

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## MASTER

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Sciences de l'environnement

**Par :** HADDAR Aïcha

## Thème

**Recherche de l'impact des fosses septiques sur les caractéristiques physico- chimiques des eaux de la nappe phréatique de la région de Ghardaïa (cas de Sebseb).**

**Soutenu publiquement le : 23/06/2014**

**Devant le jury :**

<b>M<sup>elle</sup>. MEBAREK OUDINA A.</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>M. BEN BRAHIM F.</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>M. AGOUNE S.</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>M. KRAIMAT M.</b>	Maître Assistant B	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>M. OULED HADDAR R.</b>	Invité		

**Année universitaire 2013/2014**

## *Dédicaces:*

*A ceux qui étaient la cause de mon existence ;  
A ceux qui leur réjouit mon sourire et leur vénère mon succès ;  
A ceux qui étaient toujours là pour moi, et ils continuent à être  
là ;  
A ceux qui sont la lumière de mes yeux, la lueur de mon chemin  
et, l'éclat de ma réussite.*

*A très cher ma mère, qui est toute ma vie, que Dieu le garde  
pour moi. ;  
A mes frères et mes sœurs, ont complété ma vie ;  
A mes oncles, à mes tantes et mes cousins ;  
A toute ma famille (HADDAR et OULED HADDAR).*

*A tous ceux qui souffrent et espèrent une meilleure vie, que Dieu  
soit avec eux ;  
A mes très chères amis: Meriem, Zineb, Fatna, Imane, Bouchra,  
Samia*

*A tous mes collègues de spécialité écologie ;  
A tous ceux qui aiment faire le bien, et aider les gens ;  
A toute personne qui va lire cette thèse ;  
A toutes ces personnes je dédie ce modeste ouvrage.*

*Aïcha*

# *Remerciements*

*Je remercie ALLAH de m'avoir prêté vie et volonté pour achever ce  
Travail.*

*Je veux témoigner mon immense gratitude à Monsieur **BEN BRAHIM F** Maitre-  
assistant à l'université de Ghardaïa, qui, en tant que promoteur, s'est toujours  
montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire,  
ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer, et sans  
qui, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. et je tiens à le remercier pour sa  
grande disponibilité ainsi que pour ses nombreux conseils,*

*Mes vifs remerciements vont aussi à **M.LLE. OUDIENA A.** Maitre- assistant à  
l'université de Ghardaïa, pour avoir accepté de nous honorer par sa présence en  
tant que président de jury.*

*Je tiens aussi à remercier vivement **M.KRIEMAITÉ M** Maitre-assistant à  
l'université de Ghardaïa pour sa précieuse assistance et pour avoir bien voulu  
examiner ce travail.*

*Je tiens aussi à remercier vivement **M.AGOUNE M** Maitre-assistant à  
l'université de Ghardaïa pour sa précieuse assistance et pour avoir bien voulu  
examiner ce travail.*

*Mes remerciement s'adressent également à :*

*A tous le personnel du laboratoire d' **L'ONA de GHARDAIA** pour son aide et  
fatigue afin que nous terminons ce travail.*

*À l'ingénieur aidés : **OULED HADDAR R.** (Directeur du Bureau d'étude **SARL**  
vallée vert) pour n'avoir ménagé ni le temps ni l'effort et qui m'a facilité le  
travail.*

*J'aimerais adresser un immense remerciement à mon Frère **Abdallah** et toute ma famille pour sa contribution, sa patience et son accompagnement dans le travail de terrain ainsi que son soutien.*

*Je désire aussi remercier **M. ACHOUR M.** Ingénieur à l'A.N.R.H. de Ghardaïa pour son aide et ses conseils.*

*Je tiens également à remercier tous les enseignants du département biologie de l'Université de Ghardaïa, qui ont contribué de près ou de loin à ma formation durant tout mon parcours universitaire.*

*Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues de la 2<sup>ème</sup> promotions master « Sciences de l'environnement » qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.*

*Merci à tous et à toutes.*

**Merci**

## ***Résumé***

Les ressources en eaux souterraines en régions sahariennes constituent la seule source en eau et conditionnent l'existence de la vie dans ces régions.

La présente étude a été menée sur quatre sites dans la région de Sebseb avec la caractérisation physico-chimique de 3 fosses et 21 puits dont un témoin. Les eaux analysées sont utilisées par la population locale en irrigation et même en consommation

Les résultats ont montré que la dégradation de la qualité physico-chimique de la nappe phréatique avec un impact clair des fosses septiques.

Le degré de contamination diffère d'un site à l'autre selon la distance et/ou l'altitude des puits par rapport aux fosses.

Les eaux usées des fosses septiques s'avèrent globalement assez chargées en polluants et constituent une vraie menace pour l'environnement de la région et notamment pour les eaux souterraines.

**Mots clés :** Sebseb, eaux phréatique, fosses septiques, caractérisation physico-chimique, contamination.

---

موارد المياه الجوفية في المناطق الصحراوية هي المصدر الوحيد للمياه وتحديد وجود حياة في هذه المناطق. أجريت هذه الدراسة في أربعة مواقع في المنطقة سبب مع توصيف الفيزيائية والكيميائية لثلاثة خزانات للصراف الصحي و 21 بئر مع الشاهد. وتستخدم هذه المياه من قبل السكان المحليون في الري وحتى الاستهلاك. وأظهرت النتائج تدهور في نوعية الفيزيائية والكيميائية من المياه الجوفية مع تأثير الواضح لمياه الصراف الصحي. درجة التلوث تختلف من موقع إلى آخر تبعا للمسافة و / أو ارتفاع الآبار مقارنة مع خزانات الصراف الصحي . مياه الصراف الصحي تثبت احتوائها عموما على كمية كبيرة من الملوثات وتشكل تهديدا حقيقيا للبيئة في المنطقة، ولا سيما بالنسبة للمياه الجوفية.

**الكلمات الدالة :** سبب، المياه الجوفية، خزانات الصراف الصحي، وتوصيف الفيزيائية والكيميائية، تلوث.

## Summary

The groundwater resources in the Saharan regions are the only source of water and determine the existence of life in these regions.

This study was conducted at four sites in the region Sebseb with physico-chemical characterization of three pits and 21 wells with a witness. Analyzed waters are used by local people in irrigation and even consumption

The results showed that the degradation of the physico-chemical quality of the water table with a clear impact septic systems.

The degree of contamination varies from one site to another depending on the distance and / or elevation of wells compared to the pits.

Wastewater septic proves quite generally carry pollutants and are a real threat to the environment of the region, particularly for groundwater.

**Keywords:** Sebseb, water table, septic tanks, physico-chemical characterization, contamination



## Liste des abréviations

°C	Degré Celsius
°F	Degré Français
µm	Micro mètre
µS/cm	Micro Siemens par centimètre
A.N.R.H	Agence nationale des Ressources hydriques
ADE	Algérienne des eaux
AEP	Approvisionnement en eau potable
AGEP	Agence Générale de l'eau potable
ANB	Agence national des barrages
CE	Conductivité électrique
CEE	Communauté économique européenne
D.P.A.T	Direction de planification et d'aménagement des territoires
DBO5	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène calculée pendent 5jours
dS/m	Di Siemens par meter
EPIC	établissement publié à caractère industriel et commercial
ETP	Establishment de travail publique
EU	Eaux usées
GPS	Global Positioning System
IR	Infra-rouge
ISO	International Organization for Standardization
F	Fosse septique
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OMS	Organisation Mondiale de la Santé

---



ONM	Office National Météorologique
ORGM	Office national de Recherche Géologique et Minière
P	Puits
PASH	Plan d'assainissement par sous bassin hydrographique
PCGE	Plans communaux généraux d'égouttage
S	Site
TDS	Taux des sels dissous
TH	Titre hydrométrique
TSE	Tryptone Sel Eau

---

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## MASTER

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Sciences de l'environnement

**Par :** HADDAR Aicha

## Thème

**Recherche de l'impact des fosses septiques sur les caractéristiques physico- chimiques des eaux de la nappe phréatique de la région de Ghardaïa (cas de Sebseb).**

Soutenu publiquement le : 23/06/2014

**Devant le jury :**

M <sup>elle</sup> . MEBAREK OUDINA A.	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
M. BEN BRAHIM F.	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
M. AGOUNE S.	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
M. KRAIMAT M.	Maître Assistant B	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
M. OULED HADDAR R.	Invité		

Année universitaire 2013/2014

**Liste des tableaux**

---

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau N° : I	Précipitations mensuelles (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	23
Tableau N° : II	Température mensuelle (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	24
Tableau N° : III	Nombre des forages et volumes d'exploitation par commune (A.N.R.H., 2007).....	38

---

## Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure n°01	Processus de contamination de la nappe par des polluants chimiques.....	06
Figure n°02	Schéma de principe d'une fosse septique.....	17
Figure n°03	Dimensionnement d'une fosse septique.....	18
Figure n°04	Schéma de principe d'une fosse toutes eaux.....	19
Figure n°05	Situation géographique de la région d'étude (A.N.R.H, 2010).....	22
Figure n°06	Histogramme des précipitations moyennes mensuelles (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	23
Figure n°07	Températures moyennes mensuelles (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	24
Figure n°08	Humidités relatives moyennes mensuelles (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	25
Figure n°09	Evaporation moyennes mensuelles (Période : 1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).....	25
Figure n°10	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Ghardaïa (Période : 1996-2012).....	26
Figure n°11	Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger .....	27
Figure n°12	Les sous bassins versants de l'Oued M'Zab jusqu'à El Atteuf (BG., 2002).....	28
Figure n°13	Bassin versant de la vallée du M'Zab (DUBIEF, 1963).....	29
Figure n°14	Esquisse hydrogéologique du M'Zab (A.N.R.H. 2007).....	31
Figure n°15	Carte géologique de la wilaya de Ghardaïa (extrait modifié de la carte géologique au 1/500000 de l'Algérie) (A.N.R.H., 2010).....	34

Figure n°16	Aquifères du Sahara Algérien (MELLAK, 2009).....	36
Figure n°20	Photo satellite de l'ensemble de la zone d'étude (les points échantillonnés des fosses septiques sont en rouge et des puits sont en bleu).....	41
Figure n°21	Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1....	46
Figure n°22	Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.....	47
Figure n°23	Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.....	47
Figure n°24	Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique de le site1.....	48
Figure n°25	Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.....	49
Figure n°26	Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.....	50
Figure n°27	Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.....	50
Figure n°28	Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1....	51
Figure n°29	Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2...	52
Figure n°30	Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.....	52
Figure n°31	Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.....	53
Figure n°32	Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.....	54
Figure n°33	Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2.....	55
Figure n°34	Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et la fosse septique dans le site 2.....	55

Figure n°35	Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2.....	56
Figure n°36	Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2...	56
Figure n°37	Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3...	57
Figure n°38	Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans site 3.....	58
Figure n°39	Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique de le site3.....	59
Figure n°40	Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.....	60
Figure n°41	Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.....	60
Figure n°42	Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.....	61
Figure n°43	Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.....	62
Figure n°44	Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3...	62
Figure n°45	Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4...	63
Figure n°46	Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4.....	64
Figure n°47	Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4.....	64
Figure n°48	Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4.....	65
Figure n°49	Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4.....	66
Figure	Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique	66

n°50	dans le site 4.....	
Figure n°51	Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 4.....	67
Figure n°52	Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et la fosse septique du site 4.....	68
Figure n°53	Carte des facteurs charge/distance du site 01.....	69
Figure n°54	Carte des facteurs charge/distance du site 02.....	70
Figure n°55	Carte des facteurs charge/distance du site 03.....	71
Figure n°56	Carte des facteurs charge/distance du site 04.....	72
Figure n°57	Carte des facteurs charge/distance de la zone d'étude.....	72
Figure n°58	Carte de modèle numérique de terrain de la zone d'étude.....	73

---

# Sommaire

---

<b>Introduction.....</b>	01
<b>Première partie : Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I: Pollution de l'eau.....</b>	03
1 -Définition.....	03
2.Types de la pollution des eaux.....	03
3- Origine de la pollution .....	07
4 - Paramètres de la pollution .....	08
5 - Les effets de pollution.....	09
<b>Chapitre II. Les eaux usées domestiques.....</b>	12
1- Compositions de l'eau usée domestique.....	12
2-Characteristiques des eaux usées.....	13
3. Méthodes d'évacuation des eaux usée .....	15
4- Impacts sanitaire et environnemental de la pollution chimique et bactérienne des eaux usées.....	19
<b>Chapitre III : présentation de la région de Ghardaïa .....</b>	21
1- Localisation géographique .....	21
2-Cadre climatique .....	23
3-Ressource en eau de surface .....	27
4- Aspect géologique .....	30
5- Description lithostratigraphique .....	31
6- Identification hydrogéologique .....	34
<b>Chapitre IV : Matériels et Méthodes .....</b>	38
1- Approche méthodologique.....	38
2- Choix de la région d'étude.....	38
3- Présentation de la région de SEBSEB .....	38
4- Echantillonnage.....	41
5- Mesures de terrain.....	43
6- Techniques d'analyse .....	43
<b>Troisième partie : Résultats et discussions</b>	
<b>Chapitre V Résultats et Discussions:.....</b>	46
1. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse	



---

# Sommaire

---

septique dans le Site 1 .....	46
2. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 2... ..	51
3. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 3.....	57
4. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 4.....	63
5. Evaluation de la contamination physico-chimique des eaux des puits par les fosses septiques.....	68
4. Discussion générale.....	73
<b>Conclusion.....</b>	<b>75</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>77</b>

---

# ***INTRODUCTION***

---

## ***Introduction***

La composition chimique de l'eau est très importante à connaître, la détermination permet de préciser la qualité et par conséquent la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable, l'agriculture et l'industrie.

L'alimentation en eau de plusieurs centaines de villes à travers le monde dépend des ressources en eau souterraine. Mais l'urbanisation croissante et incontrôlée, particulièrement dans les pays pauvres, a un impact négatif sur la quantité et la qualité de cette ressource précieuse. Les échelles spatio-temporelles des processus affectant la quantité et la qualité des eaux souterraines en milieu urbain (variations piézométriques et pollutions accentuées par les activités anthropiques, processus de recharge/décharge et processus et sources de pollution liés à l'histoire de l'urbanisation) diffèrent fondamentalement de celles en milieu rural (COLLIN et MELLOUL, 2003).

En Afrique, les eaux souterraines en milieu urbain subissent de multiples contraintes dues à une forte croissance démographique et à l'inadaptation ou même l'absence d'assainissement (GROEN *et al.*, 1988 ; BOUKARY *et al.*, 1996 ; CISSE *et al.*, 2000 ; FOSTER, 2001 ; NKHUWA, 2003). Les réseaux d'égouts, les fosses septiques, les eaux usées des usines et les déchets solides sont les sources principales de pollution des eaux souterraines dans le secteur urbain; dans les zones périurbaines, l'agriculture, via les intrants agricoles, contribue aussi à dégrader la qualité des nappes phréatiques.

La contamination décelée dans les régions sahariennes est le plus souvent, d'origine anthropique due aux rejets directs d'eaux usées et à l'utilisation intensive en agriculture.

Dans la wilaya de Ghardaïa, la principale source de satisfaction de la demande en eau est les eaux souterraines du fait de l'aridité du climat et de l'exploitation relativement facile de cette ressource. Mais, la croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent des grands problèmes de disponibilité de la ressource tant quantitative que qualitative.

La qualité physico-chimique des eaux souterraines de la région de Ghardaïa dépend essentiellement de leur origine, de la nature des alluvions et des roches qui emmagasinent cette eau.

Notre travail réalisé, dans la région de Sebseb, a pour objectif la recherche de l'éventuel effet des fosses septiques sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux phréatiques et de juger l'utilisation des eaux de la nappe phréatique en alimentation en eau potable

Ce travail comporte trois parties :

La première partie est une synthèse bibliographique

La deuxième prendra en compte le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.

La troisième partie traitera les résultats.

---

***PREMIERE PARTIE***

---

***SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE***

## **Chapitre I. Pollution de l'eau**

L'importance, le type et le degré de pollution dans les régions sahariennes sont le plus souvent liés au développement urbain, L'usage de l'eau et les spécificités physico- chimiques des effluents. Ces données sont indispensables pour évaluer le degré de pollution et de concevoir les méthodes et les ouvrages adaptés au contexte environnemental du bassin versant et ce, en vue d'améliorer ou d'atténuer les effets néfastes engendrés par la pollution sur l'environnement (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet, à la différence de divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité sans cesse accrue, affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux du tiers monde (RAMADE, 2002)

Le terme de pollution peut être défini comme "une modification défavorable du milieu naturel qui résulte en totalité ou en partie de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes " (BARBAULT, 2008).

### **1. Définition de la pollution des eaux**

La pollution de l'eau est une dégradation de celle-ci par l'introduction de substances toxiques, qui nuisent directement à la chaîne alimentaire. Les rejets anthropiques dans l'eau concernent une grande surface géographique (TOUCHART, 2003).

### **2. Types de pollution des eaux**

#### **2.1. Pollution physique**

Elle est due à la présence des matières en suspension parfois des colloïdes, elle se traduit par un trouble ou coloration prononcée (GUERBOUZ, 2006). La pollution physique des eaux à trois aspects:

##### **2.1.1. Pollution thermique des eaux**

Les activités humaines peuvent réchauffer directement les eaux, principalement par les rejets des centrales thermiques, le réchauffement de la tamise est due à 75% aux rejets des

centrales et à 6% à ceux de l'industrie, les 19% restants représentant toutes les autres activités réunies (TOUCHART, 2003).

Les bouleversements thermiques indirects concernent la construction de barrages sur les cours d'eau. Si les sorties sont celles de vannes de fond, les eaux fluviales sont en général refroidies pendant l'été, tandis que si l'eau s'échappe par un déversoir de surface, l'émissaire tend à être réchauffé. En Dehors de la saison estivale, le changement est très faible. (TOUCHART, 2003).

Elle se traduit par l'accroissement de la température due à des circuits de refroidissement dont le plus souvent relevant de centrales énergétiques (BERNARD, 1999).

### **2.1.2. Transport de matière solide en suspension**

Elle agit en augmentant la turbidité de l'eau qui réduit la pénétration de la lumière (NORE, 2007).

### **2.1.3. Pollution radioactive**

C'est la pollution générée par la radioactivité. Elle peut avoir plusieurs origines : naturelle, Industrielle, militaire, médicale... (MNT, 1994).

La pollution radioactive est nocive pour l'homme : en effet, les radioéléments ont une durée de vie plus ou moins longue et se désintègrent en émettant des rayonnements dangereux. Lorsque des radioéléments sont fixés dans le corps humain, ils peuvent être dangereux même si la quantité totale de rayonnements émis est relativement faible, car ils atteignent les cellules environnantes de manière très concentrée, pouvant créer des tumeurs (caractère mutagène des radiations) (MNT, 1994).

## **2.2. Pollution biologique**

La pollution biologique des eaux se traduit par une forte contamination bactérienne, les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont: les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les algues (NORE, 2007).

Les micro-organismes sont peu nombreux dans les eaux de nappe du fait des conditions généralement anaérobies et des faibles quantités de nutriments disponibles. Le transfert de matière organique dans la nappe favorise leur prolifération. Les milieux fissurés, surtout karstiques, présentent des conditions favorables à la survie et à la multiplication des germes: pénétration facile.de matière organique, conditions aérobies, pas de filtration.

Les germes pathogènes sont généralement associés aux coliformes et streptocoques fécaux, la présence de ces derniers indique une pollution par les eaux vannes, les eaux de station d'épuration, les rejets des lavages industriels... et la possibilité de rencontrer de germes pathogènes (CHEKROUD, 2007).

### **2.3. Pollution chimique**

La pollution chimique est engendrée par des rejets de produits chimiques à la fois d'origine industrielle et domestique. Dans ce qui suit, on déterminera les polluants responsables qu'ils soient organiques ou inorganiques (AMARA, 1993).

Les micropolluants chimiques organiques sont représentés essentiellement par :

#### **- Hydrocarbures**

Les eaux continentales sont polluées par les hydrocarbures essentiellement de manière régulière, et souvent diffuse, par les effluents des raffineries, le lessivage des routes par les pluies et les vidanges d'automobile non contrôlées (TOUCHART, 2003).

#### **- Pesticides**

Ces substances chimiques (on en dénombre aujourd'hui plus de 300 types) destinées à protéger les végétaux contre les insectes, les champignons ou les mauvaises herbes peuvent pénétrer dans le sol pour atteindre les eaux souterraines ou se déverser directement dans les cours d'eau. Dans l'environnement, certains de ces pesticides se transforment en métabolites qui deviennent très difficiles à détecter (BENZIADA et BENMAMAR, 2007).

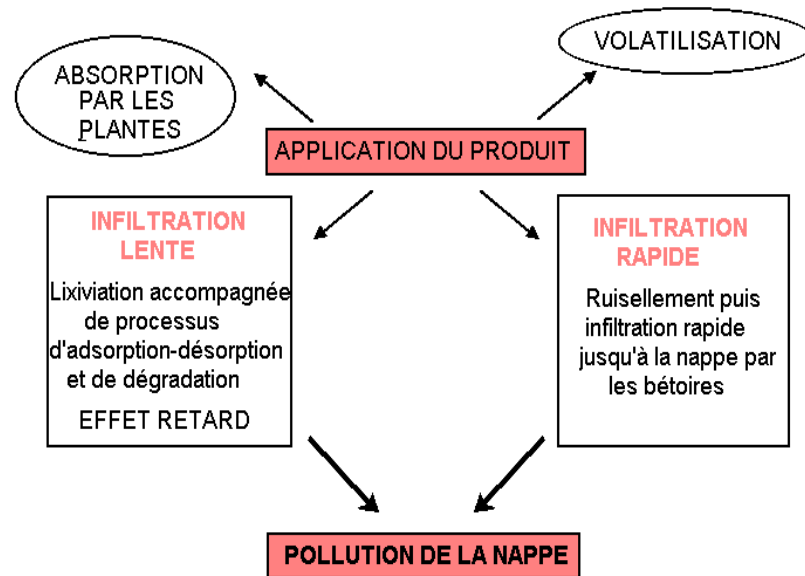
#### **- Détergents**

Un détergent est un produit complexe contenant un ou plusieurs agents de surface et des composés minéraux (carbonates, phosphates, poly phosphates, perborates), souvent associés à des matières organiques améliorantes, à des enzymes hydrolysant et à des séquestrant (CHABNI, 2005).

La biodégradabilité de ces substances est très variable. Les détergents sont rares dans les eaux souterraines, ils sont peu toxiques mais ils facilitent par leur pouvoir mouillant la dispersion et le transfert d'autres polluants comme les pesticides (CHABNI, 2005).

La figure (03), schématise le processus de contamination de la nappe par des polluants chimiques (VILAGINER, 1989).





**Figure 01 : Processus de contamination de la nappe par des polluants chimiques (VILAGINER, 1989)**

Alors que les micropolluants chimiques inorganiques sont :

- **Métaux lourds**

Les métaux lourds polluants de l'eau sont : l'arsenic, le cadmium, le chrome, le mercure, le zinc et le nickel. Ils existent à l'état naturel dans le sol et certains d'entre eux comme le fer, le cuivre, le chrome...sont des oligoéléments nécessaires au fonctionnement de certains enzymes indispensables à l'organisme (MNT, 1994).

En revanche, d'autres éléments comme le plomb, le cadmium et le mercure sont toxiques pour l'homme (VILAGINES, 2003).

- **Ammoniaque**

L'ammoniaque est un gaz soluble dans l'eau mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné soit sous forme ionisée. En plus, l'ammoniaque est favorable au développement de certaines bactéries qui à leur tour génèrent de mauvais goûts (BREMONT et PERRODON, 1976).

- **Nitrites**

Les nitrites peuvent être rencontrés dans l'eau, mais à des doses faibles. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas

conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (BREMOND et PERRODON, 1976).

- **Phosphatés**

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (LADJEL et TODEFT, 2002).

### **3. Origine de la pollution**

Selon l'origine de la pollution, on distingue trois catégories : pollution urbaine, pollution industrielle et pollution agricole (ABDELKARIM, 2003).

#### **3.1. Processus et sources de pollution en milieu urbain**

Les environnements urbains demeurent uniques pour plusieurs raisons, dont la diversité et le nombre élevé des sources potentielles de pollution. Les sources de pollution directe sont les fuites des réseaux d'égouts, les fosses septiques, les eaux de surface, les déchets solides, les flaques de carburants, l'infiltration à partir des rivières polluées, l'intrusion saline, les fertilisants, les pesticides, le lessivage de la zone non saturé lors de la remontée piézométrique parmi tant d'autres. La contamination directe par le réseau d'égout est commune à de nombreuses villes (HASSAN et al., 1995 ; EL ARABI, 1999).

Outres les sources directes, il existe des sources indirectes de la pollution des eaux souterraines. Le mélange des eaux d'égouts, contenant de grande quantité de composés organiques, et de l'eau chlorée du réseau AEP peut conduire à d'autres types de pollution par des composés chlorés, hautement toxiques. De plus, les changements dans la composition chimique des eaux souterraines modifient également les conditions chimiques sous lesquelles les polluants sont immobilisés, rendant les composés toxiques beaucoup plus mobiles (particulièrement les métaux traces) (BOUBAKAR HASSANE, 2010.)

#### **3.2. Principaux types de polluants des eaux souterraines en milieu urbain**

- les polluants microbiologiques (virus et bactéries) issus des eaux Vanes, des déjections humaines et animales superficielles ;
- les polluants inorganiques (sels et ions métalliques), naturellement présents dans les roches et les sols, et également contenus dans les eaux usées domestiques et industrielles, etc. ;

- les polluants chimiques organiques (éléments chimiques organiques synthétiques et volatiles) ;
- les polluants radioactifs, naturellement présents ou issus des déchets. Peu d'études prouvent les effets de ces polluants chimiques sur la santé humaine par ingestion d'eau contaminée. Les maladies provenant de l'ingestion d'eau contaminée sont dues aux bactéries, aux parasites ou aux virus (BOUBAKAR HASSANE, 2010).

La contamination des eaux souterraines a été l'objet de nombreuses études ces deux dernières décennies. De ce fait, les processus de pollution des eaux souterraines par les sources ponctuelles (eaux usées domestiques, eaux usées industrielles et hospitalières, déchets solides, etc.), et les sources diffuses (agriculture intensive), ainsi que le devenir de nombreux polluants sont relativement bien compris (LERNER, 2004; DEMLIE et WOHNLICH, 2006). Cependant peu d'études sont disponibles sur les nouveaux polluants issus des mélanges et sur les implications de la dégradation partielle de la qualité des eaux. Notons, cependant, que la qualité des eaux souterraines peut s'améliorer grâce à l'oxydation de la matière organique (BOUBAKAR HASSANE, 2010).

## **4. Paramètres de pollution**

### **4.1. Paramètres chimiques**

Les matières organiques nécessitent de l'oxygène pour leur métabolisation par les micro-organismes. Cette demande en oxygène peut être représentée biologiquement ou chimiquement, suivant divers paramètres tels que la DBO (demande biochimique en oxygène), la DCO (demande chimique en oxygène) (GAID, 1985).

#### **4.1.1. Demande biochimique en oxygène**

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau avec le concurrence des microorganismes qui se développent dans des conditions données du milieu (BREMONDE et PERRODON, 1976).

#### **4.1.2. Demande chimique en oxygène (D.C.O)**

La demande chimique en oxygène traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques et minérales contenues dans l'effluent. La mesure de la D.C.O. se fait à l'aide d'un oxydant énergétique comme le bichromate de potassium, en milieu acide, et à chaud pendant deux heures. On estime que cette oxydation détruit à 90-95 % des composés (DJEBALI, 2008).

## **4.2. Paramètres physiques:**

### **4.2.1. Matières en suspension**

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'ils représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de charbon et les particules minérales du type mucilagineuse. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (DJEHALI, 2008).

Deux techniques sont actuellement utilisées pour le dosage des matières en suspension:

- Séparation par filtration (filtres en papier, membranes filtrantes).
- Centrifugation.

### **4.2.2. Matières volatiles en suspension**

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension (DJEHALI, 2008).

### **4.2.3. Matières minérales**

C'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles. Elles représentent donc le résidu de la calcination, et correspondent à la présence de sels (GAID, 1985).

## **5. Effets de la pollution**

L'utilisation irrationnelle des ressources en eau souterraines, notamment dans les régions bien pourvues en eau (Sahara septentrional) a engendré des conséquences négatives sur le milieu. En effet, L'accroissement rapide de l'utilisation de ces ressources sans une politique de planification et de gestion a créé des situations graves pouvant avoir des conséquences néfastes et irréversibles. Actuellement, les zones de palmeraies connaissent d'énormes problèmes liés directement aux conditions naturelles de la région (morphologie du terrain, forte évaporation, salinité des eaux et des sols) et la mauvaise exploitation hydro-agricole (travaux culturaux et entretien, mode d'irrigation) (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

L'effet de pollution n'est pas nécessairement lié à la libération dans l'environnement de substances toxiques: la production excessive de composés naturels impliqués dans les cycles biogéochimiques est aussi une grave source de déséquilibre (BARBAULT, 2008).

## **5.1. Impact de la mauvaise qualité des eaux sur le milieu**

### **5.1.1. Salinité des eaux et des sols**

D'une manière générale, la salinité des eaux au Sahara est due généralement aux nombreux massifs à affleurements gypso-salins. L'excès de sels dans les sols a pour origine, la nature des alluvions du quaternaire, la qualité de l'eau d'irrigation et la remontée des niveaux des nappes phréatiques salées. Ce phénomène est aggravé par une accumulation de différents types de sel (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

Ce phénomène de salinisation, qui affecte la majorité des sols du Sahara est associé dans la majorité des cas à une texture grossière (sableuse) ce qui accélère la migration (lessivage) des sels dans les sols (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

La salure des sols d'oasis est étroitement liée au mode d'irrigation et aux méthodes culturales. La salinité des sols agricoles au Sahara se pose avec acuité et a engendré des contraintes importantes notamment, dans les palmeraies (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

### **5.1.2. Excès d'eau dans les zones urbaines et agricoles**

L'utilisation accrue de façon anarchique de ces eaux souterraines pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable a engendré des problèmes dus, notamment à la création et/ou la remontée des niveaux de nappes phréatiques nuisibles pour l'agriculture et l'environnement. Les problèmes liés à cette remontée des eaux dans certaines agglomérations sont significatifs et illustrent parfaitement la mauvaise gestion de la ressource en eaux souterraine au Sahara septentrional (KHADRAOUI et TALEB, 2008).

### **5.1.3. Conséquences de la contamination des eaux souterraines**

La contamination des eaux souterraines par les composés xénobiotiques toxiques même en faibles concentrations peut compromettre l'exploitation de la ressource pour de longues périodes de temps. La persistance élevée et la faible mobilité de certains polluants (ex. : les métaux lourds) dans l'aquifère imposeront malgré tout une restriction prolongée de l'usage de points d'eau.

L'intensification des activités industrielles et agricoles, ainsi que la diversification des modes de sous-produits de production ou des déchets après consommation, rendent vulnérables les ressources en eau souterraines. Les modifications de régimes induisant des variations de niveau piézométrique par des pompages excessifs dans les zones urbaines peuvent aussi causer des contaminations par interconnexion des flux. L'impact peut être d'ordre hydrologique dans la

mesure où une importante exploitation de la ressource a une action sur le fonctionnement hydraulique de la nappe (avec possibilité d'intrusion marine) (COLLIN et MELLOUL, 2003).

L'intrusion saline peut se définir comme la migration des eaux salées dans les eaux douces de l'aquifère, sous l'influence de l'évolution des ressources en eau de la nappe (FREEZE et CHERRY, 1979).

Le mouvement se fait naturellement, soit à l'intérieur des terres, on parle ainsi de mouvement descendant des sources de surface et des eaux d'irrigation vers l'aquifère et de mouvement ascendant des formations inférieures vers l'aquifère (MAIMONE et FITZGERALD, 2001). Soit dans les zones côtières, où les eaux de l'aquifère sont connectées hydrauliquement avec l'eau de mer (EL ACHLEB et al ., 2001; TRABELSI et al., 2005) .

A des teneurs en chlorures supérieures ou égales à 700 mg/L, la salinité peut causer des problèmes de toxémie gravidique ou pré éclampsie chez les femmes enceintes, et d'hypertension (ERB, 1999).

#### **5.1.4. Conséquences écologiques de la pollution des eaux**

Le rejet d'un affluent urbain pollué par des matières organiques fermentes cibles constitue la cause la plus répandue et prépondérante de dégradation de la qualité des eaux de surface. Un rejet d'égout induit une dégradation considérable tant de la qualité physico-chimique des eaux que de la biocénose aquatique, ce rejet se manifeste en effet sur le plan écologique par l'apparition d'espèces bio-indicatrices positives de pollution et par l'élimination des populations des espèces bio-indicatrices négatives (RAMADE, 2002).

## **Chapitre II. Généralités sur les eaux usées domestiques**

Les eaux usées domestiques sont composées des eaux vannes ou eaux noires en provenance des WC et des eaux ménagères ou eaux grises en provenance de la cuisine, des salles de bains, de la buanderie et des eaux de nettoyage. Les eaux vannes représentent 1/3 du volume total des eaux usées domestiques. Dans les villes d'Afrique Subsaharienne, elles représentent en moyenne 20 à 50 litres par habitant et par jour. Les eaux-vannes sont composées de 70 à 80% d'eau, de matières fécales et d'urines. Les eaux ménagères font environ 2/3 du volume total des eaux usées domestiques. Elles représentent près de 80% de la consommation totale journalière d'eau par habitant (WETHE, 2007).

### **1- Composition de l'eau usée domestique**

Après son utilisation dans le ménage, l'eau contient diverses charges polluantes:

- les matières organiques consommatrices d'oxygène comme les protéines, les hydrates de carbone, les graisses,... qui proviennent des urines, des selles et de produits d'entretien. La part des ménages dans les rejets de matières organiques varie suivant les régions entre 50 et 90 % de tous les rejets (DEPAMELAERE et *al.*, 2001).
- Les nutriments (ou engrais) comme l'azote (rejets de l'installation sanitaire, surtout via le WC) et le phosphore (produits de lessive). Les ménages contribuent pour près de la moitié aux rejets de phosphore dans les eaux (DEPAMELAERE et *al.*, 2001).
- Les métaux lourds et les polluants organiques (malgré l'interdiction de les verser à l'égout, les eaux usées contiennent des restes de peinture, des huiles de vidange, des pesticides, des produits d'entretien, des solvants,...). Bien que les ménages ne rejettent en principe que peu de métaux lourds (cuivre, plomb, zinc,...), ceux-ci peuvent provenir de la corrosion de conduites, de recouvrements des toitures et corniches. On a estimé que 46 % de l'ensemble des rejets de cuivre provenait des ménages (DEPAMELAERE et *al.*, 2001).

## **2- Caractéristiques des eaux usées**

Les diverses origines des eaux usées leur confèrent des caractéristiques variées. Des paramètres physiques, chimiques, et biologiques permettent de mesurer la pollution de ces eaux.

### **2.1- Paramètres physiques**

Les paramètres physiques sont responsables de la pollution primaire des eaux et regroupent essentiellement les matières en suspension, la conductivité, le pH et la température.

#### **2.1.1- Matières en suspension (M.E.S.)**

Les matières en suspension associées aux substances dissoutes sont à l'origine de la turbidité des eaux usées. La détermination des M.E.S. est essentielle pour évaluer la répartition entre la pollution dissoute et la pollution sédimentable dont le devenir est pris en compte dans un système d'épuration. La méthode de référence pour déterminer les M.E.S est la méthode AFNOR n° 90-105, par filtration sur disque de verre. Elles sont exprimées en mg/ l de matière sèche insoluble (NIANG, 1995 ; AKPO, 2006).

#### **2.1.2- Conductivité**

Elle permet de connaître la quantité globale de sels dissous ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ) et traduit la facilité avec laquelle l'eau conduit un courant électrique. La conductivité augmente avec la quantité de sels dissous et est fonction de la température. Elle est exprimée en Siemens / cm (GOMELLA et GUERREE, 1983 ; AKPO, 2006).

#### **2.1.3- Température et pH**

La température des eaux usées varie généralement entre 10 et 25 °C. Les processus épuratoires se réalisant en anaérobie sont plus fortement influencés par les variations de température que les processus se réalisant en aérobie. Quant au pH des eaux usées domestiques, il est compris entre 6,5 et 8,0. Il joue un rôle capital dans la croissance des micro-organismes qui ont un pH optimum variant entre 6,5 et 7,5. Les valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 9 affectent la viabilité et la croissance des micro-organismes. Les substances qui modifient le pH peuvent rendre inefficace le traitement des eaux usées (NIANG, 1995 ; AKPO, 2006).



## 2.2- Paramètres chimiques organiques

Dans les eaux usées, des matières organiques comme les protéines, les lipides et les glucides sont susceptibles d'être mises en évidence (GOMELLA et GUERREE, 1983 ; AKPO, 2006). Ces substances en grande partie biodégradables sont témoins de la pollution secondaire des eaux usées. L'évaluation de la charge organique repose sur la détermination de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique. Cette quantification se fait de deux manières par la détermination de :

- la demande chimique en oxygène (DCO) ;
- la demande biochimique en oxygène (DBO).

### 2.2.1- Demande Chimique en Oxygène

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie chimique, sans intervention d'êtres vivants, toutes les substances oxydables (sels minéraux oxydables, composés organiques biodégradables ou non). La mesure de la DCO se fait par oxydation au dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ). Elle est exprimée en mg / l d'oxygène (BONFOH, 2000 ; AKPO, 2006).

### 2.2.2- Demande Biochimique en Oxygène

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie biologique (par les bactéries normalement présentes dans les eaux) les matières organiques de l'eau. L'oxydation complète des matières organiques nécessite de 21 à 28 jours, mais la mesure de la DBO est limitée à 5 jours (DBO5), car au-delà, débute le processus aérobie de nitrification (oxydation des matières azotées). La DBO5 est également exprimée en mg / l d'oxygène. (RADOUX, 1995 ; AKPO, 2006)

Il est à remarquer que le rapport DCO/DBO5 renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique. Il est très variable mais permet d'adapter le traitement de l'eau par voie biologique (lagunage, boue activée, lit bactérien...). Ainsi, les eaux résiduaires ayant un rapport DCO/DBO5 égal à :

- \* 1,66 sont facilement traitables biologiquement ;
- \* 2,5 sont traitables biologiquement ;

\* 5 sont susceptibles de subir un traitement biologique après adaptation.

Un rapport DCO/DBO5 supérieur à 5 indique des eaux toxiques et non traitables biologiquement (RADOUX, 1995 ; AKPO, 2006)

### **2.3- Paramètres chimiques minéraux**

Il s'agit de nutriments représentés par l'azote et le phosphore. Ces éléments sont responsables de la pollution tertiaire des eaux. L'azote dans les eaux usées se retrouve sous forme ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ), de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) ou de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Les ortho phosphates et les phosphates constituent les principales formes de phosphore rencontrées dans les eaux usées. L'excès de ces nutriments dans les eaux résiduaires déversées à l'état brut dans un environnement peut être à l'origine de l'eutrophisation du milieu récepteur (GAYE et NIANG, 2002 ; SAWADOGO et *al.*, 2005 ; NIANG, 1995 ; AKPO, 2006) .

## **3. Méthodes d'évacuation des eaux usées**

### **3.1- Le régime d'assainissement unitaire et séparatif**

#### **3.1.1. Réseau séparatif**

Réseau d'assainissement constitué de deux canalisations distinctes:

- L'une assurant le transport des eaux
- L'autre assurant le transport des eaux usées, pluviales (GUILLARD, 1999).

#### **3.1.2. Réseau unitaire**

Réseau d'assainissement assurant dans la même conduite le transport des Eaux usées et des eaux pluviales (GUILLARD, 1999).

### **3.2-Le régime d'assainissements autonomes**

Toute installation d'assainissement assurant la collecte, le transport, le traitement, et l'évacuation des eaux usées domestiques ou assimilées des immeubles ou parties d'immeubles non raccordés au réseau public de collecte des eaux usées (Département du Rhône, 2011).

- ▶ Toutes les zones destinées à l'urbanisation non reprises en zones d'assainissement collectif, et pour lesquelles il existe des spécificités locales et notamment environnementales qui justifient que l'agglomération soit soumise à ce régime d'assainissement ;
- ▶ Toutes les habitations érigées en dehors des zones destinées à l'urbanisation (GOBERT et HUSSON, 2012).

### **3.2.1- Obligations d'assainissement autonome**

#### **a. Les habitations nouvelles**

Une habitation est considérée comme nouvelle au sens de la zone d'assainissement autonome lorsqu'elle a été construite après la date d'approbation du PCGE (Plans communaux généraux d'égouttage) ou du PASH (Plan d'assainissement par sous bassin hydrographique) qui l'a classée pour la première fois dans une zone d'assainissement autonome (GOBERT et HUSSON, 2012).

Les habitations existantes dont les aménagements, extensions ou transformations autorisés par un permis d'urbanisme ont pour effet d'augmenter le potentiel « logement » et donc d'augmenter la charge polluante rejetée en équivalents habitants (GOBERT et HUSSON, 2012).

#### **b. Les habitations existantes**

Une habitation est considérée comme « existante » lorsqu'elle a été construite avant la date d'approbation du PCGE (Plans communaux généraux d'égouttage) ou du PASH (Plan d'assainissement par sous bassin hydrographique) qui l'a, pour la première fois, classée dans une zone d'assainissement autonome (GOBERT et HUSSON, 2012).

### **3.2.2- Réalisation de l'assainissement autonome dans le cas général**

#### **a. Fosses septiques**

La fosse septique toutes eaux, en débarrassant les effluents bruts des matières solides, évite le colmatage des drains. Elle permet donc aux effluents d'être liquéfiés par décantation et flottation (LEBRETON, 2011).

La fosse septique toutes eaux permet :

- de collecter toutes les eaux usées : eaux vannes et eaux ménagères (cuisine et salle de bains) ;
- de liquéfier partiellement les effluents ;
- de retenir les matières solides (boues de décantation) et les flottants (graisses...)

(LEBRETON, 2011).

### b. Principe de fonctionnement de la fosse septique

Système de rejet sur fosse septique ( FRANCEYS et *al.*, 1995)

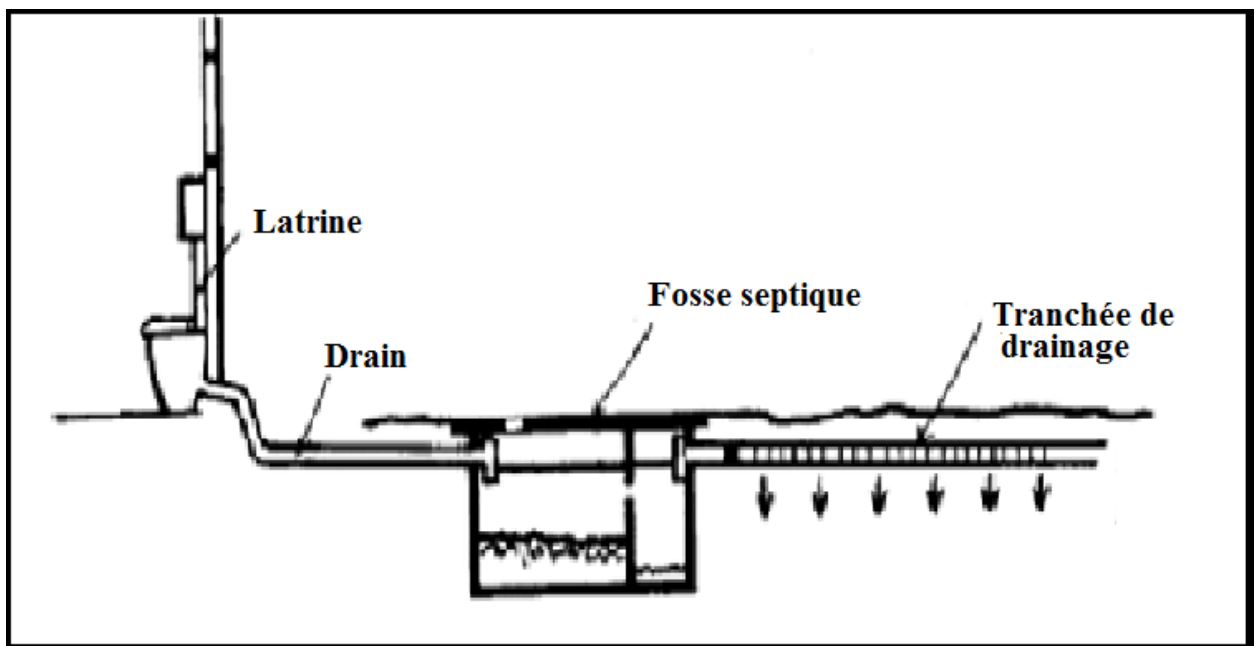
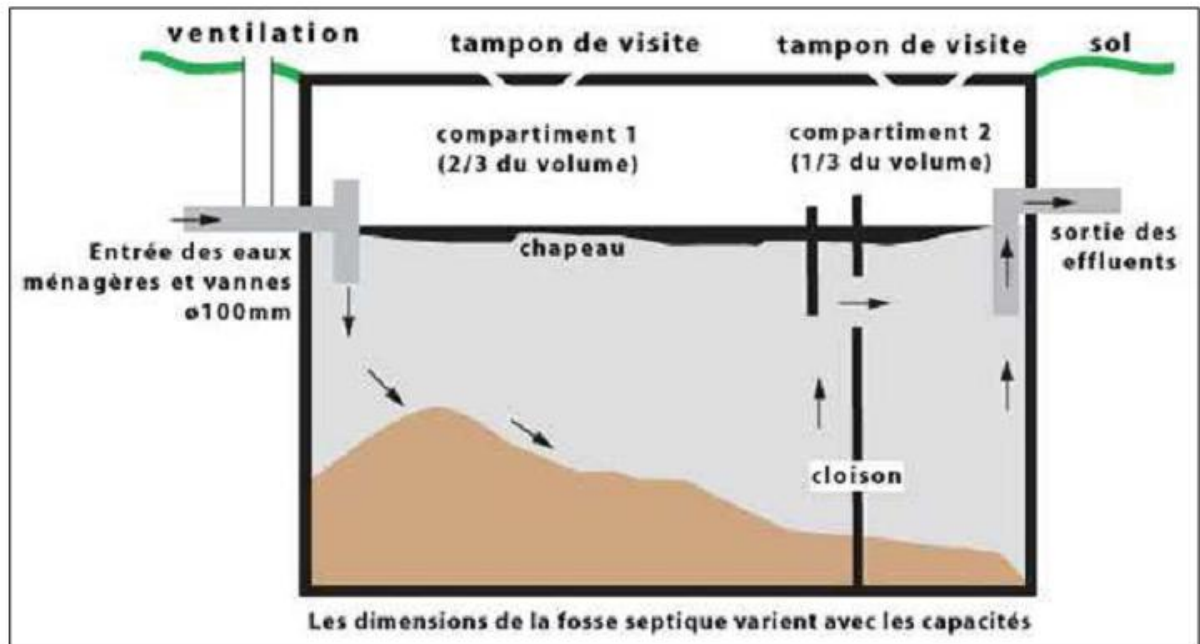


Figure 02 : Schéma du principe d'une fosse septique (FRANCEYS et al., 1995)



**Figure 03 : Dimensionnement d'une fosse septique (FRANCEYS *et al.*, 1995)**

Les matières solides s'accablent, en général, dans un premier compartiment et subissent une fermentation anaérobie basique que l'on appelle "digestion". Cette digestion entraîne la production de gaz carbonique, d'hydrogène sulfureux et de méthane. A la surface, les bulles entraînent des particules de boues qui finissent par former une croûte appelée "chapeau". Au fond, les matières solides se déposent. Une conduite de ventilation doit donc assurer l'évacuation des gaz tandis que des vidanges périodiques doivent permettre l'évacuation des matières solides. Après ce premier compartiment, un deuxième reçoit les effluents décantés sous la forme d'un liquide clair. Cependant, les eaux sortant de la fosse septique ne doivent surtout pas être considérées comme épurées (FRANCEYS *et al.*, 1995).

Le liquide sortant de la fosse doit être admis dans un ouvrage annexe (filtres bactériens, tranchées d'infiltration, lits filtrants, plateaux absorbants, filtre à sable ...) pour un traitement plus poussé, respectant ainsi l'hygiène publique et les normes d'assainissement en vigueur (FRANCEYS *et al.*, 1995)

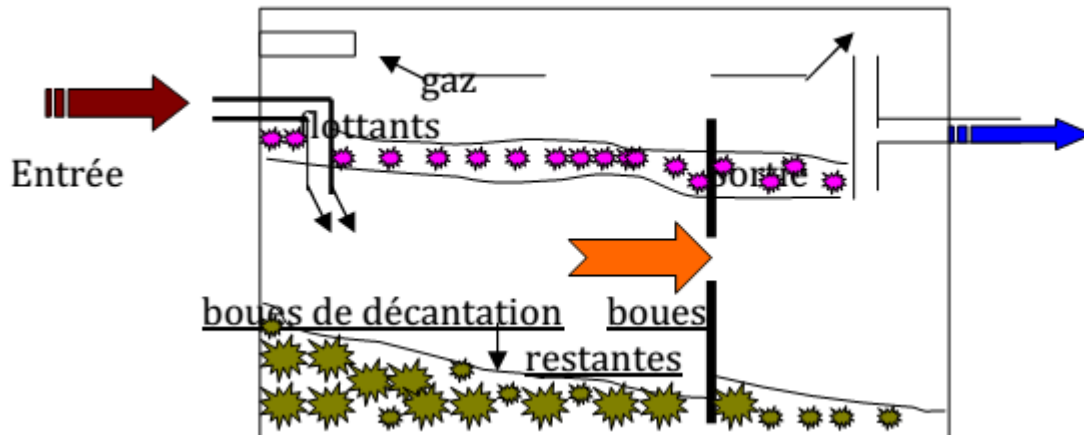


Figure 04 : Schéma du principe d'une fosse toutes eaux (GOBERT et HUSSON, 2012)

#### 4. Impacts sanitaire et environnemental de la pollution chimique et bactérienne des eaux usées

##### 4.1- Impacts sur la santé

Dans le cas de l'agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes (SHEIKH et *al.*, 1999). Les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes (ASANO, 1998). Le mode d'irrigation a une influence directe sur le risque : ainsi, l'irrigation souterraine ou gravitaire peut nuire à la qualité des eaux souterraines et de surface. Des contaminations directes peuvent avoir lieu lors de la maintenance du système d'irrigation. L'irrigation par aspersion crée des aérosols contaminants qui peuvent être transportés sur de longues distances. Alors que l'irrigation gravitaire à la raie et par inondation exposent les travailleurs à des hauts risques sanitaires, notamment lorsque le travail de la terre se fait sans protection (PEASEY et *al.*, 2000). Les nouvelles recommandations de l'OMS ont prévu des niveaux de risque selon la technique d'irrigation et les types des cultures (OMS, 2006).

#### 4.2- Impacts sur l'environnement

Certains facteurs devraient être pris en compte pour minimiser les impacts environnementaux qui pourraient survenir de l'utilisation de ces eaux usées. Selon (FOUTOU et DIMITROV, 2007), On peut citer :

- les matières en suspension, dont la forte teneur peut être cause d'obstruction des pores du sol et entraîner le ruissellement de l'eau donc un déficit hydrique pour les plantes ;
- les organismes pathogènes qui peuvent contaminer les sols et accroître ainsi la prévalence des maladies hydriques surtout celles passant par la voie cutanée ;
- les éléments nutritifs (azote et phosphore) en concentration élevée peuvent entraîner une contamination des nappes d'eau et un problème d'eutrophisation des cours d'eau ;
- les éléments inorganiques dissous ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) qui sont les principales causes de salinité et de l'alcalinité des sols. L'excès en sodium dégrade la structure du sol et le rend imperméable tandis que l'excès en calcium entraîne une carence pour les autres éléments nutritifs (potassium, fer...) qui deviennent inaccessible à la plante ;
- les nuisances liées à l'odeur.

## **Chapitre III. Présentation de la région de Ghardaïa**

### **1. Localisation géographique**

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre du Sahara septentrional. Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984. L'ensemble de la nouvelle Wilaya dépendait de l'ancienne Wilaya de Laghouat. Elle est composée des anciennes Dairates de Ghardaïa, Metlili et El-Meniaa (D.P.A.T., 2010).

La wilaya s'étend sur une superficie de 84.660,12 km<sup>2</sup>, répartie sur 13 communes regroupant une population de 405015 habitants (D.P.A.T, 2010).

La Wilaya de Ghardaïa est limitée administrativement (D.P.A.T., 2010) (Fig.05) :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km) ;
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).

De point de vue morphologique on distingue trois grandes ensembles : des plaines du "Hmadas" à l'Est, au centre des roches calcaires formant la chebka du M'Zab, et à l'Ouest des régions ensablées par les dunes de l'Erg occidentale.

La wilaya s'étend du Nord au Sud sur environ de 450 km et de l'Est en Ouest sur environ 200 km (D.P.A.T, 2010).

Les escarpements rocheux et les oasis déterminent le paysage dans lequel sont localisées les villes de la pentapole du M'Zab et autour duquel gravitent d'autres oasis (Berriane, Guerrara, Zelfana, Metlili et beaucoup plus éloignée au Sud l'oasis d'El Méniaa) (D.P.A.T., 2010).

L'implantation des villes s'est faite par rapport aux grands axes de circulation et aux oasis, et leur développement a été étroitement lié aux conditions naturelles (eau, climat, relief ...) (D.P.A.T., 2010).



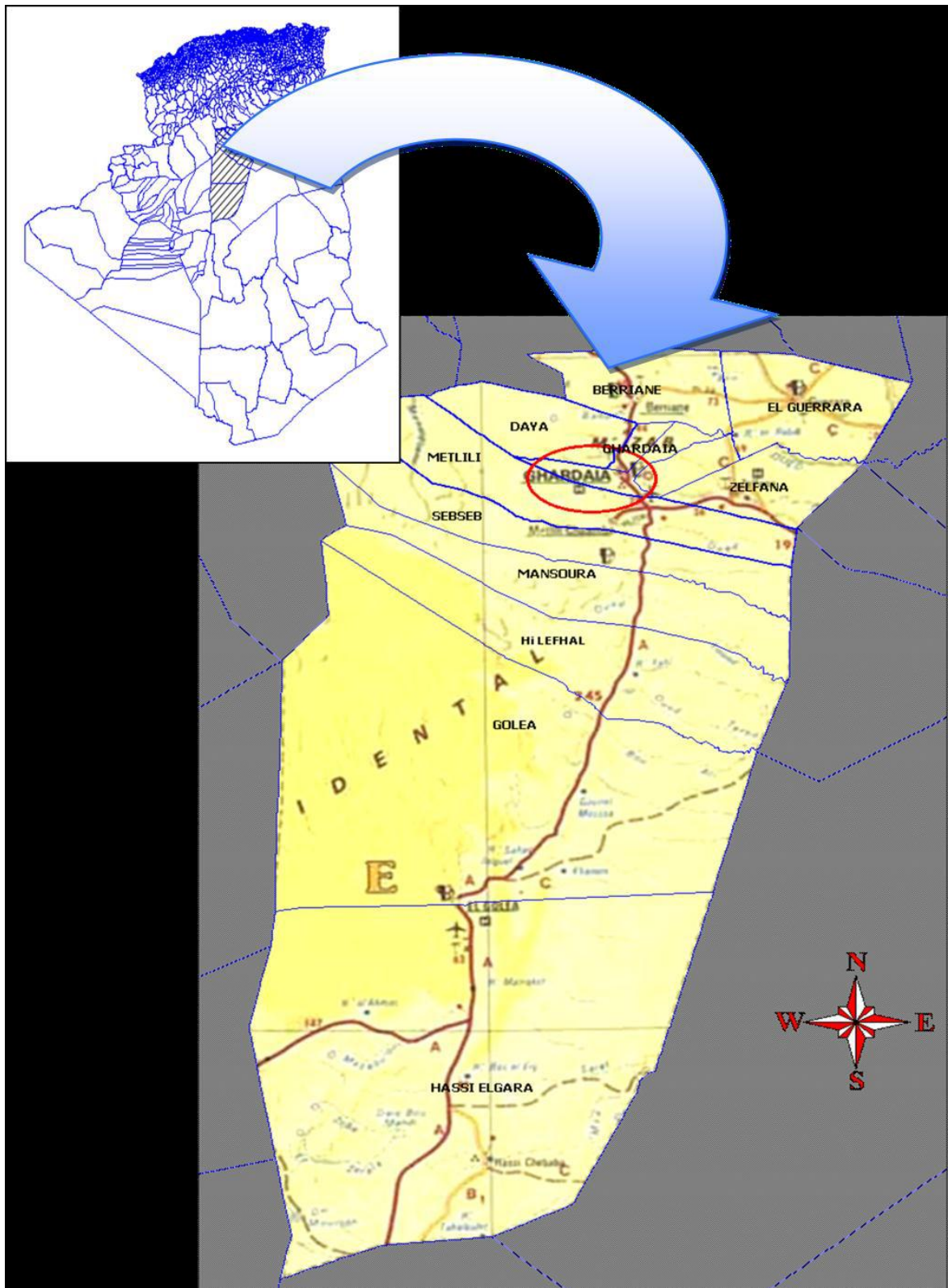


Figure 05 : Situation géographique de la région de Ghardaïa (A.N.R.H, 2010).

## 2. Cadre climatique

Le caractère fondamental du climat Saharien est caractérisé généralement par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux, surtout pendant la journée (ONM, 2010), mais l'existence des reliefs ainsi que la présence d'une végétation abondante (oasis) ; peuvent modifier localement les conditions climatiques créant ainsi un microclimat.

Nous étudions ci-dessous le climat de notre secteur d'étude à partir de certaines données climatiques collectées au niveau de la station météorologique de l'ONM de Ghardaïa.

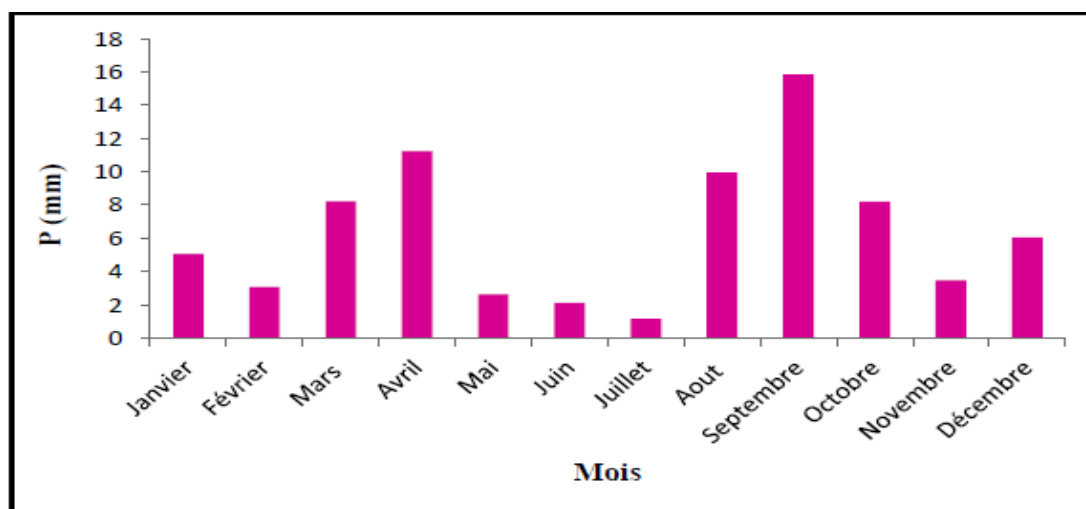
### 2.1. Précipitations

Pour l'étude de la précipitation on a obtenu une série pluviométrique de l'ONM de Ghardaïa pour une période de dix sept ans (1996-2012). Selon le tableau (I) et la figure (06), le mois de Septembre est le plus pluvieux avec une moyenne de 15,85 mm, par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de 1,17 mm.

**Tableau I : Précipitations mensuelles (1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).**

Période	Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
(1996-2012)	P (mm)	5,05	3,06	8,23	11,23	2,62	2,12	1,17	9,96	15,85	8,2	3,46	6,06	77,01

D'une manière générale, les précipitations sont faibles et d'origine orageuse, caractérisées par des écarts annuels et interannuels très importants. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 77,01 mm.



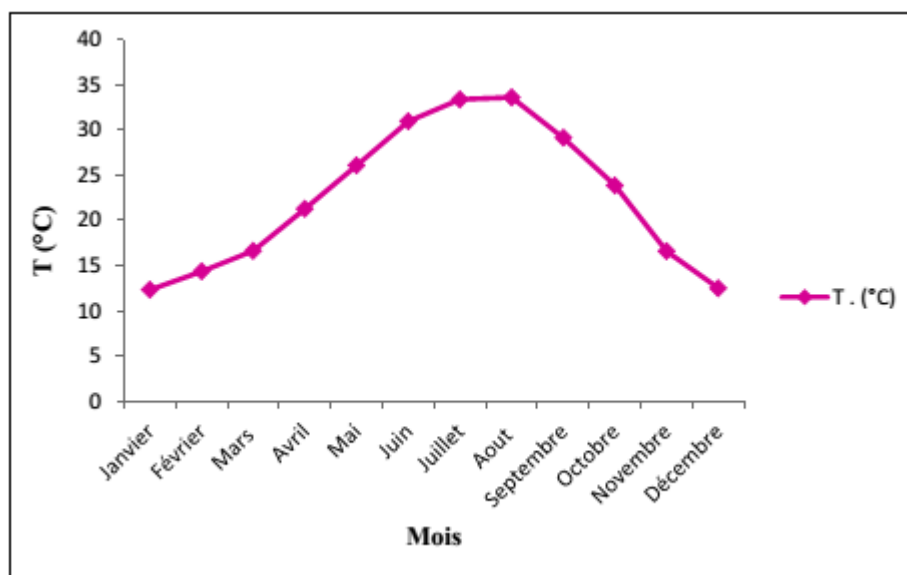
**Figure 06 : Précipitations moyennes mensuelles (1996-2012)**

## 2.2. Température

Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures du jour et de la nuit, d'été et d'hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. Le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 12,34°C, le mois le plus chaud est Aout avec une température moyenne de 33,63°C (Tab.II, Fig.07). La température moyenne annuelle est de l'ordre de 22,60°C.

**Tableau II :** Température moyenne mensuelle (1996-2012) (ONM Ghardaïa, 2013).

Période	Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
(1996-2012)	T <sub>Moy</sub> (C°)	12.34	14.38	16.66	21.3	26.11	30.99	33.41	33.63	29.16	23.88	16.6	12.51	22.58



**Figure 07 :** Températures moyennes mensuelles (1996-2012)

## 2.3. Humidité relative

D'après la figure 08, on constate que l'humidité relative de l'air est très faible, elle est de l'ordre de 21,98% en juillet et atteignant un maximum de 53,81% en janvier avec une moyenne annuelle de 37,77%.

## 2.4. Evaporation

L'évaporation est très intense, elle est de l'ordre 527.62 mm/an, avec un maximum 76.97 mm au juillet et un minimum de 17.62 mm au mois de janvier (Fig. 09).

Ces valeurs élevées sont reliées à la forte température et aux vents violents.

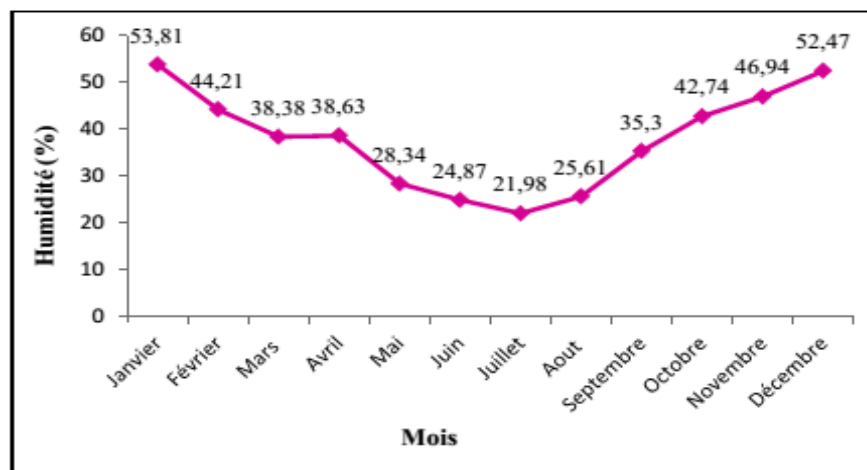


Figure 08 : Humidités relatives moyennes mensuelles (1996-2012) (ONM, 2013)

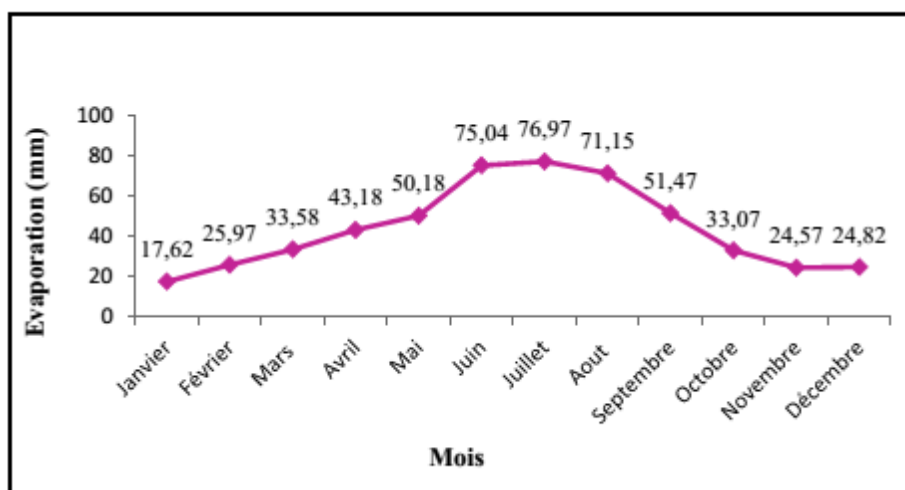


Figure 09 : Evaporation moyennes mensuelles (1996-2012) (A.N.R.H., 2007).

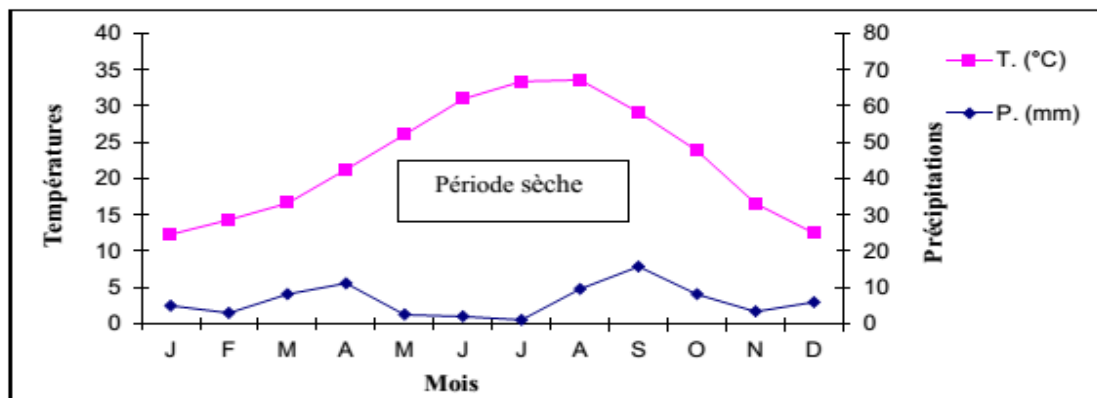
## 2.5. Synthèse climatique

La température et les précipitations représentent les facteurs les plus importants pour caractériser le climat d'une région donnée (FAURIE *et al*, 1980). Le diagramme ombrothermique de Gausson donne les périodes humides et les périodes sèches alors que le climagramme pluviométrique d'Emberger détermine l'étage bioclimatique.

### 2.5.1. Diagramme ombrothermique de Bagnals et Gausson

Le diagramme ombrothermique de Gausson permet de définir les mois secs. Un mois est considéré sec lorsque les précipitations mensuelles correspondantes exprimées en millimètres

sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius (MUTIN, 1977). La représentation selon le diagramme ombrothermique de Gausson de la région d'étude montre qu'il y a une période sèche qui s'étale sur toute l'année (Fig.09).



**Figure 10 :** Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Ghardaïa (1996-2012) (ONM, 2012).

### 2.5.2. Climagramme d'Emberger

Il permet de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen et caractériser l'étage bioclimatique d'une région donnée (DAJOZ, 1982).

Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{3.43 \times P}{M - m} \quad \text{Où :}$$

Q<sub>2</sub> : Quotient pluviothermique d'Emberger;

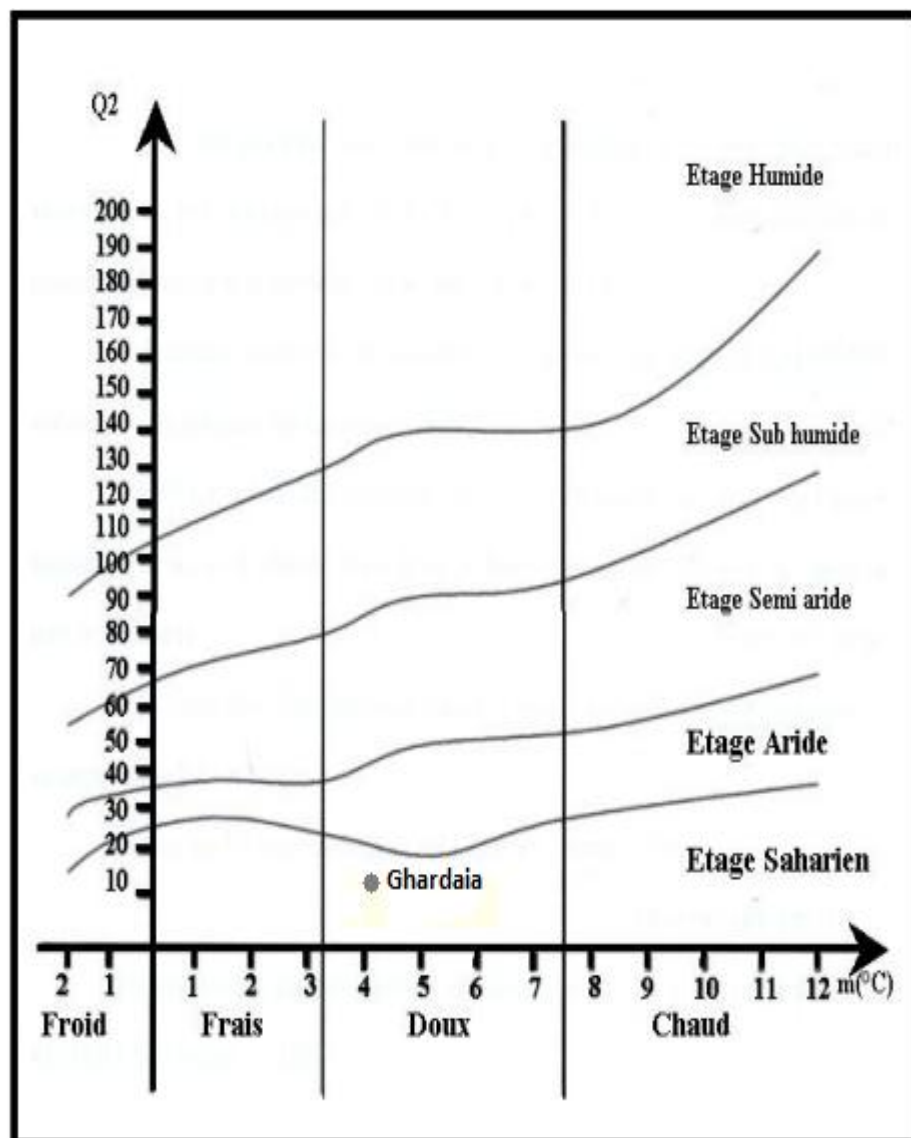
P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm;

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud;

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid.

Le quotient Q<sub>2</sub> de la région d'étude est égal à 10,03, calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période de 16 ans (1996-2012). La valeur du quotient est portée ainsi sur le climagramme d'Emberger.

Le climagramme montre que notre région d'étude est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig.11).



**Figure 11:** Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger

### 3. Ressource en eau de surface

La première étude un peu étendue sur les crues sahariennes fût par l'hydrologue français Ville (1872) qui étudia avec détail les Oueds du sud-Constantinois et du Sud-Algérois et particulièrement ceux du M'Zab (DADDI BOUHOUN, 1997).



Les eaux de surface dans la Wilaya de Ghardaïa sont rares, comme dans toutes les régions sahariennes. Les écoulements sont sporadiques, ils se manifestent à la suite d'averses orageuses que connaît la région (DUBIEF, 1963).

### 3.1. Bassin versant du M'Zab

Dans la région du Botma Rouila en amont jusqu'à El Atteuf en aval, le bassin versant du M'Zab, présente une superficie de 1573 Km<sup>2</sup>. Dans le quel ils ont été distingués 23 sous-bassins élémentaires pouvant être combinés en de nombreux ensembles à savoir l'Oued El Abiod et l'Oued Laadhira à Dhayet Ben Dhahoua.

Le point de leur confluence à Bouchen donne naissance de l'Oued M'Zab qui se prolonge jusqu'à le point le plus bas de la vallée situé à El Atteuf. Les bassins aux alentours de Ghardaïa forme deux ensembles; le premier de Dhayet Ben Dhahoua jusqu'à Bouchen (point de confluence), et le deuxième ensemble de l'Oued M'Zab à El Atteuf (Fig.12).

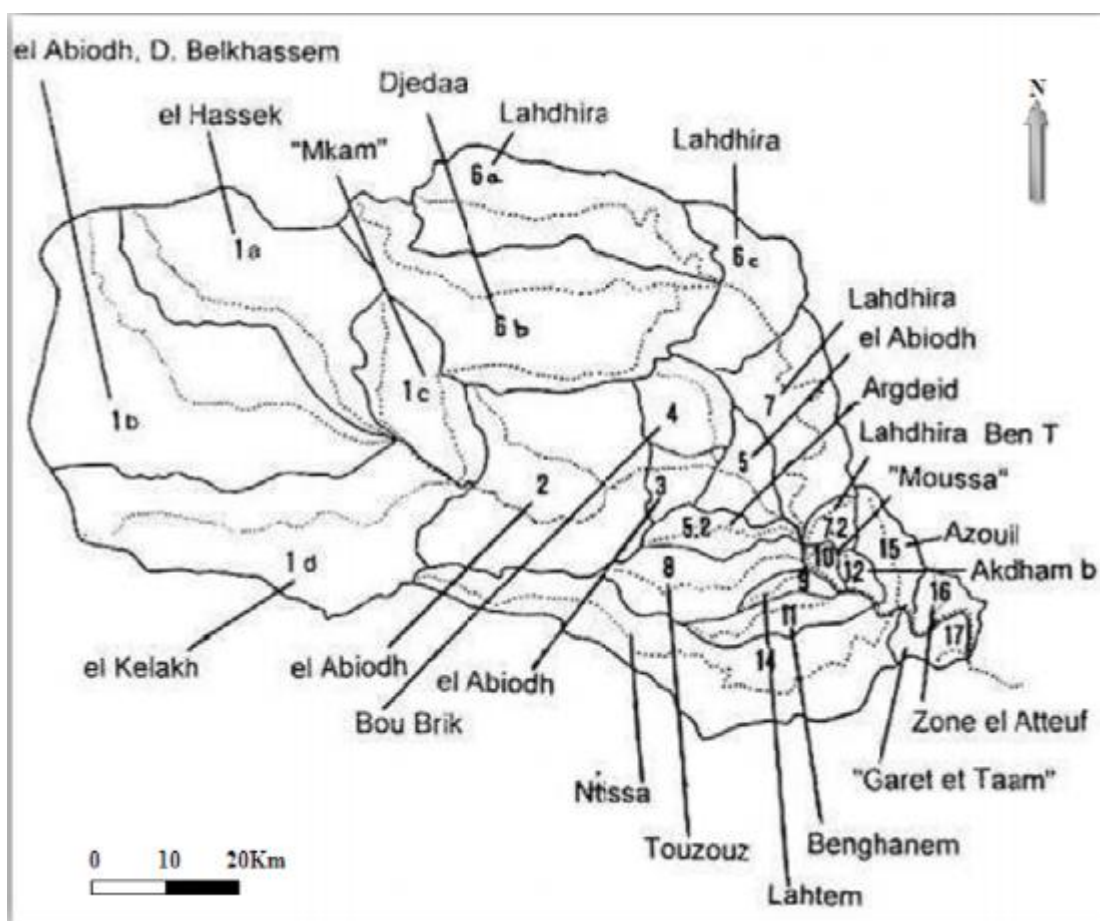
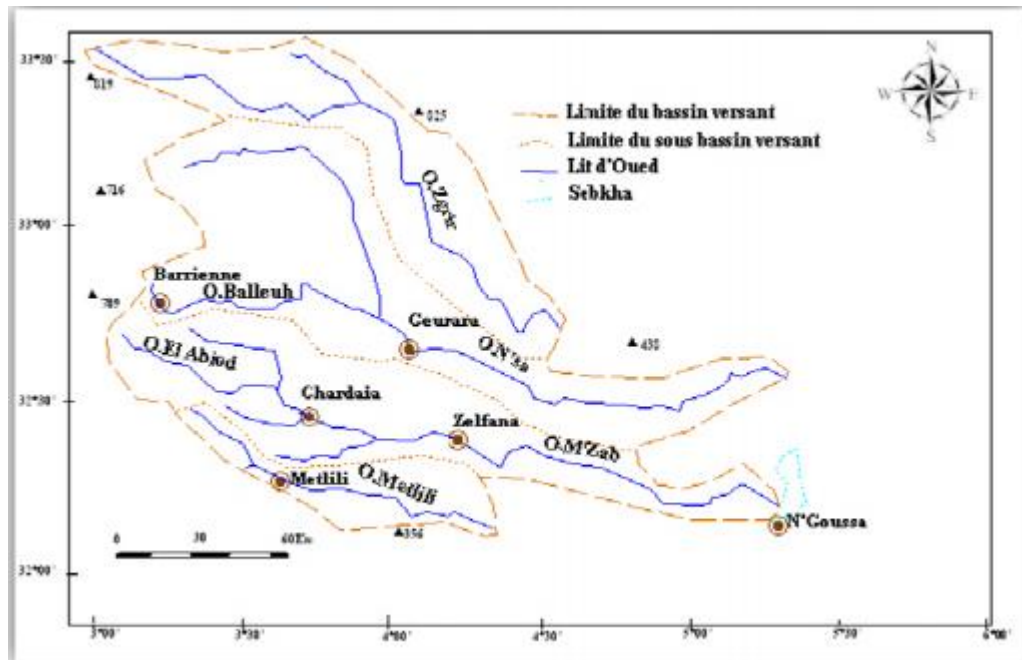


Figure 12 : Les sous bassins versants de l'Oued M'Zab jusqu'à El Atteuf (BG., 2002).

La vallée du M'Zab fait partie d'un bassin versant relativement important. Celui-ci est traversé par quatre oueds à savoir Oued Zeghrir, Oued N'sa, Oued Metlili et Oued M'Zab (Fig.13).

Exceptionnellement, quand les pluies sont importantes, surtout au Nord-Ouest de la région de Ghardaïa, ces oueds drainent d'énormes quantités d'eaux. L'étude des crues de l'oued M'Zab effectuée par BRL (1998), estime les débits de crue décennale et centennale à 205 et 722 m<sup>3</sup>/s (A.N.R.H., 2007). Les conséquences sont parfois catastrophiques et les dégâts sont souvent remarquables, notamment pour l'Oued M'Zab et Metlili où à chaque pluie exceptionnelle cause beaucoup de dommages principalement dans les agglomérations.



**Figure 13:** Bassin versant de la vallée du M'Zab (DUBIEF, 1963)

### 3.2. Description de l'oued M'Zab

L'Oued M'Zab s'étend sur une longueur de 320 km et coule de l'Ouest à l'Est ; de la région d'El-Botma Rouila située à 750 mètres d'altitude où il est appelé Oued Labiodh ; et il se déverse dans son exutoire naturel qui est la sebkhia Safioune au Nord de la ville de Ouargla à une altitude de 107 mètres.



Les principaux affluents du M'Zab sont :

- L'Oued El Haïmeur, sur la rive gauche qui conflue à la Daïa ben Dahoua ;
- L'Oued Touzouz, sur la rive droite qui rejoint le M'Zab en amont de la palmeraie de Ghardaïa ;
- L'Oued N'tissa, en aval de ce centre, on le rencontre à droite au niveau de Ben Isguen, et il traverse la palmeraie de cette ville ;
- L'Oued Zouil, à gauche et à quelque centaines de mètres en aval du précédent. Dans le lit duquel sont situés les jardins de Bounoura ;
- L'Oued Noumirate à l'aval de la pentapole mozabite, sur la rive droite ;
- L'Oued Nessaïmou, légèrement en amont de Zelfana ;
- L'Oued Hasseï, en aval de cette nouvelle Oasis de Zlefana (BENZAYET, 2010).

#### **4. Aspect géologique**

Du point de vue géologique, la wilaya de Ghardaïa est située aux bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Sahara, sur un grand plateau subhorizontal de massifs calcaires d'âge Turonien appelé couramment "la dorsale du M'Zab".

L'épaisseur de ses massifs calcaires recoupés par les sondages est de l'ordre de 110 mètres. Sous les calcaires turoniens on recoupe une couche imperméable de 220 mètres formée d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite ; elle est attribuée au Cénomaniens.

L'étage de l'albien est représenté par une masse importante de sables fins à grès et d'argiles vertes. Elle abrite des ressources hydrauliques considérables, l'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres.

Les alluvions Quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond des vallées des oueds de la dorsale, d'une épaisseur de 20 à 35 mètres. Ces alluvions abritent des nappes superficielles d'Inféro-flux (nappes phréatiques) (Fig.14) (A.N.R.H. 2007).

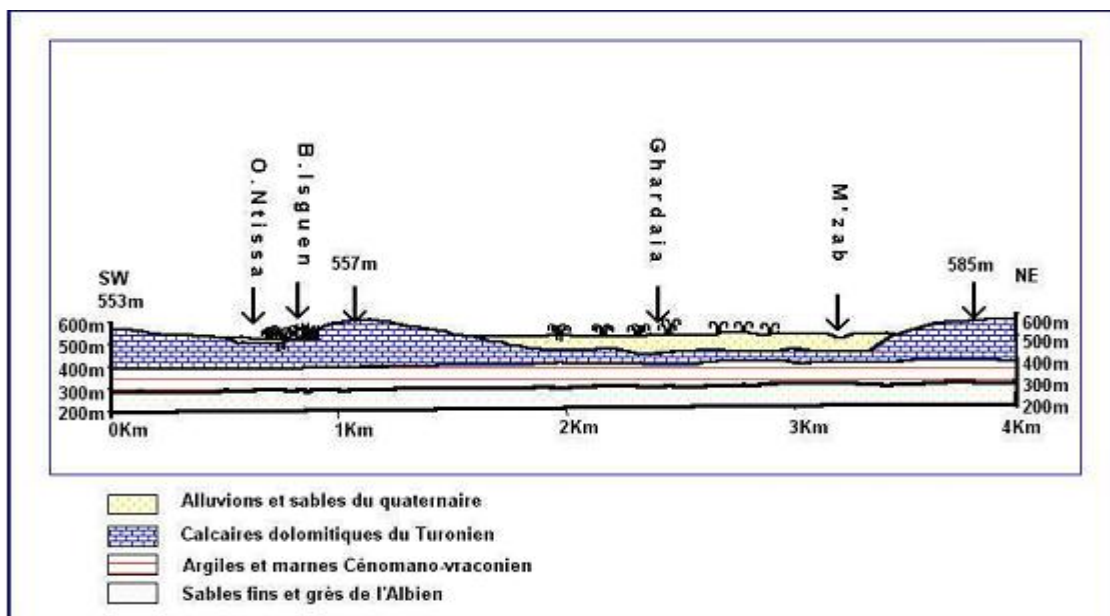


Figure 14 : Esquisse hydrogéologique du M'Zab

## 5. Description litho stratigraphique

Le territoire de la wilaya de Ghardaïa est localisé dans le domaine du craton Nord-Africain composé essentiellement de dépôt du Crétacé, du Néogène et du Quaternaire (Fig.15).

### 5.1. Crétacé

Cette formation qui caractérise une grande partie de la région de la chebka du M'Zab, est constituée d'une double dalle calcaire : calcaire dure et calcaire plus ou moins dolomitique parfois pétries de coquilles (Fabre, 1976 cité par GUERRADI et FARADJI, 2007). Il est représenté par :

- **Albien** : L'Albien est recoupé uniquement par des sondages et représenté par des sables fins à grès et d'argiles vertes.
- **Cénomaniens** : Le Cénomaniens est formé par une alternance de bancs d'argiles, de dolomies, de calcaires dolomitiques et d'évaporites (gypse et Anhydrite) (MELLAK, 2009).

Les argiles cénomaniennes constituent l'imperméable de la nappe du Turonien tandis que les calcaires sommitaux du Cénomaniens sont en continuité hydraulique avec cette même nappe (ABDOUSE et BOUCHIBA, 1982).

- **Turonien** : La série turonienne entièrement carbonatée, forme l'ossature de la chebka du M'Zab et constitue le réservoir aquifère principal. C'est dans sa masse que les oueds ont creusé leurs lits. La base du Turonien n'est connue que dans la région Ouest de la chebka du fait du plongement général des couches vers le Sud-Est (0.5°). Dans cette région, il est nettement constitué de formations carbonatées : des calcaires dolomitiques massifs à la base, et des calcaires crayeux blancs au sommet, le tout formant d'importantes falaises (Oued El Abiod), bordure de l'Oued El Louha et Berriane). Le Turonien est érodé à l'affleurement, il a plus de 100 m à Ghardaïa (ABDOUSE et BOUCHIBA, 1982).

## 5.2. Tertiaire

- **Sénonien** : Le Sénonien affleure partout sur les bordures Est et Nord de la Chebka. Il est représenté par un Sénonien à assises marines ou lagunaire avec une alternance de calcaire et marnes dolomitiques, argiles gypsifères et gypse (O.R.G.M., 1999).

- **Néogène** : Le Néogène est développé à l'Est de la région et repose en discordance sur les formations sous-jacentes du crétacé (O.R.G.M., 1999). Ce sont des formations détritiques récentes qui occupent les dépressions et qui s'étendent largement au Sud, ces formations sont rattachées au miocène supérieur et au pliocène, sans que l'on puisse établir une détermination exacte. Ce sont, en majeure partie, des produits d'altérations superficielles, rubéfiés (argiles et terre argilo-sableuse plus ou moins mêlées de fragments anguleux) que l'on ne saurait assimiler à des galets fluviaux (GUERRADI et FARADJI, 2007).

- **Miocène** : Le miocène est constitué de conglomérats, brèches siliceux et calcaires avec une alternance de limons carbonatés et sableux, d'argiles et de sables. Le pliocène est constitué de conglomérat peu consolidés, de poudingues et de sables graveleux et argileux (O.R.G.M., 1999).

## 5.3. Quaternaire

Le Quaternaire apparaît surtout sous forme de dépôts alluvionnaires au niveau des lits des oueds et dépressions fermées (Daïas) (MELLAK, 2009). Le Quaternaire largement répandu à travers tout le territoire est représenté par des poudingues, des dépôts sablo-graveleux et argileux gypseux (O.R.G.M., 1999).

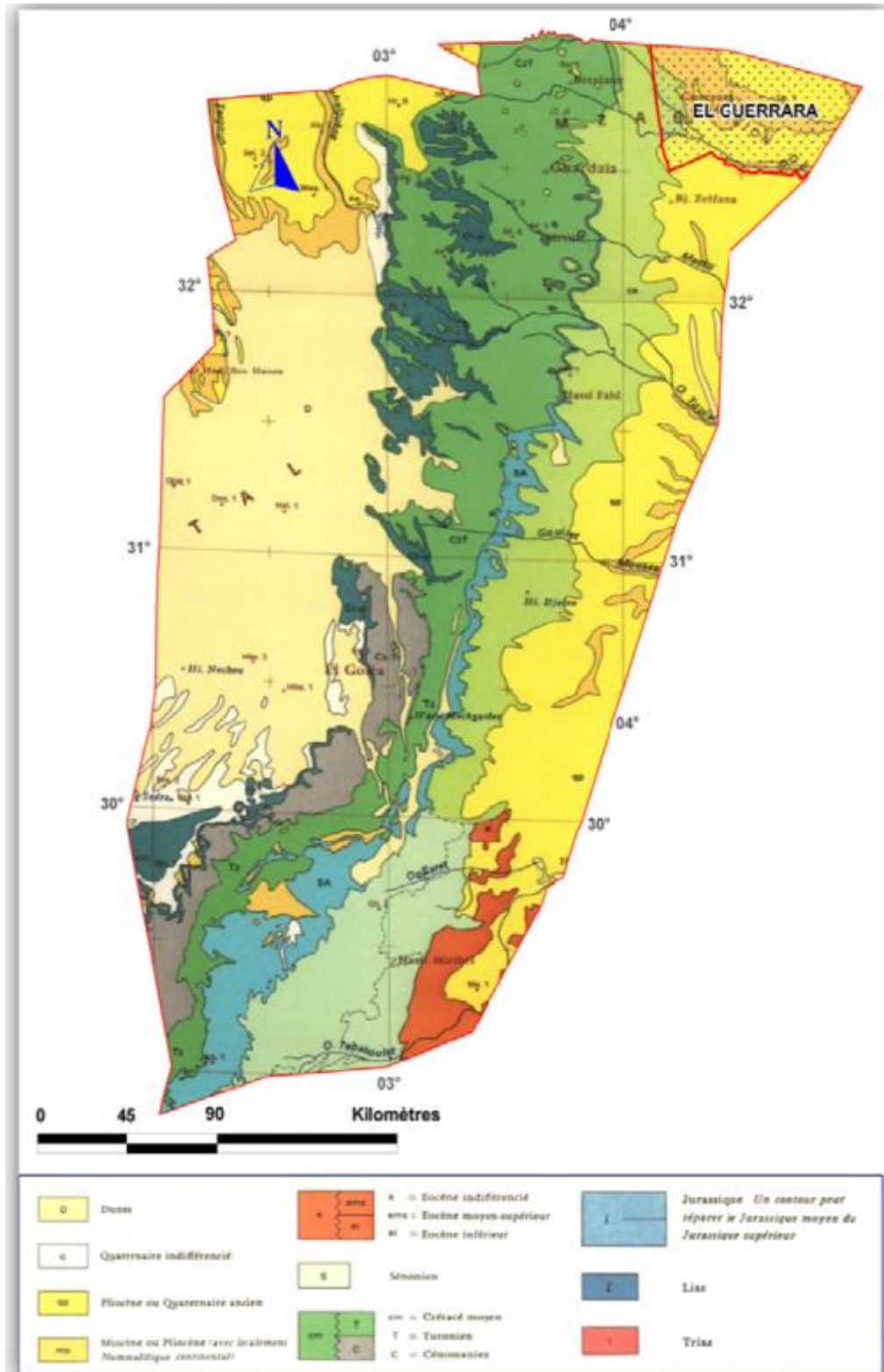
#### 5.4. Tectonique

Durant le secondaire, la partie centrale du Sahara septentrional a subi des mouvements verticaux d'ensemble qui se sont traduits par un effondrement progressif. Au début du Crétacé, cet affaissement est comblé par un dépôt lagunaire, accusant au centre de la cuvette des épaisseurs considérables. Le mouvement de descente se poursuit très lentement pendant le Turonien et une partie du Sénonien. Les deux étages présentent des épaisseurs et des faciès peu variables sur toute l'étendue de la cuvette saharienne (BOUDJEMA, 1987).

A l'Eocène moyen réapparaît un dépôt lagunaire qui correspond au comblement définitif de la cuvette saharienne, par la suite, les mouvements dans cette dernière se sont traduits par : Un exhaussement d'ensemble suivi d'un mouvement de descente qui a débuté au Miocène et qui dure encore actuellement correspondant à la sédimentation continentale du Mio-Pliocène et du Quaternaire (BOUDJEMA, 1987).

Selon O.R.G.M. (1999) la structure géologique de la région présente une tectonique étagée qui se traduit par :

- L'étage de plissement modéré des différentes roches du Trias à l'Eocène ;
- L'étage subtabulaire des roches principalement meubles de l'Oligocène au Quaternaire.



**Figure 15 :** Carte géologique de la wilaya de Ghardaïa (extrait modifié de la carte géologique au 1/500000 de l'Algérie) (A.N.R.H., 2010).

## 6. Identification hydrogéologique

Les principales ressources en eau de la Wilaya sont d'origines souterraines. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères classées par leurs profondeurs comme suit:

- Les eaux de la nappe phréatique contenues dans les alluvions des oueds ;
- Les eaux de la nappe profonde contenues dans les couches perméables des sables et des grès de l'Albien à 300 mètres.

### **6.1. Nappes phréatiques**

L'aquifère de la nappe phréatique est formé d'alluvions et de sables du Quaternaire. Les alluvions reposent sur les couches calcaires du Turonien. L'épaisseur de ces alluvions peut atteindre 25 à 30 mètres. Cette nappe d'Infero-flux, exploitée par des puits traditionnels, présente un intérêt très important dans le domaine agricole, elle sert comme une source pour l'irrigation de la palmeraie de la vallée et elle sert également pour l'alimentation en eau potable à l'amont où les eaux sont moins chargées (A.N.R.H., 2007).

L'alimentation de la nappe se fait essentiellement par les eaux de pluies torrentielles et par les eaux de la nappe profonde (Albien) de certains forages destinés pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable (A.N.R.H., 2007).

### **6.2. Nappe du Continental Intercalaire**

La nappe du Continental Intercalaire draine, d'une façon générale, les formations gréseuses et grés-argileuses du Barrémien et de l'Albien. Elle est exploitée, selon la région, à une profondeur allant de 250 à 1000 m (A.N.R.H., 2007).

Localement, l'écoulement des eaux se fait d'Ouest en Est. L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime, provient directement des eaux de pluie au piémont de l'Atlas Saharien en faveur de l'accident Sud Atlasique (A.N.R.H., 2007).

La nappe du Continental Intercalaire (A.N.R.H., 2007), selon l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au Continental Intercalaire, est:

- Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage (Zelfana, Guerrara et certaines régions d'El Meniaa) ;
- Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m (Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines régions d'El Meniaa) (Fig.16).

La profondeur de la couche exploitée est d'environ 200 m à El Meniaa, 300 m à Mansoura, 400 à 450 m dans la vallée du M'Zab et autour de 800 m et plus à Guerrara et Zelfana (Fig.16).

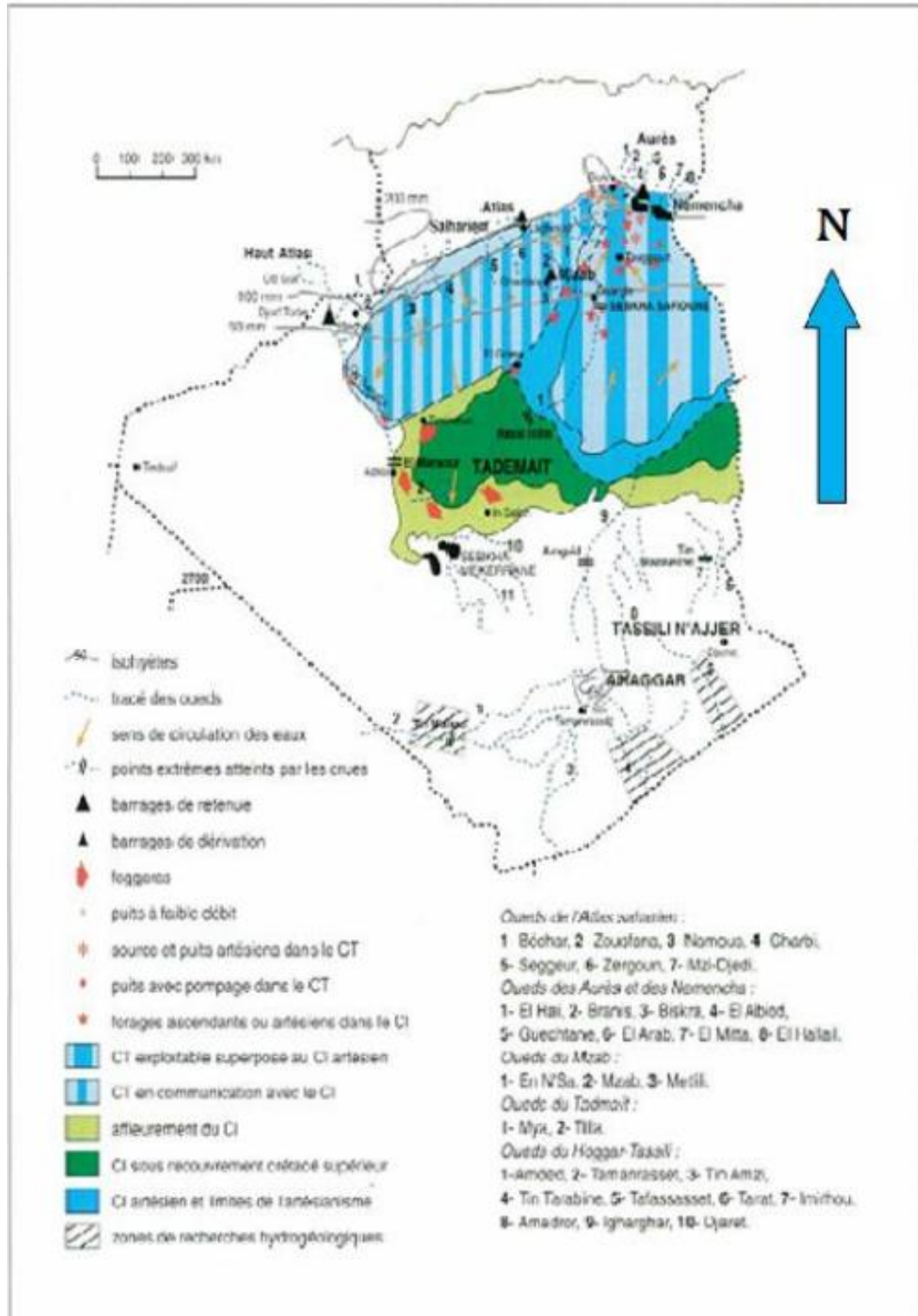


Figure 16: Aquifères du Sahara Algérien (MELLAK, 2009).

### **Exploitation de la nappe du CI**

Le premier ouvrage exploitant la nappe albienne dans la région de Ghardaïa, date du 01/05/1891, situé dans la vallée d'El Goléa avec une profondeur de 55,15 m (A.N.R.H., 2005), et les premiers forages albiens exécutés au M'Zab sont en 1948 et 1950. A partir de cette période, le nombre de forage n'a cessé d'augmenter. La wilaya compte actuellement plus de 345 forages avec 288 sont exploités et 116 forages illicites (A.N.R.H., 2007).

Les forages exploités se présentent comme suit (A.N.R.H., 2005)

- 86 forages d'alimentation en eau potable avec un volume annuel soutiré de 67,43 hm<sup>3</sup>;
- 134 forages d'irrigation avec un volume annuel soutiré de 137,04 hm<sup>3</sup>;
- 8 forages d'alimentation en eau industrielle avec un volume annuel soutiré de 5,99 hm<sup>3</sup>.



---

# ***DEUXIÈME PARTIE***

---

## ***MATERIELS & METHODES***

## **Chapitre IV : Matériels et Méthodes**

### **1. Approche méthodologique**

L'approche méthodologique choisie dans notre étude permet de caractériser la qualité physico-chimique des eaux phréatiques dans la région de Sebseb en comparant les valeurs mesurées aux normes internationales ainsi que l'étude de l'éventuel impact des fosses septiques sur la pollution physico-chimique de ces eaux

### **2. Choix de la région d'étude**

Le choix de la région d'étude est basé sur les critères essentiellement d'ordre scientifique et économique, les plus importants sont les suivants :

- La présence de l'eau qui est un facteur limitant dans la mise en valeurs des terres surtout au Sahara.
- La présence des puits à la nappe phréatique à proximité des rejets urbains (fosses septiques traditionnelles) ;
- L'existence des exploitations agricoles qui utilisent ces eaux pour l'irrigation et même pour l'alimentation en eau potable;
- Le manque d'études sur cette région.

### **3. Présentation de la région de SEBSEB :**

SEBSEB est située à 60 km du chef-lieu de wilaya de Ghardaïa et à 663 km au sud d'Alger. Elle est limitée au nord par la commune de Metlili Chaanba, au sud par la commune d'Ain Beida relevant d'Ouargla, à l'ouest par la commune de Brisina relevant de la wilaya d'El Baydh et enfin à l'est par la commune de Mansourah.

Sebseb a été implantée sur une vallée riche en eaux souterraines peu profondes, il s'agit du lit d'oued qui porte le même nom (Oued Sebseb) (HOUICHITI, 2009).

La vallée de SEBSEB est la plus large entre les oueds de la Chebka, ainsi qu'elle est reconnue par ses potentialités en eaux phréatiques, l'endroit a été nommé "les cent puits"

(REGNIER, 1939).

Etant donné que Sebseb se situe dans le sud Algérien, et du fait que son altitude s'élève à 429 m au-dessus du niveau de la mer, la région se caractérise par un climat saharien sec, Chaud et sec en été et froid en hiver.

Les indices climatiques déterminés par (YOUCEF , 2003), montrent que la zone est caractérisée par un climat hyper aride et présente un caractère xérique , une continentalité pluviale et thermique, ce qui accentue l'aridité, et une durée d'évaporation de la tranche annuelle de pluie très courte, ainsi, la classification bioclimatique de la station étudiée, suivent le climagramme d'EMBERGER, qui inclut le degré de fraîcheur hivernale, montre qu'il s'agit d'un climat saharien à hiver doux.

Le climat et la géologie sont des facteurs déterminants pour les ressources hydriques, sur leur importance, leurs formes et leur mobilisation (HOUICHITI, 2009).

L'eau mobilisée pour l'irrigation provient principalement de la nappe phréatique, exploitée par des puits traditionnels. Selon la surface de la parcelle, on réalise un ou deux puits. Ceci est valable pour les exploitations dotées de forage albiens, réalisés par les services agricoles (HOUICHITI, 2009).

La vallée de SEBSEB est une formation qui appartient au quaternaire continental. Cette structure se présente sous forme de lits d'oueds, de dépressions et de dunes. Le plateau rocheux de la chebka est la formation la plus ancienne, elle appartient au secondaire, représentée par le crétacé moyen (le turonien) et le crétacé supérieur marin (le sénonien) (URBATIA, 1996).

La hamada de l'Est et la plaine de l'Ouest sont formées de poudingues calcaires lacustres du pliocène continental (URBATIA, 1996).

Au niveau de la chebka, on ne trouve que des roches calcaires ou dolomitiques, dont le sous-sol est riche en marnes. Les hamadas ne sont que de vastes étendues pierreuses. On ne rencontre du sol qu'au niveau des bas-fonds, daya ou lit d'oued suffisamment large, comme celui de SEBSEB (HOUICHITI, 2009).

Dans cette vallée on retrouve 3 types d'horizons superficiels : sur l'axe de l'oued, la texture du sol se compose de sable grossier, les éléments fins sont périodiquement lessivés par le ruissellement des crues. Le côté sud est couvert d'une nappe de sable éolien, l'arène présente une profondeur qui varie de 10 cm à 1 m. C'est un sable plus ou moins vif selon son état d'humidité,

sa couleur jaunâtre indique la dominance d'un faciès gypseux. Dans la rive nord, on rencontre un mélange compact de terre fine et de cailloux (reg) (HOUICHITI, 2009).

Le terrain présente une surface globalement plane, sauf dans les zones de ruissellement et auprès des obstacles et lieux favorables à l'accumulation du sable, comme les clôtures, les touffes de végétation spontanée, les pistes et les constructions (HOUICHITI, 2009).

L'horizon inférieur, à le plus souvent une texture fine et plus ou moins équilibrée, dite localement Tkouri (mélange de sable et d'éléments fins). Ce profil n'est pas totalement homogène, car il contient une succession de minces couches argilo-limoneuses. Dans les dépressions et lieux d'épandages des eaux de crue, l'horizon argileux est plus important ; il mesure entre 30cm et 1m et prend une structure massive assez dure.

La profondeur totale du sol augmente des marges vers l'axe de la vallée, ou elle est d'environ 7 m, après quoi la roche mère (El Safia) apparaît, très peu altérée à sa surface (HOUICHITI, 2009).

Deux nappes différentes sont exploitées par la population de Sebseb, l'une depuis des siècles, la nappe phréatique, l'autre depuis des années, la nappe du continental intercalaire (Albien).

- **La nappe phréatique:**

L'existence d'eaux souterraines dans la région du M'Zab, s'explique par la présence d'assises marneuses imperméables de l'étage céno-manien, sous les calcaires turoniens de la Chebka (MOULIAS, 1927).

La nappe phréatique est la principale source pour l'irrigation. Chaque parcelle exploitée a son propre puits. D'ailleurs, vers cette règle tendent les périmètres munis de réseaux collectifs, alimentés par des forages albiens, établis par les autorités (HOUICHITI, 2009).

La profondeur de pompages des eaux de la nappe phréatique varie entre 15 et 25 mètres à partir de la surface du sol. Cette profondeur augmente chaque fois que l'on s'éloigne de l'ancienne oasis. Les puits de la nappe phréatique se trouvent également à l'extérieur de l'oasis. Ils sont nécessaires pour les nomades, et constituent des sources d'eau et des repères pour les terrains et les parcours (HOUICHITI, 2009).

### - La nappe du continental intercalaire :

En vue d'augmenter les disponibilités en eau pour les besoins agricoles et domestiques des habitants, 11 forages ont été réalisés dans la nappe albienne (DJEKAOUA, 2006).

La profondeur de ces forages est la même (500m), mais le débit varie de 22 à 60 litres par seconde. Pour amener l'eau à la surface, le pompage est nécessaire (HOUICHITI, 2009).

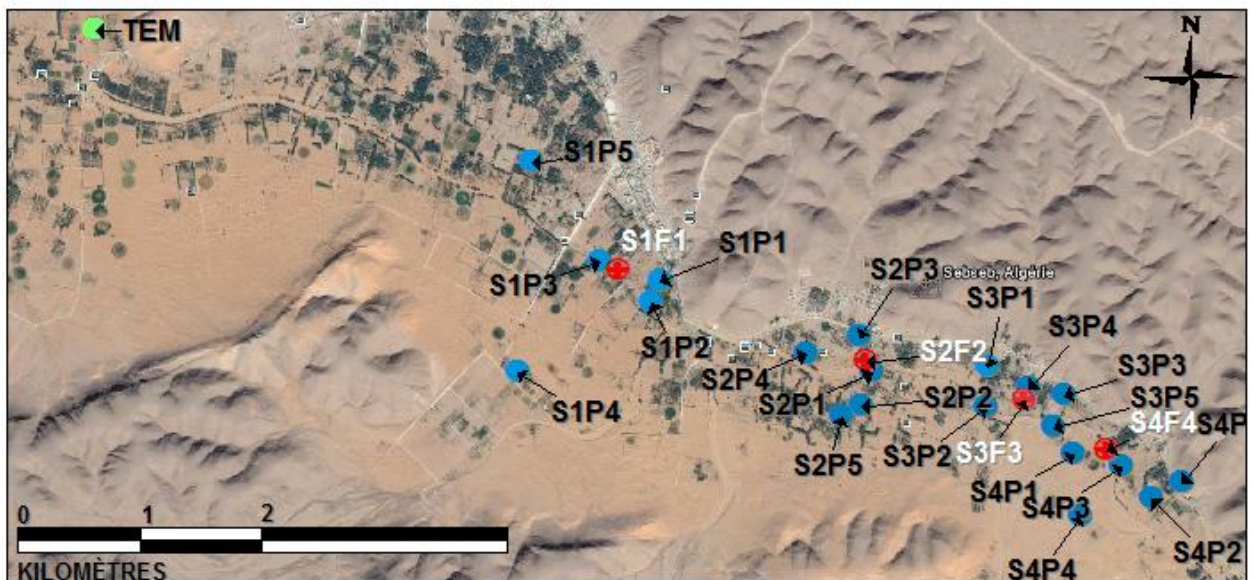
## 4. Echantillonnage

L'échantillon doit être représentatif de la masse d'eau considérée sans aucune altération entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.

### 4.1. Zone d'échantillonnage

Nous avons sélectionné 21 puits d'eau et 4 fosses septiques réparties dans 4 sites. Ils sont répartis uniformément à travers le lit de l'oued SEBSEB à proximité des agglomérations. Dans chaque site, nous avons choisi 5 puits et une fosse septique (Fig.20).

Un puits en amont et éloigné des fosses à été échantillonnés et considéré comme témoin.



**Figure 20:** Photo satellite de l'ensemble de la zone d'étude (les fosses septiques sont en rouge et les puits en bleu).

### 4.2. Représentativité des échantillons

Avant de prélever un échantillon d'eau, il faut s'assurer de la représentativité de

l'échantillon. Une bonne représentativité des échantillons repose sur :

- Une bonne répartition spatiale des puits ;
- L'accessibilité pour les prélèvements des points d'eau ;
- Renouvellement de l'eau par pompage ou soutirage jusqu'à ce qu'elle devienne représentative de la portion d'aquifère que l'on veut échantillonner (RODIER, 2009).

### **4.3. Transport et conservation des l'échantillons**

D'une façon générale, le transport à la température 4 °C et à l'obscurité dans l'emballage isotherme permet d'assurer une conservation satisfaisante.

### **4.4. Méthodes de prélèvement**

#### **4.4.1. Eaux de puits**

Le prélèvement des échantillons est d'une grande importance puisque la valeur de leur analyse dépend directement de l'eau prélevée. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres rincées plusieurs fois avec l'eau à analyser puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Sur chaque flacon il faut mentionner le numéro de puits de prélèvement et noter dans une fiche la date le lieu de prélèvement de l'échantillon.

#### **4.4.2. Eaux de fosses septiques**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.). (RODIER, 2009).

Les prélèvements sont réalisés au niveau de 3 fosses septique de 3 zones d'urbanisation. La fosse du quatrième site était fermée d'une façon qui ne permet pas le prélèvement des échantillons.

Après la conservation avec une goutte de l'acide sulfurique, on déplace les échantillons dans une glacière à une température de 4°C.

## 5. Mesures de terrain

A l'aide d'un GPS de marque GARMIN, les coordonnées géographiques des différents points d'eau ont été prises sur terrain.

## 6. Techniques d'analyse

### 6.1. Analyses physico-chimiques des eaux des puits

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'ONA, unité de Ghardaïa.

#### 6.1.1. pH

La mesure du pH a été faite à l'aide d'un pH mètre.

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[H^+]$  présent dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$  (ISO, 1984).

#### 6.1.2. Conductivité électrique, température, salinité

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre et ramenée à la température de 25°C. La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée, plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. L'unité de conductivité est  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

C'est la mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms, sa section en  $\text{cm}^2$  et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est :

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en  $\text{S}/\text{cm}$  est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{S}$$

1 /s : Est appelé constante de l'élément de mesure (ISO, 1984).

#### 6.1.4. Ammonium

Le dosage est fait par un spectrophotomètre UV 440µm.

Le principe est la mesure spectrométrique, du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate de sodium (nitroprussiate de sodium) (ISO, 1986).

#### 6.1.5. Nitrates

Le dosage est fait par un spectrophotomètre UV 440µm.

Le dosage des nitrates se fait par colorimétrie dans un photomètre UV 440µm avec le réactif sulfophérique (ISO, 1986).

#### 6.1.6. Nitrites

Le dosage est fait par un spectrophotomètre UV 440µm.

Réaction des nitrites avec, le diméthyle-2.6 phénol en présence des acides sulfuriques et phosphoriques avec production du nitro-4diméthyle-2.6 phénol. La durée de la réaction est d'environ 05 minutes (ISO, 1986).

#### 6.1.7. Phosphates

Le dosage est fait par méthode spectrométrie moléculaire : en milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, Les ortho-phosphates donnent in complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrométrique (RODIER, 2009).

#### 6.1.8. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) acidifié par acide sulfurique ( $H_2SO_2$ ), en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ) et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ). L'excès de bichromate de



potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'ammonium (ISO, 1989).

## **6.2. Analyse des eaux usées**

### **6.2.1. Demande chimique en oxygène (DCO)**

Même méthodes que les eaux de puits.

### **6.2.2. Conductivité électrique, salinité totale**

Mesurée au conductimètre, la salinité totale étant déterminée après séchage à l'étuve.

### **6.2.3. pH**

Mesuré au pH mètre.

### **6.2.4. Détermination de l'oxygène dissous**

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple par les algues. Actuellement la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différents normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de type Oxi340i.

### **6.2.5. Détermination de, $\text{N-NH}_4^+$ , $\text{N-NO}_2^-$ , $\text{N-NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$**

Ces paramètres sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre type DR2800.

## **7. Réalisation des cartes thématiques**

Afin de rechercher de l'impact des fosses septiques sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux phréatiques de la région de Sebseb, nous avons utilisé les SIG pour élaborer

- Carte de courbe du niveau ;
- Les cartes thématiques.
- Les MNT.

---

***TROISIEME PARTIE***

---

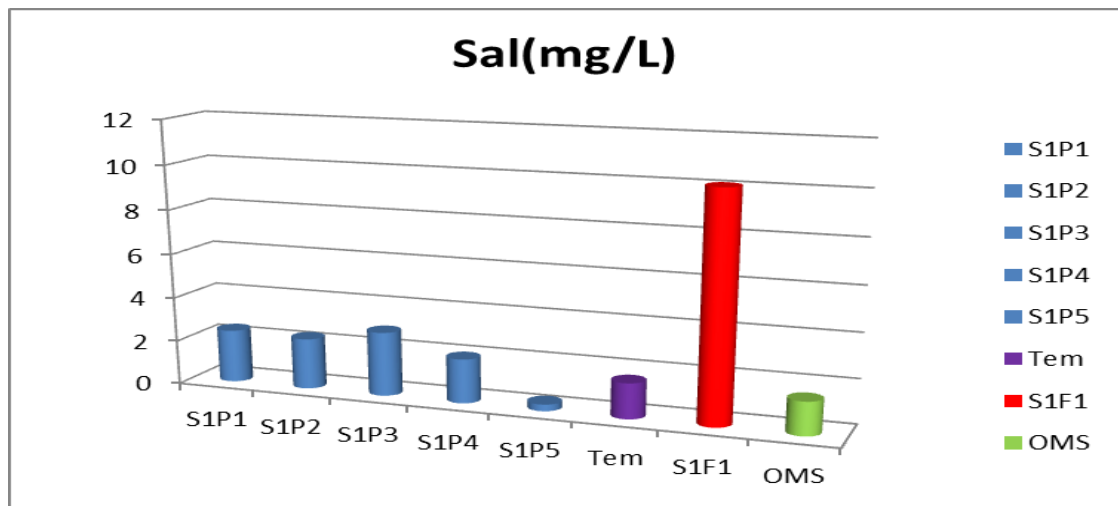
***RESULTATS & DISCUSSION***

## Chapitre V : Résultats et Discussions

### 1. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 1

#### 1.1. Risque de salinisation

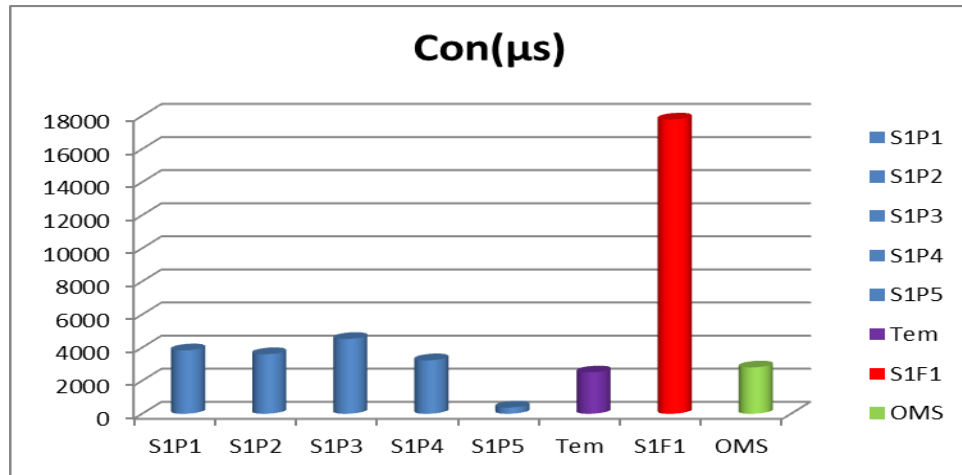
Les mesures effectuées révèlent d'une façon générale une salinité qui varie entre la valeur minimale de 0,3 mg/l au niveau du puits S1P5 à une valeur maximale de 2,9 mg/l au niveau du puits S1P3.



**Figure 21:** Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 1

Selon la figure (21), les valeurs de la salinité des eaux de la nappe phréatique dans le Site 1 sont supérieures aux valeurs citées dans l'index de la norme OMS (1,5mg/l), Sauf le puits S1P5.

Selon la figure(22), les valeurs de la conductivité électrique varient entre 380  $\mu\text{s/m}$  au niveau du puits S1P5 à une valeur de 4520  $\mu\text{s/m}$  au niveau du puits S1P3.



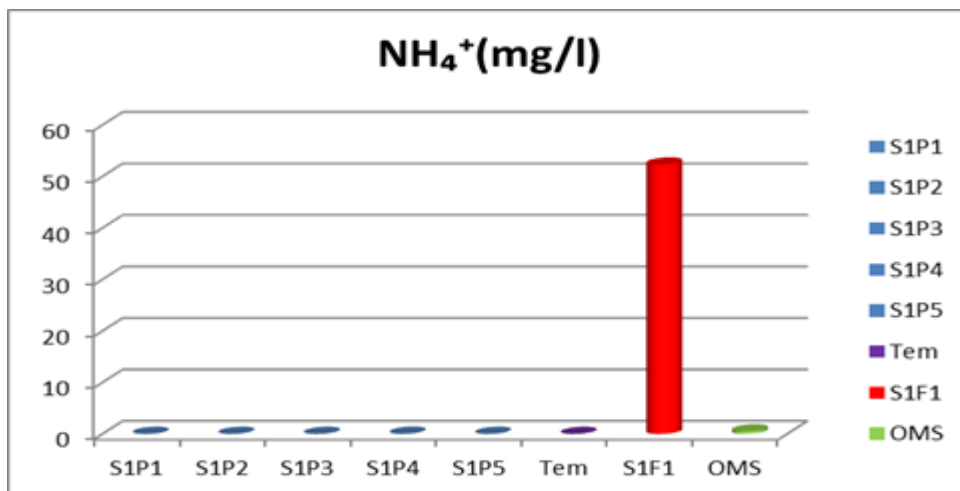
**Figure22 :** Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1

D’après la figure(22), les puits échantillonnés (S1P1, S1P2, S1P3, S1P4) ont une valeur de la conductivité électrique supérieure à la norme OMS (2800 µs/m), ce qui rend ces eaux impropres à la consommation par rapport aux normes. Ces eaux sont aussi inutilisables pour l’irrigation selon le diagramme de DURAND (1958) sauf pour le puits S1P5.

## 1.2. Paramètres de pollution (Matière azotée)

### 1.2.1. Ammonium

La teneur en ammonium des eaux oscillent entre un minimum de 0,0005 mg/l enregistré au puits S1P5, et un maximum de 0,022 mg/l enregistré au puits S1P4 (Fig. 23).

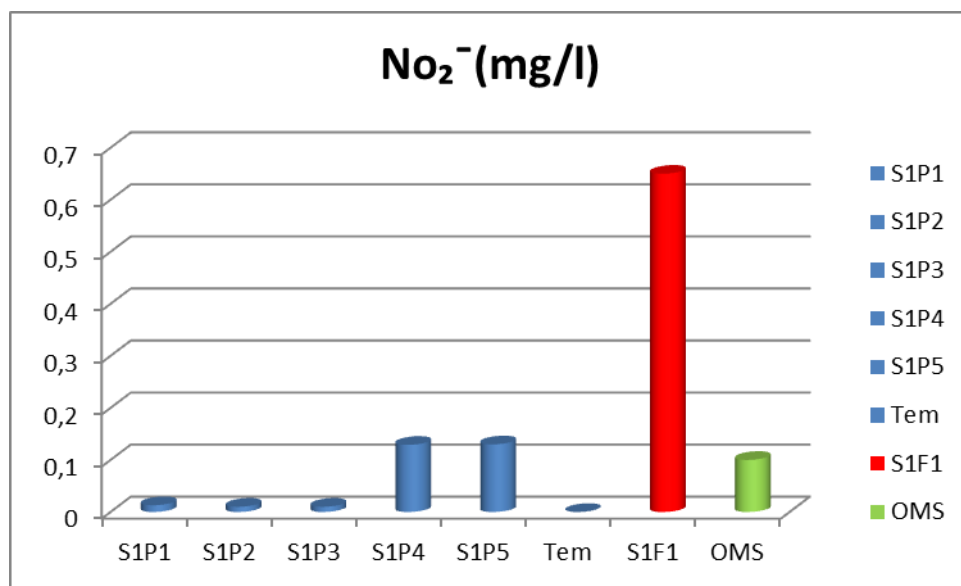


**Figure 23:** Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1

Les eaux de tous les puits sont en dessous de la norme maximale admissible par l’OMS (0,1), ce qui indique que les eaux de la zone d’étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en ammonium.

### 1.2.2. Nitrite

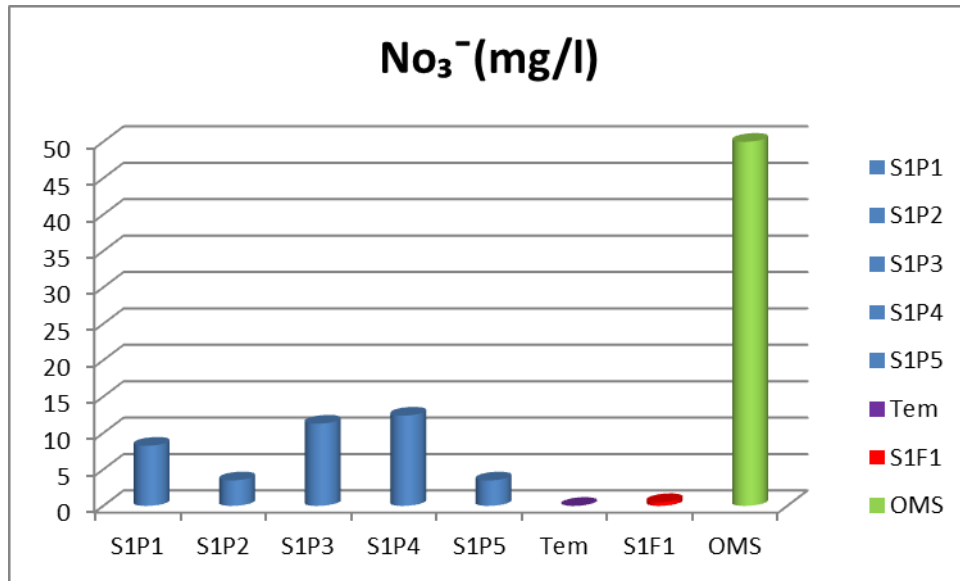
La teneur en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) dans les eaux phréatique de SEBSEB varie entre 0,01 mg/l et 0,13 mg/l. seule la concentration en nitrite (Fig.24) des deux échantillons (S1P4, S1P5) est supérieure à la norme OMS (0,1) ce qui indique que les eaux de ces deux puits ne sont pas valables pour la consommation et peuvent constituer un danger sur la santé par des problèmes respiratoires.



**Figure 24:** Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.

### 1.2.3. Nitrate

Les valeurs de la concentration d’élément nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) oscillent entre une minimale de 3,5 mg/l au niveau du puits S1P5 et une maximale de 12,4 mg/l au niveau du puits S1P4 (Fig.25).

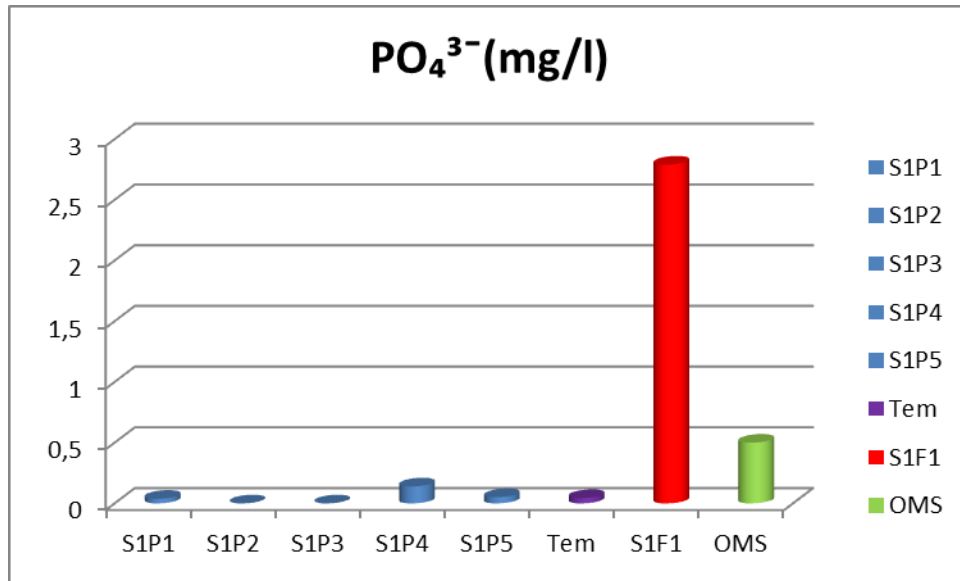


**Figure(25) :** Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.

La concentration en nitrate des eaux des puits échantillonnées dans le site 1 est largement inférieur aux normes de l’OMS (50mg /l) (Fig.25), cela est expliqué par le fait que l’ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) est un composé intermédiaire, instable en présence de l’oxygène, et dont la concentration est généralement très faible que celle de ( $\text{NO}_3^-$ ).

#### 1.2.4. Phosphate

Les concentrations obtenues d’un minimum de 0 mg/l enregistrée dans deux puits S1P2 ; S1P3 et un maximum de 0,14 mg/l enregistrée au niveau du puits S1P4.



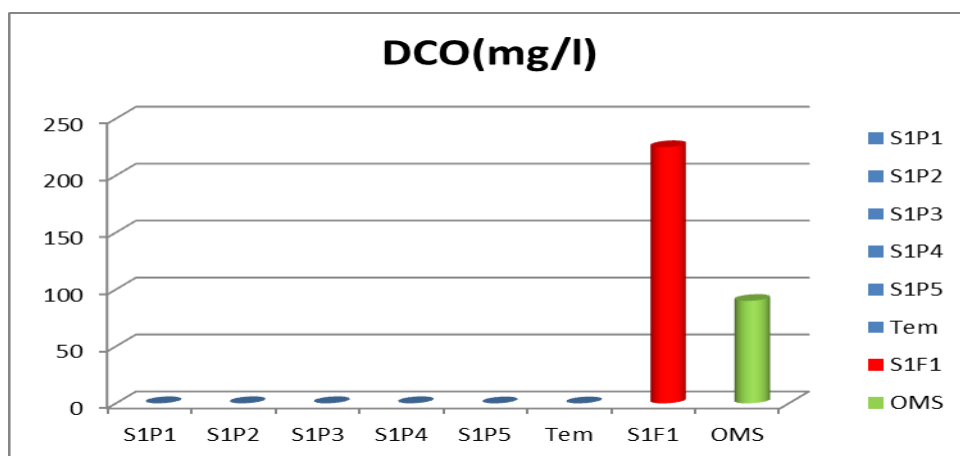
**Figure 26:** Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.

Selon la figure (26), les valeurs de phosphate des échantillons d'eau analysées sont inférieures par rapport à la norme OMS (0,5 mg /l). Ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation et elle ne présente aucun effet sur la santé du consommateur.

### 1.3. Paramètre de pollution organique (DCO, O<sub>2</sub>)

#### 1.3.1. Demande chimique en oxygène (DCO) :

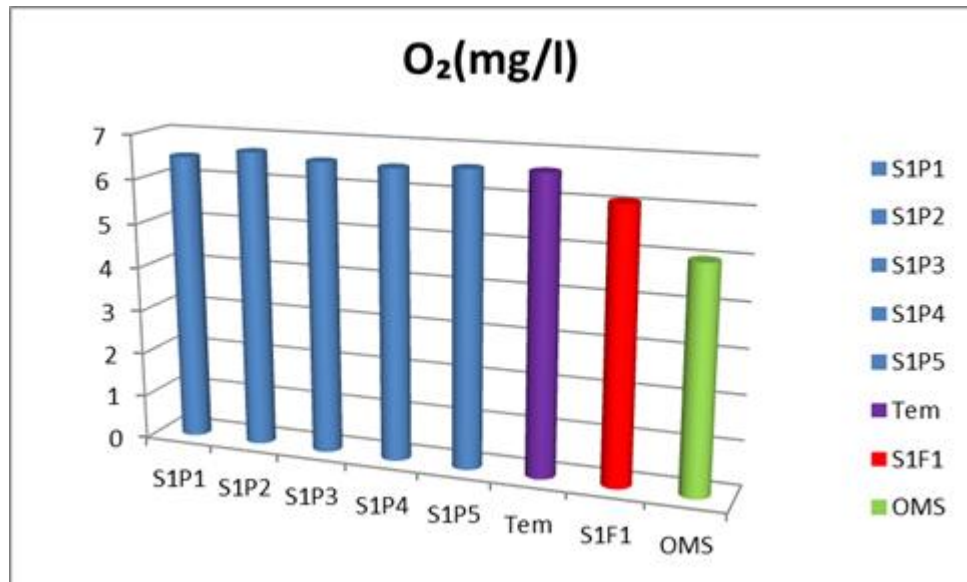
Les valeurs de la DCO des puits analysées varient entre un minimum de 0 mg/l au niveau du puits S1P1 et un maximum de 0,21 mg/l au niveau du puits S1P4.



**Figure27 :** Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.

### 1.3.2. Oxygène dissous

Les valeurs de l'oxygène dissous dans les eaux des puits analysées varient entre un minimum de 6,48 mg/l au niveau du puits S1P1, et un maximum de 6,67 mg/l au niveau du puits S1P2.



**Figure 28 :** Variation de l'oxygène dissous des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site1.

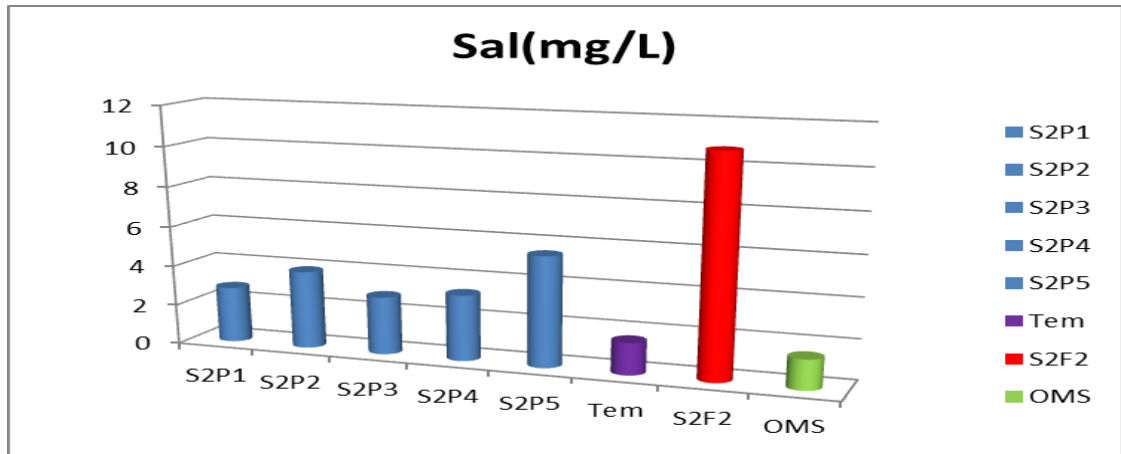
Les eaux de tous les puits sont supérieures à la norme OMS (5 mg /l) même celui du puits témoin.

## 2. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 2

### 2.1. Risque de salinisation

Les analyses montrent une salinité qui varie entre la valeur minimale de 2,5 mg/l au niveau du puits S2P1 et une valeur maximale de 5,5 mg/l au niveau du puits S2P5.

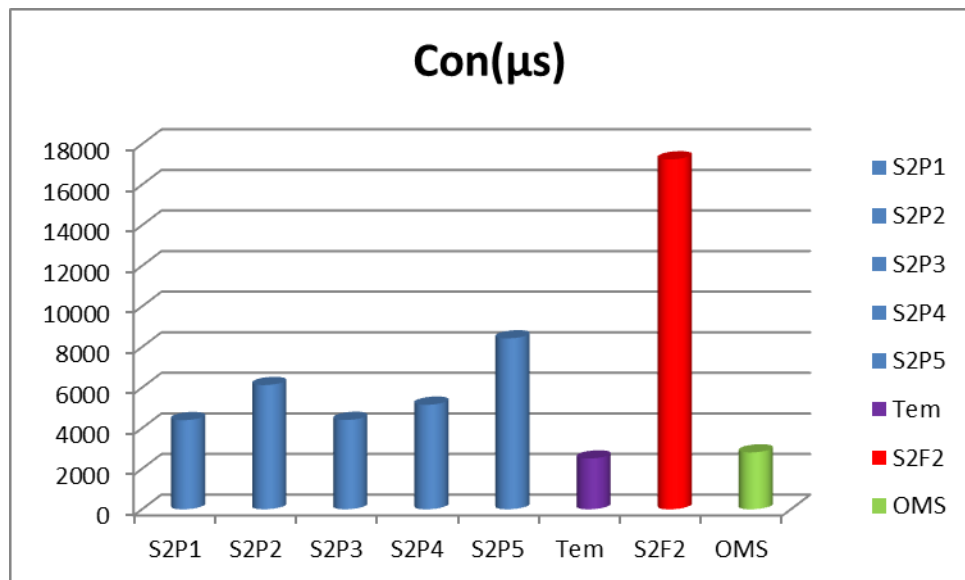




**Figure 29:** Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2

Selon la figure(29), les valeurs de la salinité des eaux de la nappe phréatique du Site 2 sont supérieures aux valeurs citées dans l'index de la norme OMS (1,5mg/l). Cette eau est inutilisable normalement pour l'irrigation.

Selon la figure (30), les valeurs de la conductivité électrique varient entre 4390  $\mu\text{S}/\text{m}$  au puits S2P1 indiquent la valeur minimale, et 8320  $\mu\text{S}/\text{m}$  au puits S2P5 indiquant la valeur maximale.



**Figure 30:** Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et la fosse septique dans le site 2

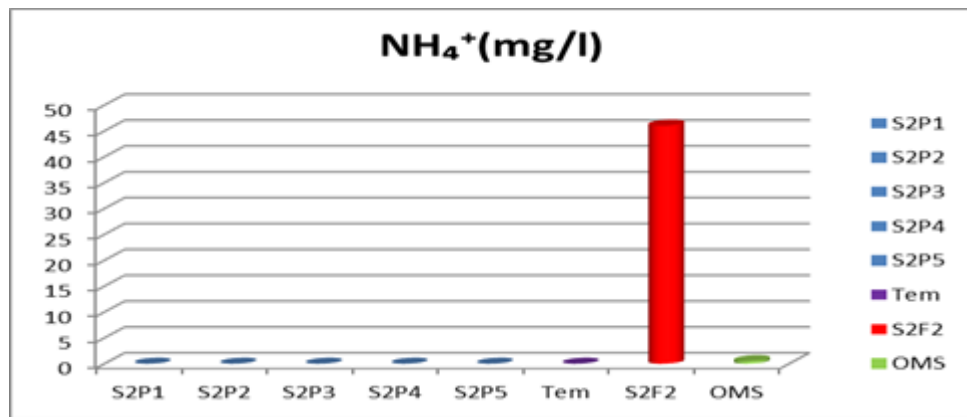
D'après la figure (30), les puits échantillonnés (S2P1, S2P2, S2 P3, S2P4, S2P5) ont une valeur de la conductivité électrique supérieure à la norme OMS (2800  $\mu\text{S}/\text{m}$ ), ce qui rend ces

eaux impropres à la consommation par rapport aux OMS (1500 mg /l). La fosse septique est très fortement saline et peuvent constituer un danger sur le sol et la nappe phréatique.

## 2.2. Paramètres de pollution (Matière azotée)

### 2.2.1. Ammonium

La concentration en ammonium oscille entre une minimale de 0,0005 mg/l enregistrée au puits S2P3, et une maximale de 0,005 mg/l enregistrée au niveau de deux puits S2P1 et S2P4.

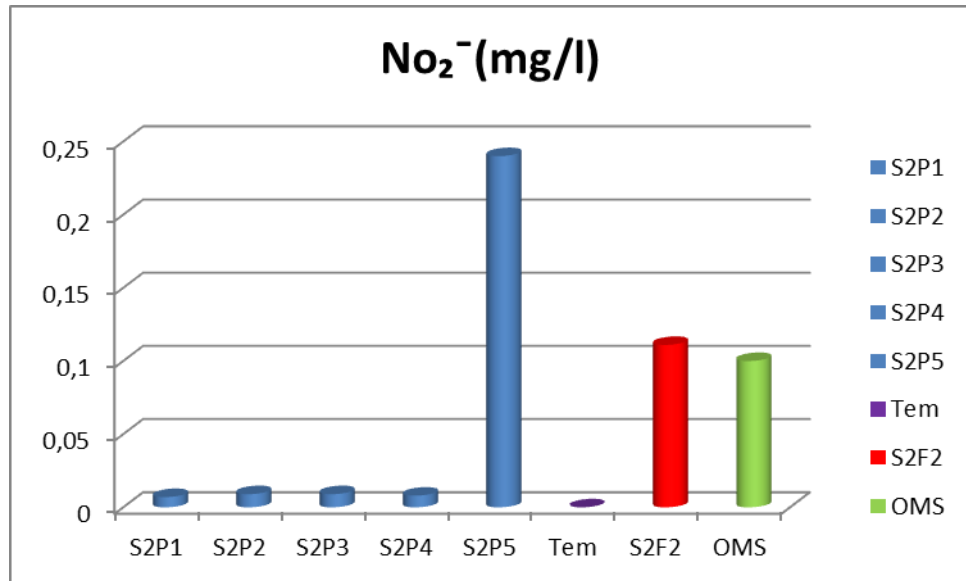


**Figure 31 :** Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2

Les teneurs en ammonium des eaux de tous les puits sont inférieures à la norme maximale admissible d’OMS (0,1 mg /l), ce qui indique que les eaux de la zone d’étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en ammonium.

### 2.2.2. Nitrite

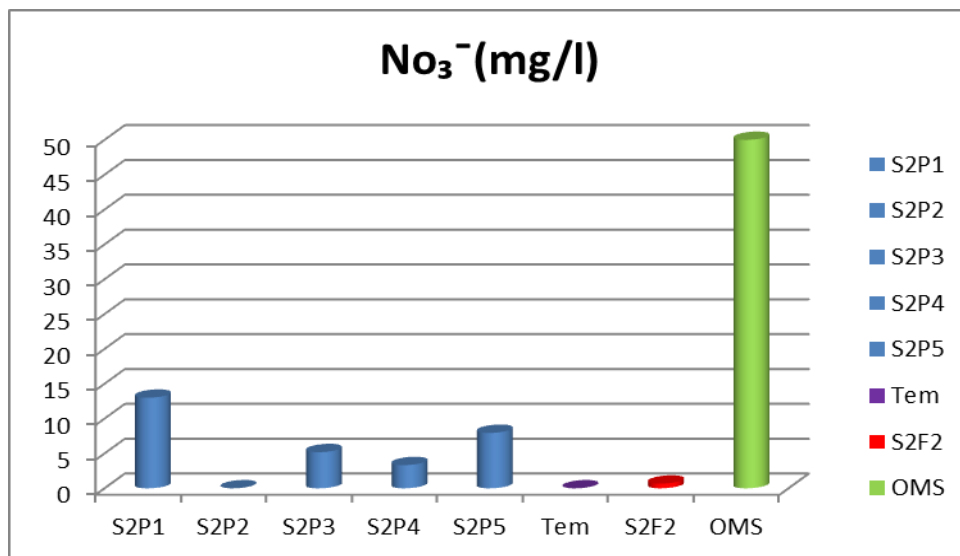
La teneur en nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les eaux phréatique du Site 2 varie entre 0 ,007 mg/l et 0,24 mg/l. la concentration en nitrite (Fig.32) de l’échantillon S2P5 est supérieure à la norme OMS, ce qui indique que les eaux de ce puits ne sont pas valables pour la consommation et peuvent constituer un danger sur la santé par des problèmes respiratoires. Tandis que les autres puits ne dépassent pas les normes.



**Figure 32 :** Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.

### 2.2.3. Nitrate

Les valeurs de concentration d'élément nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) oscillent entre une minimale 0 de mg/l au niveau du puits S2P2 et une maximale de 13 mg/l au niveau du puits S2 P1.

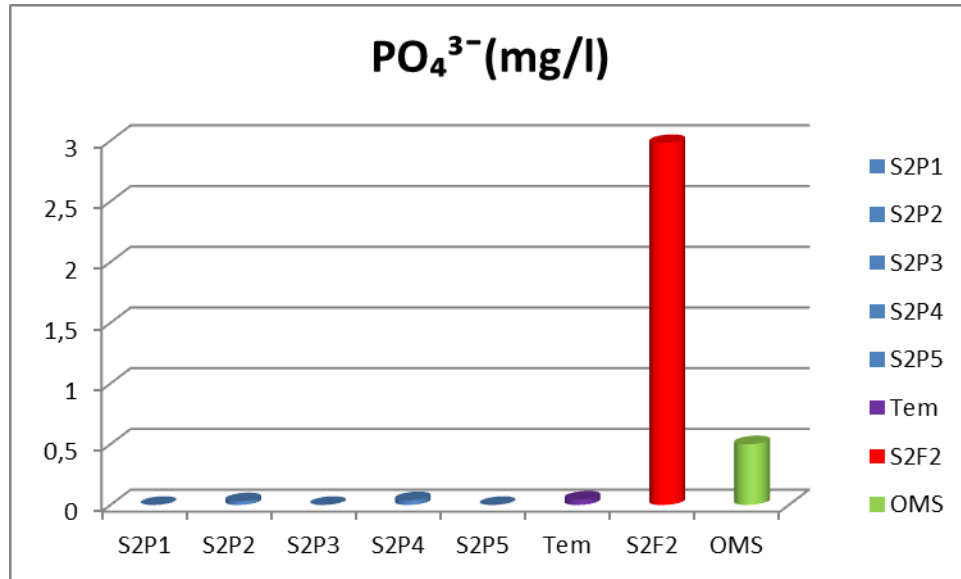


**Figure 33:** Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.

La teneur en nitrate ne dépasse pas les normes OMS (50 mg /l) dans tous les puits échantillonnés dans le site 2 (Fig.33), ce qui indique la potabilité de ces eaux par rapport à la teneur en nitrate.

### 2.2.4. Phosphate

Les concentrations obtenues varient d'un minimum de 0 mg/l dans les trois puits S2P1, S2P3 et S2P5 à un maximum de 0,039 mg/l enregistré dans le puits S2P4



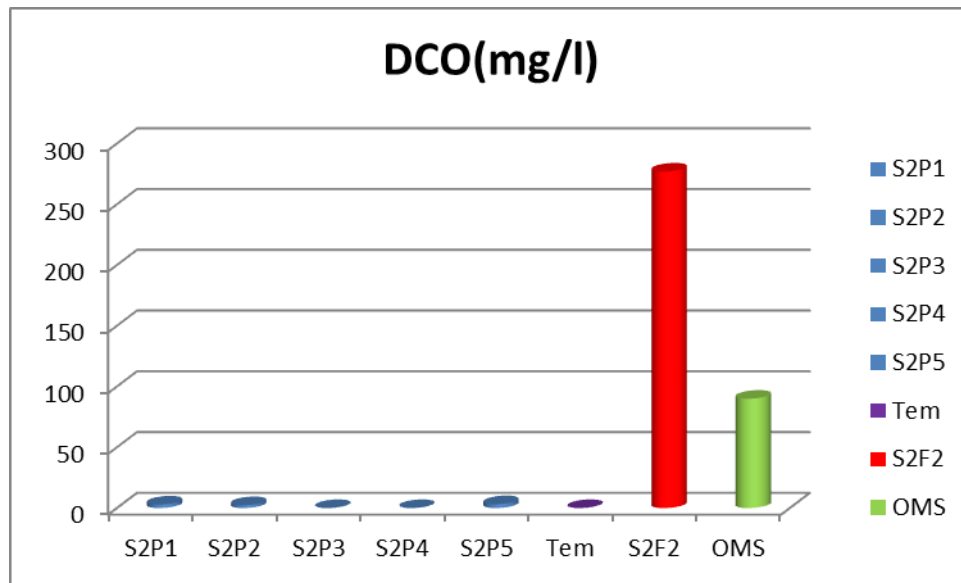
**Figure34 :** Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site2.

Selon la figure (34), les valeurs de phosphate des échantillons d'eau analysées sont inférieures par rapport à la norme OMS (0,5 mg /l). Ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation et elle ne présente aucun effet sur la santé du consommateur vis-à-vis ce paramètre.

### 2.3. Paramètre de pollution organique (DCO, O<sub>2</sub>)

#### 2.3.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

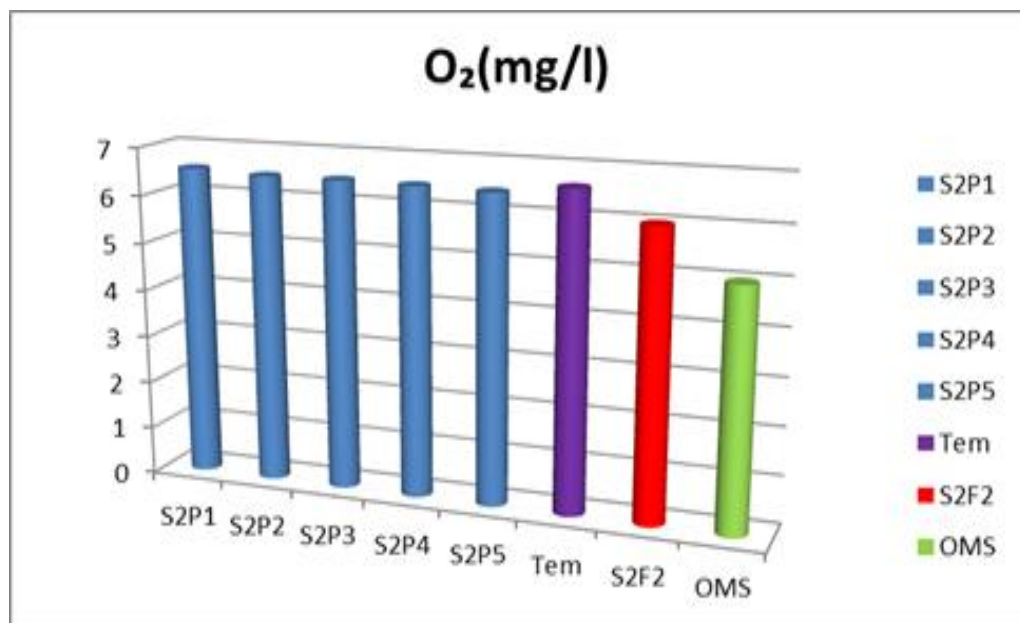
Les valeurs de la DCO des puits analysées varient entre un minimum de 0 mg/l au niveau du puits S2P4 et un maximum de 3,2 mg/l au niveau du puits S2P5.



**Figure 35 :** Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2 .

### 2.3.2. Oxygène dissous

La teneur en oxygène dissous des eaux des puits analysés varie entre un minimum de 6,43 mg/l au niveau du puits S2P5, et un maximum de 6,54, mg/l au niveau du puits S2P1 (Fig.36).



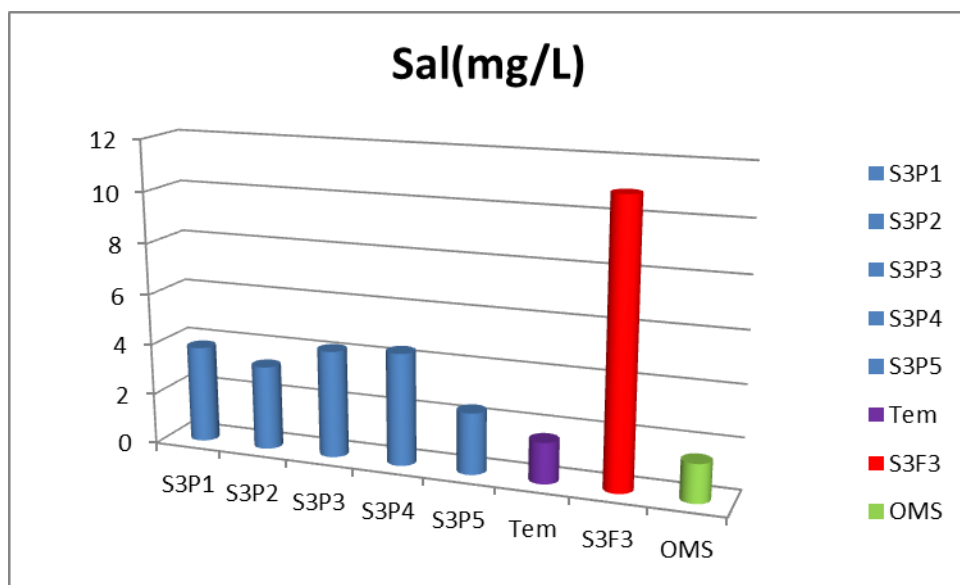
**Figure36 :** Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 2.

En matière d'oxygène dissous, tous les puits dépassent les normes OMS (5 mg /l) dans le site 02.

### 3. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 3

#### 3.1. Risque de salinisation

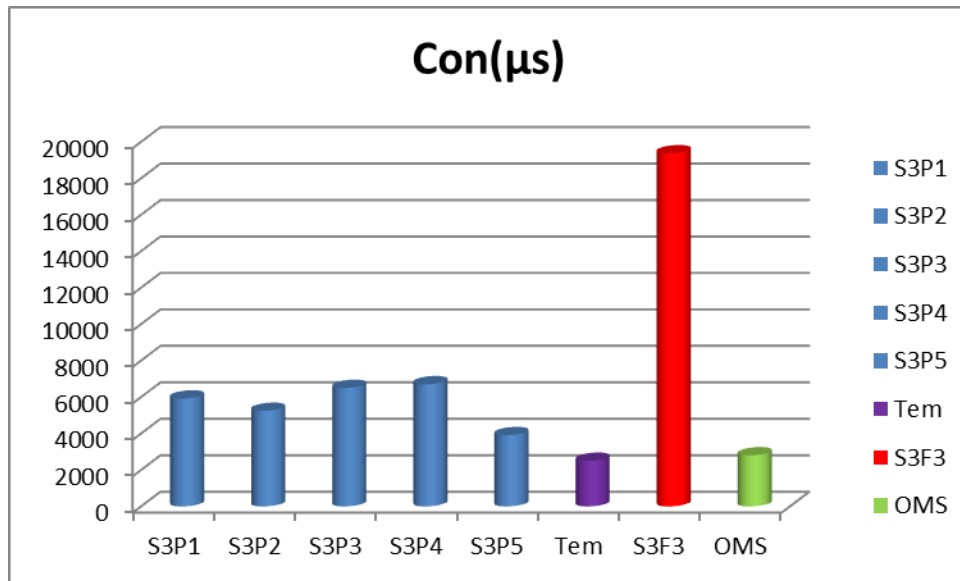
Les mesures effectuées révèlent d'une façon générale une salinité qui varie entre la valeur minimale de 2,4 mg/l au niveau du puits S3P5 et une valeur maximale de 4,4 mg/l au niveau du puits S3P4.



**Figure 37 :** Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.

Selon la figure (37), les valeurs de la salinité des eaux de la nappe phréatique du Site 3 sont supérieures aux valeurs citées dans l'index de la norme OMS (1,5 mg /l) Cette eau est inutilisable normalement pour l'irrigation. Les eaux de la fosse septique sont très fortement salines, ce qui représente un grand risque sur le sol et la nappe phréatique.

Selon la figure (38), les valeurs de la conductivité électrique varient entre 3910  $\mu\text{s/m}$  au puits S3P5 indiquant la valeur minimale, et 6700  $\mu\text{s/m}$  au puits S3P4 indiquant la valeur maximale.



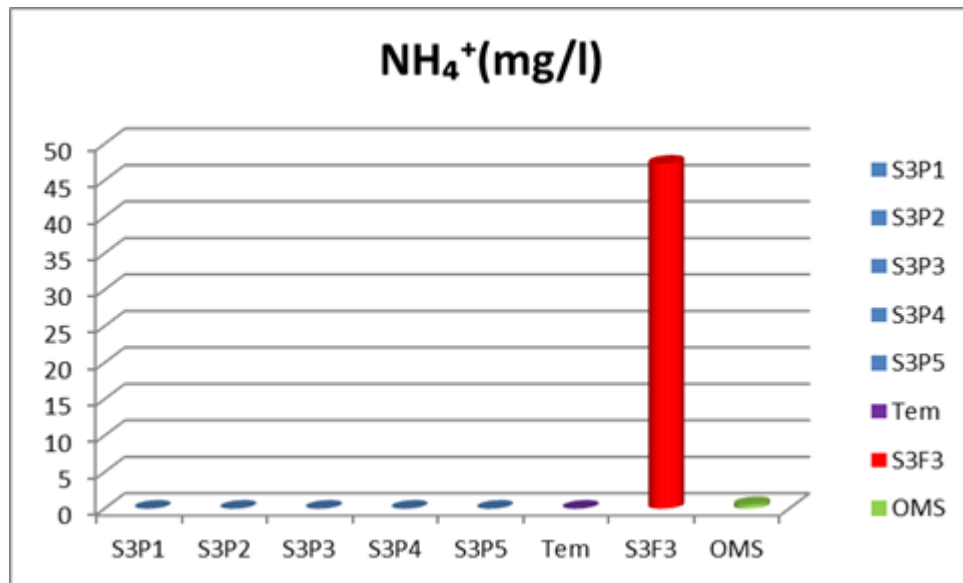
**Figure 38 :** Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site3.

D'après la figure (38), les puits échantillonnés (S3P1, S3P2, S3 P3, S3 P4 et S3P5) ont une valeur de la conductivité électrique supérieure à la norme OMS (2800 µs/m), ce qui rend ces eaux impropres à la consommation par rapport aux OMS.

### 3.2. Paramètres de pollution (Matière azotée)

#### 3.1.1. Ammonium

La teneur en ammonium oscille entre une valeur minimale de 0,004 mg/l enregistré au niveau de deux puits S3P1, S3P3 et une maximale de 0,0075 mg/l enregistrée au niveau du puits S3P4.



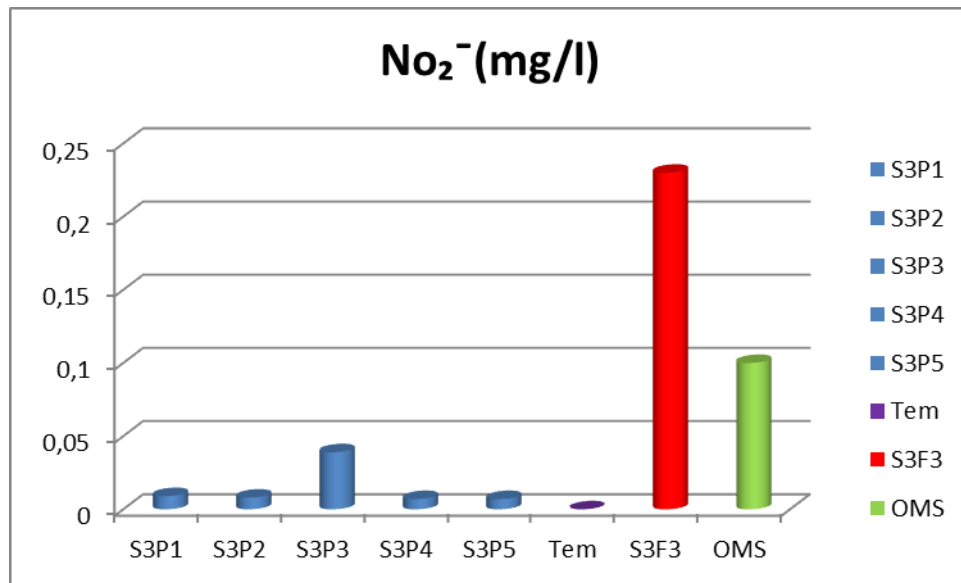
**Figure 39:** Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site3.

Les teneurs en ammonium des eaux de tous les puits sont inférieures à la norme maximale admissible d'OMS(0,1mg/l) ce qui indique que les eaux de la zone d'étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en ammonium.

### 3.2.1. Nitrite

La teneur en nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les eaux phréatiques du Site 3 varie entre 0,007 mg/l et 0,039 mg/l. Tous les puits échantillonnés ne dépassent pas les normes. Ce qui indique que les eaux de la zone d'étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en nitrite (Fig.40).

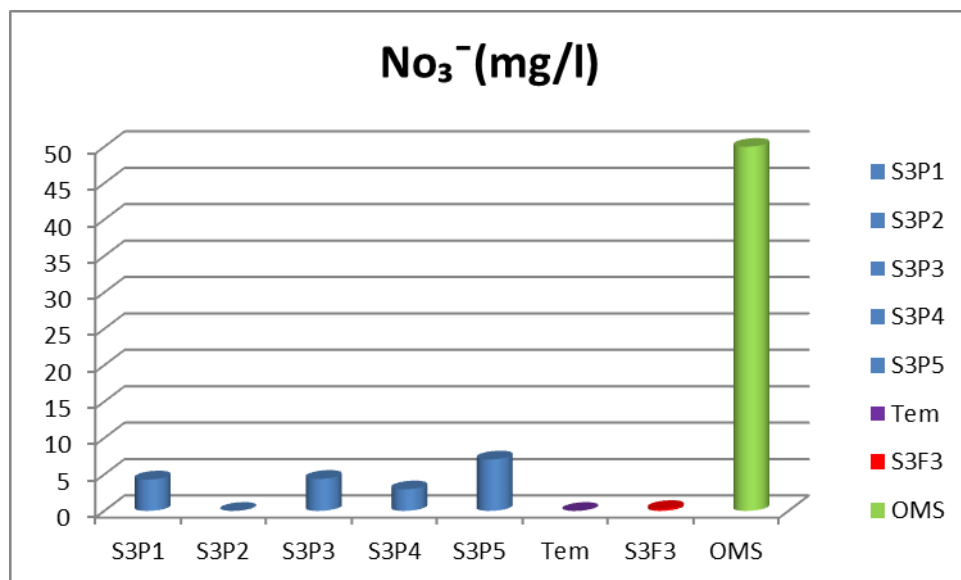




**Figure40 :** Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3

### 3.2.2. Nitrate

Les valeurs de concentration d'élément nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) oscillent entre une minimale de 0 mg/l au niveau de puits S3P4 et une maximale de 7,07 mg/l au niveau du puits S3P5.

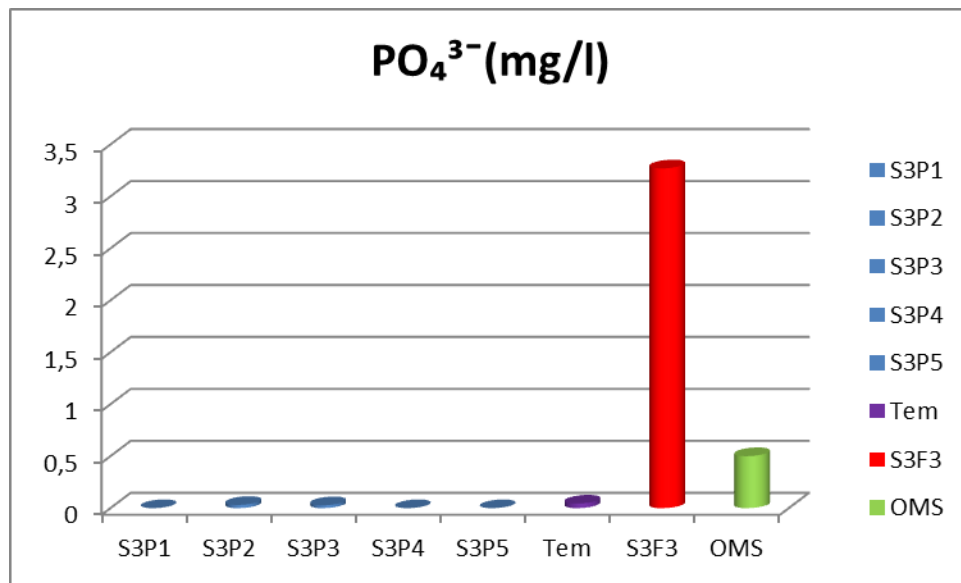


**Figure 41:** Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site3.

La concentration maximale acceptable d'après les normes OMS (50mg/l) est observée dans tous les puits dans le site 3 (Fig.41), ce qui indique la potabilité de ces eaux par rapport à la teneur en nitrate. La faible concentration en ( $\text{NO}_3^-$ ) pourraient être expliquée par le fait que l'ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très faible que celle de ( $\text{NO}_3^-$ ).

### 3.2.3. Phosphate

Les concentrations obtenues en phosphate varient d'un minimum de 0,028 mg/l enregistrée dans le puits S3P1 ; S3P4 ; S3P5 et un maximum de 0,031 mg/l enregistrée au niveau du puits S3P2.



**Figure 42:** Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site3.

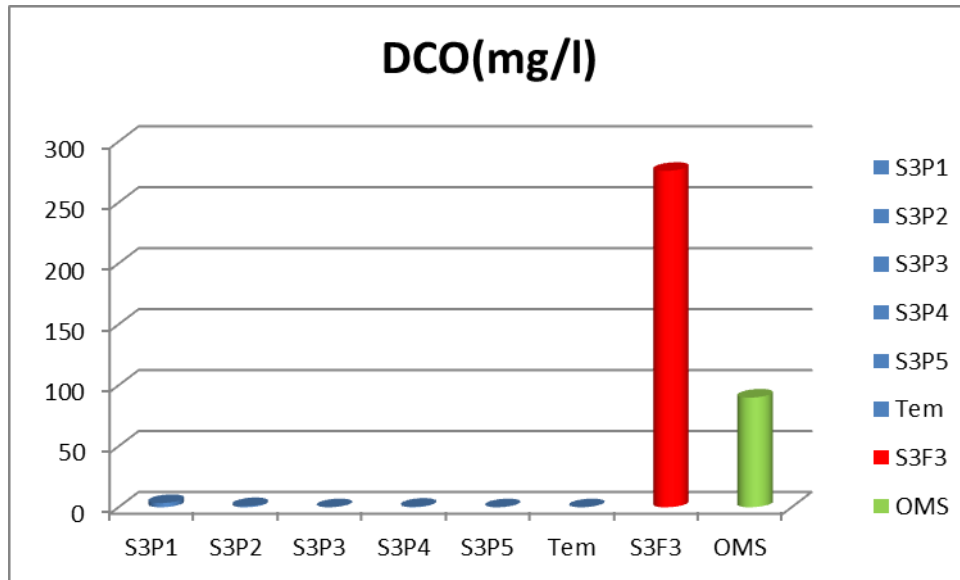
Selon la figure (42), les valeurs de phosphate des échantillons d'eau analysées sont inférieures par rapport à la norme OMS (0,5mg/l). Ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation et elle ne présente aucun effet sur la santé de consommateur.

### 3.3. Paramètre de pollution organique (DCO, O<sub>2</sub>)

#### 3.3.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO des puits analysées varient entre un minimum de 0 mg/l au niveau du puits S3P3 ; S3P5 et un maximum de 3,5 mg/l au niveau du puits S3P1. Toutes les eaux des

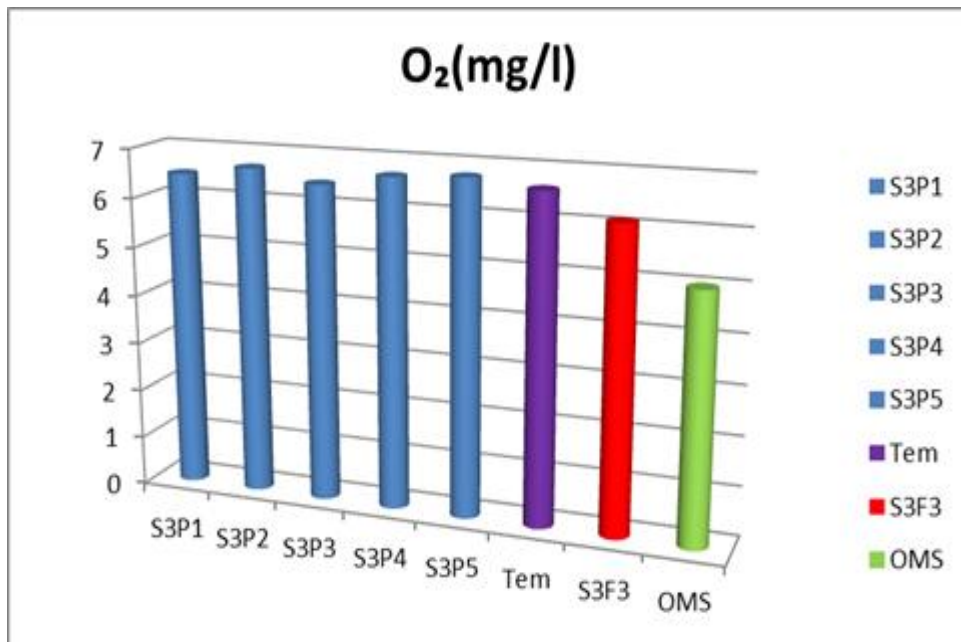
puits sont inférieures par rapport à la norme OMS. Ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation et elle ne présente aucun effet sur la santé du consommateur.



**Figure43 :** Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site 3.

### 3.3.2. Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous des puits analysées varient entre un minimum de 6,44 mg/l au niveau du puits S3P3 et un maximum de 6,76 mg/l au niveau du puits S3P5.



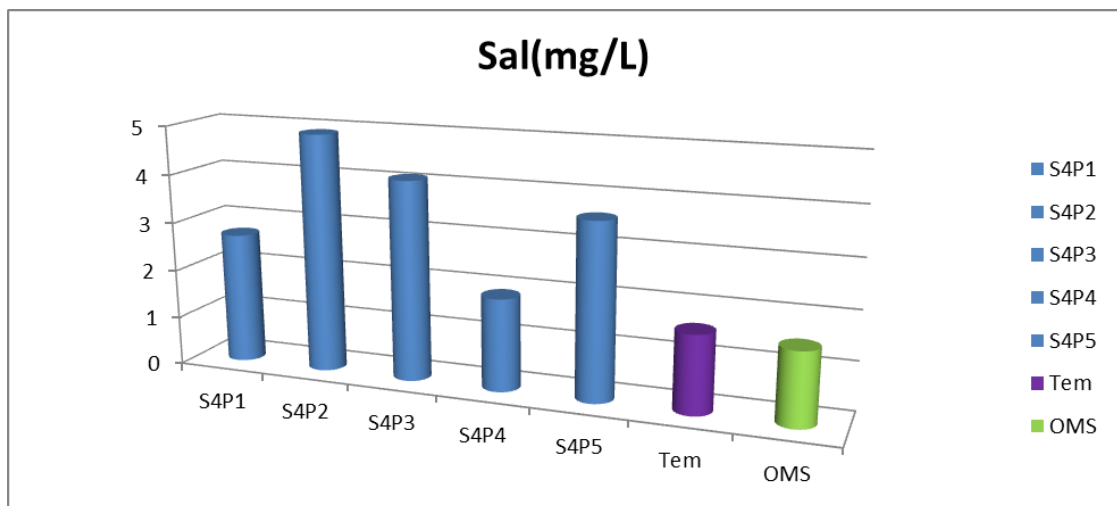
**Figure 44:** Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site3.

Les eaux de tous les puits échantillonnés sont supérieures de la norme OMS (5mg/l). Ce qui indique que ces eaux sont inutilisables pour la consommation humaine.

#### 4. Evaluation de l'état physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et de la fosse septique dans le Site 4

##### 4.1. Risque de salinisation

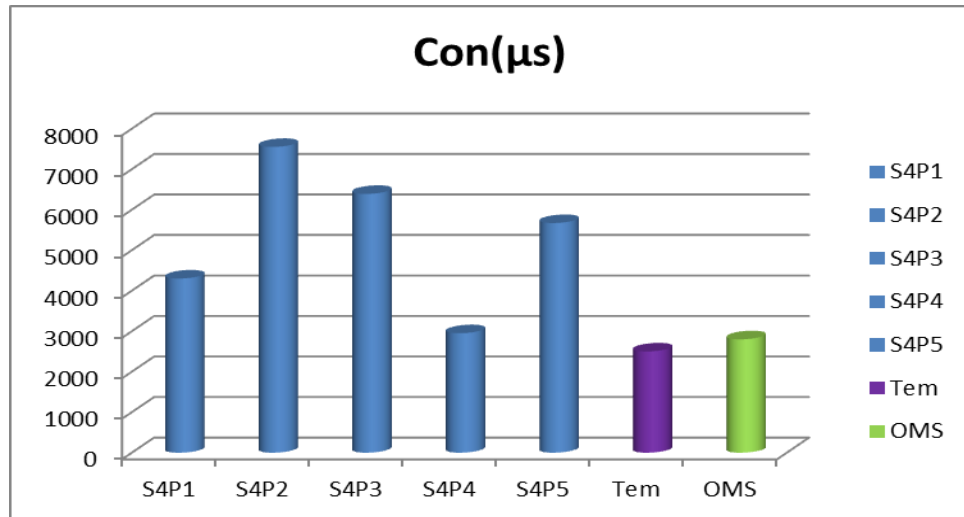
Les mesures effectuées révèlent d'une façon générale une salinité qui varie entre la valeur minimale de 1,9 mg/l au niveau du puits S4P4 et une valeur maximale 4,9 au niveau du puits S4P2.



**Figure 45:** Variation de la salinité des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4.

Selon la figure (45), les valeurs de la salinité des eaux de la nappe phréatique du Site 4 sont supérieures aux valeurs citées dans l'index de la norme OMS (1,5mg/l). Cette eau présente un grand risque sur l'irrigation, inutilisables normalement pour l'irrigation.

Selon la figure (46), les valeurs de la conductivité électrique varient entre 2950  $\mu\text{s/m}$  au puits S4P4 indiquent la valeur minimale, et 7550  $\mu\text{s/m}$  au puits S4P2 indiquant la valeur maximale.



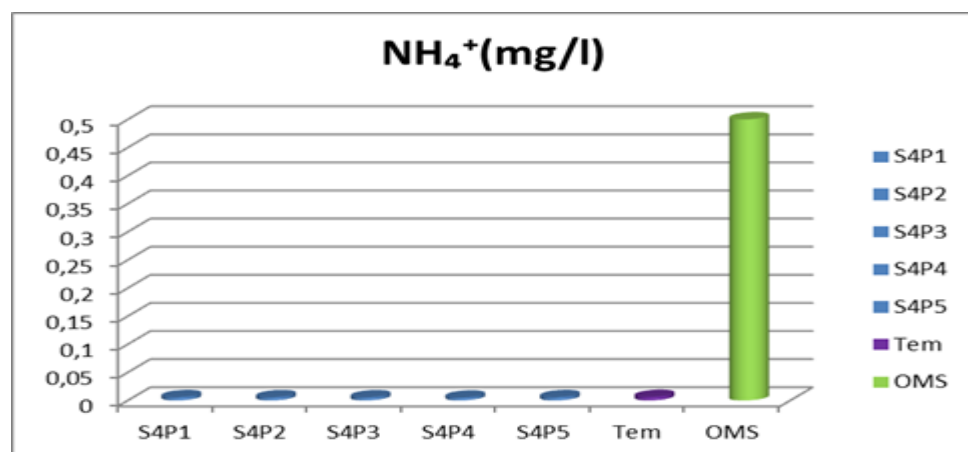
**Figure 46:** Variation de la conductivité électrique des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4

D’après la figure (46), tous les puits échantillonnés ont une valeur de la conductivité électrique supérieure à la norme OMS (2800mg/l), ce qui rend ces eaux impropres à la consommation par rapport aux normes.

#### 4.2. Paramètres de pollution (Matière azotée)

##### 4.2.1. Ammonium

Le taux d’ammonium oscille entre une concentration minimale de 0,005 mg/l enregistrée au puits S4P4 et une maximale de 0,0057 mg/l enregistrée aux puits S4P1 et S4P5.

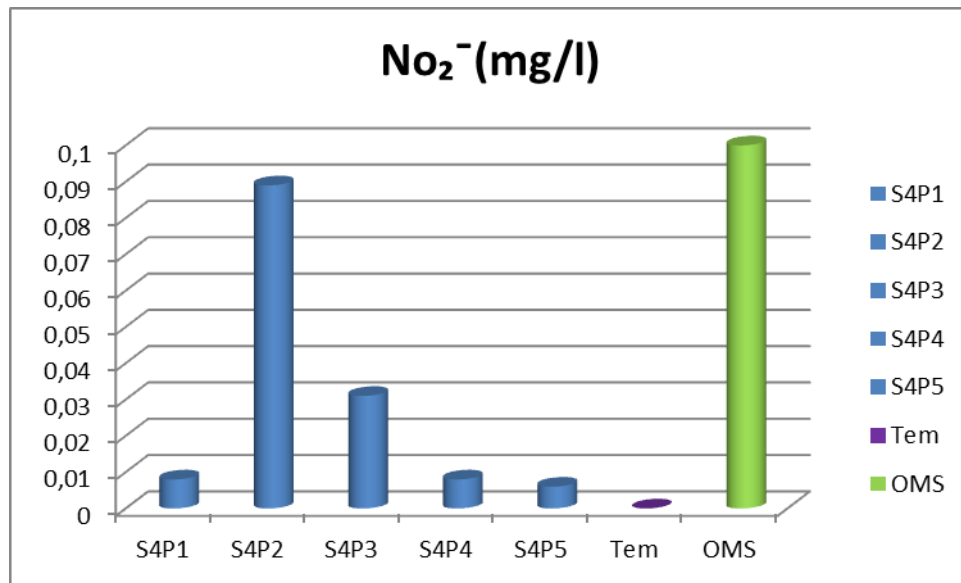


**Figure47 :** Variation de la teneur en ammonium des eaux phréatiques et de la fosses septique dans le site4.

Les teneurs en ammonium des eaux de tous les puits sont inférieures à la norme maximale admissible d’OMS(0,5mg/l), ce qui indique que les eaux de la zone d’étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en ammonium.

#### 4.2.2. Nitrite

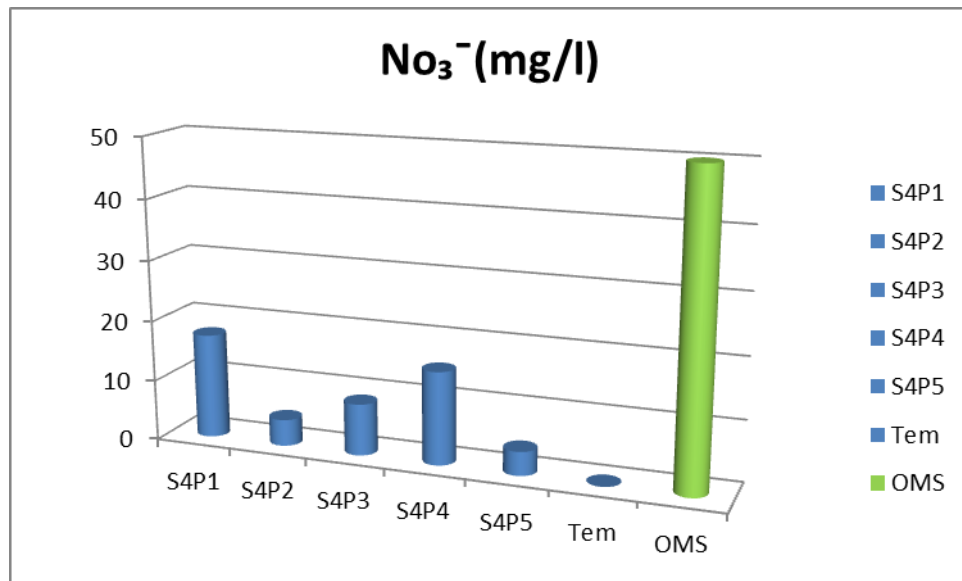
Les teneurs en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) dans les eaux phréatiques du Site 4 varient entre 0,006 mg/l et 0,089 mg/l, la concentration en nitrite (Fig.48) d’eau des puits ne dépassent pas les normes OMS.



**Figure 48:** Variation de la teneur en nitrite des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4.

#### 4.2.3. Nitrate

Les valeurs de concentration d’élément nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) oscillent entre une minimale de 3,93 mg/l au niveau du puits S4P5 et une maximale de 17,3 mg/l au niveau du puits S4P1.

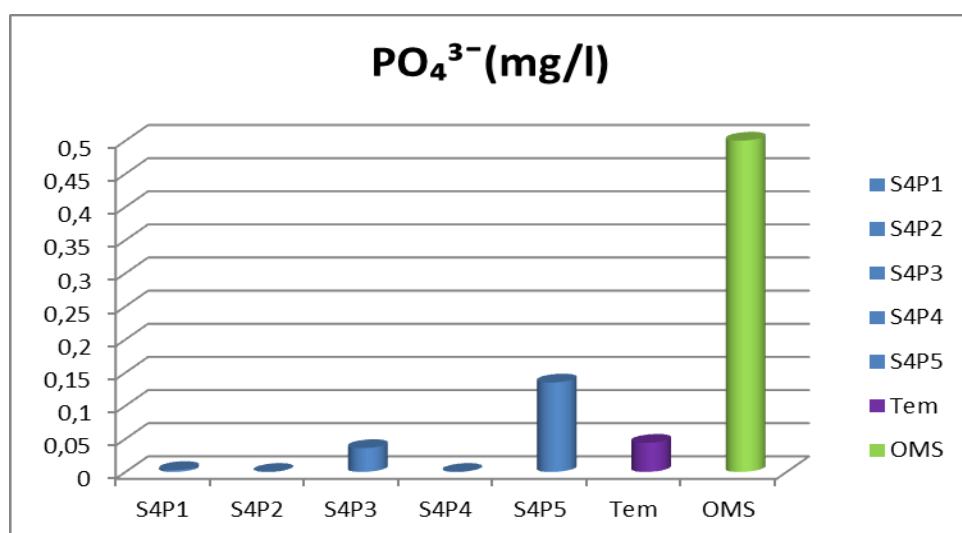


**Figure49** :Variation de la teneur en nitrate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4.

Les teneurs en nitrate des puits échantillonnés ne dépassent pas les normes OMS (50mg/l).

#### 4.2.4. Phosphate

Les concentrations en phosphate obtenues varient d'un minimum de 0,0029 mg/l enregistré dans le puits S4P1 et un maximum de 0,135 mg/l au niveau du puits S4P5.



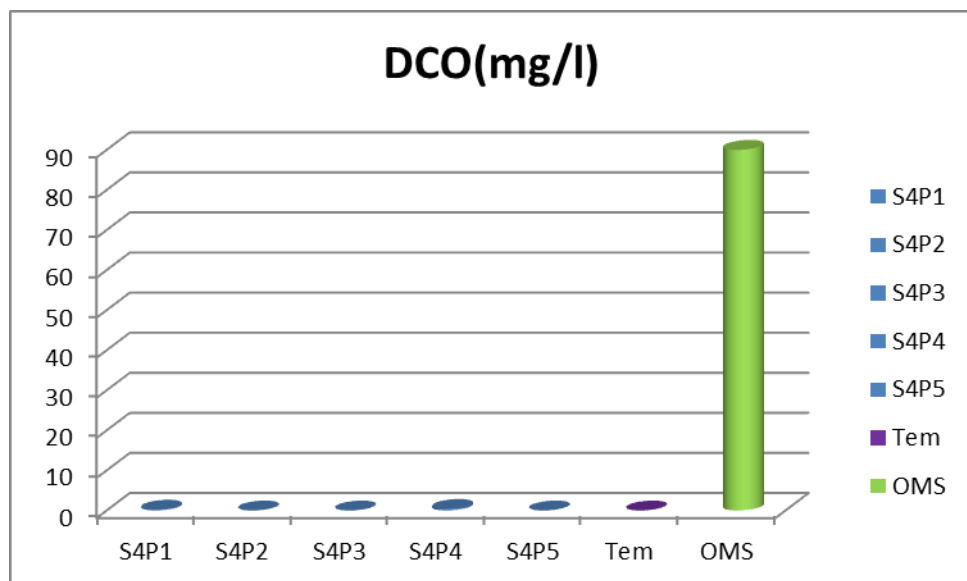
**Figure50** :Variation de la teneur en phosphate des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4.

Selon la figure (50), les valeurs de phosphate des échantillons d'eau analysées sont inférieures par rapport à la norme OMS (0,5mg/l). Ce qui indique que ces eaux peuvent être utilisées pour la consommation et ne présente aucun effet sur la santé du consommateur.

#### 4.3. Paramètre de pollution organique (DCO, O<sub>2</sub>)

##### 4.3.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de DCO des eaux de puits analysées varient entre un minimum de 0 mg/l au niveau du puits S4P2 ; S4P3 ; S4P5 et un maximum de 0,383 mg/l au niveau du puits S4P4.

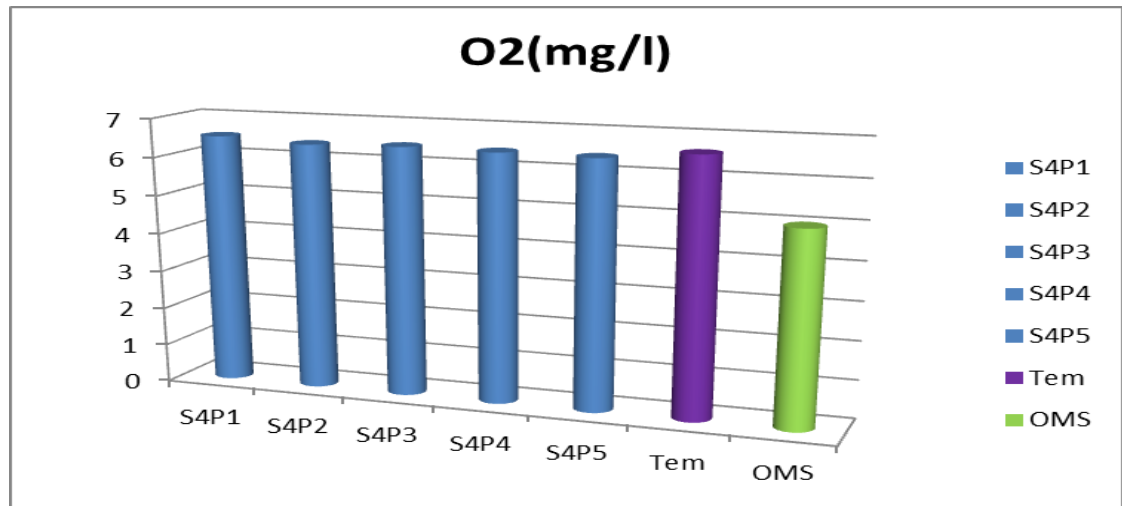


**Figure51:** Variation de la DCO des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4

##### 4.3.2. Oxygène dissous

Les valeurs de la concentration en oxygène dissous des puits analysées varient entre un minimum de 6,41 mg/l au niveau de deux puits S4P2 et S4P5, et un maximum de 6,52, mg/l au niveau du puits S4P1.





**Figure 52:** Variation de l'oxygène des eaux phréatiques et de la fosse septique dans le site4

Toutes les eaux des puits analysés sont supérieures à la norme OMS (5mg/l).

## 5. Evaluation de la contamination physico-chimique des eaux des puits par les fosses septiques

### 5.1. Evaluation de la contamination physico-chimique des eaux des puits par la fosse septique dans le Site 1

D'après la carte des facteurs charge/distance (Fig.53), l'impact de la fosse n'est clair que sur la salinité des eaux avec un gradient croissant de la conductivité électrique en s'approchant de la fosse septique. Pour les autres paramètres, l'effet de la fosse n'est pas significatif.

Selon les diamètres des secteurs, nous pouvons constater que le puits S1P4 ; S1P3 sont les plus chargés par rapport aux puits S1P1 ; S1P2 ; S1P5.

La charge la plus élevée est enregistrée au niveau de la fosse septique.

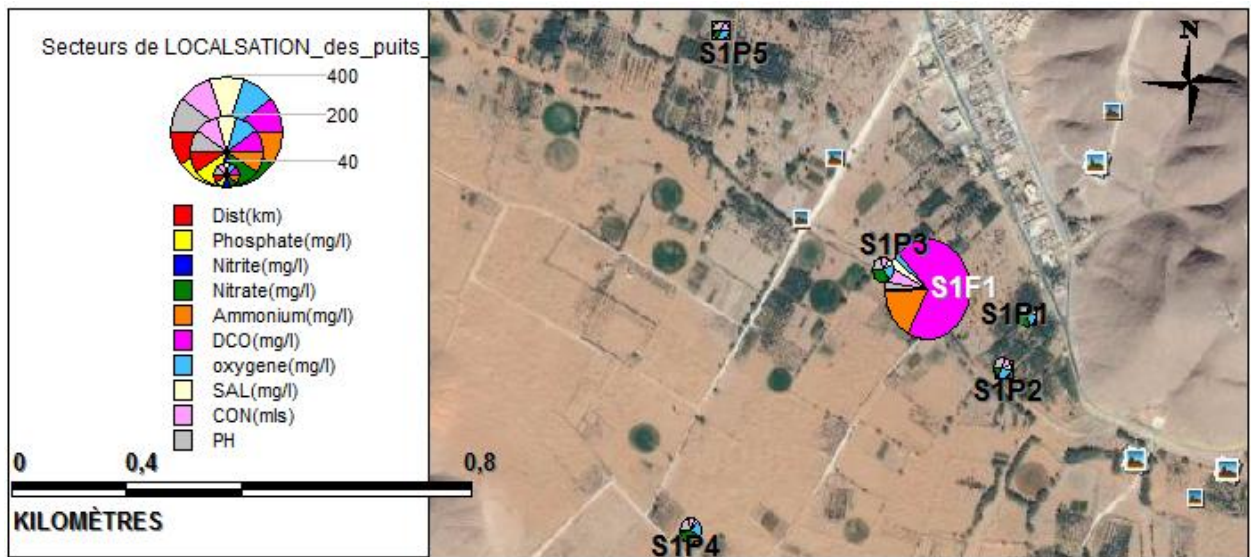


Figure 53 : Carte des facteurs charge/distance du site 01.

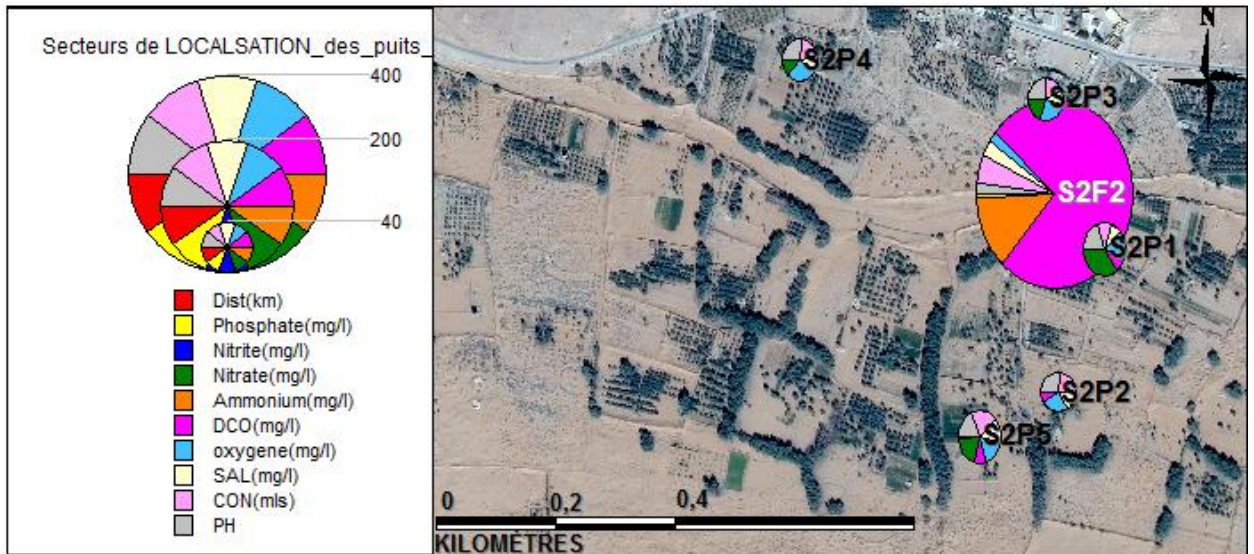
## 5.2. Evaluation de la contamination physico-chimique des eaux des puits par la fosse septique dans le Site 2

D'après la Figure (54), l'impact de la fosse septique n'est significatif que pour la conductivité électrique, ce qui se traduit par un gradient croissant de la salinité en s'approchant de la fosse.

Pour les autres paramètres, l'impact de la fosse septique n'est pas clair sur la pollution des puits et demeure non significatif.

Les puits les plus chargés (S2P5 ; S2P1) par rapport aux puits (S2P2 ; S2P3; S2P4), ce qui est probablement dû à leur altitude faible par rapport à la fosse septique.

La charge polluante de la fosse septique étant la plus importante (Fig.54).



**Figure 54 :** Carte des facteurs charge/distance du site 02.

### 5.3. Evaluation de la contamination physique-chimique des eaux des puits par la fosse septique de Site 3

D'après la figure (55), la salinité des eaux de puits augmente en s'approchant de la fosse septique, ce qui montre l'impact de cette dernière sur la qualité des eaux de ces puits.

Pour les autres paramètres, l'impact de la fosse septique n'est pas clair sur la pollution des puits et demeure non significatif.

La charge polluante la plus importante a été enregistrée au niveau des puits S3P1 ; S3P3 ; S3P4 Par rapport aux puits S3P5 ; S3P2.

La charge polluante de la fosse septique étant la plus importante (Fig.55).

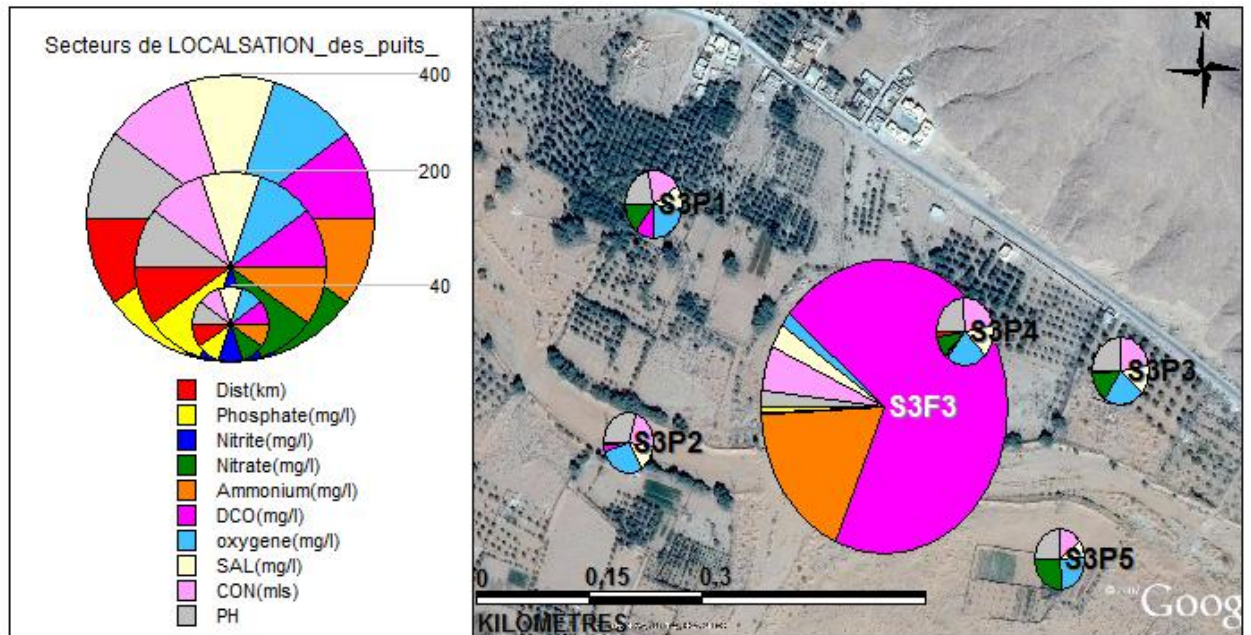


Figure 55 : Carte des facteurs charge/distance du site 03.

#### 5.4. Evaluation de la contamination physique-chimique des eaux des puits par les fosses septiques de site 4

Un gradient décroissant de salinité est enregistré dans le site 04 en s'éloignant de la fosse septique, ce qui montre l'impact de cette dernière sur la qualité des eaux des puits proches (Fig.56).

La charge polluante la plus importante à été enregistrée au niveau des puits S4P1 et S4P4 par rapport aux puits S4P2, S4P3 et S4P5.



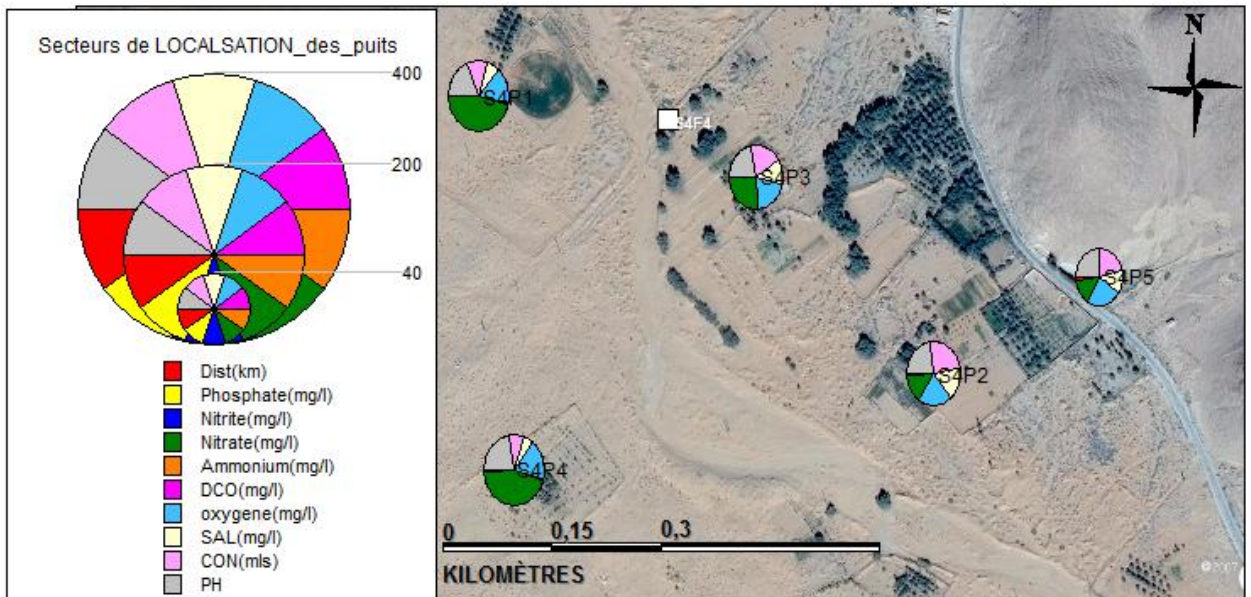


Figure 56 : Carte des facteurs charge/distance du site 04.

### 5.5. Evaluation de la contamination physico-chimique des eaux des puits par la fosse septique dans la zone d'étude

Sur la carte des facteurs charge distance de la zone d'étude, nous constatons que la charge polluante la plus importante est enregistrée dans le site 02, ce qui est forcément due à l'impact de l'altitude, sachant que le site 02 se trouve sur l'altitude la plus basse de la zone d'étude (Fig.57).

En ce qui concerne les fosses septiques, la charge polluante la plus élevée est celle de la fosse S3F3.

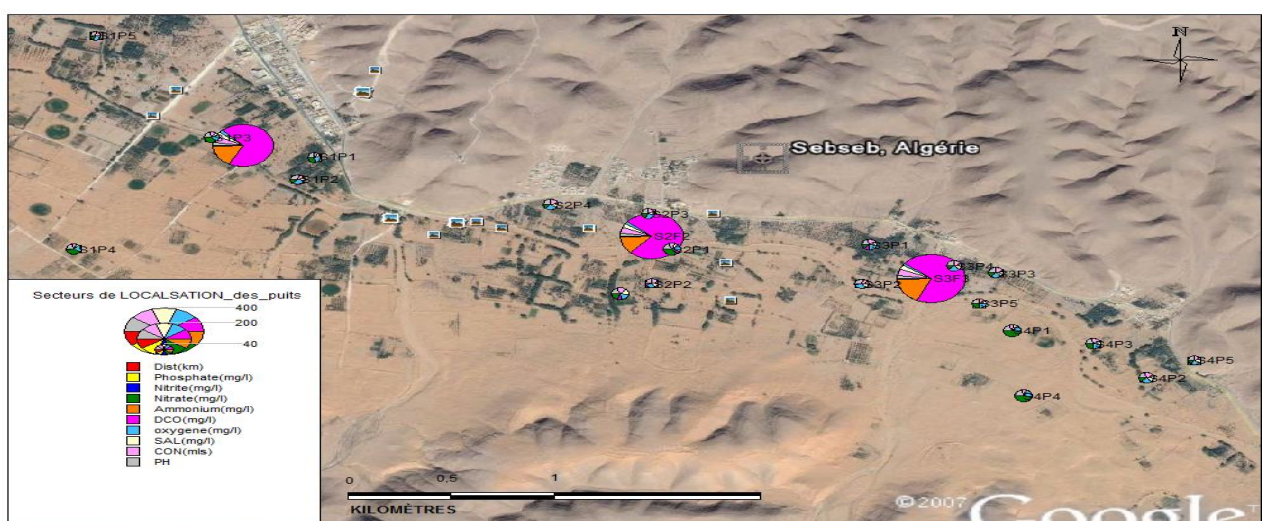
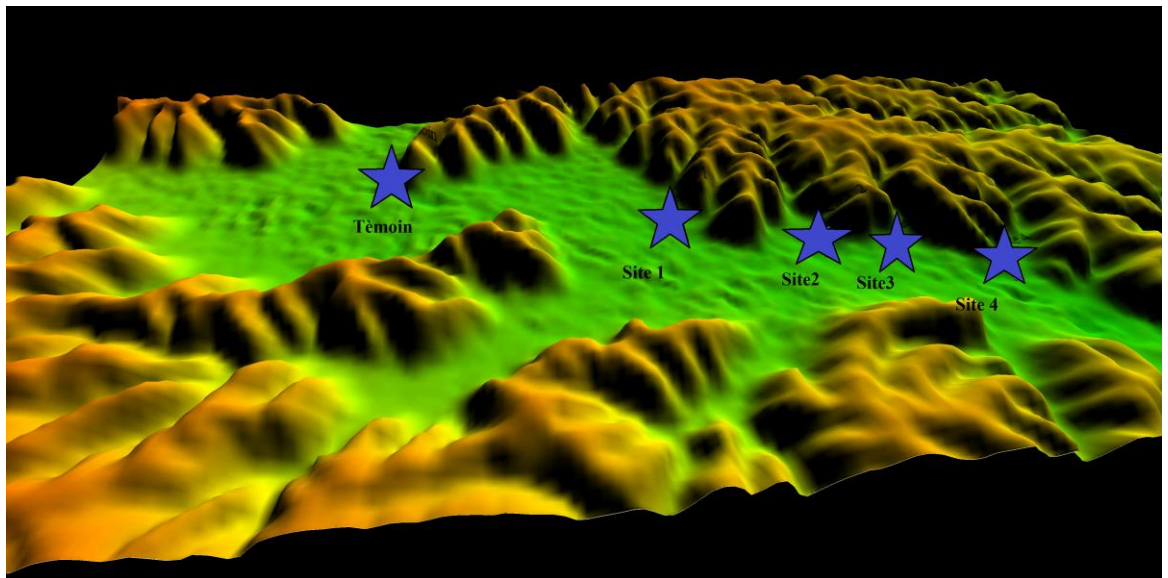


Figure 57: Carte des facteurs charge/distance de la zone d'étude.

Selon les figures (58), le positionnement des sites permet d'avoir un gradient de concentration de la pollution de l'amont vers l'aval.



**Figure 58 :** Carte de modèle numérique de terrain de la zone d'étude.

#### 4. Discussions générale

Les eaux provenant de la nappe phréatique dans la commune de SEBSEB ne sont pas potables de point de vue qualité physico-chimique et selon les normes OMS. Cette étude montre que la salinité dépasse les normes OMS dans 95 %, des puits échantillonnés soit 19/20 puits. Le minimum est enregistré dans le puits S1P5 (0,38  $\mu$ S), et le maximum dans le puits S2P5 (8,42  $\mu$ S) avec une moyenne de 4,95 $\mu$ S dans le site d'étude. Toutefois, nous observons un gradient décroissant en s'éloignant des fosses.

Les phénomènes intervenant dans les valeurs élevées de la salinité peuvent être l'intensification agricole, les rejets d'eaux des fosses dans le milieu naturel et la nature géologique de la zone d'étude sachant que le puits témoin à une salinité qui dépasse les normes.

Pour les teneurs en nitrite, on constate que 3/20 puits dépassent les normes soit un taux de 15%, avec des valeurs qui oscillent entre un minimum de 0,006 mg/l dans le puits S4P5. et un maximum de 0,24 mg/l dans le puits S2P5 avec une moyenne de 0,038 mg/l, la contamination des puits S1P4 ; S1P5 ; S2P5 malgré leur éloignement des fosses est probablement liée à la texture du sol, l'entretien et le mode de puisage, les engrais agricoles, la faible profondeur de la nappe, la vitesse de l'infiltration de l'eau dans la nappe et le sens d'écoulement (AZGHAR *et al* ; 2002 ; HASSOUNE *et al* ; 2006).

La teneur en oxygène dissous dans la zone d'étude dépasse les normes dans tous les puits (20/20), avec une valeur minimale de 6,41mg/l dans les puits S4P2 ; S4P5 et une valeur maximale de 6,76 mg/l dans le puits S3P5 avec une moyenne de 6,52mg/l. L'approchement des eaux des puits à la surface de sol et l'ouverture des puits peut expliquer sa richesse en oxygène dissous, la saturation en O<sub>2</sub> diminue lorsque la température et l'altitude augmentent. La variation de la teneur en oxygène peut être également fonction de la présence des végétaux, des matières organiques oxydables, des organismes et des germes aérobies ainsi que de la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface eau – air (PASSY FOUTOU, 2007).

Les valeurs de tous les autres paramètres à savoir, pH, DCO, ammonium, nitrate et phosphates sont conformes aux normes OMS.

Selon les deux facteurs l'altitude et la distance qui agissent sur le degré et la façon de la contamination des puits par les fosses, Nous avons remarqué que le site 2 est le plus influencé par la fosse septique à cause de l'approchement des puits à la fosse, l'altitude basse des puits du site et la détérioration de la fosse.

Nous n'avons enregistré aucun impact de la fosse sur les puits du site 3 à cause de l'altitude élevée des puits par rapport à la fosse.

Pour les deux sites 1 et 4, nous avons observé un impact des fosses sur certains puits (S1P1 ; S1P2 ; S1P3 ; S4P1 ; S4P2 ; S4P3) à cause de leurs altitudes faibles par rapport à celle de la fosse, ainsi qu'à leurs distances proches de cette dernière.

---

## ***CONCLUSION***

---



## **Conclusion**

Notre travail réalisé dans la région de Sebseb sur la base d'une caractérisation physico-chimique de 20 Puits et 3 fosses septiques dans 4 sites avec un témoin loin de source de pollution en amont.

Les résultats obtenus au cours de cette étude témoignent dans leur majorité d'un niveau de salinité supérieur aux normes avec une conductivité électrique maximale de 19370  $\mu\text{S}$ .

Nous avons enregistré des teneurs maximales de 0,65 mg/l en nitrites, de 3,27 mg/l en phosphore, 52,3 mg/l d'ammonium et une DCO de 277 mg/l. Les eaux usées des fosses septiques s'avèrent globalement assez chargées en polluants et constituent une vraie menace pour les eaux phréatiques.

Selon les facteurs altitude et distance qui agissent sur le degré et la façon de la contamination des puits par les fosses, Nous avons remarqué que le site 2 est le plus influencé par la fosse septique à cause de l'approchement des puits à la fosse, l'altitude basse des puits du site et la détérioration de la fosse.

Certains facteurs influencent le degré de contamination des eaux souterraines par les eaux des fosses septiques, comme la profondeur de la nappe, la distance au lit d'écoulement des eaux usées.

L'ensemble des résultats montre que la nappe phréatique étudiée présente des signes de dégradation puisque la majorité des analyses ont révélé des teneurs qui dépassent les normes préconisées par l'OMS, surtout la conductivité électrique, ce qui confirme l'hypothèse de la vulnérabilité de contamination de la nappe de la région Sebseb surtout la partie avale par les fosses septiques.

Le présent travail ouvre la voie à des perspectives de recherche dont il convient de mentionner quelques aspects qui méritent d'être étudiés:

- La sensibilisation des populations est primordiale, afin de contribuer à la gestion durable des eaux souterraines. Cette sensibilisation doit passer par l'information des habitants sur:
  - la façon de constructions de fosses septiques ;
  - le lieu d'installation des fosses septiques ;

- la protection des puits ;
- l'éloignement des eaux usées aux puits;
- l'installation d'un réseau d'assainissement collectif et correct ;
- De confronter les résultats obtenus avec une étude localisée pédologique, géologique, hydrologique, hydrogéologique et géomorphologique ;
- De déterminer les périmètres de protection des points d'eaux exploitées pour les eaux de consommation;
- L'exploitation les eaux des fosses par l'utilisation en irrigation après le traitement de ces eaux.
- Installation en aval d'une station d'épuration des eaux.

---

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

---

### **Références bibliographiques**

**ABDELKARIM, Z. 2003 :** “ Niveaux des contaminants inorganique (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni et Mn) dans les sédiments superficiels de la zone côtière (côte algérienne) “. Thèse de l’institut nationale des sciences de la mer et de l’aménagement du littorale.

**ABDOUSE L ET BOUCHIBA D, 1982 :** Contribution à l’étude hydrogéologique de la chebka du M’Zab. Mémoire d’ingénieur, Alger, U.S.T.H.B., 67p.

**AKPO Y, 2006: Evaluation** de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d’épuration de Cambéréne (Dakar) ; memoire de dea de productions animales universite cheikh anta diop de dakar;43p.

**AGHZAR N., BERDAI H., BELLOUTI A., SOUDI B, 2002 :** Pollution nitrique des eaux souterraines au Tadla (Maroc). Rev. Sci. Eau, 15 : 459-462.

**AMARA, M. 1993 :** “ Contribution à l’étude de la dynamique de la pollution en zone côtière cas de Bousmail “. Thèse de l’institut nationale des sciences de la mer et de l’aménagement du littorale.

**ASANO T., 1998:** Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475 pages.

**BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 :** Saison sèche et indice xérothermique, Volume I. Carte des productions végétales, art. 8, Toulouse, 47p.

**BANTON O., BANGOY L. M. 1999:** Hydrogéologie: multi sciences environnementale des eaux souterraines. Presse de l’Université du Québec. Québec,

**BELLAN et PERES, 1994 :** “ La pollution des mers“. Que sais-je. France.

**BELLIFERT et PERRAUD ,2008 :** Chimie de l’environnement -Air, eau, sol, déchets 2ème édition française .Ed. Bock université, Paris, 478 p.

**BENZAYET B, 2010 :** Evaluation hydrochimique des eaux souterraines de la vallée du M’Zab: Cas de Oued Labiod Mém. Ing, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger, 78p.

**BENZIADA et BENMAMAR, 2007 :** Etude expérimentale du Transport d’un polluant actif en canal rectangulaire) Mémoire D’ingénieur d’état en hydraulique, Ecole Nationale Polytechnique. 38p.

**BONFOH A., 2000 :** Dynamique des polluants issus des établissements classés industriels et impact environnemental sur l’écosystème littoral et côtier : cas des abattoirs de Dakar.

**BOUBAKAR HASSANE, 2010 :** Aquiferes superficiels et profonds et pollution urbaine en afrique (cas de la communauté urbaine de niamey (niger)), these de doctorat . Université Abdou Moumouni de Niamey ,198pp.

**BOUKARI M., GAYE C. B., FAYE A. ET FAYE S., 1996 :** The impact of urban development on coastal aquifers near Cotonou, Benin. *J Afr Earth Sci*, 22: 403-408.

**BREMOND et PERRODON, 1976:** Paramètres de la qualité des eaux. Ed;2<sup>ème</sup> édition 258 p.

**BOUDJEMA A, 1987.** Evolution structurale du bassin pétrolier triasique du Sahara Nord oriental (Algérie). Thèse Universitaire Paris XI Orsay, 290p.

**CHABNI, 2005 :** Etude de la propagation des polluants dans les eaux souterraines, Mem d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieure de l'hydraulique ensh-blida ; 86 p.

**CHEKROUD H, 2007 :** etude de la pollution des eaux de la plaine de telezza due aux activités agricoles et commerciales Mémoire de Magister, Université du 20 Août 1955- Skikda,48p.

**COLLIN ET MELLOUL, 2003:** Assessing groundwater vulnerability to pollution to promote sustainable urban and rural development. *Journal of Cleaner. Production*, 2003, vol. 11, n° 7, pp. 727-736.

**DADDI BOUHOUN M, 1997 :** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne : cas du M'Zab. Thèse Magister, El-Harrach, I.N.A, 180p.

**DAOUADI et OULAD SIDI OMAR, 2011 :** Qualité des eaux d'irrigation dans la wilaya de Ghardaïa, Mém licence, université de Ghardaïa, 35p

**DAJOZ R, 1982 :** Précis d'écologie. Paris, Bordas, 503p

**Département du Rhône, 2011 :** Assainissement autonome, guide d'entretien de votre installation, Bretagne ,17p.

**DJEBALI O, 2008 :** Contribution à la Réhabilitation de la Station d'Épuration de Baraki, mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Ecole Nationale Polytechnique ,73p.

**DJABELKHIR, 2007 :** Contribution à la Réhabilitation de la Station d'Épuration de STAOUELI, mémoire Ingénieur, p08.

**DJEKAOUA, 2006 :** Monographie de la commune de Sebseb.37page.

**DEPAMELAERE R ; C. BAWIN ; J. BELLON ; C. BOVY ; M. BRAUN ; S. DERIDDER; L. DUSAR; R. GERMONPRE; R. GOOSSENS J.M. KINDERMANS; J. LANGUILLIER; C. LEGROS ; M. LEMINEUR ; J. MEHEUS ; P. OCKIER ;W. PROVOST ; L. REYNDERS ; A. REUTER ;M. ROGER ;C. SCHEEN ; J.P. SILAN ; E. VAN DE MEERSSCHE ; J. VANDEVIJVERE ; P. VANESSE ;M. VAN ONCKELEN, 2001 :** livre bleu ; Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et 'assainissement des eaux usées ; Editeur Responsable : Christian Legros Rue Colonel Bourg 127. B-1140 Bruxelles, 79p.

**DUBIEF J, 1963.** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Alger, Service des études scientifiques, 457p.

- DURAND J.H. ,1958** :Les sols irrigables –Etude pédologique .Ed. Imbert, Alger.190 p.
- EL ACHLEB et al., 2001** : Processus de salinisation des eaux souterraines dans le bassin Sahel-Doukkala (Maroc occidental). In. Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on saltwater intrusion and coastal aquifers : monitoring, modeling and management. Maroc, 2001.
- El Arabi N. E. 1999**: Problems of groundwater quality related to the urban environment in Greater Cairo. In: Proceedings of the IUGS 99 Symposium. Birmingham, UK. 29-37.
- ERB, 1999** : Eau et Rivières de Bretagne. Interprétez votre analyse d'eau. Bretagne, 1999, 5 p.
- FAURIE C., FERRA C. ET MEDORI P, 1984** : Ecologie. Ed. Baillière J. B., Paris, 168 p.
- FOSTER S. S. D., 2001**: The interdependence of groundwater and urbanisation in rapidly developing cities. Urban water, 3(185-192).
- FREEZE et CHERRY, 1979**: Groundwater, Prentice Hall, Englewood.
- FRANCEYS, PICKFORD J. et REED R., 1995**: Guide de l'assainissement individuel, Organisation mondiale de la santé.
- FOUTOU et DIMITROV, 2007** :caractérisation chimique et bactérienne des eaux usées brutes de la station de kossodo , Mém fin d'étude 36<sup>ème</sup> promotion EIERS , juin .132 p.
- ISO, 1984** : Qualité de l'eau. NA 1653, ISO 6058. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 4p.
- ISO, 1989** : Qualité de l'eau. NA752, ISO 5813. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 5p.
- ISO, 1986** : Qualité de l'eau. NA 1848, ISO 6332. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 3p.
- GAID ,1985** : Epuration biologique des eaux usées urbaines ,Edition Office des publications universitaires (Alger).
- GAYE M. ; NIANG S ; 2002** : Epuration des eaux usées et l'agriculture urbaine. Dakar : En dattiers monde.- 354 p.
- GUERBOUZ F. ,2006** : Contribution à l'étude cinétique de la qualité de l'eau potable au niveau de la ville de Metlili (Ghardaïa).Mém. Ing. IAS. Ouargla.127p.
- GUERRADI H et FARADJI O, 2007.** : géochimie et sédimentologie des alluvions de la daya d'El'Amied (Guerrara). Mémoire d'ingénieur, Ouargla, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 66pp.
- GUILLARD PH, 1999** : Guide du raccordement à l'égout, Edition agence de l'eau ARTOIS PICARDIE, 32p.
- GOBERT J ; HUSSON R** : guide pratique à l'usage des communes et relatif à l'assainissement des eaux usées.

**GOMELLA C. ; GUERREE H., 1983 :** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales : le traitement.- 2e édition.- Paris : EYROLLES.- 260 p.

**GROEN J., SCHUCHMANN J. B. ET GEIRNAERT W., 1988:** The occurrence of high nitrate concentration in

groundwater in villages in Northwestern Burkina Faso. *J Afr Earth Sci*, 7(7): 999-1009.

**Hassan M. M., El Shiwi M. et Smidt E., 1995:** Impact of sewerage systems on groundwater heads in eastern Cairo region. *Water science and technology*, 32(11): 171-177.

**HASSOUNE E, BOUZIDI A, KOULALI Y et HADARBACH E, 2006 :** Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc), Université Hassan 1<sup>er</sup>, Institut National de la Recherche Agronomique, Settat, Maroc.

**HAUBRY et al, 1989:** Mémento technique de l'eau.9ème édition. Tom1.p1459.

**HOUICHITI, 2009:** Caractérisation d'un agro système saharien dans une perspective de développement durable: Cas d'oasis de SEBSEB (Wilaya de GHARDAIA), Mémoire de magister, OUARGLA. P18.

**KHADRAOUI A. et TALEB S., 2008 :** Qualité des eaux dans le sud Algérien –Potabilité et impact sur le milieu .Ed. Khayam, Constantine ,367 p.

**LADJEL et TODEFT, 2002:** Contrôle de paramètres physique-chimique et bactériologiques d'une eau de consommation. Rapport d'EPETO. 12 p.

**LEBRETON C, 2011 :** Guide de bonnes pratiques pour un assainissement non collectif de qualité dans les Côtes d'Armor ; Édition octobre2011, 32p.

**MAIMONE et FITZGERALD, 2001:** Effective modeling of coastal aquifer systems. Camp Dresser and McKee, Woodbury, Cambridge, USA. In. 1st Int. Conf. on saltwater intrusion and coastal aquifers : monitoring, modeling and management. Maroc, 2001.

**MELLAK, 2009:** Etude de la vulnérabilité de l'aquifère alluvionnaire de la de vallée du M'Zab, Mémoire de projet de fin d'études d'ingénieur d'état, 41p.

**MNT,1974:**Presented at the 7th Int.Conf.On Water Pollution Res, 1974, Paris

**MOULIAS, 1972:** L'organisation hydraulique des oasis saharienne. Edition Jules carbonel, Ancienne maison Bastide-Jourdan.305 p.

**MUTIN G, 1977.** La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606p.

**NIANG S., 1995 :** Evacuation et traitement des eaux usées urbaines de Dakar : bilan de la situation, comportements des populations et perspectives d'avenir : premières contributions pour le choix d'un système de traitement des eaux usées urbaines de Dakar par Mosaïques Hiérarchisées d'Ecosystèmes Artificiels. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle en Sciences de l'Environnement : Dakar ; 90.

**Nkhuwa D. C. W., (2003).** Human activities and threats of chronic epidemics in a fragile geologic environment. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28: 1139-1149.

**NORE, 2007:** Traitement biologique des eaux usées par les bactéries anaérobies butyrique qui produisent de l'hydrogène, Ed laboratoire de polyclinique, El Bayadh.

**OMS, 2006:** WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture, pp 222

**Peasey A., Blumenthal U., Mara D., Ruiz-Palacios G., 2000:** A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American perspective. WELL Study, <http://www.iboro.ac.uk/well/>.

**RADOUX M., 1995 :** Qualité et traitement des eaux. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Station expérimentale de ville. Bruxelles: FUL.- 153 p.

**RAMADE F., 2002:** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed DUNOD. France.

**REGNIER, 1939 :** Les Chaamba sous le régime français, leur transformation. Thèse de Doctorat en droit, Université de Paris, faculté de Droit. Ed. Domat Montchrestieu. 184 p.

**RODIER, 2009:** Analyse de l'eau. Ed. Eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer. Paris, DUNOD. 9<sup>ème</sup> Edition. 1383 p.

**SAWADOGO G.J. ; TEKO-AGBO A. ; AKPO Y, 2005 :** Réutilisation des eaux usées en agriculture au Sénégal : impact sur la santé et l'environnement in compte rendu Atelier-séminaire sur traitement et réutilisation des eaux usées : impact sur la santé et l'environnement du 3-6 mars. Rabat : IAV.- 14 p.

**SHEIKH B., COOPER R.C., ISRAEL K.E, 1999:** Hygienic evaluation of reclaimed water used to irrigate food crops – a case study. *Water Science and Technology*, 40 (4-5): 261-267.

**TOUCHAT, 2003:** Hydrologie mers, fleuves et lacs, Ed. Armand Colin, 30p.

**TRABELSI et al, 2005:** Salinisation des nappes côtières : cas de la nappe nord du Sahel de Sfax, Tunisie. *C. R. Géoscience*, 2005, vol. 337, pp. 515-524.

**URBATIA, 1996:** Plan Directeur de l'aménagement Urbain (PDAU) de la commune de Sebseb, Rapport d'orientation, Phase finale. Bureau d'Etudes pour L'Urbanisme et le Bâtiment URBATIA. Agence de Ghardaïa. 75page.



**VILAGINÉS R., 1989 :** Environnement et santé publique, édition TEC et DOC,.

**VILAGINÉS R., 2003 :** Eau, environnement et santé publique 2<sup>ème</sup> édition. Ed. LANDRES .Paris.198p .

**WETHE J, 2007 :** Cours d'Assainissement – Formation post-Universitaire en Génie Sanitaire et Environnement : Gestion des eaux usées : Collecte, Traitement et Valorisation. 2iE, 88p

**YOUCEF Fouzia ,2003:** Mise au point d'une étude climatique du Sahara Septentrionale Algérien (Ouargla, Touggourt, Ghardaïa). Mémoire d'ingénieur, Université de Ouargla, 88p.

---

***ANNEXE***

---

---

**annexe(01)**

TableauN° IV :les coordoné et les altitude des puits et des fosses septiques

N°Puits	X	Y	altitude (m)
S1P1	<b>32,1585</b>	<b>3,5900</b>	470
S1P2	<b>32,1572</b>	<b>3,5893</b>	465
S1P3	<b>32,1597</b>	<b>3,5857</b>	463,2
S1P4	<b>32,1532</b>	<b>3,5801</b>	474,8
S1P5	<b>32,1657</b>	<b>3,5808</b>	470
S1F1	<b>32,1592</b>	<b>3,5870</b>	468
S2P1	<b>32,1530</b>	<b>3,6049</b>	452,6
S2P2	<b>32,1510</b>	<b>3,6041</b>	464,7
S2P3	<b>32,1551</b>	<b>3,6039</b>	471
S2P4	<b>32,1547</b>	<b>3,5946</b>	463
S2P5	<b>32,1504</b>	<b>3,6028</b>	459
S2F2	<b>32,1543</b>	<b>3,5876</b>	466
S3P1	<b>32,1532</b>	<b>3,6131</b>	466,9
S3P2	<b>32,1509</b>	<b>3,6128</b>	461,7
S3P3	<b>32,1515</b>	<b>3,6184</b>	461
S3P4	<b>32,1520</b>	<b>3,6159</b>	462,3
S3P5	<b>32,1497</b>	<b>3,6177</b>	461
S3F3	<b>32,1512</b>	<b>3,6157</b>	455,2
S4P1	<b>32,1481</b>	<b>3,6191</b>	461,8
S4P2	<b>32,1453</b>	<b>3,6247</b>	465,3
S4P3	<b>32,1473</b>	<b>3,6225</b>	457,2
S4P4	<b>32,1443</b>	<b>3,6196</b>	474
S4P5	<b>32,1463</b>	<b>3,6267</b>	476
S4F4	<b>32,1482</b>	<b>3,6215</b>	465
Tem	<b>32,1737</b>	<b>3,5501</b>	485,7

S : Site

P :Puits

## Annexe (02)

Tableau N° V : Les analyses phisico-chimique des puits et des fosses septiques .

N°Puits	PH	Con (mls)	Sal (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NH <sup>+</sup> (mg/l)	no <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	no <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)
S1P1	7,18	3,83	2,4	6,48	0,15	0,0009	8,26	0,013	0,038
S1P2	7,18	3,6	2,3	6,67	0,19	0,0079	3,51	0,01	0
S1P3	7,15	4,52	2,9	6,55	0,21	0,0077	11,3	0,01	0
S1P4	7,29	3,23	2	6,51	0,2	0,022	12,4	0,129	0,14
S1P5	7,64	0,38	0,3	6,59	0	0,0005	3,5	0,13	0,051
S1F1	6,59	19,37	10,9	6,11	276	47,3	0,259	0,23	3,27
S2P1	7,27	4,39	2,8	6,54	2,96	0,005	13	0,007	0
S2P2	7,46	6,12	3,9	6,47	2,39	0,001	0	0,009	0,03
S2P3	7,06	4,4	2,9	6,48	0,04	0,0005	5,19	0,009	0
S2P4	7,1	5,15	3,3	6,46	0	0,005	3,33	0,008	0,039
S2P5	7,08	8,42	5,5	6,43	3,2	0,0043	7,96	0,24	0
S2F2	6,77	17,24	10,8	6	277	46	0,671	0,111	2,98
S3P1	7,02	5,92	3,8	6,47	3,5	0,004	4,31	0,009	0
S3P2	7,22	5,24	3,3	6,67	0,9	0,0058		0,008	0,031
S3P3	7,32	6,5	4,2	6,44	0	0,004	4,4	0,039	0,028
S3P4	7,12	6,7	4,4	6,68	0,41	0,0075	2,96	0,007	0
S3P5	7,21	3,91	2,4	6,76	0	0,0054	7,07	0,007	0
S3F3	6,81	17,78	10,1	6,08	225	52,3	0,517	0,65	2,79
S4P1	7,26	4,3	2,7	6,52	0,2	0,0057	17,3	0,008	0,0029
S4P2	7,35	7,55	4,9	6,41	0	0,0056	4,38	0,089	0
S4P3	7,16	6,39	4,1	6,46	0	0,0055	8,52	0,031	0,036
S4P4	7,89	2,95	1,9	6,43	0,383	0,005	15,3	0,008	0
S4P5	7,19	5,67	3,6	6,41	0	0,0057	3,93	0,006	0,135
S4F4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tem	7,48	2,5	1,6	6,61	0	0,0062	0	0	0,044

S : Site P :Puits

---

**Annexe(03)**
**Tableau N° VI :** La distance entre la fosse S3F3 et les puits de site 1

Site 1	S1P1	S1P2	S1P3	S1P4	S1P5
<b>Distance (Km)</b>	0,339	0,336	0,162	1,020	1,010

**Tableau N° VII :** La distance entre la fosse S2F2 et les puits de site 2

	Site 2	S2P1	S2P2	S2P3	S2P4
<b>S1F1</b>	<b>Distance (Km)</b>	1,933	1,873	1,818	0,380

**Tableau N° VIII :** La distance entre la fosse S3F3 et les puits de site 3

S2P5	S2F2	Site 3	S3P1	S3P2	S3P3
<b>1,742</b>	0	<b>Distance (Km)</b>	0,370	0,324	0,296

**Tableau N° IX :** La distance entre la fosse S4F4 et les puits de site 4

S3P4	S3P5	S3F3	Site 4	S4P1	S4P2
<b>0,087</b>	0,280	0,000	<b>Distance (Km)</b>	0,260	0,483

**Tableau N° X :** La distance entre le témoin et les fosses

S4P4	S4P5	S4F4	Témoin - S1F1
0,477	0,618	0,000	4,414

---

## Annexe(04)

Tableau N°XI: Normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation (in GHETTAS, 2009)

Paramètres	Normes
pH	6.5 à 8.5
Conductivité électrique (ms/cm)	3
MES (mg/l)	70
DCO (mg/l)	40
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	50
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l)	0 ;49
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	500
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l)	400
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	1065
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	400
Na <sup>+</sup> (mg/l)	920
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	60.75
Cd <sup>++</sup> (mg/l)	0.01
Pb <sup>++</sup> (mg/l)	0.05
Zn <sup>++</sup> (mg/l)	2
Cr <sup>+6</sup>	0.1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	<2

**Tableau N°XII:** Normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie (in Ladjel, 2006).

Caractéristiques	Normes de l'OMS	Normes Algériennes
T (C°)	25-30	30
PH	6,9- 9	5.5-8.5
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	30	40
DCO (mg/l)	90	120
MES (mg/l)	30	30
NTK (mg/l)	50	40
Phosphate (mg/l)	2	2
Huiles et graisses 20 20	20	20

## Annexe N° :5

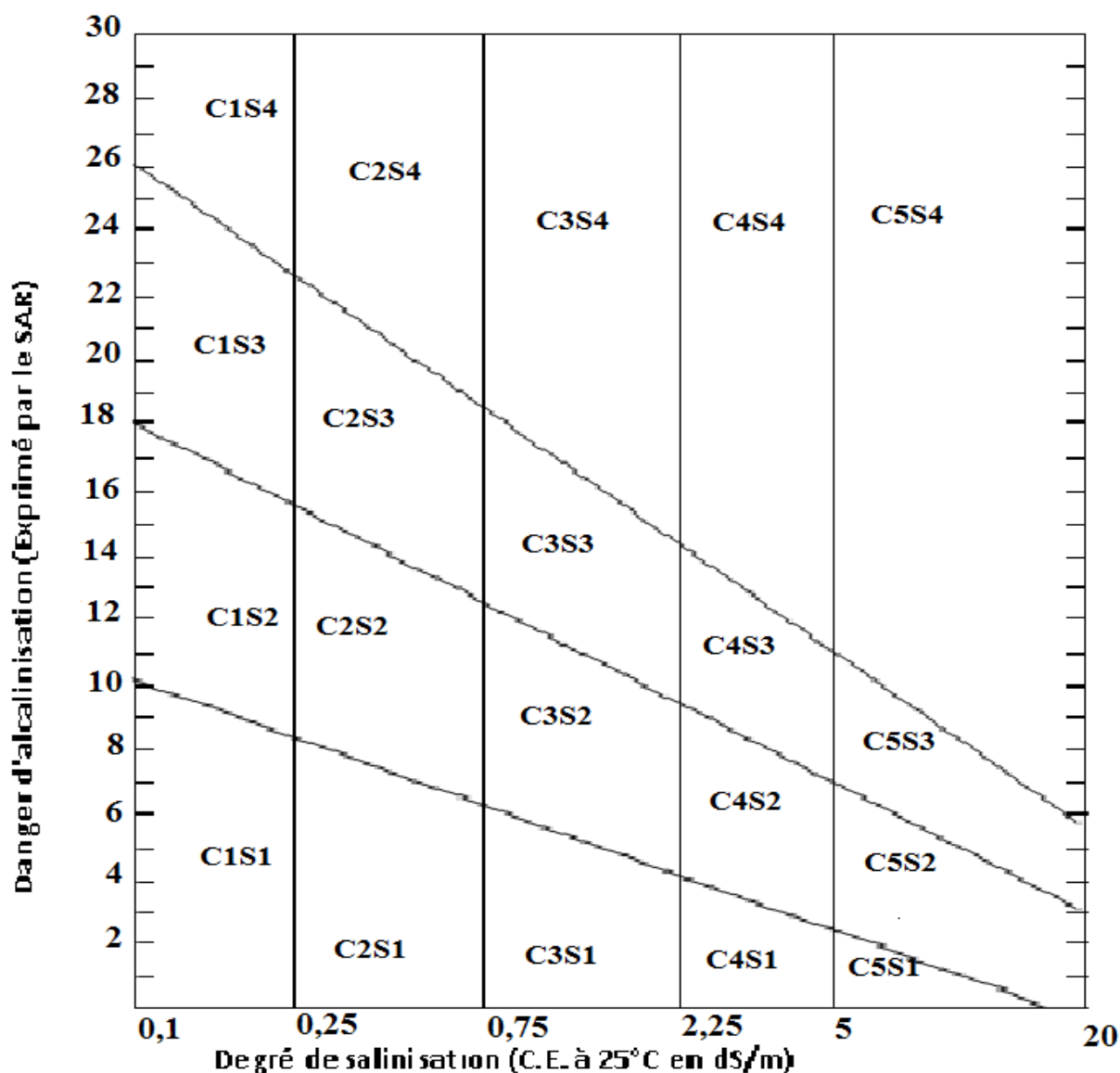


Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux en fonction de C.E. à 25°C et du S.A.R. (DURAND, 1958)

Salinité de l'eau :

D'après DURAND (1958), ce caractère permet de déterminer cinq classes d'eau d'après la relation entre la conductivité électrique à 25°C de l'eau et le danger de salinisation du sol :

C1 : C.E. à 25°C < 0,25 ds/m : eaux non salines, utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures sur la plupart des terrains avec peu de chances d'apparition de salinité dans le sol.

C2 : C.E. à 25°C comprise entre 0,25 et 0,75 ds/m : eaux à salinité moyenne, utilisables avec un léger lessivage.



---

C3 : C.E. à 25°C comprise entre 0,75 et 2,25 dS/m : eaux à forte salinité, inutilisables même avec un bon drainage ; il faut des pratiques spéciales de contrôle de salinité, et seules les plantes tolérantes qui peuvent être cultivées.

C4 : C.E. à 25°C comprise entre 2,25 et 5 dS/m : eaux à très forte salinité, inutilisables normalement pour l'irrigation ; exceptionnellement, elles peuvent être utilisées sur des sols très perméables avec un bon drainage et avec une dose d'irrigation en excès pour assurer un fort lessivage du sol. Les plantes cultivées devront être très tolérantes aux sels.

C5 : C.E. à 25°C >5 dS/m : eaux à salinité excessive, inutilisables sauf sur sable drainé et pour des cultures très tolérantes comme le palmier dattier.

---

## Annexe N° :6

Paramètres physico-chimiques	Unité	Normes OMS	Normes CEE
Température	°C	≤25	≤25
pH	-	6,5-8,5	6,5-9
Turbidité	NTU	5	2
Oxygène dissous	mg/l	5	5
Conductivité	μS/cm	2800	1000
TAC	°F	≥2,5	≥2,5
TH	°F	≤50	≤50
Résidus secs	mg/l après séchage	max 2000	max 1500
Sodium	mg/L	200	150
Magnesium	mg/L	150	-
Calcium	mg/L	200	-
Potassium	mg/L	20	12
Sulfates	mg/L	200	200
Chlorures	mg/L	200	200
Fer total	μg/L	300	200

Tableau des normes physico-chimiques d'une eau potable

Paramètres de pollution	Unité	Normes OMS	Normes CEE
Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	max 50	max 50
Nitrates NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	max 0,1	max 0,1
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	max 0,5	max 0,1
Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	max 0,5	max 0,5
DCO	mg/L d'O <sub>2</sub>	120	/

Tableau des normes des paramètres de pollution d'une eau potable.