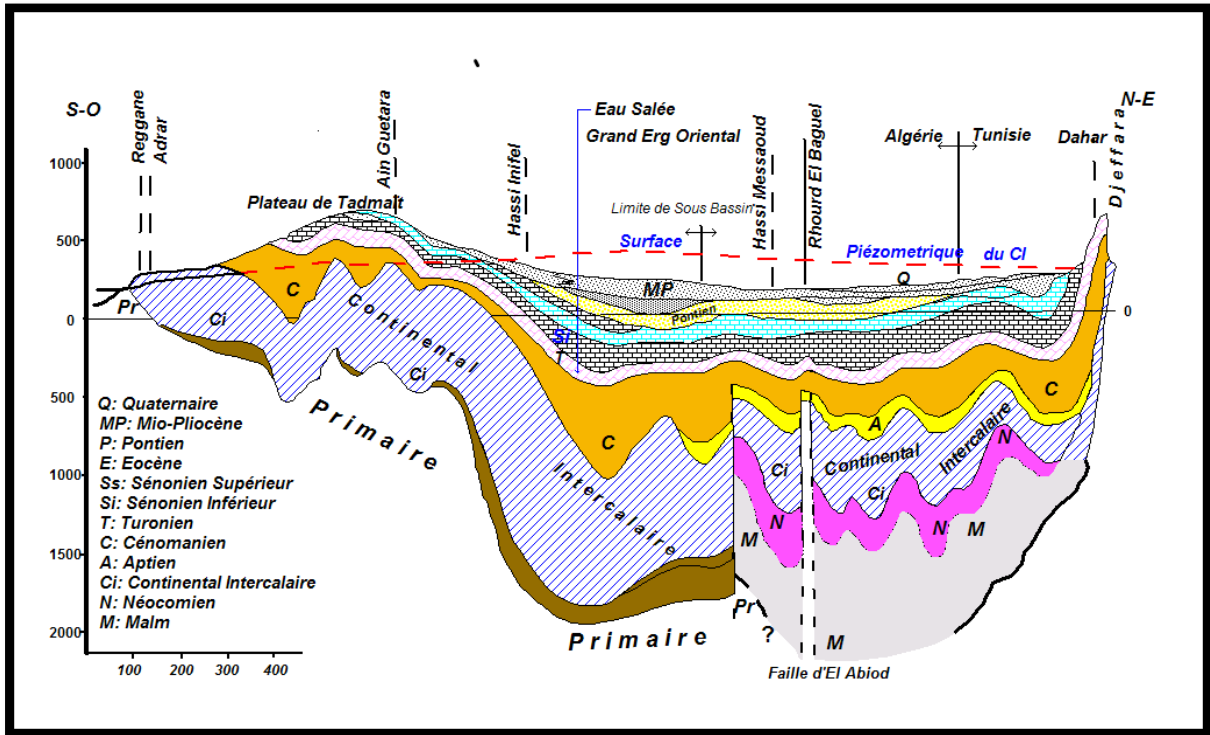
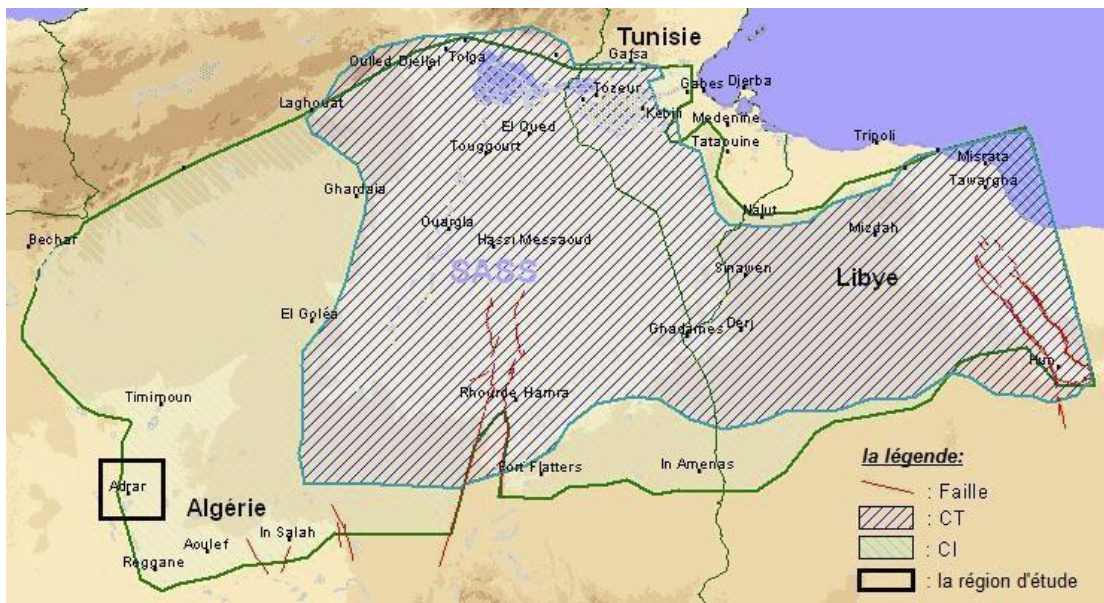


Figure II.2: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (UNESCO, 1972).



II.3: Situation du CI dans le Sahara septentrional (OSS, 2003).

Figure

II.5 Nappe CI

II.5.1 Caractéristiques principales de la nappe du Continental Intercalaire

Cette nappe est contenue dans les horizons sablo-gréseux et argilo-gréseux du Continental Intercalaire, qui s'étend sur tout le Sahara Septentrional. Le trait marquant de ce réservoir aquifère est son volume considérable qui est de l'ordre de 60 000 milliards de m³ dû à la fois à son extension sur plus de 600 000 km² et son épaisseur moyenne de 120 à 1000 m. Les transmissivités s'échelonnent de 6 à 30.10⁻³ m²/s et les coefficients d'emmagasinement de 1 à 50.10⁻³ (SASS, 2003). Cet aquifère est de type général à nappe captive, surtout au centre du bassin oriental où la nappe profonde est fortement artésienne, et l'eau jaillit à une température élevée. Sur les bordures (M'Zab, piémonts de l'Atlas saharien, Touat, Gourara et le Tidikelt), elle n'est qu'ascendante ou à surface libre peu profonde, et à des températures normales. (Dahali Settou, 2013)

II.5.1.1 L'alimentation du (CI)

La recharge actuelle de la nappe du CI s'effectue par infiltration ; des ruissellements à la périphérie du domaine, tout au long des oueds qui descendent des massifs montagneux, notamment de l'Atlas saharien aussi parfois du plateau Tademaït, des pluies d'années exceptionnelles sur le grand Erg occidentale.

Pendant les années exceptionnellement humides, une alimentation s'effectue directement par infiltration des précipitations sur les zones d'affleurement du réservoir et dans le grand massif de l'Erg Occidental. (Benhamza M. 2013) estimait cette alimentation à 25 m³/s. (Ouali S, 2005)

L'estimation de la recharge du Continental Intercalaire a fait l'objet de plusieurs études, les principales sont résumées dans le tableau 2. Ces estimations sont surestimées dans les anciens travaux mais elles ont été corrigées par la suite dans les travaux de l'OSS(2003) qui sont les plus proches de la réalité. (Hidaoui Ahlam, 2015)

Tableau II.2: Estimation de la recharge du CI (bassin occidental)

Etendue	600 000km ²
Epaisseur totale (m)	50 à 1 000
Profondeur (m)	60 à 2 400
Profondeur au toit (m)	20 à 2 000
Epaisseur de la couche utile productrice(m)	150 à 200
Débit (L/s)	50 à 400
Transmissivité (10 ⁻³ m ² /s)	10 à 30
Coefficient d'emmagasinement (10 ⁻⁴)	6 à 1200
Alimentation moyenne (Hm ³ /an)	270
Réserve théorique calculée (m ³)	50 000x 10 ⁹
Température (°C)	25 à 70
Salinité des eaux	0.5 à 6 g/L

Source : ANRH d'Adrar

II.5.1.2 Direction d'écoulement du (CI)

La continuité des formations perméables du Crétacé inférieur a permis le transport et la régularisation des eaux infiltrées des régions hautes vers les régions basses. L'écoulement des eaux provenant de l'Atlas saharien se divise selon deux principales directions d'écoulements :

- Une partie s'écoule vers le Sud et le Sud-ouest vers les exutoires qui jalonnent les régions du Touat-Gourara et du Tidikelt et vers les zones évaporatoires du grand Erg occidental.
- Une autre partie s'écoule vers le Nord-est (Zone côtière tunisienne) par l'intermédiaire des failles d'El Hamma et de Médenine. (Ouali S, 2005).

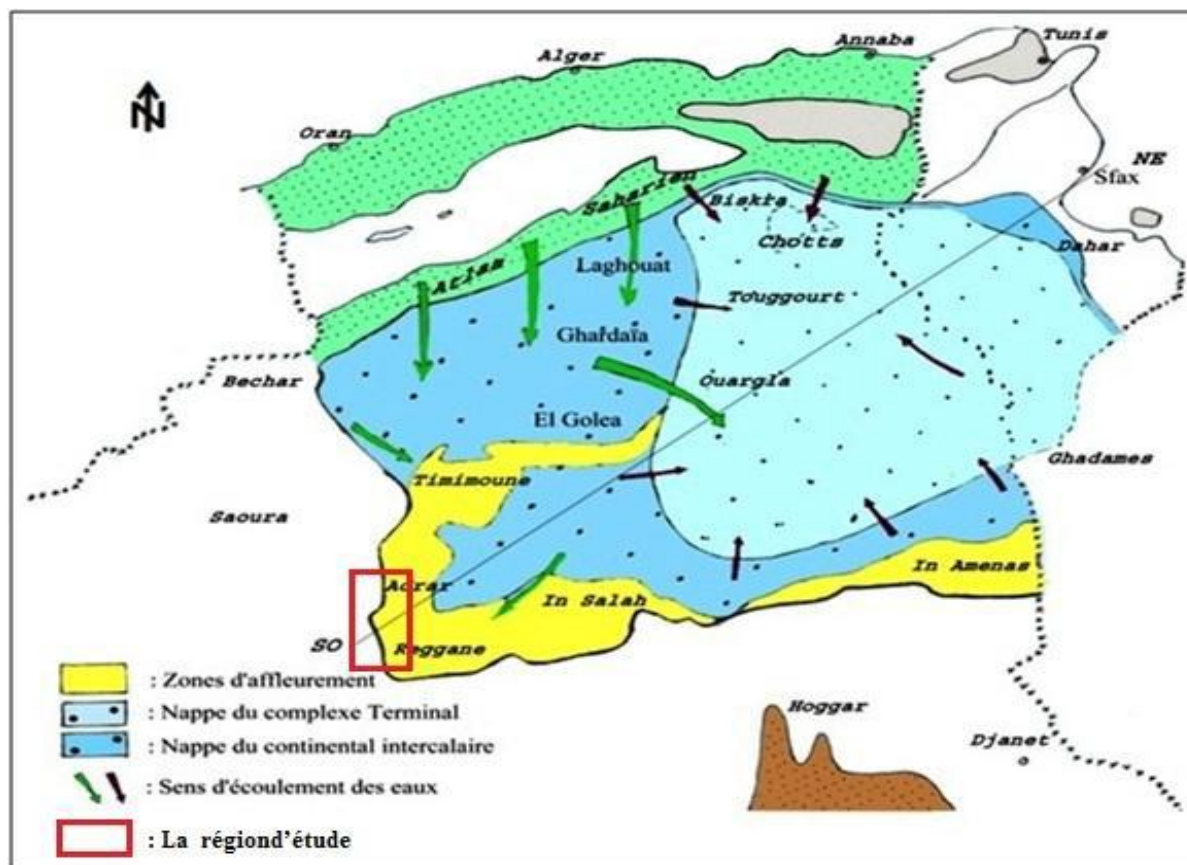


Figure II.4: Les sens d'écoulement des eaux de deux systèmes aquifères du Sahara, le CT et le CI. (Hidaoui Ahlam, 2015)

II.5.1.3 Les exutoires du Continental Intercalaire (CI)

Par contre le débit des exutoires connus de (foggaras et puits) du bas-Sahara ne peut être évalué plus de $5\text{m}^3/\text{S}$ même en tenant compte des puits et source assez mal connus. Utilisés un peu partout par les nomades on doit donc supposer des écoulements souterrains. (Banaceur Omar, 2016).

II.5.2 La morphologie de nappe (CI) dans la région d'étude :

Les capacités de production des régions à surface libre de la nappe du Continental Intercalaire, il paraît utile, avec les outils dont nous pouvons d'ores et déjà disposer, qui sont des paramètres purement géométriques, de tenter d'identifier quelques indices de reconnaissance des zones les plus favorables de l'aquifère. Parmi ces indices, on peut citer :

L'appartenance à la zone à surface libre.

Une valeur acceptable de la profondeur du Niveau d'eau.

Une épaisseur saturée du CI conséquente.

Une épaisseur efficace du CI suffisante. (Dahali Settou, 2013)

Tableau II.3:critères de sélection des zones favorables de l'aquifère du CI.
(Dahali Settou, 2013)

Critère	Zone A	Zone B
Epaisseur saturée	> 200 m	> 100 m
Epaisseur efficace	> 100 m	> 50 m
Profondeur du N.S	< 60 m	< 120 m
Surface libre	oui	oui

Le résultat correspondant : la zone A, pour laquelle les critères de sélection sont beaucoup plus draconiens, possède en conséquence une extension plus réduite que la zone B. (Dahali Settou, 2013).

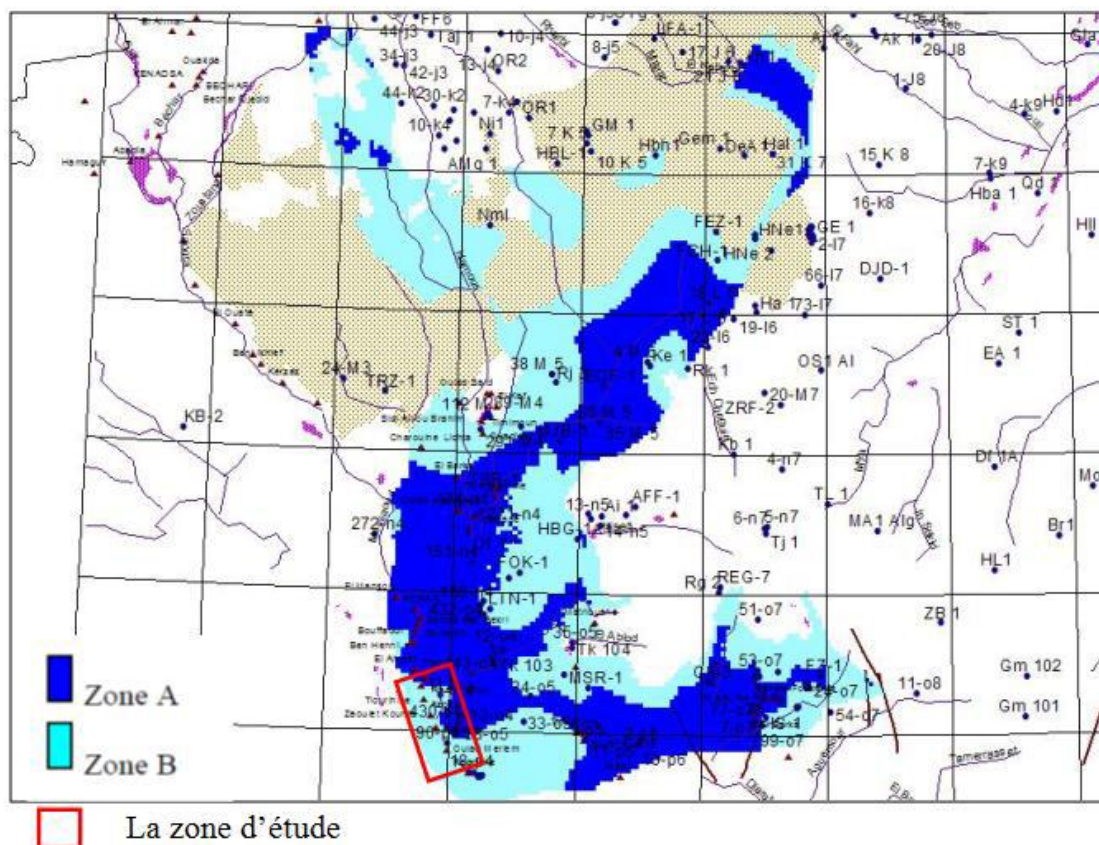


Figure II.5: les Zones favorables du CI selon SASS 2002.

II.6 Puits

II.6.1 Généralités sur les forages d'eau.

Les techniques de captage des eaux souterraines classiquement mises en œuvre dans les milieux poreux et fracturés sont peu variées. Le choix de la technologie est à adapter en fonction non seulement de l'hydrogéologie mais également de contraintes externes ; topographie, hydrographie, risques de salinisation, de transfert de pollution depuis la surface, occupation des sols, conditions d'exécution et d'équipement etc.

Le forage, à la différence d'un puits, est un trou vertical profond et de diamètre plus restreint.

Il est creusé par un procédé mécanique à moteur (foreuse) en terrain consolidé ou non, pour exploiter des aquifères. Il existe de nombreuses méthodes de formation dont la mise en œuvre dépend de paramètres très divers, les plus utilisés en Algérie sont ; le forage rotary circulation directe, le forage au marteau fond de trou (MFT) et le forage par percussion.

On peut citer deux types de forages ; le forage de prospection, utilisé dans un contexte hydrogéologique difficile et les forages d'exploitation d'eau qui sont destinés à permettre l'extraction de l'eau contenue dans une formation aquifère. (Ayade wissam, 2017).

II.6.2 Définitions des puits

On peut tenter de définir un puits de captage d'eau comme étant un ouvrage réalisé en dessous de la surface du sol dans le but de permettre l'exhaure des eaux qui peuvent s'y trouver incluses ou y circuler. Généralement le puits a une profondeur moyenne ou faible (inférieure à 100 m) et un diamètre supérieur à 1,20 m. Les puits, jadis creusés à la main, à l'aide de pics, par des puisatiers, notamment dans les roches consolidées (craie, grès, partie superficielle altérée des granites), sont à peu près tombés en désuétude (Collin, 2004 ; Emand Barres et Roux, 1999).

II.7 Carte piézométrique de la zone d'étude

II.7.1 Définition d'un piézomètre

C'est un appareil servant à mesurer la pression d'un fluide. En hydrologie : c'est un dispositif servant à mesurer la hauteur piézométrique en un point donné d'un système aquifère, en indiquant la pression en ce point. Il donne l'indication d'un niveau d'eau libre ou d'une pression. (Futura-sciences.com).

II.7.2 Importance de la carte piézométrique

La carte piézométrique est la synthèse essentielle de l'étude hydrogéologique. Nous sommes basés sur les données de la campagne piézométrique des 19 forages qui a été réalisée par l'ANRH en 2014 dans la région et qui capte uniquement la formation albienne.

En général, les forages réalisés dans cette région ont mis en évidence des terrains constitués dans l'ensemble, de grès quartzeux, d'argile, sableuse, de grès parfois roses de sable, de marnes parfois rouges et de grès sableux.

Qui schématise la morphologie de la surface piézométrique de la nappe et permet d'obtenir des informations importantes sur le sens d'écoulement des eaux souterraines et le comportement hydrodynamique de l'aquifère. L'établissement de cette carte repose sur des mesures piézométriques à une période donnée.

Les profondeurs de ces forages varient entre 80 et 150m et les eaux de la nappe sont destinées essentiellement à l'AEP et l'irrigation. La carte piézométrique a été établie et réalisée partir des données des puits fournies par l'A.N.R.H d'Adrar dans le but de :

- Définir le sens de l'écoulement des eaux souterraines.
- Déterminer les zones de convergences. (Koudri A, Rahmouni A, 2016)

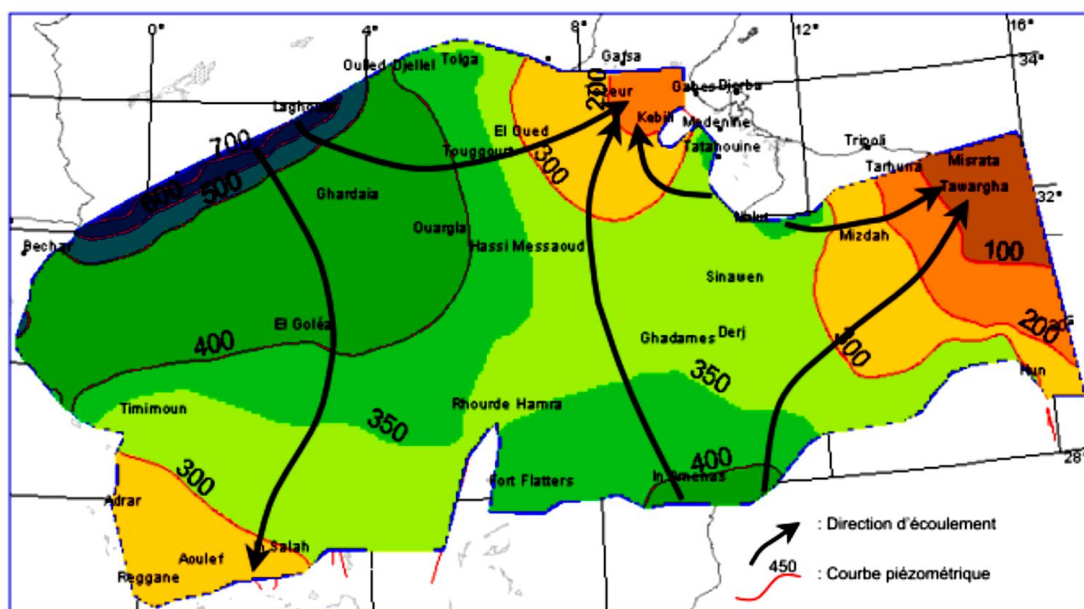


Figure II.6: Carte piézométrique du Continental Intercalaire, projet du OSS (2003 a et b).

II.8 Conclusion

On peut conclure que l'alimentation des puits se fait à partir des nappes par fois profondes et parfois phréatique. La carte piézométrique a montré que le drainage de niveau statique de la nappe CI assure les besoin en eau pour le différent secteur agricole, industriel et domestique.

***CHAPITRE III: QUALITE DES EAUX
DE PUIITS A USAGE AGRICOLE***

III.1 Introduction

L'analyse de l'eau de puits est très importante pour la détection de des pollutions de l'eau dans un puits. En suite de déterminer sa caractéristiques physicochimique.

III.2 Les analyses physico-chimiques :

III.2.1 Les analyses physiques :

III.2.1.1 La température (T) :

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine (Roux, 1987).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. (Rodier, 2005).

La mesure de la température est effectuée sur le terrain à l'aide d'un thermomètre portatif.

Nous lirons directement la température exprimée en degré Celsius (C°). (Melle. Aouissi Amina, 2010)

III.2.1.2 pH

A) Principe

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

B) Matériel utilisé

- PH mètre.
- Agitateur magnétique.
- Béchers.
- Burette.
- Pissette à eau distillée.

C) Mode opératoire

- On allume le PH-mètre (pressé sur bouton ON/OFF).
- On rince l'électrode par de l'eau distillée.
- On ajoute à la burette H₂SO₄ à 0.02N.

On émerge l'électrode dans le bécher contenant.



Figure III.1: pH-mètres.

III.2.1.3 Mesure de la conductivité :

A) Matériel utilisé

- Conductimètre.
- Eau à analyser.

B) Mode opératoire

La mesure de la conductivité est la plus simple analyse dans le laboratoire:

- On allume le Conductimètre.
- On rince l'électrode du conductimètre.
- On ouvre la bouteille contenant l'eau de enchantions.
- On émerge l'électrode à l'intérieur.
- On prend la valeur dans le conductimètre.



Figure III.2: Conductivité mètre.

III.2.2. Analyse des anions :

III.2.2.1 Dosage de chlorures

A) principe

Les chlorures, en présence du Thio cyanate mercurique $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ et de l'alun ferrique $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{NH}_4 24\text{H}_2\text{O}$ donnent en milieu nitrique acide un complexe coloré orange susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 470 nm.

B) Matériel utilisé

- Des fioles.
- La solution de Thio cyanate mercurique.

C) Mode opératoire

- On place les PE (5ml) dans des fioles de 50ml. Les PE des solutions étalons, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir.
- On ajoute dans l'ordre 5ml de la solution de Thio cyanate mercurique préalablement diluée au 1/3 puis 3ml de la Solution nitrique d'alun ferrique également diluée au 1/6.
- On agite vigoureusement les fioles pour uniformiser la coloration qui apparaît et on laisse au repos pendant 1/2 heure.



Figure III.3: Dosage de chlorures.

III.2.2.2 Dosage des sulfates

A) Principe

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum. Le précipité ainsi obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble une mesure turbidimétrie à la longueur d'onde de 495 nm.

B) Réactifs

- Solution de chlorure de baryum et de gélatine.
- Solution mère de sulfate a 10 g/l.
- Dissoudre 13.755g de sulfate d'ammonium préalablement desséché à l'étuve à 100 °C puis au dessiccateur sous vide, dans de l'eau distillée, ajuster à 1000 ml.
- Solution étalons prendre successivement 0,5, 1, 2, 3, 4 et 5ml de la Solution mère de SO_4^{-2} compléter chaque prélèvement à 100ml par de l'eau distillée.
- On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement 50, 100, 200, 300, 400 et 500 mg/l en SO_4^{-2} .

C) Mode opératoire

- On place les PE (5ml) dans des fioles de 50ml. Les PE des solutions étalons, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir.
- On ajoute à chaque PE, 5ml de la solution de BaSO_4 et de gélatine préalablement diluée 1/6. Compléter avec l'eau distillée Q.S.P 50ml.
- On agite pour uniformiser le trouble et on laisse au repos pendant 20 minutes jusqu' à la mesure. Une nouvelle agitation aurait comme conséquences la formation de bulles d'air et par conséquent une perturbation des mesures.
- On effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 495 nm en réglant le zéro avec le témoin.

III.2.2.3 Dosage des nitrates

A) Principe

Les nitrates sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur.

Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie diazotation avec l'acide sulfanilique et capulation avec l'& - naphtylamine. On mesure la densité du colorant ainsi formé à 520nm.

B) Matériel utilisé

- Des flacons bruns.
- Solution de soude.

C) Mode opératoire

Effectuer le dosage dans des flacons brun, de préférence réaliser le mélange suivant en introduisant dans le flacon.

- 1ml prise d'essai et les échantillons.
- 5ml solution de soude à 0.05M.
- 5ml de mélange réacteur.
- Après une heure, ajouter 40ml du mélange colorant.

- Mettre à l'obscurité le mélange préparé pendant ¼ heure.
- Mesurer la densité à 520 nm.



Figure III.4: Dosage des nitrates.

III.2.2.4 Dosage des nitrites

A) Principe

Par diazotation des nitrites avec l'acide sulfanilique à PH 2.5 puis par copulation du composé formé avec l'&Naphtylamine (réactif de grises), on obtient un colorant azoïque rouge stable au moins 12 heures dont on mesure l'intensité à 520 nm.

C) Matériel utilisé

- Fioles jaugées de 100 ml.
- Fioles jaugées de 50 ml.
- Pipettes jaugées de 10 ml.
- Burette de 50 ml, pince et statif.
- Pipette graduée de 10 ml.

C) Mode opératoire :

S'il 'échantillon est coloré par des acides humiques, on l'acidifie par l'acide sulfurique (1ml/l d'acide sulfurique) et on filtre.

- 50ml de prise d'essai.
- 1ml de solution d'E.D.T. A.
- 1ml d'acide sulfurique.
- Agiter et attendre 10mn.
- 1ml d'&_naphtylamine.
- 1ml de la solution de tampon acétate.
- Agiter et attendre 30 mn.
- Effectuer la mesure colorimétrique à 520nm.



Figure III.5: Dosage de nitrite.

III.2.2.5 Dosage de l'Azote ammoniacal :

a) Principe

L'ammonium, en milieu alcalin et en présence d'hypochlorite de sodium donne avec le phénol une coloration bleue (réaction de Berthelot). On utilise du nitro prussiate de sodium comme catalyseur. La quantité d'hypochlorite doit être ajustée avec soin. Si l'hypochlorite est en défaut, la coloration se développe mal et irrégulièrement. S'il est en excès, il peut attaquer des composés azotés organiques qui peuvent perdre leur groupement NH pour donner des aldéhydes et de l'ammoniac. Il peut causer la chlorination du phénol qui entraîne une perte d'hypochlorite et provoque l'apparition de phénols chlorés insolubles.

b) Mode opératoire

La réaction colorimétrique s'effectue en opérant le mélange suivant :

- PE: 20 ml.
- Réactifmélangé: 2 ml.
- Hypochlorite à 2° Cl: 0, 5 ml.
- La coloration bleue se développe à partir du moment. On laisse les flacons à l'obscurité

Pendant une heure et demie. La coloration reste stable plusieurs heures. On effectue la mesure Colorimétrique à 625 nm.



Figure III.6: Dosage de l'Azote ammoniacal.

III.2.2.6 Dosage des phosphates (PO_4^{-3})

A) Principe :

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium $\text{Mo}_7(\text{NH}_4)_4\text{H}_2\text{O}$, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développent une coloration bleue pouvant être dosée colorimétriquement à une longueur d'onde de 825 nm.

B) Mode opératoire :

Au moment du dosage mélanger la solution molybdique et la solution d'acide ascorbique dans les proportions suivantes :

- 3 volumes de la solution molybdique.
- 1 volume de la solution de l'acide ascorbique.
- Effectuer la réaction dans des tubes à essai.
- 20 ml prise d'essai dans des tubes à essai.
- 5 ml des réactifs mélangés.
- Porter au bain marie à 80°C durant 10 min.
- Laisser refroidir puis mesurer l'absorption à une longueur d'onde de 825 nm.



Figure III.7: Dosage des phosphates (PO_4^{3-}).

III.2.2.7 Détermination de la demande chimique en oxygène :

A) Principe :

En milieu acide, le bichromate de potassium oxyde les matières organiques :



On fait agir un excès de bichromate de potassium en milieu acide sur l'échantillon étudié, puis on dose à l'aide de sulfate ferreux l'excès de bichromate.



Pour obtenir une meilleure oxydation de certaines substances organiques, on ajoute un sel d'argent qui joue le rôle de catalyseur.

Pour éviter l'oxydation des chlorures qui ne jouent aucun rôle dans le déficit en oxygène d'une cour d'eau, on ajoute un sel mercurique qui forme du chlorure mercurique stable et très Peu oxydable.

B) Mode opératoire

- 10 ml d'échantillon.
- 5 ml dichromate $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.04 mol.
- Quelques régulateurs d'ébullition.
- 15 ml d'acide sulfurique contenant sulfate d'argent. En agitant soigneusement le tube.
- Mettre 1 ou 2 gouttes d'acide sulfurique sur le col rode.
- Mettre à l'ébullition pendant 2 heures à 150°C .
- Retirer les tubes et Laisser refroidir.

- Transvaser le contenu du tube dans un erlenmeyer de 250 ml, rincer et diluer avec environ.
- 75 ml d'eau distillée.
- Titrer l'excès de bichromate de potassium avec la solution de sulfate de fer et d'ammonium. En présence d'une ou deux gouttes de féroïen.

C) Matériel utilisé

- Dis positive à reflux.
- Ballons de 250 ml.
- Pipette jaugées de 5 ml.
- Burette de 25 ml.
- Eprouvette de 10 ml et de 20 ml.
- Rampe chauffante.
- Agitateur magnétique.

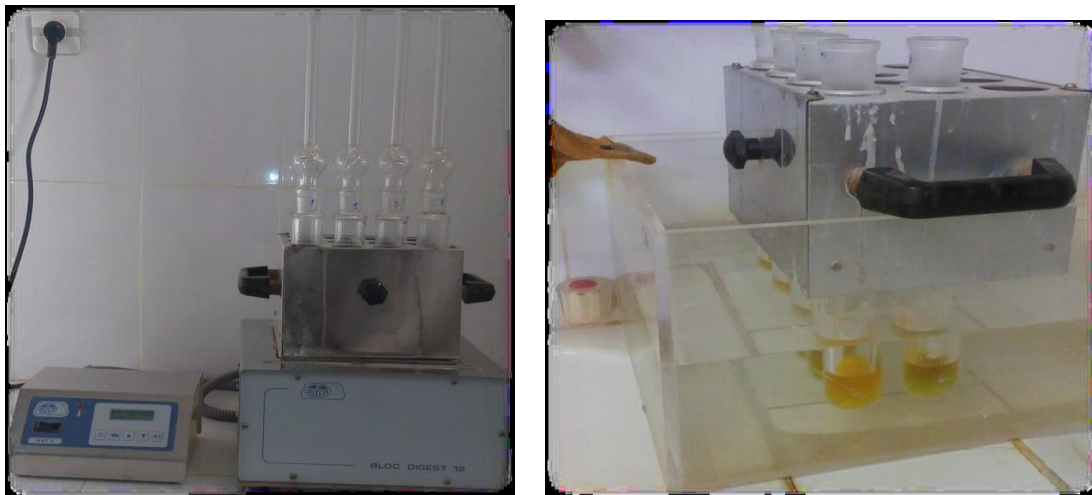


Figure III.8: Echauffement du mélange (échantillon + réactif).

III.2.2.8 Détermination de la demande biochimique en oxygène

A) Principe

L'oxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique est apporté à l'échantillon par une eau de dilution préalablement aérée et éventuellementensemencée.

La dilution de l'échantillon doit être telle qu'au bout de 5 jours la concentration en oxygène dissous soit encore égale à la moitié de la concentration initiale, ceci afin d'éviter les fermentations anaérobies qui fausseraient les résultats.

Cette dilution est déterminée approximativement par une mesure préalable de l'oxydation au permanganate.

L'eau de dilution doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Une minéralisation suffisante pour assurer le développement des micro-organismes. On reconstitue à partir d'eau distillée la composition type d'une eau de rivière exempte de pollution en y ajoutant un certain de sel, selon la formule préconisée par L'AFNOR.
- Une teneur en oxygène dissous voisin de saturation.
- Une flore microbienne adaptée aux matières polluantes. L'eau de dilution doit être

ensemencée par une résiduaire exempte de pollution industrielle afin d'éviter l'apport d'éléments toxiques. si l'échantillon provient d'eau d'égout urbain, l'ensemencement est inutile.

Mais certain effluent industriel peut contenir des substances non dégradables par des souches banales : dans ce cas, onensemence l'eau de dilution à l'aide d'eau prélevée en aval du point de rejet dans la rivière.

B) Mode opératoire

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

Prise d'essai dépend de la charge de l'échantillon, celle-ci dépend de l'origine de l'échantillon industrielle ou urbain, de la couleur, de l'odeur et de la charge en matières en suspension.



Figure III. 9: Incubation des flacons.

III.3 conclusion

A partir de ce chapitre on peut constater que les analyse physicochimique suivant des protocole appropriés a chaque élément. Certains sont analysés sur le site de prélèvement pour être exacte comme la température le pH. Et les autre sont conservés et conduis au laboratoire dans des conditions idéals.

***CHAPITRE IV: Caractéristiques
physico-chimiques***

IV.1 Introduction

L'étude des caractéristiques physico-chimiques d'une eau est d'une importance primordiale, car elle nous permet d'avoir une idée sur sa qualité et sa disponibilité à la consommation humaine.

Conjointement aux prélèvements, c'est prévu que une campagne spéciale de collecte des échantillons de puits plantés dans les champs irrigués afin de suivre leur caractéristiques physico chimiques, mais et vu a la circonstance sanitaire de l'épidémie COVID 19 on a pas peut réaliser le travail planifié.

Pour enrichir la présente étude on a ajouté ce chapitre qui représente un synthèse des travaux (analyses des puits a usage agricole) disponible en ANRH pour certaine paramètres telle que la température, le pH et la conductivité qui ont été mesurés sur site à l'aide d'un thermomètre, d'un pH mètre et d'un conductimètre.

- Echantillonnage

Nous avons pris trois échantillons d'eau de puits soit l'eau d'ouled Aissa (P1); chafia bouda (P2) et Adgha (P 3).

IV.2 Caractéristiques physico-chimiques

IV.2.1 La température (C°) :

Elle joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des Saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Selon les valeurs observées.

La mesure de la température se fait sur le terrain, elle se fait à l'aide d'un thermomètre, la lecture de celle-ci se fait après immersion de quelques minutes. Dans notre région la température des eaux varie entre 25°C et 27 C°.

IV.2.2 Potentiel Hydrogène (pH) :

C'est un paramètre qui détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau par la concentration en ions H⁺, les valeurs du pH dans la région d'étude sont de 7, ils sont dans la norme de potabilité et par conséquent sont utilisable pour l'irrigation.

Tableau IV.1 : Valeurs du pH des puits.

Puits	P1	P2	P3
PH	7.40	7.84	7.40

IV.2.3 La Conductivité (EC):

La conductivité qui est l'inverse de la résistivité traduit une aptitude de l'eau à laisser passer le courant électrique, la mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation totale de l'eau in-situ par une approximation égale au produit de la conductivité électrique à 25°C par un coefficient compris entre 0.55 et 0.95 (Hounslow, 1995).

La qualité de l'eau en fonction de la conductivité est définie de la manière suivante :

- Conductivité de 50 à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Qualité excellente.
- Conductivité de 400 à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Bonne qualité.
- Conductivité de 750 à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Qualité médiocre mais eau utilisable.
- Conductivité > de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Minéralisation excessive.

L'analyse des données de la conductivité montre que les eaux du puits.

Tableau IV.2 : valeurs du (EC) des puits.

Puits	P1	P2	P3
EC ms/cm	5.96	2.84	2.92

A partir de tableau on remarque que les trois échantillons ont des valeurs de conductivité très élevée qui dépasse largement les normes de potabilité 2.80 ms/cm.

IV.2.3 Turbidité eau brute NTU :

La turbidité désigne la teneur de l'eau en matières qui le troublent. Dans les retenues d'eau elle est généralement causée par les particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière dont le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en fines particules. Les valeurs suivantes montrent que la turbidité est très faible dans ces puits.

Tableau IV.3 : Valeurs de turbidité eau brute NTU des puits.

Puits	P1	P2	P3
Turbidité eau brute	0.6	-	3.18

IV.2.4 Résidu Sec:

Le résidu sec est la quantité des sels dissous et la matière organique contenue dans l'eau obtenue par dessiccation de l'eau à 110°C, les résultats montrent que les valeurs de résidu sec autour de la ville d'Adrar sont inférieures à 1500 mg/l.

Tableau IV.4 : Représente les valeurs du Résidu sec des puits.

Puits	P1	P2	P3
Résidu sec mg/l	3808	1760.80	1820

IV.3 Paramètres de pollution

IV.3.1 L'Ammonium (NH⁴⁺):

L'Ammonium est la forme d'azote la plus toxique, sa présence dans l'eau est liée à une contamination urbaine ou industrielle, les teneurs en ammonium dans les eaux des puits de la zone d'étude sont dans la totalité inférieures à 0.5 mg/l.

Tableau IV.5 : Valeurs du (NH⁴⁺) des puits.

Puits	P1	P2	P3
NH ⁴⁺ mg/l	0.000	0.050	0.000

IV.3.2 Les Nitrites (NO₂⁻):

Les nitrites représentent la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium. Il s'agit d'une forme toxique, dans l'ensemble, les teneurs en nitrites sont inférieur à 0.4 mg/l.

Tableau IV.6 : Valeurs du (NO₂⁻) des puits.

Puits	P1	P2	P3
NO ₂ ⁻ mg/l	0.011	0.000	0.038

IV.3.3 Les Nitrates (NO_3^-):

L'ion nitrate est la forme oxydée de l'azote, les sources naturelles de nitrate sont principalement la pluie et les interactions avec le sol et la végétation (Jacques, 2008), l'origine artificielle des nitrates sont les contaminations par des engrais et les rejets domestiques. La concentration des nitrates dans les eaux des puits sont très élevées, ils dépassent les 50 mg/l dans presque la totalité de la zone d'étude.

Tableau IV.7 : Valeurs du (NO_3^-) des puits.

Puits	P1	P2	P3
NO_3^- mg/L	75.52	61.66	60.00

IV.3.4 Les Phosphates (PO_4^-):

L'origine des phosphates dans les eaux est liée aux rejets urbains ou à la dissolution des engrais chimiques, les teneurs en phosphates des eaux sont inférieures à 0.5 mg/l.

Tableau IV.8 : Valeurs du (PO_4^-) des puits.

Puits	P1	P2	P3
PO_4^- mg/l	0.000	0.027	0.000

IV.3.5 Mat. Ox. (Mil. AC.) mg/l O_2 :

Tableau IV.9 : Représente les valeurs du Mat. Ox des puits.

Puits	P1	P2	P3
Mat. Ox. (mil. AC.)	6.90	3.50	6.00

Les valeurs de Mo sont variées entre 3 et 7.

IV.4 Minéralisation global

IV.4.1 Calcium (Ca^{++}) :

La présence des ions Ca^{++} dans l'eau indique, soit une dissolution des formations carbonatées, calcite (CaCO_3), dolomie [(Ca, Mg) CO_3] ou bien la dissolution des formations évaporitiques, gypse [$\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$] et anhydrite (CaSO_4).

Les résultats d'analyses montrent que les trois échantillons ont des teneurs supérieures à 150 mg/l.

Tableau IV.10 : Valeurs du (Ca⁺⁺) des puits.

Puits	P1	P2	P3
Ca ⁺² mg/l	324	156	160

IV.4.2 Magnésium (Mg⁺⁺):

Le magnésium est un élément très abondant, Il est souvent présent dans les roches évaporitiques (sel de Mg), la carnallite (KMgCl₃, 6H₂O), la kiesérite (MgSO₄, H₂O), et carbonatés, la dolomie [(Ca, Mg) CO₃], une valeur de magnésium dépasse la norme de potabilité.

Tableau IV.11 : Valeurs du (Mg⁺⁺) des puits.

Puits	P1	P2	P3
Mg ⁺² mg/l	183	110	70

IV.4.3 Le Sodium (Na⁺):

L'origine de cet élément est liée principalement à la dissolution des formations salifères très solubles tel que l'halite (Na Cl), les teneurs dans la région sont très élevées et indiquent que les eaux sont contenues dans des formations salifères qui dépassent largement les 200 mg/l.

Tableau IV.12 : Valeurs du (Na⁺) des puits.

Puits	P1	P2	P3
Na ⁺	720	255	340

IV.4.4 Le Potassium (K⁺):

Les fortes teneurs en potassium peuvent être observées dans les eaux des formations argileuses et dans les eaux ayant traversées des formations évaporitiques riches en sylvite (KCl), et carnallite, les valeurs enregistrées sont entre 12 mg/l.

Tableau IV.13 : Valeurs du (K⁺) des puits.

Puits	P1	P2	P3
K⁺ mg/l	46	28	32

IV.4.5 Les Chlorures (Cl⁻):

Ils sont toujours présents dans les eaux naturelles en proportions très variables, leur présence dans l'eau souterraine résulte de la dissolution des sels naturels par la dissolution de la sylvite (KCl) et de l'halite (NaCl).

Les teneurs en chlorures sont très élevées dans notre région qui dépasse les 500 mg/l.

Tableau IV.14 : Valeurs du (Cl⁻) des puits.

Puits	P1	P2	P3
Cl⁻ mg/l	812	513	495

IV.4.6 Les Sulfates (SO₄⁻²) :

La présence des sulfates est généralement liée au lessivage des formations évaporitiques, tel que le gypse (CaSO₄, 2(H₂O)) et l'anhydrite (CaSO₄), ils peuvent provenir également de l'oxydation de la pyrite (FeS₂).

Les teneurs des sulfates dans les eaux de la région dépasse les normes de 400 mg/l.

Tableau IV.15 : Représente les valeurs du (SO₄⁻²) des puits.

Puits	P1	P2	P3
SO₄⁻²	1530	539	600

IV.4.7 Les Bicarbonates (HCO₃⁻):

Les ions bicarbonates se forment à partir de la dissolution des minéraux carbonatés par des eaux chargées en gaz carbonique lors de son l'infiltration dans le sous-sol.

Tableau IV.16 : valeurs du (HCO₃⁻) des puits.

Puits	P1	P2	P3
HCO₃⁻ mg/l	232	134	79

IV.4.8 La Silice (SiO₂):

Il est quasi inexistant dans les roches Carbonatés, il est en revanche très abondant dans les roches magmatiques, les grés et les argiles.

Tableau IV.17 : valeurs du (SiO₂) des puits.

Puits	P1	P2	P3
SiO ₂ mg/l	-	-	12.21

IV.4.9 La dureté (TH):

Ce qui entraîne des désagréments pour les usages domestiques à savoir :

- La mauvaise cuisson des légumes.
- Le non moussage du savon.
- Le bouchage des chauffe-bains.
- La formation de couche jaunâtre sur les baignoires... etc.

Tableau IV.18 : Représente les valeurs du(TH) des puits.

Puits	P1	P2	P3
TH °F	154	83	68

IV.4.10 TAC °F:

Le TAC (titre alcalimétrique complet) est la grandeur utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau, il traduit le caractère basique d'une eau (HCO₃⁻+CO₃⁻²+OH⁻), son unité est le mg/L de CaCO₃.

Tableau IV.19 : Valeurs du TAC des puits.

Puits	P1	P2	P3
TAC °F	19	11	7

IV.4.11 TA °F:

Tableau IV.20 : Valeurs du TA des puits.

Puits	P1	P2	P3
TA °F	0	0	0

IV.4.12 La minéralisation:

La minéralisation de l'eau peut être déterminée soit par la conductivité électrique (méthode rapide), soit par la teneur en ions dissous obtenue par sommation des concentrations des anions et des cations car celles-ci sont fortement corrélées dans toutes les formations aquifères (en première approximation on peut lier la force ionique à la concentration ionique).

Tableau IV.21 : Valeurs de la minéralisation des puits.

Puits	P1	P2	P3
Minéralisation mg/l	36695	1761	1810

IV.4.13 Somme des ions (mg/l) :**Tableau IV.22 : valeurs du Somme des ions des puits.**

Puits	P1	P2	P3
Somme des ions mg/l	3922	1796	1836

IV.5 Conclusion

Vu l'ensemble des valeurs on peut dire que les eaux de puits ne respectent pas en générale les normes de potabilité . le calcul de SAR va permettre d'évaluer les caractéristiques des eaux en point de vue irrigation. D'après les résultats on constate que les prélèvements étudiés sont salin.

Conclusion général

Conclusion General

Conclusion générale

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physicochimique des eaux de certains puits et sources de la région d'ADRAR (Sud-ouest de l'Algérie).

Au cours de cette étude nous avons mis en évidence les points suivants :

La région d'Adrar est située dans la partie sud de l'Algérie, elle représente la limite Sud-ouest du Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS).

Cette région est caractérisée par un régime climatique saharien, hyper-aride, où la sécheresse est permanente et l'aridité est nettement exprimée. Ce type de climat est caractérisé par deux saisons :

- une saison froide, relativement courte.
- une saison chaude, où la température est nettement supérieure à 20°C (sur une période d'environ 7 à 8 mois).
- Les températures sont très élevées, elles dépassent les 46°C, en période estivale, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 25-26 °C.
- Les précipitations sont quasi nulles et irrégulières dans le temps et dans l'espace.
- Le taux d'évaporation est très élevé, il dépasse les 630 mm en été.
- Le taux d'humidité est donc très faible, il indique un signe de sécheresse accentuée.
- La vitesse du vent varie entre 5.7 à 6.7 m/s ; parfois, il souffle avec des tempêtes de sable violentes, elle est de l'ordre de 148 à 170 Km/h durant toute l'année avec une accentuation en mois de Mars, Avril et Mai.

Les travaux géologie réalisés sur la région mis en évidence l'existence d'une structure d'importance hydrogéologique, la nappe composée par (gravier, sable, grès, gré sableuse, gravier sableuse et peu de calcaire) et de substratum a nature (argile, sable argileux, gré argileux et gravier argileux). Cette nappe est captive dans la partie centrale et orientale du bassin, et libre sur la partie occidentale du bassin qui forme l'exutoire naturelle de la nappe.

La carte piézométrique régionale de la nappe montre deux directions principales d'écoulement : Le premier s'écoule dans le sens Est-Ouest à partir du plateau de Tademaït

Conclusion General

vers la région de la commune de Bouda et Le deuxième s'écoule dans le sens Nord-Est vers le Sud-Ouest à partir du plateau de Tademaït vers la région d'Ouled Ahmad Timmi.

L'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux des puits montre que les eaux testées sont de deux types :

- Une eau très fortement minéralisée (eau de Ouled Aissa).
- Une eau fortement minéralisée (eau de Adgha et Chafia bouda) .

Selon les prescriptions de l'O. M. S. et les normes algériennes, les eaux de cette nappe sont des eaux présentent une forte salinité en qualité potabilité , elles sont caractérisées par une minéralisation relativement élevée. de qualité physico-chimique mauvaise leurs (eaux) utilisation dans l'irrigation est déconseillé et cela du a la dégradation qualité des sols et par conséquent les rendements des cultures.

Référence
Bibliographique

Référence Bibliographique

Références

BENHAMZA M. (2013). Aperçu hydrogéologique et hydro chimique sur le système de captage traditionnel des eaux souterraines « foggara » dans la région d'Adrar. Thèse magister

HIDAOUI AHLAM, L. A. (2015). Etude du système traditionnel d'irrigation au Sahara, exemple des Foggaras de la région d'Adrar(Touat). Thèse Master en Géologie

OSS. (2003, JUIN). Système Aquifère de Sahara Sepontentrional. hydrogeologie .Volume 4 : Modèle Mathématique. Projet SASS ; Rapport interne. Annexes. Tunis, Tunisie. 229p.

SALIMA O. (2005). Étude géothermique du sud de l'Algérie. Boumer des. Mémoire Magister.

SETTOU D. (2013). étude hydrogéologique et hydro chimique de LA nappe du continentale intercalaire dans la région du Touat wilaya Adrar. thèse maste

BOUTADARA YUCEF. (2009). Etude hydrogéologique des systèmes de captage traditionnels dans les Oasis Sahariennes Cas des Foggaras de la région du Touat (Adrar)

DAHBI MOHAMMED. (2016).Etude hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines de la région de Reggane wilaya d'adar.

KOUIDRI ABDELATIF et RAHMOUNI ABDALLA. (2016). Contribution al 'étude hydrochimique et l'évolution des facies hydrochimique de la nappe du continental intercalaire de la région d'Adrar.

BANACEUR OMAR. (2016). Etude hydrogéologique et hydrochimique de foggara dans la région Touat (Adrar).

SOUDDI MEBERKA, BAHANDA ZEYNEB. (2019). Etude de l'influence de l'urbanisme sur la qualité des eaux des foggaras dans la région d'Adrar.

BENHAMIDA S, BENHAMIDA S, N. I. (2015).Contribution a l'étude hydrogéochemique de la nappe albienne dans le bassin occidental du domaine SASS régions (touât – Gourara – Tidikelt) Conférence paper. Décembre 2015 with 176 Reads.

C.KILIAN (1931). Les principaux complexes continentaux du Sahara. C.R. Soc. Géol. Fr. Paris.

UNESCO (1972). Etude des ressources en eau du Sahara Septentrional.

Référence Bibliographique

AYADE WISSAM. (2017) .Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouche (wilaya de Skikda)

COLLIN (2004). Emand barres et roux199725.

Direction des services agricole (DSA) d'Adrar, (données des foggaras et palmeraies).

MOHAMED B. A. (2017). L'importance et l'utilisation de la géologie dans l'exploitation des carrières (cas du gisement de koussan wilaya d'adar).

MOHAMMED D. (2015). Études hydrogéologiques et hydro chimique des eaux souterraine de la région de Reggane wilaya d'Adrar. Thèse master.

AOUISSI AMINA, (2010).Microbiologie et physico-chimique de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (nord-est de l'Algérie).

[NewsEnergieEauDéchetsRisquesBâtimentTransportAménagementBiodiversitéAgroécologie
Gouvernance](#)

Centre nation de ressources textuelles et lexicales, 2016.

Gestion des eaux souterraines.

futura-sciences.com

Site web et Encyclopédie électroniques :

<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-606200.html>

Annexes

Annexes

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATE ET POPULAIRE
 وزارة الموارد المائية والبيئة
 MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU ET ENVIRONNEMENT
 الوكالة الوطنية للموارد المائية
 AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
 Créée par décret N°81/187 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N°001980006Sch659
 الفرع الجهوي للجنوب الغربي
 Antenne Régionale Sud Ouest

Demandeur : ETUDIENNE
 Analyse demandée : A.F
 Date de réception : 25/03/2020
 N° de laboratoire : 4871

Designation : CHAFIA BOUDA

RESULTATS D'ANALYSES

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PH	7,84	$\geq 6,5$ et ≤ 9	Calcium Ca ⁺⁺ mg/l	156	200,00
Conductivité ms/cm	2,84	2,80	Magnes. Mg ⁺⁺ mg/l	110	150,00
Turbidité eau brute NTU	-	5,00	Sodium Na ⁺ mg/l	255	200,00
Turbidité eau déc. NTU	-		Potass. k ⁺ mg/l	28	12,00
Residu sec à 110° C mg/l	1760,80	1500,00	Chlorure Cl ⁻ mg/l	513	500,00
Temperature °C	-	25,00	Sulfate SO ₄ ⁻⁻ mg/l	539	400,00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbon. HCO ₃ ⁻ mg/l	134	-
			Carbonate CO ₃ ⁻⁻ mg/l	0	-
Oxygène Dissous mg/l	-		Silice SiO ₂ mg/l	-	-
Ammonium NH ₄ ⁺ mg/l	0,050	0,50	TH ° F	83	-
Nitrite NO ₂ ⁻ mg/l	0,000	0,20	TAC ° F	11	-
Nitrate NO ₃ ⁻ mg/l	61,66	50,00	TA ° F	0	-
O.phosphate PO ₄ ⁻ mg/l	0,027	0,50	Minéralisation mg/l	1761	-
Mat. Ox.(mil. Ac.) mg/l O ₂	3,50	5,00	Somme des ions mg/l	1796	-
Fer mg/l	-	0,30	F- mg/l	-	-

INTERPRETATION :


Eau fortement minéralisée de qualité physico - chimique mauvaise
 le prélèvement a été fait par le demandeur

CHEF DU LABORATOIRE

ANRH/ D.R.S.O : B.P 364 Adrar (W.ADRAR) - ب.م.ص ب 364 آدرار -
 Tél : 049.36.04.67 Fax : 049.36.03.95

Annexes

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATE ET POPULAIRE
 وزارة الموارد المائية والبيئة
 MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU ET ENVIRONNEMENT
 الوكالة الوطنية للموارد المائية
 AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
 Créé par décret N°81/157 du 25 juillet 1981- Compte Trésorerie d'Alger N°00198000065cl459
 الفرع الجهوي للجنوب الغربي
 Antenne Régionale Sud Ouest



Demandeur : ETUDIENTE
 Analyse demandée : A.F
 Date de réception : 05/02/2020
 N° de laboratoire : 4472

Designation : ADGHA PUIITS

RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PH	7,40	≥ 6,5 et ≤ 9	Calcium Ca++ mg/l	160	200,00
Conductivité ms/cm	2,92	2,80	Magnes. Mg++ mg/l	70	150,00
Turbidité eau brute NTU	3,18	5,00	Sodium Na+ mg/l	340	200,00
Turbidité eau déc. NTU	-		Potass. K+ mg/l	32	12,00
Residu sec à 110° C mg/l	1820,00	1500,00	Chlorure Cl- mg/l	495	500,00
Température °C	-	25,00	Sulfate SO4-- mg/l	600	400,00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbon. HCO3- mg/l	79	-
			Carbonate CO3-- mg/l	0	-
Oxygène Dissous mg/l	-		Silice SiO2 mg/l	12,21	-
Ammonium NH4+ mg/l	0,000	0,50	TH ° F	68	-
Nitrite NO2- mg/l	0,038	0,20	TAC ° F	7	-
Nitrate NO3- mg/l	60,00	50,00	TA ° F	0	-
O.phosphate PO4- mg/l	0,000	0,50	Minéralisation mg/l	1810	-
Mat. Ox.(mil. Ac.) mg/l O2	6,00	5,00	Somme des ions mg/l	1836	-
Fer mg/l	-	0,30	F- mg/l	-	-

INTERPRETATION :


Eau fortement minéralisée de qualité physico - chimique mauvaise
 le prélèvement a été fait par le demandeur

CHEF DU LABORATOIRE

ANRH/ D.R.S.O : B.P 364 Adrar (W.ADRAR) - 364 آدرار - 049.36.04.67
 Tél : 049.36.04.67 Fax : 049.36.03.95

Annexes

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATE ET POPULAIRE
 وزارة الموارد المائية والبيئة
 MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU ET ENVIRONNEMENT
 الوكالة الوطنية للموارد المائية
 AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
 Créé par décret N°81/167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N°0019800065clé59
 الفرع الجهوي للجنوب الغربي
 Antenne Régionale Sud Ouest



Demandeur : ETUDIENTE
 Analyse demandée : A.F
 Date de réception : 18/03/2020
 N° de laboratoire : 4789
 Designation : EAU DE OULED AISSA

RESULTATS D'ANALYSES

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PH	7,40	≥ 6,5 et ≤ 9	Calcium Ca++ mg/l	324	200,00
Conductivité ms/cm	5,96	2,80	Magnes. Mg++ mg/l	183	150,00
Turbidité eau brute NTU	0,60	5,00	Sodium Na+ mg/l	720	200,00
Turbidité eau déc. NTU	-		Potass. k+ mg/l	46	12,00
Residu sec à 110° C mg/l	3808,00	1500,00	Chlorure Cl- mg/l	812	500,00
Temperature °C	-	25,00	Sulfate SO4-- mg/l	1530	400,00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbon. HCO3- mg/l	232	-
			Carbonate CO3-- mg/l	0	-
Oxygène Dissous mg/l	-		Silice SiO2 mg/l	-	-
Ammonium NH4+ mg/l	0,000	0,50	TH °F	154	-
Nitrite NO2- mg/l	0,011	0,20	TAC °F	19	-
Nitrate NO3- mg/l	75,52	50,00	TA °F	0	-
O.phosphate PO4- mg/l	0,000	0,50	Minéralisation mg/l	3695	-
Mat. Ox.(mil. Ac.) mg/l O2	6,90	5,00	Somme des ions mg/l	3922	-
Fer mg/l	-	0,30	F- mg/l	-	-

INTERPRETATION :
 Eau très fortement minéralisée de qualité physico - chimique mauvaise
 le prélèvement a été fait par le demandeur

CHEF DU LABORATOIRE

ANRH/ D.R.S.O : B.P 364 Adrar (W.ADRAR) - 364 أدرار - و.و.م.م.ص ب
 Tél : 049.36.04.67 Fax :049.36.03.95

Photo:Résultat des analyses des puits (Adgha-Ouledaissa-Chafia bouda

Annexes

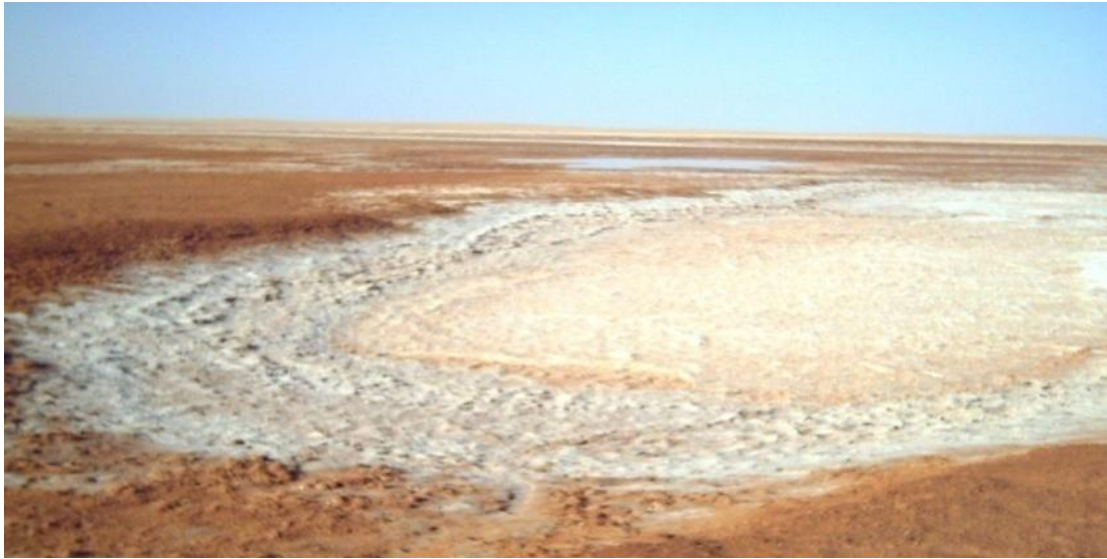


Photo : Sebka De Tillouline (Hadjefateh et Rouas, 2011).



Photo : sécessions des puits