

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

M^r ALLOUBA ABDELKADER

Thème

**Etude des caractéristiques physico-chimiques et
microbiologiques de l'eau de certains puits dans la région
de Tiaret**

Jury:

Présidente: Mme MAKHLOUFI Chahra

Encadrant: Mme OUABED Asmahan

Examinatrice: Mme MELIANI Samia

Grade

MCA

MCA

MCA

Année universitaire 2018-2019

REMERCIEMENTS

Au terme de ce présent travail, je remercie Dieu Allah qui m'a permis de vivre jusqu'ici et qui m'a accordé cette possibilité de retenir les connaissances que j'ai acquises ; sans lui, je ne pourrai rien faire.

Ce travail a été possible grâce aux efforts de certaines personnes que je tiens à remercier pour leurs contributions

J'adresse mes sincères remerciements à ma promotrice docteur OUABED Asmahan pour ses conseils et sa disponibilité pour la réalisation de ce travail, malgré ses préoccupations professionnelles.

Toute ma gratitude et mes remerciements aux honorables membres du jury, en l'occurrence, Docteur MELIANI Samia et Docteur MAKHLOUFI Chahra, qui ont bien voulu accepter d'examiner mon travail.

C'est également l'occasion de remercier Monsieur BENAHMED Mohamed pour son soutien et ses précieux conseils et la disponibilité dont il a fait preuve pour que ce travail arrive à terme.

Mes remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin , ont contribué à la réussite de ce travail.

DEDICACE

A

Mon père ALLOUBA Lakhder, pour avoir soutenu avec force et détermination mes études. Tu es, après mon Dieu Allah, celui à qui je dois ma réussite. Ton affection et tes conseils mon beaucoup orientée dans ma vie. Qu'Allah te garde pour moi, AMINE.

A

Ma maman chérie, pour tous les soutiens que tu n'as cessé de m'apporter. Qu'Allah te permette de récolter le fruit de tes efforts, qu'Allah te garde pour moi AMINE.

A

Mon frère Houcine, que Dieu te protège et te guide vers la bonne voie, inchallah.

A

Mes amis qui m'ont toujours soutenus et encouragé, je les remercie de tout mon cœur. M^f Ouezer .D,Chikhi.D,Amrani.N,Maamer.M.

A

Tous mes amis du laboratoire de l'ADE, pour leur contribution effective dans l'analyse des échantillons de mon étude.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ADE :Algérienne des eaux.

Ca²⁺ :ions de calcium.

CE :conductivité électrique.

Cl⁻ : chlorures.

E.D.T.A : Ethylène diamine tétra acétique.

F : facteur de correction du titre d' AgNO₃.

J.O.R.A :Journal Officiel de la République Algérienne.

Mg²⁺ : Magnésium.

M.O :Matière organique.

mg/l : milligramme par litre.

N : normalité.

NO₂⁻ : Nitrites.

NO₃⁻ : Nitrates.

PH :potentiel d'hydrogène.

SO₄²⁻ : sulfates.

T° : Température.

°C :degré Celsius.

µS/cm :Micro siemens par centimètre.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : Bioclimat et Etages de végétation de la station de Tiaret entre (1913-1938 et 1985-2010).....	07
Tableau02 :Variation de la température d'Ain Bouchikif en fonction de l'altitude.....	08
Tableau03 : Variation des précipitations d'Ain Bouchikif en fonction de l'altitude.....	08

Liste des figures

Liste des figures

FigureN°01 : Protocole expérimentale.....	11
FigureN°02 : Variations des valeurs moyennes de la température dans différents puits.....	25
FigureN°03 : Variation des valeurs moyennes du PH.....	25
FigureN°04 : Variation des valeurs moyennes de conductivité électrique.....	26
FigureN°05 : Variation des valeurs moyennes de la turbidité.....	27
FigureN°06 : Variation des valeurs moyennes du calcium.....	27
FigureN°07 : Variation des valeurs moyennes du magnésium.....	28
FigureN°08 : Variation des valeurs moyennes des chlorures.....	29
FigureN°09 : Variation des valeurs moyennes des sulfates.....	29
FigureN°10 : Variation des valeurs moyennes des nitrates.....	30
FigureN°11 : Variation des valeurs moyennes de nitrites.....	31
FigureN°12 : Variation des valeurs moyennes des phosphates.....	32
FigureN°13 : Variation des valeurs moyennes de la matière organique.....	33
FigureN°14 : Nombre des coliformes totaux dans les puits étudiés.....	34
FigureN°15 Nombre des coliformes fécaux dans les puits.....	34
FigureN°16 Nombre des streptocoques fécaux dans les puits.....	35
FigureN°17 : Nombre des spores anaérobies sulfitoréductrices dans les puits étudiés.....	36

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Partie bibliographique

**Chapitre I :la qualité de l'eau de
consommation**

I - La qualité de l'eau de consommation.....	02
I -1-Qualité physico-chimique	02
I -1-1-La température.....	02
I -1-2Le potentiel d'hydrogène (pH)	02
I -1-3-La turbidité	03
I -1-4-La conductivité électrique	03
I -1-5-L'ion de calcium (Ca²⁺)	03
I- 1-6-L'ion de magnésium (Mg²⁺)	03
I -1-7-Les chlorures	04
I -1-8-Les nitrates.....	04
I -1-9-Les nitrites.....	04
I -1-10-Les sulfates.....	04
I -2-Qualité bactériologique.....	05
I -2-1- Germes totaux.....	05

sommaire

I -2-2- Coliformes totaux	05
I -2-3- Coliformes fécaux (Escherichia coli).....	05
I -2-4- Streptocoques fécaux.....	06
I -2-5- Clostridium sulfito-réducteurs	06

Partie expérimentale

Chapitre II :MATERIEL EL METHODE

II-1 -Matériels.....	07
II -1-1-Présentation de la zone d'Etude.....	07
II -1-1-1-Situation géographique.....	07
II -1-1-2-Climat.....	07
II -1-1-3-Les précipitations.....	08
II -1-1-4-Température.....	08
II – 1-2-Les appareils et les produits utilisés.....	09
II -1-2-1-Les analyses physico-chimiques.....	09
II -1-2-2-Les analyses bactériologiques	09
II -1-2-3-Produits utilisées.....	10
II -2-Protocole expérimentale.....	11
II-3-Méthodes.....	12
II-3-1-Travaux sur le terrain.....	12
II-3-2-Choix des sites d'échantillonnage.....	12
II-3-3-Collecte d'échantillon d'eau	12
II-3-4-Analyse des échantillons.....	12
II-4-1-Paramètres physiques.....	13
II-4-1-1-Détermination la température.....	13
II-4-1-2-Mesure de PH.....	13

sommaire

II-4-1-3-Mesure de la conductivité électrique	13
II-4-1-4-Turbidité	14
II-4-2-Paramètres chimiques.....	14
II-4-2-1-Détermination des Nitrites.....	14
II-4-2-2-Détermination des Nitrates.....	15
II-4-2-3-Détermination des phosphates.....	16
II-4-2-4-Détermination du calcium et magnésium.....	16
II-4-2-5-Détermination des chlorures.....	18
II-4-2-6-Détermination des sulfates.....	19
II-4-2-7-La matière organique.....	20
II-4-3-Paramètres bactériologiques.....	21
II-4-3-1-Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes	21
II-4-3-2-Dénombrement des streptocoques fécaux.....	23
II-4-3-3-Recherche des spores anaérobies sulfitoréductrices.....	24

Chapitre III : Résultats et discussion

III-Résultats.....	25
III-1- Résultats du paramètre physico-chimiques	25
III-1-1- Température.....	25
III-1-2- Potentiel d'hydrogène.....	25
III-1-3- Conductivité électrique.....	26
III-1-4- Turbidité.....	27
III-1-5- Calcium.....	27
III-1-6- Magnésium.....	28
III-1-7- Chlorures.....	28

sommaire

III-1-8- Sulfates	29
III-1-9- Nitrates	30
III-1-10- Nitrites	31
III-1-11- Phosphates	32
III-1-12- Matière organique	32
III-2- Résultats bactériologiques	33
III-2-1- Coliformes totaux	33
III-2-2- Coliformes fécaux	34
III-2-3- Streptocoques fécaux	35
III-2-4- Clostridium sulfitoréducteur	36
Conclusion	37
Références Bibliographique	38
Annexes	41

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets (**kirk et fleming 2008**).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme à la santé des individus (**John et Donald, 2010**). Selon l'OMS (2005), chaque année 1.8 millions de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement meurent de maladies diarrhéiques (y compris du choléra) ; 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse.

Les eaux souterraines représentent environ 97% du total des eaux douces continentales liquides. Selon Merzoug et al. (2010), 75 à 90% de la population mondiale utilise une eau d'origine souterraine.

Les eaux souterraines en Algérie sont polluées à partir de la surface et sont irréversiblement endommagées par l'intrusion d'eau saline, la surexploitation des couches aquifères entame la capacité de celle-ci à retenir l'eau, ce qui provoque l'enfoncement des couches sous-jacentes. Certaines régions algériennes se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène et ainsi l'eau est menacée dans sa qualité et sa quantité (**Remini, 2010**).

L'objectif de notre étude a été de:

- Déterminer le degré de potabilité ou de pollution des eaux en se basant sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques de certains puits de la région de Tiaret.
- Déterminer dans le cas où elles existent le type et les sources de pollutions des puits

I -La qualité de l'eau de consommation :

La surveillance de la qualité de l'eau correspond à la conduite des analyses, de tests et d'observation de certains paramètres à des points clés du réseau d'alimentation en eau potable. L'objectif principale de ce suivi de la qualité de l'eau est de vérifier que l'eau distribuée remplit les critères de potabilité. C'est un moyen de protéger la santé publique (Muriel, 2010).

I -1-Qualité physico-chimique :

Les qualités physico-chimiques de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement facile à déterminer. Parmi ces paramètres on distingue les suivants :

I -1-1-La température :

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

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS, 1994). Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux (Rodier et al., 2009).

I -1-2-Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes H^+ présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (Rodier et al., 2009). Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (JORA, 2011). Au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Savary, 2010 ; Bouziani, 2000).

I -1-3-La turbidité :

C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (**Andriamiradis, 2005**). La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (débris organiques, argiles, organismes microscopiques ...) (**Rodier et al., 2009**). Une forte turbidité de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (**Jean, 2002**), et favorise aussi la fixation et la multiplication des micro-organismes, rendant sa qualité bactériologique suspecte (**OMS, 2004**).

I -1-4-La conductivité électrique :

La conductivité électrique résulte de la présence des ions qui sont mobiles dans un champ électrique par conséquent une augmentation de la mobilité due à la nature des ions dissous et de leur concentration (**Rodier et al., 2009**).

la conductivité électrique permet de donner la teneur en sels dissous ainsi elle peut indiquer l'origine d'eau (**HCEFLCD, 2006**).

I -1-5-L'ion de calcium (Ca²⁺) :

Le calcium est l'élément présent dans toutes les eaux naturelles (**Benamar et al., 2011**). C'est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il existe principalement à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre sous forme sulfate, chlorure...etc (**Rodier et al., 2005**).

Le calcium ne pose pas des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage (**Gaujour, 1995**).

I -1-6-L'ion de magnésium (Mg²⁺) :

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec les ions calcium, c'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature (**Rodier et al., 2009**).

Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importants (**SEVESC, 2013**).

I -1-7-Les chlorures :

Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂) (SEVESC, 2013). L'ion chlorure n'est pas adsorbé par les formations géologiques, reste très mobile et ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques. Il constitue un bon indicateur de la pollution (Chaker et Slimani, 2014).

I -1-8-Les nitrates :

Le stade final de l'oxydation de l'azote résulte des constituants des nitrates, ainsi ces derniers représentent le degré d'oxydation le plus élevé dans l'eau. La teneur en nitrates dans l'eau est aussi liée à l'apport des engrais (Chapman et Kimstach 1996).

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Samak, 2002).

I -1-9-Les nitrites :

Ils sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les Nitrates. Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. Les fortes teneurs correspondent à la réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfite-réducteurs. Elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac (Bengoumi et al., 2004).

Toutefois, une eau renfermant une quantité élevée de nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (Bouziani, 2000 ; Savary, 2010).

I -1-10-Les sulfates :

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau proviennent de certains minéraux en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (Beriere, 2000). Selon l'intolérance

des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg.L⁻¹ (Bouziati, 2000).

I -2-Qualité bactériologique :

Les qualités bactériologiques de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement facile à rechercher. Parmi ces paramètres on distingue les suivants :

I -2-1-Les Germes totaux :

La numération des germes aérobies mésophiles ou germes totaux, vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Elle permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois déterminer les sources de contamination (Levallois, 2003).

I -2-2-Les Coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

La plupart des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (Edberg et al., 2000; OMS, 2000).

I -2-3-Les Coliformes fécaux (*Escherichia coli*) :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus habituellement associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) (Elmund et al., 1999; Edberg et al., 2000). *E.coli* est la seule bactérie indicatrice qui représente sans équivoque une contamination d'origine fécale animale ou humaine. Sa détection dans une eau doit être considérée comme reflétant la présence possible des germes pathogènes d'origine entérique.

I -2-4-Les Streptocoques fécaux :

Les entérocoques font partie d'un groupe de bactéries naturellement présentes dans la flore intestinale des animaux et des humains; certains streptocoques fécaux sont très apparentés aux entérocoques et sont encore utilisés à titre d'indicateurs de contamination fécale (**Gleeson et Gray, 1997**). Ils se retrouvent habituellement dans les eaux souterraines à la suite d'une pollution d'origine fécale (**Gleeson et Gray, 1997 ; Edberg et al., 2000**).

I -2-5-Les Clostridium sulfito-réducteurs :

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed et al., 2012**).

MATERIEL ET METHODES

II -1-Matériels :

II -1-1-Présentation de la zone d'étude :

II -1-1-1-Situation géographique :

La zone d'étude est localisée dans la ville de Tiaret, qui s'étend sur 20086 km², cette dernière est située à l'ouest du pays. Elle est limitée au nord par les wilayas de Tissemsilt et de Relizane, à l'est par la wilaya de Djelfa, à l'ouest par les wilayas de Mascara et de Saida et au sud par les wilayas de Laghouat et de El Bayadh. Elle regroupe 42 communes et plus de 846823 habitants.

II -1-1-2-Climat :

Le tableau 1 ci-dessous représente les différents étages de végétation de station de Tiaret entre (1913-1938 et 1985-2010).

Tableau1 : Bioclimat et étages de végétation de la station de Tiaret entre(1913-1938 et1985-2010).

Station	Période	m (°c)	Q2	Niv.bioclimatique	Var Thermique	Etage de végétation
Tiaret	1913-1938	1,7	65,31	Subhumide	Fraiche	Mesoméditerranéen
Tiaret	1985-2010	1,05	36,39	Semi aride	Fraiche	Mesoméditerranéen

II -1-1-3-Précipitations :

Le tableau 2 ci-dessous représente la variation des précipitations d' Ain bouchikif, en fonction de l'altitude dans la région de Tiaret.

Tableau2 : Variation des précipitations d' Ain boucekif, en fonction de l'altitude.

	C	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Ain Bouchekif (923m)	-	42,13	36,13	33,74	40,09	31,57	10,72	4,89	11,98	33,76	35,06	37,25	41,06	358,37
Point (823m)	0,86	36,23	31,06	29,01	34,47	27,14	9,22	4,20	10,30	29,03	30,15	32,03	35,31	308,19
Point (1023m)	1,13	47,60	40,82	38,12	45,29	35,67	12,11	5,52	13,53	38,14	39,62	42,09	46,40	404,95
Point (1123m)	1,27	53,50	45,88	42,84	50,90	40,09	13,61	6,20	15,21	42,87	44,53	47,30	52,14	455,13
Point (1223m)	1,41	59,40	50,93	47,56	56,52	44,51	15,11	6,89	16,88	47,60	49,43	52,52	57,89	505,30

II -1-1-4-Température :

Le tableau 3 ci-dessous représente la variation de la température d'Ain bouchikif, en fonction de l'altitude dans la région de Tiaret.

Tableau3 : La variation de la température d' Ain bouchikif, en fonction de l'altitude.

	T (°C)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Sta.Ain Bouchekif (923m)	M	11,11	13,02	15,96	18,27	23,88	29,83	34,89	34,28	28,32	22,7	16,20	12,16
	m	1,05	1,67	3,3	4,91	11,04	13,25	17,53	17,87	13,91	10,07	5,28	2,43
Point (823m)	M	11,81	13,72	16,66	18,97	24,58	30,33	35,59	34,98	29,02	23,4	16,90	12,86
	m	1,45	2,07	3,7	5,31	11,44	13,65	17,93	18,07	14,31	10,47	5,68	2,83
Point (1023m)	M	10,41	12,32	15,26	17,57	23,18	29,13	34,19	33,58	27,62	22	15,50	11,46
	m	0,65	1,27	2,9	4,51	10,64	12,85	17,13	17,27	13,51	9,67	4,88	2,034
Point (1123m)	M	9,71	11,62	14,56	16,87	22,48	28,43	33,49	32,88	26,92	21,3	14,80	10,76
	m	0,25	0,87	2,5	4,11	10,24	12,45	16,73	16,87	13,11	9,27	4,48	1,63
Point (1223m)	M	9,01	10,92	13,86	16,17	21,78	27,73	32,79	32,18	26,22	20,6	14,10	10,06
	m	-1,05	-0,42	1,2	2,81	8,94	11,15	15,43	15,57	11,81	7,97	3,18	0,33

II -1- 2- Appareils et produits utilisés :

II -1-2-1-Analyses physico-chimiques :

Matériels utilisés:

- Agitateur magnétique chauffant et barreau magnétique
- Bain marie
- Etuves
- Dessicateur
- Balance analytique

Appareils de mesure :

- Spectrophotomètre(uv)
- Multiparamètres

II -1-2-2-Analyses bactériologiques :

Matériels:

- Rompe de filtration
- Pompe à vide ou trompe d'eau assurant au moins 50kpa(0,5kgF/cm²)
- Un flacon aspirateur
- Membrane filtrante (pore de 0,5µm).
- Bec de BenZène

Milieux de cultures:

- Gélose lactose au TTC et Tergitole
- Bouillon au tryptophane
- Gélose tryptoné au soja(TSA)
- Gélose tryptonée contenant des sels biliaires(TBA)
- Réactif à l'indole
- Réactif à l'oxydase
- Gélose de TSC et TSN

-Gélose de viande Foie(VF)

II -1-2-3-Produits utilisés :

-Ethylène diamine tétraacétique(EDTA)à 0,02N

-Eau distillée

-Solution tampon ammoniacale à 25%

-Solution de méthyle orange à 0,05%

-Solution de phénophtaléine

-Acide chlorhydrique à 0,1N

-Carbonate de calcium

-Acide nitrique pur

-Solution chromate de potassium à 10%

-Solution nitrates d'argent 0,1N

-Acide sulfurique à 50%

-Solution de permanganate de potassium à 0,01N

-Acide oxhydrique à 0,01N

II -2-Protocole expérimental :

Notre expérimentation a été menée selon un protocole détaillé montrant les différentes étapes effectuées durant notre étude.

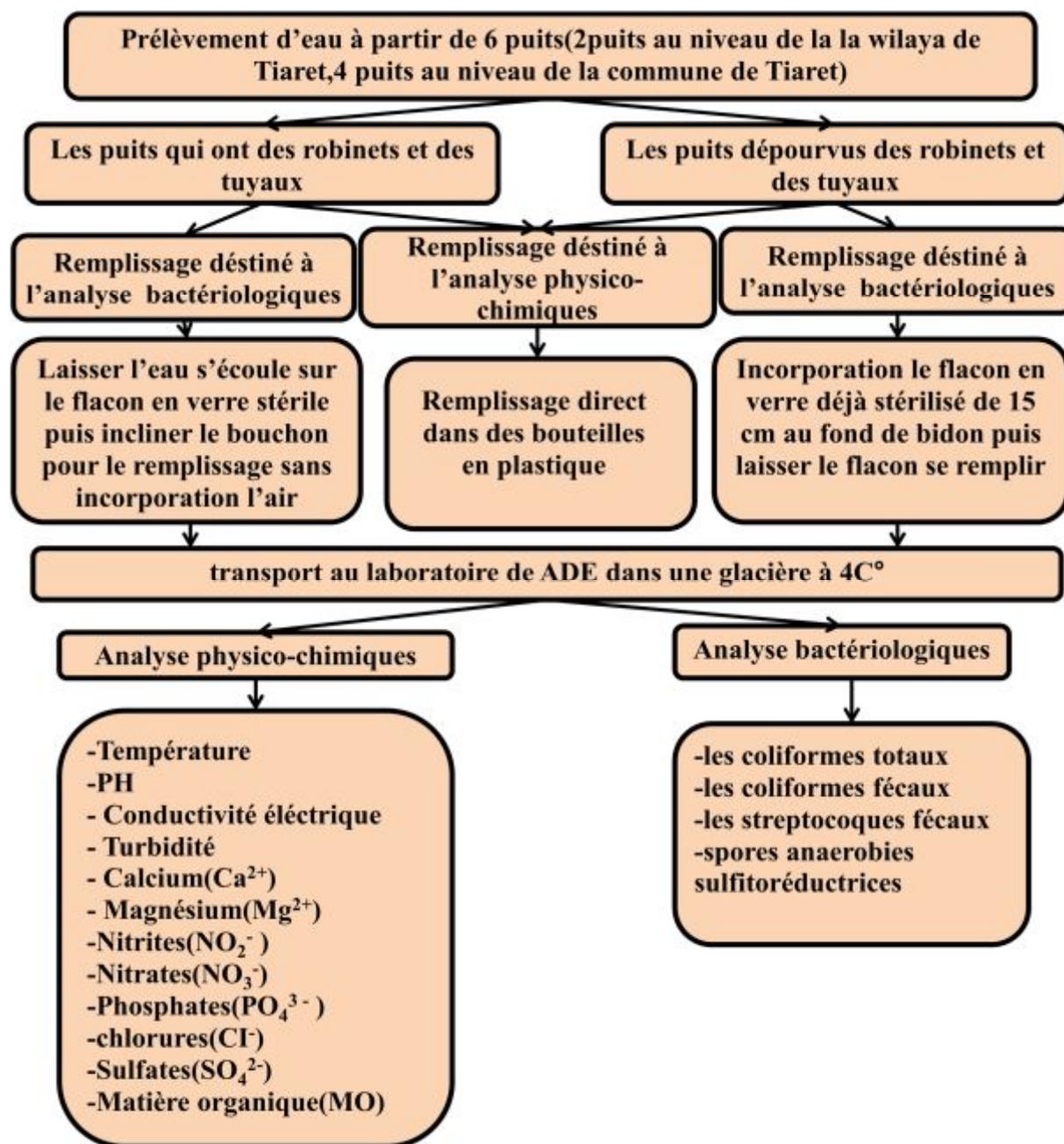


Figure N°01 : Protocole expérimental

II-3 -Méthodes :

II -3-1-Travaux sur le terrain :

Nous avons procédé à plusieurs visites dans les différentes localités distinguées. Ces visites ont permis de cibler les lieux d'enquête de terrain et de connaître les véritables problèmes écologiques des puits liés à la qualité de l'eau dans la zone d'étude.

Ces visites ont touchées les puits qui se situent dans des régions comme Mechraa sfa , Ain sarb, Tagdempt, Plateaux, Oued tolba et la jumentrie.

Nos analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'ADE, durant le mois de Mars.

II -3-2-Choix des sites d'échantillonnage :

L'échantillonnage d'eau dans les puits a été réalisé sur les sites cités auparavant. Il s'agit des localités les plus peuplées de la commune de Tiaret ; où les problèmes se rapportant à l'eau se posent réellement.

II -3-3-Collecte d'échantillon d'eau :

Le prélèvement d'eau destiné à l'analyse bactériologique a été effectué au fur et à mesure avec le prélèvement destiné à l'analyse physico-chimique dans le but d'éviter la prolifération microbienne.

II -3-4-Analyse des échantillons:

Le remplissage d'eau destiné à l'analyse physico-chimique a été réalisé dans des bouteilles en plastique auparavant stérilisé, bien que l'analyse bactériologique ait été réalisée dans des flacons en verre déjà stérilisés. Les bouteilles qui sont remplies sont hermétiquement fermées pour empêcher la pénétration de l'oxygène, puis sont étiquetées et portent le nom de chaque site, la date et l'heure de prélèvement.

II -4-1-Paramètres physiques:**II -4-1-1-Détermination de la température:****Mode opératoire:**

La température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre simple :

- Faire plonger l'électrode de l'appareil dans le bécher contenant 100ml d'eau.
- Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité inférieure du thermomètre reste émergée dans l'eau.
- Le résultat est donné directement en degré Celsius (C°).

II -4-1-2-Mesure du Potentiel d'Hydrogène :**Mode opératoire :**

Après étalonnage de l'appareil, rincer abondamment l'électrode de l'appareil par l'eau distillée puis émerger dans un bécher contenant un 100 ml d'eau. Laisser stabiliser quelques minutes puis noter la valeur du PH affichée.

II -4-1-3-Mesure de la conductivité électrique :**Principe :**

La conductivité électrique est la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La mesure de celle de l'eau permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de cette eau et de détecter les variations de composition liées à l'infiltration d'eau polluée. La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Mode opératoire:

- Utiliser de la verrerie propre et rincée avant usage, avec de l'eau distillée.
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes platine soient complètement émergées. Le résultat est donné directement en $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$.

II -4-1-4-Turbidité:

- **Définition :**
Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute
- **Principe :**
Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.
- **Appareillage :**
Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.
- **Etalonnage de l'appareil :**
A l'aide des solutions d'étalonnage de formazine de 400 à 4000 NTU.
- **Mode opératoire :**
D'abord on remplit une cuvette de mesure propre de l'eau de puit, ensuite on place cette cuvette dans l'appareil puis on allume la lampe, et enfin on effectue la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.
- **Expression des résultats :**
La mesure est obtenue directement en NTU

II -4-2-Paramètres chimiques :

II -4-2-1-Détermination du taux des nitrites (NO_2^-) :

Réactifs mixtes :

- Sulfanilamide40g.
- Acide phosphorique100 ml.
- N-1- Naphthyl éthylène diamine2 g.
- KH_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
 - Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .
- La longueur d'onde 543nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

II -4-2-2-Détermination du taux de nitrates (NO₃⁻):• **Principe :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage de spectrophotométrie.

• **Réactifs:**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5 % (renouvelée toutes les 24 h)
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.
- H₂SO₄ concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.

- Hydroxyde de sodium NaOH400 g .
- Tartrate de sodium et de potassium.....60g
- Eau distilléeqsp 1000 m

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène .

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg /l

- * Nitrate de potassium anhydre0.722
- Eau distillée 1000 ml
- Chloroforme1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg /l

Mode opératoire :

Prendre 10ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 1ml de salicylate de Na.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 -88 °C. (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps), laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2ml H₂SO₄ repos 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double puis passer au spectrophotomètre à 420 nm. Le résultat est donné en mg/l.

II -4-2-3-Détermination du taux des phosphates (PO_4^{3-}):

Réactifs: Solution mère à 50 mg/l PO_4^{3-}

Solution fille à 2 mg/l PO_4^{3-}

Réactifs mixtes :

Acide ascorbique à 10 %

Heptamolybdate d'ammonium 13g A

Eau distillée 100ml

Tartrate d'antimoine 0.35 g B

Eau distillée 100ml

Acide sulfurique pur 150 g © C

Eau distillée 100ml

(A+B) +C → 500 ml d'eau distillée.

• Mode opératoire :

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml de mélange mixte
- Attendre 10 mn apparition de la couleur.
- Longueur d'onde λ à 880 nm

II -4-2-4-Détermination des taux calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}):

Principe :

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d' E.D.T.A à PH compris entre 12 – 13 .

Ce dosage se fait en présence de MUREXID . L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

• Réactifs :

*Solution d' E.D.T.A N /50 ($\text{C}_{10} \text{H}_{14} \text{N}_2 \text{Na}_2 \text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) :

- EDTA 3,722 g .
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml.

*Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N :

- NaOH (pastilles)80 g .
 - H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.
- *Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH₄OH) Ph =10,1:

- Chlorure d'ammonium70 g.
- H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.

* Indicateur colorés : Murexide .

* NH₃570 ml.

* Noir eriochrome .

* Solution mère de Ca²⁺ à 100 mg/l.

▪ **Mode opératoire :**

(V₁) Ca²⁺ :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet) .

(V₂) Ca²⁺Mg²⁺ :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH₄OH (10,1).
- Ajouter noir eriochrome .
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu) .

• **Expression des résultats :**

$$V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}} \times 40 \times 1000$$

* mg/1 Ca²⁺ = _____

PE

$$V_1 \times 0,01 \times F \times 40 \times 1000$$

= _____

50 x 2

mg/1 Ca²⁺ = V₁ x F x 8 .

*V₂ : Ca²⁺Mg²⁺

$$\text{Mg}^{2+} \text{ mg/l} = \frac{(V_2 - V_1) \times F \times M_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000 \times N_{\text{EDTA}}}{\text{PE}}$$

$$= \frac{(V_2 - V_1) \times F \times 24 \text{g} \times 1000 \times 0,01}{50 \times 2}$$

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 12$$

F : - Prendre 50 ml de la solution mère à 100 mg/l Ca^{2+} .

- Ajouter 2 ml de NaOH, puis l'indicateur coloré (MUREXIDE).

- Titrer par l'EDTA jusqu'au virage (viole).

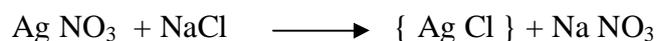
$$F = \frac{V_T}{V_P} = \frac{5}{V_P}$$

II -4-2-5-Détermination des chlorures (Cl^-):

Principe :

On fait agir en milieu neutre, PH =6,7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



Réactifs :

* Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.

* Solution de chlorures à 71 mg/l.

* Indicateur coloré K_2CrO_4 à 10 %.

Mode opératoire

* Prendre 5 ml d'eau à analyser.

* Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).

* Titrer avec AgNO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

Expression des résultats :

$$F \cdot G = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \cdot M_{\text{Cl}^-} \cdot 1000}{\text{PE}} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \cdot 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$F \cdot S : \text{mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F .$$

V_{AgNO_3} : Volume d'AgNO₃ est nécessaire pour le dosage de l'échantillon .

N_{AgNO_3} : Normalité d'AgNO₃ .

M_{Cl^-} : Masse des chlorures .

Facteur de correction du titre d'AgNO₃ .

PE : Prise d'essai .

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l .
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré .
- Doser par AgNO₃ à 0,01 N jusqu'au virage (rouge brique) .

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

II -4-2-6-Détermination du taux des Sulfates (SO₄²⁻):**Principe:**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

Réactifs :

Solution mère de sulfates à 1g/l à partir de NO₂SO₄

Peser 4.43g de N_{A2}SO₄1000 ml d'eau distillée.

Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique (c).....	60 ml
Elhanol	200 ml
Chlorure de sodium	150 g
Glycérol	100 ml

Eau distillée600 ml

Solution de chlorure de baryum:

Chlorure de baryum150 g

Acide chlorhydrique5 ml

Eau distillée1000 ml

Mode opératoire :

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.

Agiter énergiquement pendant 1 mn.

Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

Normes :

Normes PNA = 400 mg/l.

CMA = 400 mg/l.

Expression des résultats:

$\text{Mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution}$.

II -4-2-7- Détermination la matière organique (MO):

Réactifs :

Solution d'acide oxalique à 0,1 N :

$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 6,3033.

H_2SO_4 (d=1,84)50ml .

H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

Solution d'acide oxalique à 0,01 N :

$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ à 0,1 N100 ml.

H_2SO_4 concentré50ml .

H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

Solution d'acide sulfurique diluée :

H_2SO_4 (d= 1,27)1 volume .

H_2O distillée3 volume .

Solution de permanganate de potassium à 0,1 N :

KM_nO₄.....3,1608 g .
 H₂O distillée bouillanteq.s.p 1000 ml.

Solution de KM_nO₄ à 0,01 N :

Solution de KM_nO₄ à 0,1.....3,1608 g .
 - H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.

Mode opératoire :

Prendre 100 ml d'eau à analyser.

Ajouter 5 ml H₂SO₄ dilué et porter à ébullition pendant 1 mn.

Ajouter 15 ml de KM_nO₄ à 0,01N avec 10 mn d'ébullition régulière et douce.

Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0,01 N

Titre à chaud avec KM_nO₄ à 0,01 N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 ml à 20 secondes.

N.B : Un essai à blanc est nécessaire.

Expression des résultats :

$$F.G : (V-V_0) \times F \times 0,08 \times 1000 \quad FS = \frac{(V-V_0) \times F \times 0,8}{PE (100)}$$

V₀ : ml de KM_nO₄ à 0,01 N nécessaire pour le dosage du blanc .

V : ml de KM_nO₄ à 0,01 N nécessaire pour le dosage de l'échantillon .

F : Facteur de correction du titre de KM_nO₄ à 0,01 N .

0,8 : 1 ml de KM_nO₄ à 0,01 N correspond à 0.05 d'O₂ / l .

II -4-3-Paramètres bactériologiques :**II -4-3-1-Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes :****Mode opératoire :****Essai standard :**

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué, aussi la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser, ou on dispose une quantité suffisante de l'eau distillée stérile.

- Mettre en place de façon aseptique un filtre de porosité nominale de 0.45µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 à 250ml d'eau à analyser devant un bec bunsen.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement le filtre à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée, le couvercle doit être en bas. On incube la boîte à 38C° pendant 24 heures.

Essai rapide :

Un deuxième test dit test rapide peut être effectuée parallèlement à l'essai standard et dans les mêmes conditions. Il consiste à filtrer une seconde fois 100 à 250 ml d'eau à analyser, devant un bec bunsen à travers une seconde membrane qui sera placée dans un premier temps sur une plaque de gélose TSA à la caséine. On incube la boîte à 38C° pendant 4 à 5 heures puis transférer le filtre sur gélose TBA enrichis en sel biliaires puis on incube la boîte à 44C° pendant 19 à 20 heures.

Lecture et interprétation :

Essai standard :

Après la période d'incubation spécifiée, les colonies caractéristiques qui sont présentes sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou jaune (lactose positif). Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies afin de confirmation basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

Test à l'oxydase :

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies. Incube la boîte à 38C° pendant 24 heures puis effectuer le reste du test de la façon suivante :

- Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis déposer une colonie caractéristique.
- Verser 2 à 3 gouttes de réactif à l'oxydase, préparé extemporanément (Tetraméthyle-p-phénylène diamine) sur un papier filtre puis étaler au dessus une partie de la culture.

Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

Test à l'indole :

Pour ce test, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane puis incubé ce dernier à 44°C pendant 24 heures, puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs. La présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

Essai rapide :

Après la période d'incubation spécifiée, transférer le filtre sur un papier filtre imbibé de réactif de Kovacs puis l'irradier sous une lampe UV pendant 10 à 30 minutes.

Sont considérés comme des *Escherichia coli* les colonies qui prennent une coloration rouge.

II -4-3-2-Dénombrement des streptocoques fécaux :

Mode opératoire :

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique sauf dans l'étape de retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement le filtre à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLY préalablement préparée. Incuber la boîte à 38°C pendant 48 heures.

Lecture et interprétation :

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe (D) apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

Transférer aseptiquement le filtre du milieu de SLANETZ et BARTLY sur une plaque de gélose Bile Esculine Azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C.

Incuber la boîte à 44°C pendant 2 heures. Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant par l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu. Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml.

II -4-3-3-Recherche des spores anaérobies sulfito-réductrices :

Mode opératoire :

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie, selon la même technique sauf on utilise un filtre de porosité nominale de 0.2µm et retirer l'entonnoir et enlever le filtre à l'aide de pinces stériles puis le placer dans une boîte de à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre.

Verser par la suite environ 18ml de gélose TSC,TSN et parfois gélose de VF puis refroidir à 48°C.

Après solidification sur paillasse, incuber la boîte à 38°C pendant 24 h puis 48 heures. Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml.

III-Résultats :

III-1- Résultats des paramètres physico-chimiques :

III-1-1-La température :

Dans la région étudiée, les résultats obtenus montrent que le degré de cette température ne présente pas de grandes variations d'un puits à l'autre, sauf pour le puits 5 (Figure 02). Avec un minimum de 6,9 °C (puits 5) et un maximum de 18,5 °C (puits P3).

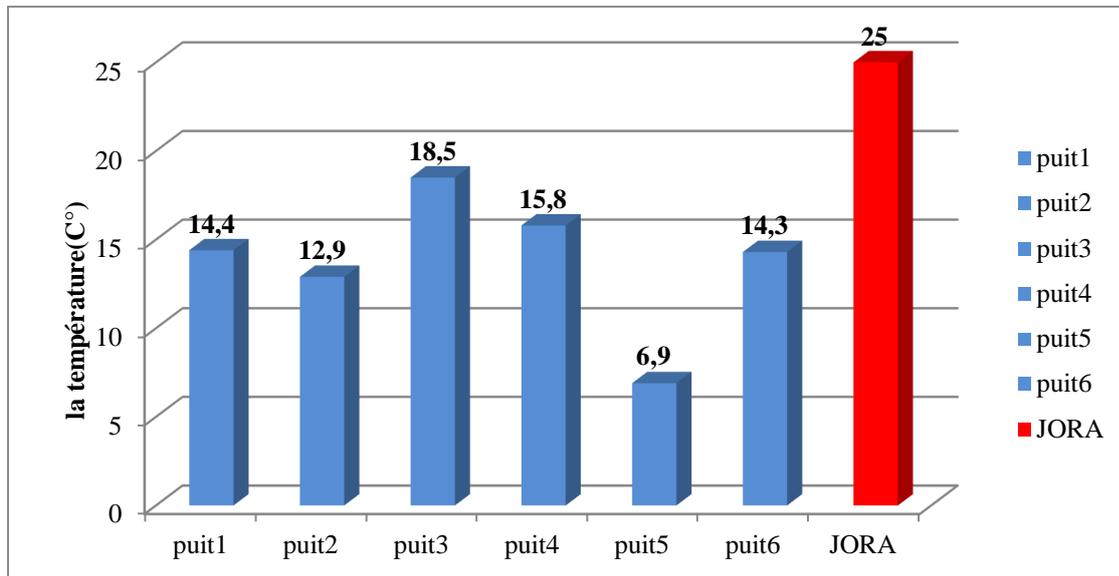


Figure N° 02: Variations des valeurs moyennes de la température dans différents puits

III- 1-2-Le potentiel d'hydrogène :

Dans le cas de la région étudiée, les valeurs du pH des eaux de nos puits ne montrent pas de variations notables, avec un minimum de 7,11 au puits P5 et un maximum de 7,49 au puits P6 (figure 03), ce qui témoigne d'une alcalinité du milieu.

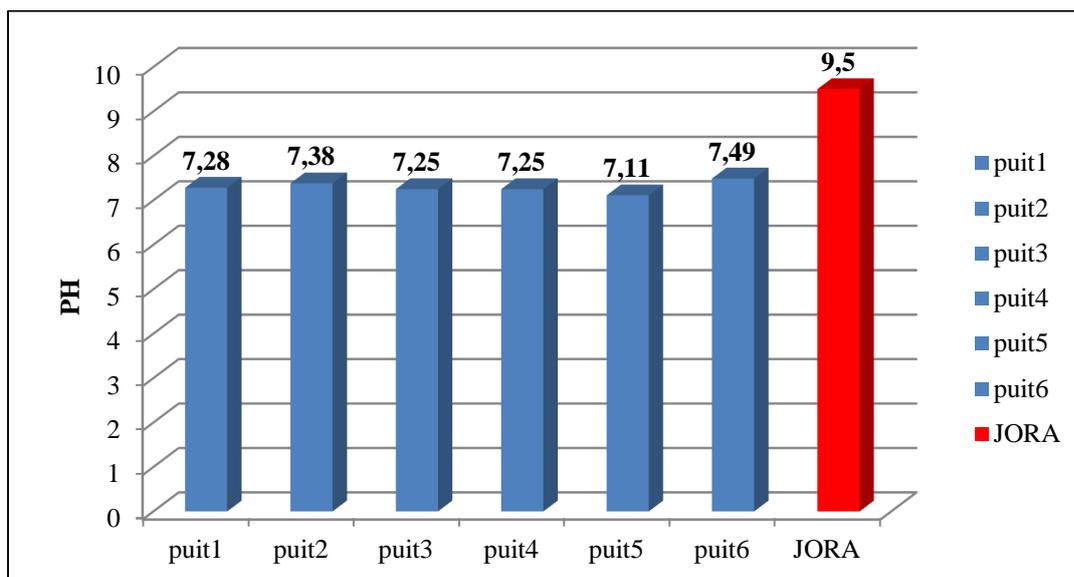


Figure N°03 : Variation des valeurs moyennes du PH

III-1- 3-Conductivité électrique :

Les valeurs enregistrées durant la période d'étude varient de 705 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 1719 $\mu\text{s}/\text{cm}$, le minimum enregistré au puit P4 et le maximum enregistré au puit P1 (figure 04). La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé.

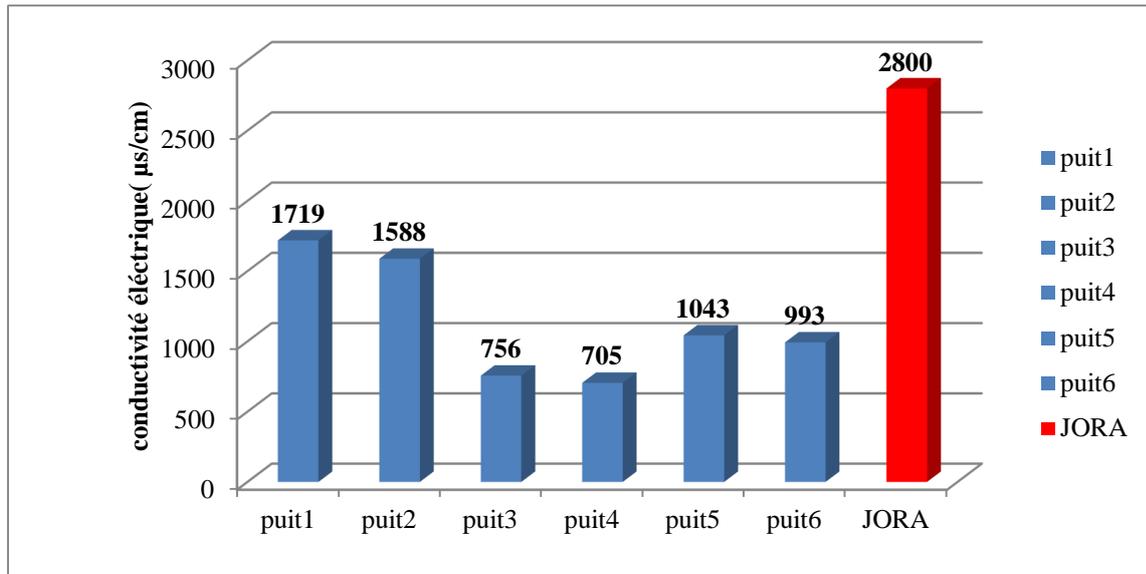


Figure N°04 : Variation des valeurs moyennes de conductivité électrique

III-1-4-La turbidité :

Dans notre cas, les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient entre 0,51 NTU (puit 3) à 0.71 NTU (puit 5) (Figure05). Toutes ces valeurs de la turbidité sont en dessous de la norme.

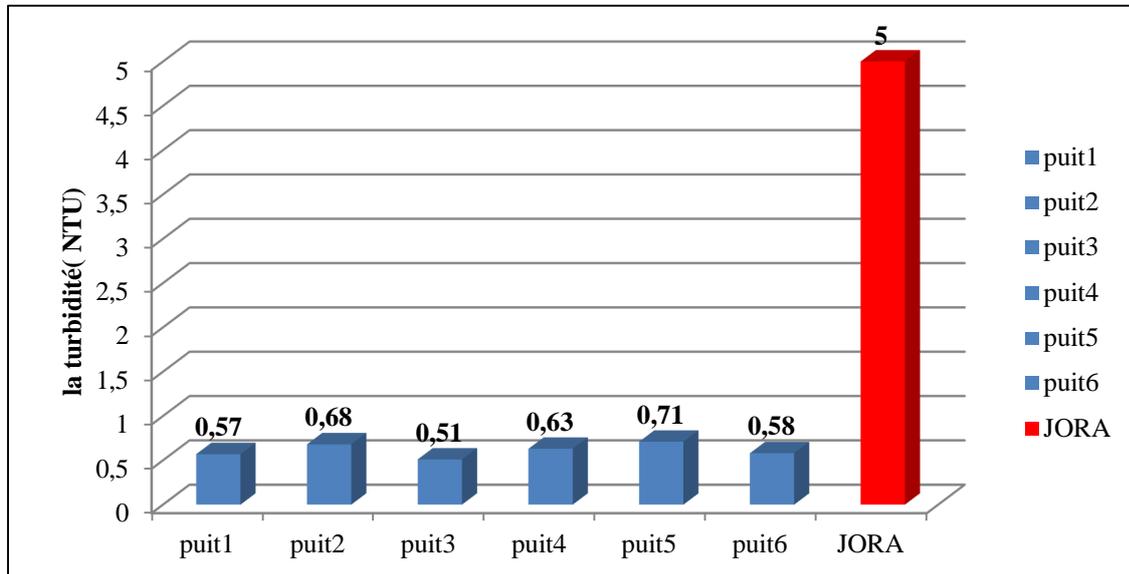
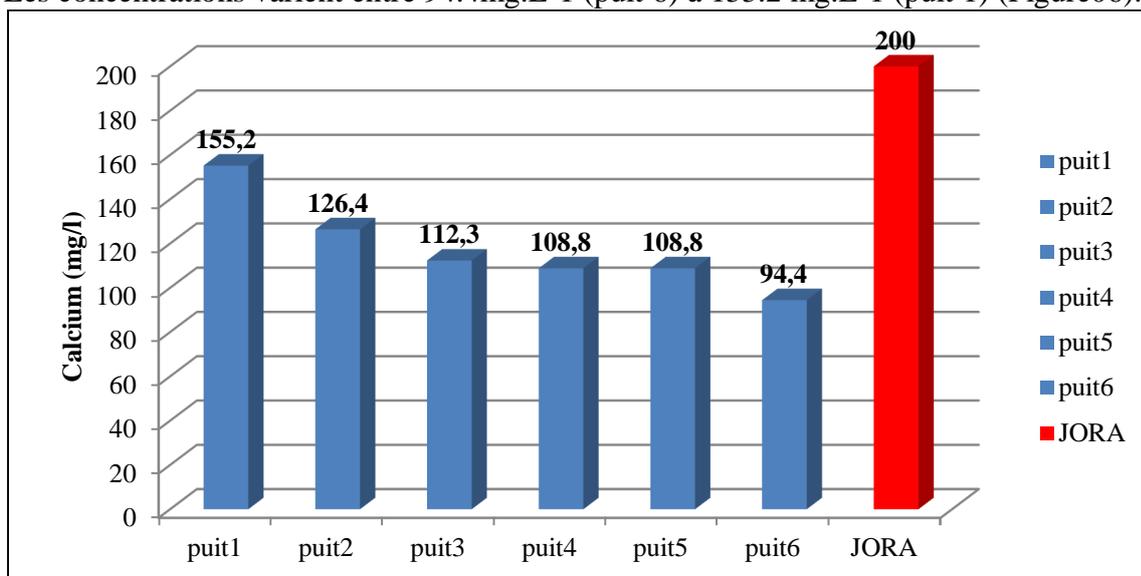


Figure N°05 : Variation des valeurs moyennes de la turbidité

III-1-5-Le calcium :

D'après les normes algériennes de potabilité pour le calcium, fixées à 200 mg.L⁻¹ (JORA, 2011), 100% des puits étudiés présentent des teneurs en Ca⁺⁺ qui sont inférieures à la norme. Les concentrations varient entre 94.4mg.L⁻¹ (puit 6) à 155.2 mg.L⁻¹ (puit 1) (Figure06).



FigureN°06: Variation des valeurs moyennes du calcium

III-1-6-Le magnésium :

Dans notre étude, les résultats obtenus (figure07) sont relativement divers avec un minimum de l'ordre 36,2mg/l au niveau de puit 5 et un maximum de l'ordre de 69,12mg/l au niveau du puit 1. Ces valeurs obtenues ne dépassent pas la norme Algérienne qui est de l'ordre 150mg/l.

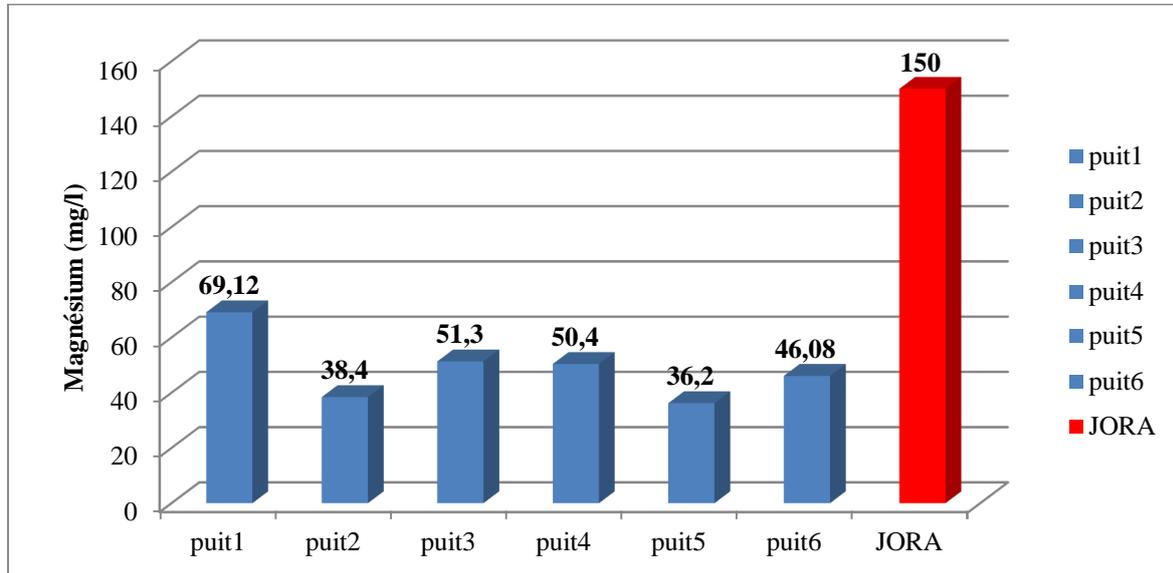


Figure N°07 : Variation des valeurs moyennes du magnésium

III-1-7-Les chlorures :

Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorures est de l'ordre de 106.5mg/l (puit 5) à 184.6 mg/l (puit 6) (figure08). Au niveau de la région d'étude, les teneurs en chlorures sont inférieures à 200 mg/l. Selon les normes algériennes relatives à la potabilité des eaux, la concentration en chlorure maximale recommandée(CMR) est de 500 mg/l alors que le maximum admissible (CMA) est de 650mg/l. De ce fait, et concernant ce paramètre ainsi discuté, la qualité de l'eau au niveau de la région d'étude est excellente.

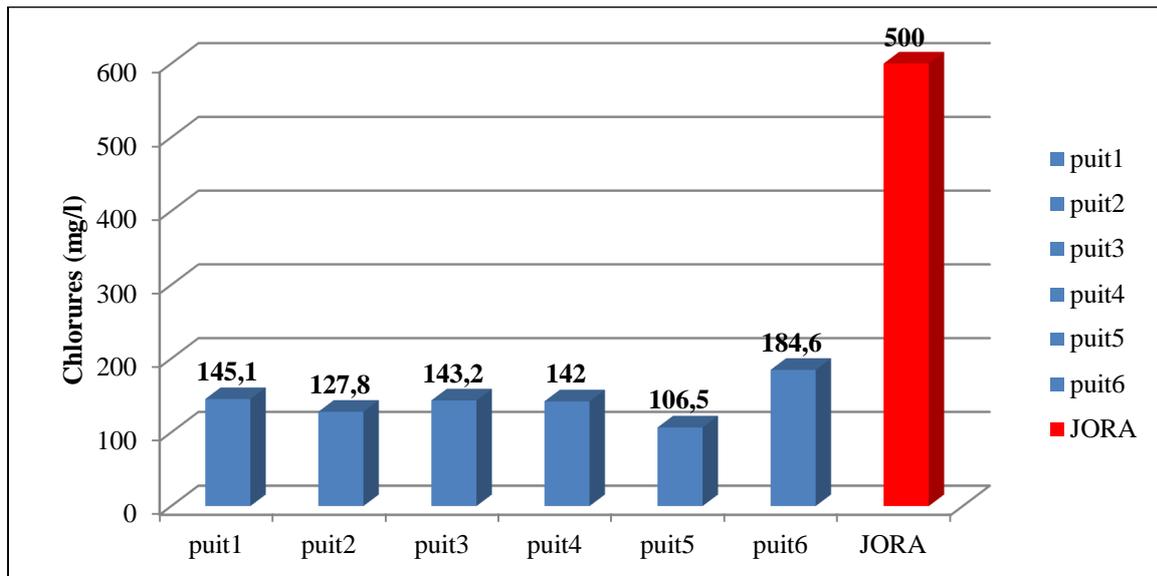


Figure N°08: Variation des valeurs moyennes des chlorures

III-1-8-Les sulfates :

D'après les résultats des échantillons analysés (figure09), les valeurs enregistrées restent inférieures à la valeur référence de la norme Algérienne qui est de l'ordre de 400mg/l relative à la qualité des eaux destinées à la production de l'eau potable, avec un minimum de l'ordre de 34,53mg/l au niveau du puit4 et un maximum de l'ordre de 85,10mg/l au niveau du puit1.

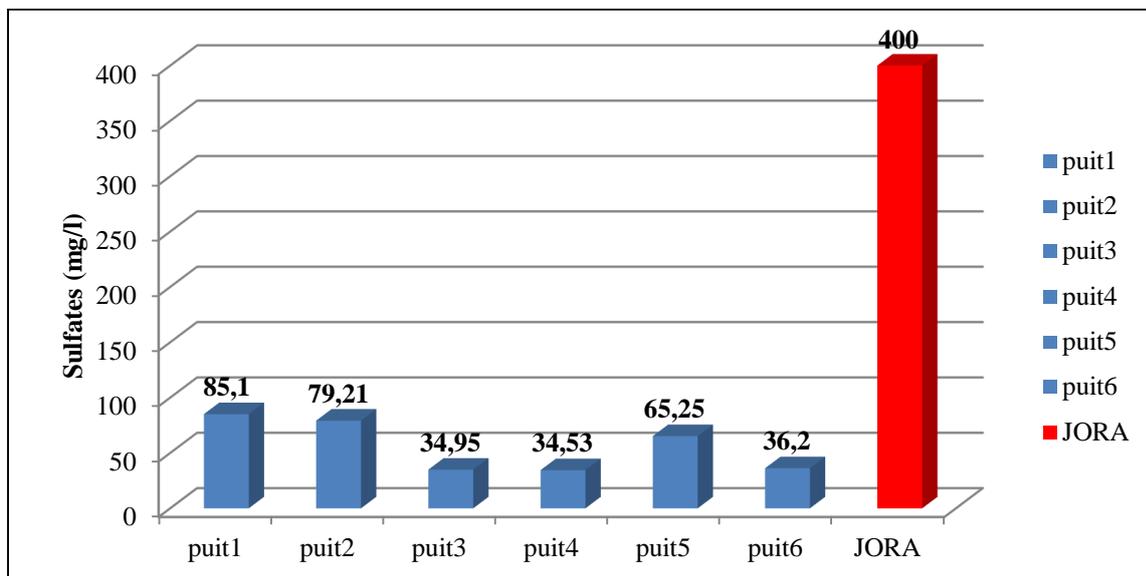


Figure N°09: Variation des valeurs moyennes des sulfates

III-1-9-Les Nitrates :

L'histogramme des teneurs en nitrates (figure 10), montre une variation remarquable de ces teneurs qui oscillent entre 5.16 mg/l (puit 4) et 66.32 mg /l (puit 1). Toutefois, les teneurs en nitrates des puits 2, 3, 4, 5 et 6 restent inférieures à la valeur admissible par les normes Algériennes (50mg/l). En revanche, on signale, une teneur élevée en nitrate pour les eaux du puit 1. Cette teneur élevée en nitrate, pour le puit 1, pourrait s'expliquer par le fait que ce dernier se situe dans une région agricole là où il y a l'utilisation massive et périodique des engrais azotés. De ce fait, les eaux étudiées ne sont pas sujettes à un risque de pollution par les nitrates.

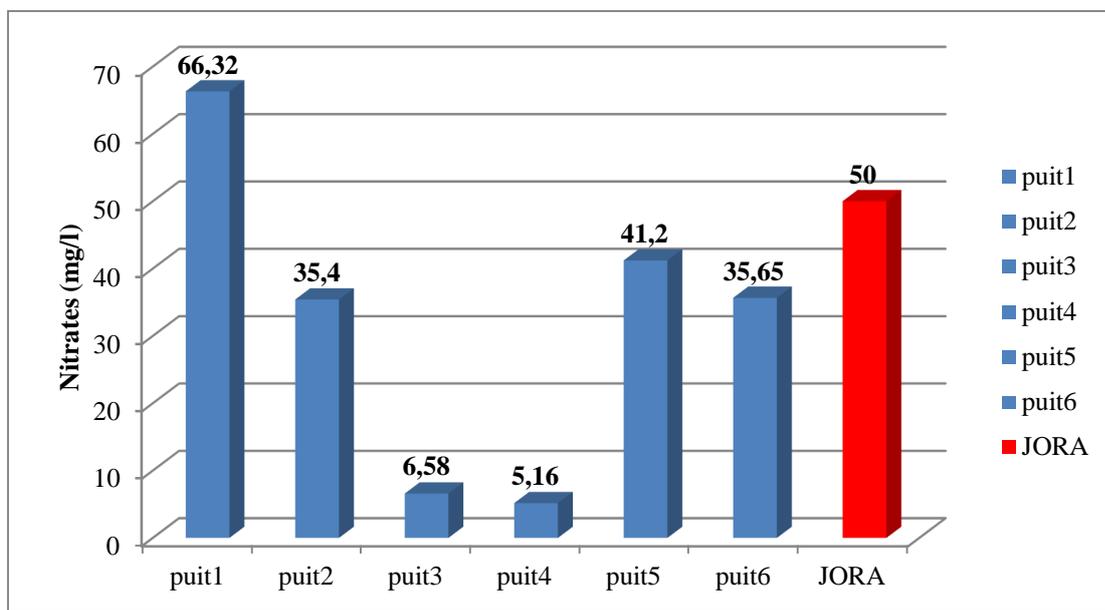


Figure N°10.: Variation des valeurs moyennes des nitrates

III-1-10- Nitrites :

Les teneurs en nitrites (figure 11) pour tous les puits sont la même et qui est de l'ordre de 0,002mg/l durant la période d'étude. Le taux normal en nitrites est fixé à 0,1mg/l selon l'OMS. La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant.

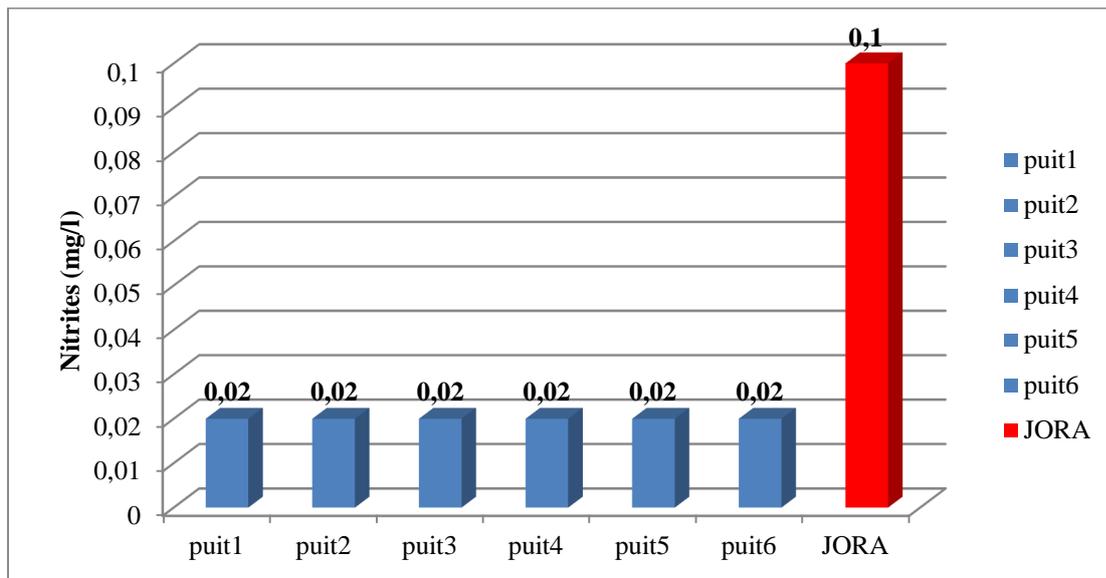


Figure N°11 : Variation des valeurs moyennes de nitrites

III-1-11- Phosphates :

D'après les résultats obtenus (figure 12) dans notre étude, on note une valeur identique dans les 6 puits (0,01mg/l). Cette valeur enregistrée ne dépasse pas la norme Algérienne (5mg/l).

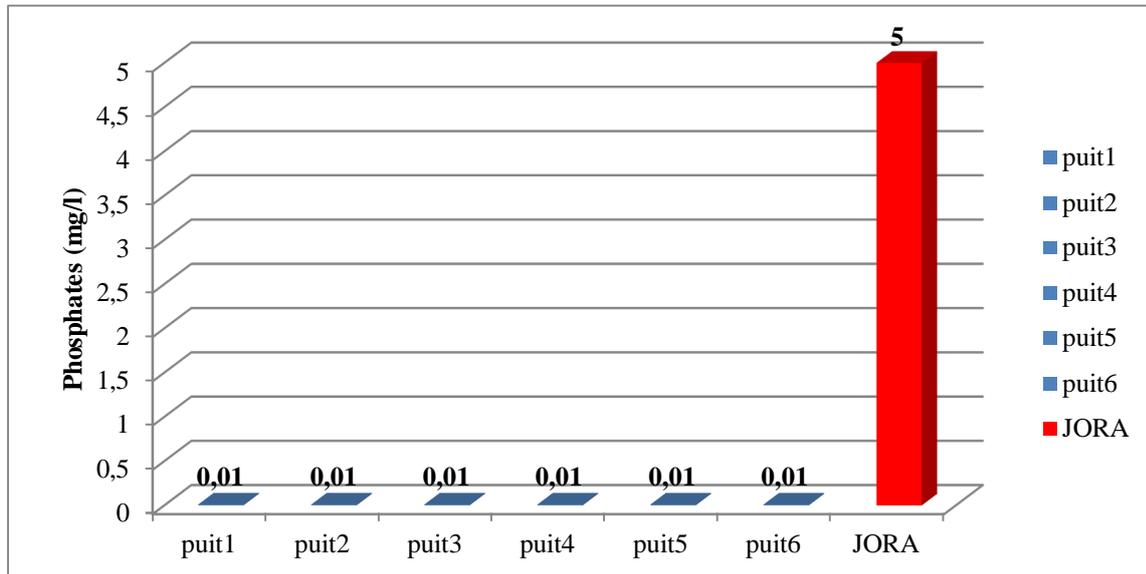


Figure N°12 : Variation des valeurs moyennes des phosphates

III-1-12- Matière organique : (Matières en suspension)

Dans le secteur d'étude, les teneurs de matières en suspension enregistrées oscillent entre 0.56mg.L-1 (puit 4) et 1.98 mg.L-1 (puit 1) comme valeurs extrême minimale et maximale durant la période d'étude (Figure 13). On remarque que la concentration en matières en suspension. Ces valeurs enregistrées ne dépassent pas la norme Algérienne (5mg/l).

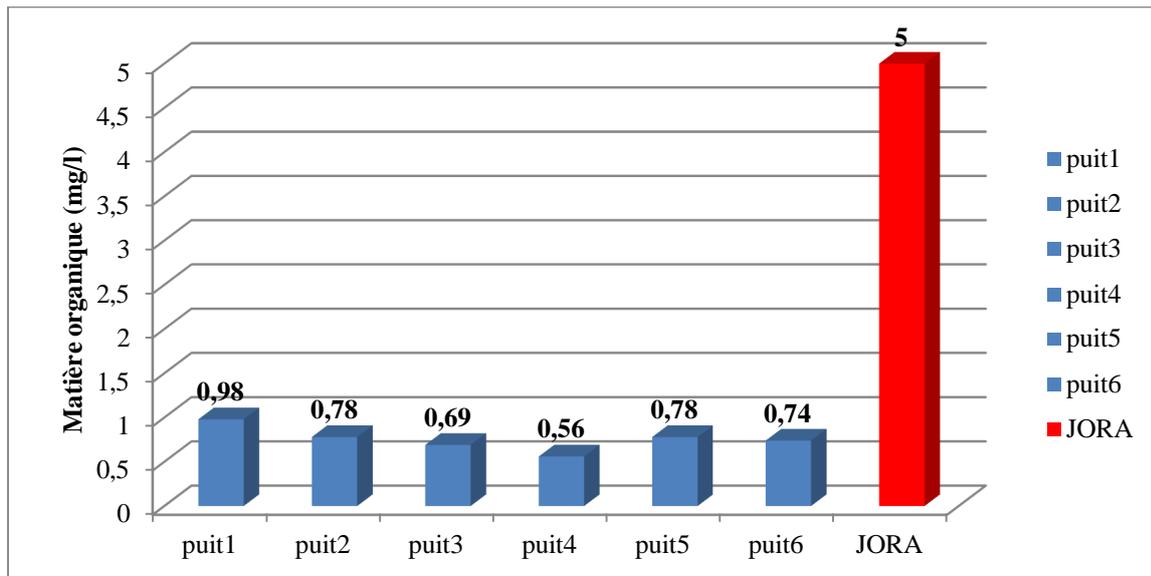


Figure N°13 : Variation des valeurs moyennes de la matière organique

III-2- Résultats bactériologiques :

III-2-1- Coliformes totaux :

La figure 14 montre la présence à des concentrations élevées des coliformes totaux dans les eaux du puit 1, pendant notre période d'étude. On constate aussi une contamination au niveau du puits 4. Cette contamination pourrait être causée par les rejets domestiques, par la proximité des puits avec des fosses septiques et par l'infiltration d'eau de surface dans les puits. Ces causes rejoignent celles détectées dans l'étude menée par **El Haissoufi et al. (2011)** sur la pollution des eaux des puits de certains quartiers de la ville de Fès au Maroc. La contamination récente de l'eau par les matières fécales proviennent de l'être humain ou l'animal (**Chevalier, 2003**).

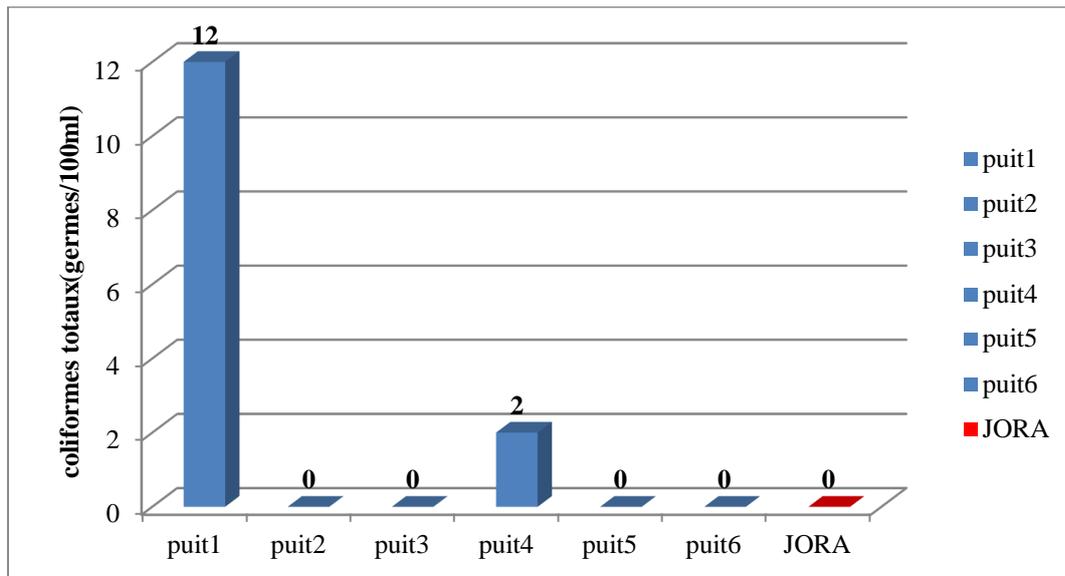


Figure N°14 : Nombre des coliformes totaux dans les puits étudiés

III-2-2- Coliformes fécaux :

Dans notre région étude, nous n'avons enregistré aucune présence des coliformes fécaux dans les eaux des différents puits. Les eaux de tous les puits étudiés sont conformes à la norme de potabilité, elles sont dépourvues de ces germes (0 UFC.100mL⁻¹) (Figure 15)

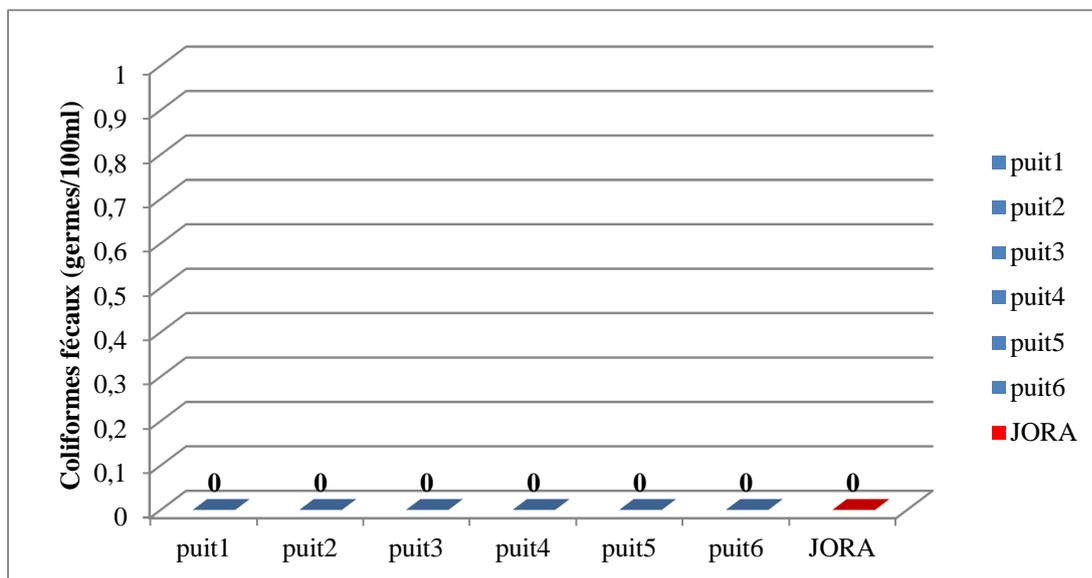
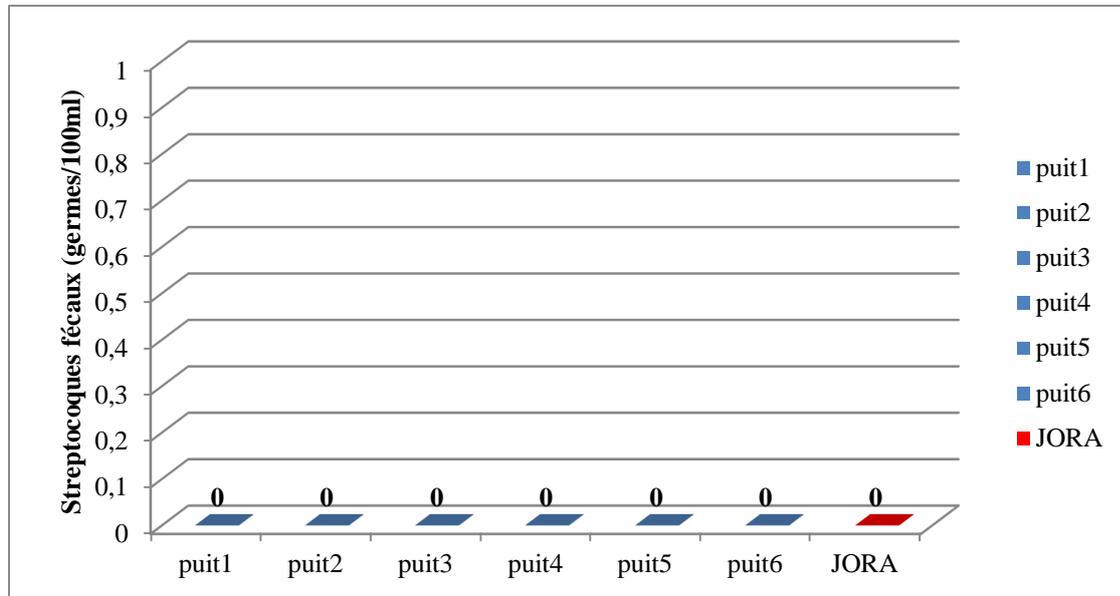


figure N°15 : Nombre des coliformes fécaux dans les puits

III-2-3- Streptocoques fécaux :

Dans notre étude, les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eaux de puits montrent une absence totale des streptocoques dans tous les puits (Figure 16). Ces valeurs sont conformes à la norme Algérienne qui est de l'ordre de 0 germes/100ml. Donc ces eaux sont potables.



figureN°16: Nombre des streptocoques fécaux dans les puit

III-2-4 Clostridium sulfito-réducteurs :

D'après la figure 17, nous notons une absence totale des spores anaérobies sulfitoréductrices au niveau de ces eaux et qui est de l'ordre de 0 germes/100ml, donc toutes les eaux de puits étudiés sont d'excellente qualité.

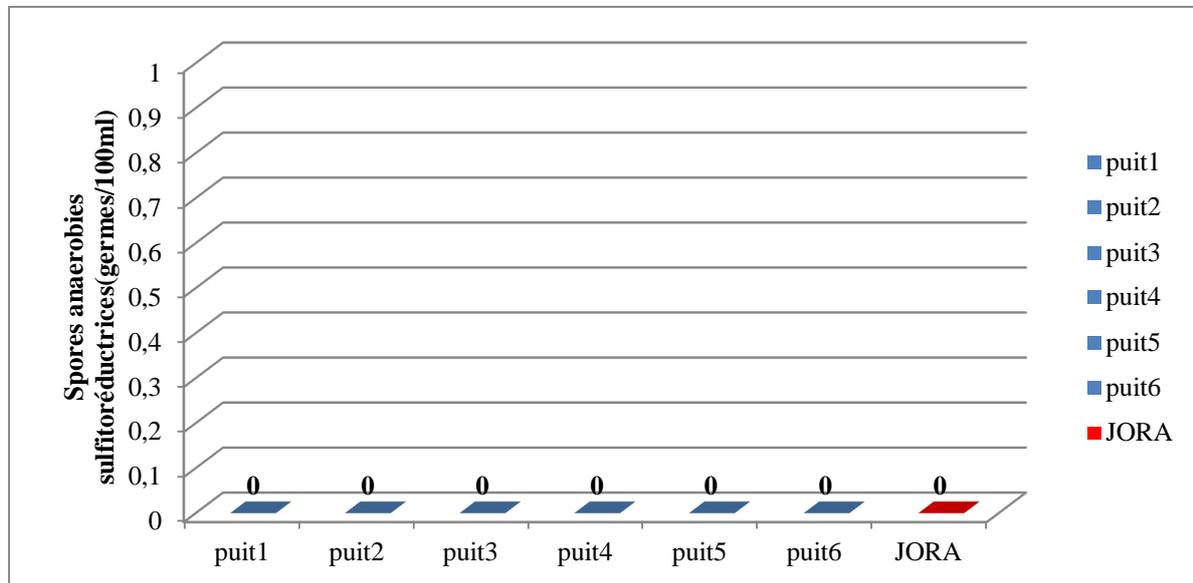


Figure N°17 : Nombre des spores anaérobies sulfitoréductrices dans les puits étudiés

Conclusion et recommandations

Aux termes de notre travail, nous pouvons conclure que, généralement, nous n'avons pas relevé une contamination physicochimique et bactériologique des eaux de puits contrôlés, sauf pour le puits 1, situé à Ain Sarb (commune de Machraa Sfa), où nous avons noté une forte contamination par les coliformes totaux et une légère contamination du puits 4 (les plateaux). La présence de ces germes dans l'eau peut entraîner de diverses maladies comme la fièvre typhoïde, la diarrhée, les maladies gastroentérites et les infections urinaires.

Toutefois, pour le même puits, nous avons signalé une teneur élevée en nitrates, de l'ordre 66,32mg/l. Cette teneur élevée en nitrates, peut déclencher des effets indésirables pour la santé et entraîner le risque de Methemoglobinémie infantile qui provoque un dysfonctionnement du transfert l'oxygène vers les cellules de l'organisme. Cette pathologie peut affecter les nourrissons de moins de 6 mois.

Le danger de cette pollution chimique et bactériologique, pour le puits 1 de la localité d'Ain Sarb (commune de Mechraa Sfa), constitue sans aucun doute une menace pour les habitants qui puisent l'eau nécessaire de la majeure partie de leurs besoins à partir de ce puits.

Afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de ces eaux et pour une meilleure maîtrise de cette pollution, il serait judicieux d'entreprendre les démarches suivantes :

- Faire un suivi périodique quantitatif et qualitatif des nappes par la mise en place d'un réseau de piézomètres,
- Interdire toute réalisation de point d'eau dans les zones à forte exploitation,
- Boucher tous les points d'eau abandonnés et qui présentent des anomalies d'équipement,
- Sensibiliser les populations et les inciter à traiter l'eau des puits avant consommation,
- Bien gérer les ordures ménagères et l'utilisation des fertilisants agricoles,
- Mettre en place un réseau d'assainissement pour évacuer les eaux usées.

Référence bibliographique :

Andriamiradis L., (2005). Mémento technique de l'eau, 2^{ème} édition, Degremont. P: 8.

Belkhodja M, Bidai Y, 2004. Réponse de la germination des graines d'*Atriplex halimus* L. sous stress salin. Revue sécheresse. N°4, vol. 15, pp. 331-335.

Benamar N., Mouadiah N., Benamar A., (2011). Étude de la biodiversité et de la pollution dans les canaux de l'Ouest algérien: le cas de l'oued Cheliff, Colloque international, Usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en méditerranée: quels enjeux pour quels services ?, Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011, 6 p.

BENGOUMI M. et al. (2004). - Qualité de l'eau en aviculture .Revue trimestrielle d'information scientifique et technique – Volume 3 – N°1, Maroc, 5-25pp.

Beriere G., (2000). Distribution et collecte des eaux, 2^{ème} édition, Ecole polytechnique de Montréal, PP: 3-19.

Bosca C., (2002). Groundwater law and administration of sustainable development, Mediterranean Magazine, Science Training and Technology, N° 2, PP : 13-17.

Bouziani M ;(2000). l'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun, 247P.

Chaker H. K., Slimani A., (2014). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'abreuvements des ruminants dans la zone semi aride d'Oum El Bouaghi : Nord-est de l'Algérie, Institut des sciences agronomiques, université d'El Tarf, Algérie, 10p.

Chapman, D. & Kimstach, V. 1996. Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 216 nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.

DUSSART B., (1966). Limnologie : Etude des eaux continentales. GauthierVillars, Ed. Paris.

Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J., Allen M.J., (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection, Journal of Applied Microbiology, N°88, PP: 106-116.

Elmund G.K ;Allen M.J ;Rice E.W ;(1999). comparaison of *Escherichia coli* ;totale coliform and fecal coliform populations as indicators of water treatment efficiency, Water Environ. Res, N°71, PP :332-339.

Emberger L (1942) Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. France. 77 : 99-124.

Gaujour D., (1995). La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2^e édition, Lavoisier, P49

Gleeson C ;Gray N ;(1997) . The coliform index and waterborne disease :problems of microbial drinking water assessment ,E & FN spoon ;London 194P.

Référence bibliographique

Hamed M ;Guettache A ;Bouamer L ;(2012).Etudes des proprietes physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF.

(HCEFLCD). (2006). Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification

Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201p.

(HCEFLCD).., (2007). Etude diagnostique de la zone humide AL MassiraFaija, Cercle d'EL Brouj et Cercle Settat(Maroc), 242p.

Jean L.C, (2002). La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche, Direction de l'espace rural et de la forêt, 22p.

John P., Donald A., (2010). Microbiologie, 3 ème Édition, 1216 p.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA).., (2011). Décret exécutif n° 11125

du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Rais, Alger, Algérie, PP: 7-25.

Kirk patrick ;Fleming E ;(2008). La qualité de l'eau ,Ross TECH07/47,12P.

Koli A et Yaaichi A ;2011 :Mémoire de l'obtention de diplôme d'ingénieure d'état en nutrition :contrubution à l'étude de la qualité physico-chimiques et bactériologiques des eaux des foggaras dans la daïra d'OUGROUT et la daïra d'OULAEF de la Wilaya d'Adrar.

Levallois P., (2003). Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Groupe scientifique sur l'eau, Institut **Merzoug D., Khiari A ., Aït Boughrous A., Boutin C., (2010).** Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien), Hydroécol Applied, PP: 77–97.

Miara MD (2011) Contribution à l'étude de la végétation du massif de Guezoul (Tiaret). Mém. Mag, Univ- Oran. Algérie. pp 126.

Moussa Noma Ibrahimou,Master2 Eau et assainissement/promotion 2016-2017.

Muriel H., (2010). Suivi de la qualité de l'eau produite et distribuée : Elaborer et mettre en œuvre un plan des sécurités sanitaire des eaux, Direction des affaires sanitaires et sociales de la nouvelle Caldonie, Santé et environnement, NOUMEA cedex, P 02.

OMS., (1994). Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.

OMS, (2004). Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3 ème édition, Vol 1. Directives,Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p.

Queneau P ;et Hubert J ;(2009).place des minérales dans l'alimentation,Rapport de l'académie national de médecine ,société francaise de l'hydrologie et climatologie médicale,France ,PP :175-220.

Remini B., (2010). La problématique de l'eau en Algérie, Larhyss Journal, N° 08, PP : 27-46.

Référence bibliographique

Rodier J ;Bazin C ;Broutin J.P ;Chamborn P ;Charupsaur H ;Rodier L ;(2005).l'Analyse de l'eau ,eaux naturelles,eaux résiduaires,eau de mer ,chimie,physico-chimie,microbiologie,interprétations des résultats.ED.Dunod,Paris,1384P.

Rodier J ;legube B ;Merlet N.(2009) l'analyse de l'eau,9 édition ,Ed.Dunod,1579P.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005).
Saadali B ;(2007).Etude de la qualité des eaux de sources issues du massif dunaire de Bouteldja(Algérie extrême Nord Oriental), Mémoire de magister en géologie,Géoscience,facuté des sciences de terre,département de géologie,université Badji Mokhtar-Annaba,110P.

Samake H. (2002). Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, 77p.

Saim khaldia ,sciences des procédés et biotechnologie et agro-alimentaire 2013-2014,P42.

Seltzer P (1946) Le climat de l'Algerie Trav.Inst.Météorol. Phys.Globe. Alger. Vol :1. 219p.

Service de l'Eau (SEVESC). (2013). Qualité de l'eau potable en sortie de l'usine de traitement d'eau potable de Versailles et Saint Cloud, 11p.

Thayer, Béchir Ben, Khalifa Riahi, and Houda Boudhraa. 2007. "Élimination de la turbidité par oxygénation et filtration successives des eaux de la station de Sfax (Sud de la Tunisie)." *Revue des sciences de l'eau* 20 (4): 355P.

Annexe1 : résultats détaillés des paramètres physico-chimiques

Point d'eau	Puit1	Puit2	Puit3	Puit4	Puit5	Puit6
Température(C°)	14.4	12.9	18.5	15.8	6.9	14.3
PH	7.28	7.38	7.25	7.25	7.11	7.49
La conductivité électrique(µs/cm)	1719	1588	756	705	1043	993
La turbidité(NTU)	0.57	0.68	0.51	0.63	0.71	0.58
Le calcium(mg/l)	155.2	126.4	112.3	108.8	108.8	94.4
Le magnésium(mg/l)	69.12	38.4	51.3	50.4	36.2	46.08
Les chlorures(mg/l)	145.1	127.8	143.2	142	106.5	184.6
Les sulfates(mg/l)	85.10	79.21	34.95	34.53	65.25	36.2

Les nitrites(mg/l)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Les phosphates(mg/l)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
La matière organique(mg/l)	0.98	0.78	0.69	0.56	0.78	0.74

Annexe2 : Les milieux de cultures et les réactifs :

Gélose lactosée au TTC et à l'heptadécylsulfate de sodium : Milieu de base.

Lactose	20 g
Peptone	10 g
Extrait de Levure	06 g
Extrait de viande	05 g
Bleu de bromothymol	0,05 g
Agar agar	15 à 25 g / l
Eau distillée	1000 ml
Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par falcon.	
pH final après stérilisation à 25°C : 7,2 ± 0,1	

Solution TTC.

Chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium (TTC)	0,05 g
Eau distillée stérile	100 ml

Solution d'heptadécylsulfate de sodium.

Heptadécylsulfate de sodium (Tergitol 72)	0,2 g
Eau distillée stérile	100 ml

Milieu complet.

Milieu de base	100 ml
Solution TTC	05 ml
Solution d'heptadécylsulfate de sodium	05 ml

Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par falcon.
pH final après stérilisation à 25°C : 7,2 ± 0,1

Bouillon au tryptophane.

Digestat tryptique de caséine	10 g
L-Tryptophane	01 g
Chlorure de sodium	05 g
Eau distillée	1000 ml

Gélose tryptonée au soja (TSA).

Digestat tryptique de caséine	15 g
Peptone de soja	05 g
Chlorure de sodium	05 g
Agar – agar	15 à 25 g / l

Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par falcon.

pH final après stérilisation à 25°C : 7,2 ± 0,1

Gélose tryptonée contenant des sels biliaires (TBA).

Tryptone	20 g
Sels biliaires	1,5 g
Agar – agar	15 à 25 g / l
Eau distillée	1000 ml

Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par falcon.

pH final après stérilisation à 25°C : 7,2 ± 0,1

Réactif à l'indole, essai rapide.

<i>p</i> -Diméthylaminobenzaldéhide	0,5 g
Acide chlorhydrique, c(HCl) = 1 mol/l	100 ml

Pour être convenablement utilisé, le réactif doit présenter une coloration jaune clair.

Réactif à l'oxydase.

Tétraméthyl- <i>p</i> -phénylènediamine	0,1 g
Eau distillée	10 ml

Ce réactif n'est pas stable, il convient de le préparer juste avant le test.

Prendre des précautions relatives à la protection des yeux et de la peau.

Annexe3 : Journal officiel de république Algérienne N°34 du 19 juin 2011.

GROUPE DE PARAMETRE	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physico-chimiques .	PH	Unité pH	≥ 6.5 et ≤ 9.5
	Conductivité	µS/cm à 20°C	2800
	Température	°C	25
	Dureté	mg/l en CaCO3	200
	Matière organique	mg/l	5
	Calcium	mg/l en CaCO3	200
	Chlorures	mg/l	500
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur 12°C	Taux dilution	4
	Saveur 25°C	Taux dilution	4

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O2	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
Mercur	µg/l	6	

Résumé :

Pour apprécier la qualité des eaux des puits destinés à la consommation humaine, un contrôle physico-chimique et bactériologique ont été réalisés et ont porté sur plusieurs échantillons d'eau prélevés au niveau de 6 puits dans plusieurs sites dans la région de Tiaret.

Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques suivants : La température, le PH, la conductivité électrique (CE), la turbidité, le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), les chlorures (Cl^-), les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-) les matières en suspension (MES), et en recherchant éventuellement les germes indésirables : Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfitoréducteurs.

Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que les eaux d'un grand nombre de puits sont de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus ont montré que les eaux analysées du puit 1 de la localité Ain Sarb (commune de Machraa Sfaa) présentent une augmentation des teneurs en nitrates, de l'ordre 66.32 mg/l. Sur le plan bactériologique, l'analyse a montré une contamination par les coliformes fécaux au niveau du puits 1 (Ain Sarb) et du puits 4 (les plateaux).

Cette contamination constitue sans doute un danger non négligeable à la santé des populations consommatrices de ces eaux et nécessite d'entreprendre des mesures d'hygiène lors de la consommation de cette eau.

Mots clés : Eau, puits, qualité physico-chimique, bactériologique, région de Tiare

ملخص:

لتقييم نوعية مياه الآبار للاستهلاك البشري، تم تنفيذ نظام للرقابة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية، جرى الاستطلاع بعدة عينات من المياه أخذت على مستوى 6 آبار في عدة مواقع في (تيارت).

وقد أجريت التحاليل على هذه العينات عن طريق قياس العوامل الفيزيائية والكيميائية التالية: درجة الحرارة ، النترت (NO_2^-) ، النترات (NO_3^-) درجة الحموضة (PH) ، الناقلية الكهربائية (CE) ، التعكر ، الكالسيوم (Ca^{2+}) ، المغنيسيوم (Mg^{2+}) ، الكلور (Cl^-) ، المواد العالقة (MES)

وربما تبحث عن الجراثيم غير المرغوب فيها: القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية، المكورات العقدية البرازية كلوستريديوم السيلفييتور دكتور.

أوضحت نتائج التحليلات التي أجريت أن مياه عدد كبير من الآبار ذات نوعية كيميائية وبكتريولوجية جيدة.

أظهرت نتائج العوامل الفيزيائية والكيميائية التي تم الحصول عليها ان المياه التي تم تحليلها للبار 1 من مكان عين الصرب التي تظهر زيادة في مستويات النترات البالغة 66.32 ملغم/لتر. من الناحية الجرثومية أظهر التحليل أن البار 1 والبار 4 ملوث بالقولونيات البرازية.

لا شك أن هذا التلوث يشكل خطراً كبيراً على صحة السكان الذين يستهلكون هذه المياه ويتطلب اتخاذ تدابير النظافة أثناء استهلاك هذه المياه.

الكلمات المفتاحية: المياه، الآبار، الجودة الفيزيائية والكيميائية، البكتريولوجية، منطقة تيارت.