

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: Infectiologie

Présenté par:

ZITOUNI HIND NADJAH

KHAROUBI RKEIA

Thème

**Qualité physico-chimique et bactériologique de quelque puits des
eaux de la ville de Tiaret**

Soutenu publiquement le 28/09/2021

Jury:

Grade

Président: Pr . DOUKANI Koula

Pr

Encadrante: M.SOUDANI Leila

MCB

Co-encadrante : M^{elle} .BOUHENNI Hasna

Doctorante

Examineur: Dr. CHAFAA Meriem

MCA

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements à **Dieu** qui nous a donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement nos parents; notre succès demeure de loin le fruit de leurs longues années de sacrifices et d'éducation.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont à notre **encadrant Dr. SOUDANI .L** pour ses conseils, ses encouragements, sa patience, sa compétence, ses qualités humaines et scientifiques resteront pour nous un exemple, qui nous en permis de bien mener ce travail. Le suivi et l'orientation dont nous avons pu bénéficier. Nous sommes constamment impressionnées de constater à quel point elle nous a poussé pour atteindre nos buts et d'avoir identifié et stimulé nos potentiels.

Nos remerciements les plus sincères vont également à notre **Co-encadrant M^{elle} BOUHENNI .H** veuillez trouver ici l'expression de nos profonds sentiments de respects pour le soutien que vous n'aviez cessé de nous parler.

Nos remerciements vont au président de jury **Pr. DOUKANI. K** de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Nos vifs remerciements s'adressent aussi au **Mme. CHAFAA .M** qui a accepté d'examiner notre travail avec la bienveillance et nous en sommes très honorées.

Un remerciement spécial à notre responsable de spécialité **Pr. DOUKANI. K** pour sa disponibilité et sa sympathie.

Un grand merci à l'équipe du laboratoire de Microbiologie pour leurs gentilleses et serviabilité.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A Mon père Tu as travaillé sans réserve pour le bonheur collectif dans la dignité. Ton humour, ta tolérance, ton autorité de père ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui, tu es le meilleur père, nous sommes fier de toi.

A la bougie qui éclaire ma route vers la réussite celle qui m'a appris le savoir faire, qui m'a donné le courage dans les moments difficiles, à ma mère, que dieu la garde.

A ma Sœur et mon Frère: Fatima et Khaled

Mon Grand père et Mère

A Ma chère binôme « Hind Nadjah » et à toute sa famille

Mes vrais amis :Fatima et Soumia

Rkeia

Dédicace

*J*e dédie ce travail à toutes les personnes qui me sont chères.

A la mémoire de mon Papa Mohamed que dieu le tout puissant l'accueil dans son vaste paradis.

A ma très chère Maman Hamida et que j'aime énormément et qui grâce à elle, a ses sacrifices et soutiens que j'ai pu devenir ce que je suis.

A mes chères sœurs Mounira et Farida, ces sœurs qui m'ont toujours épaulée et soutenus depuis mon enfance et pendant tous mon parcours d'étude.

A mes chers oncles : Abdelkader ,Yahia, Ahmed et Okba que j'aime énormément.

A ma Grande Maman que dieu la garde Inchallah.

A ma chère binôme «Rkeia » et à toute sa famille

*M*es chers amis : Nadia, Fatima et Katia .

Hind Nadjah

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des tableaux	ii
Liste des figures	iii
Liste des annexes.....	iv

Introduction

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Ressources en eau

1. Généralités.....	03
2. Sources naturelles de l'eau	03
2.1. Eaux de pluie.....	03
2.2. Eaux de mer	03
2.3. Eaux de surface	04
2.4. Eaux souterraines	04
2.2.1 Différents types de nappes.....	04
Nappe libre	04
Nappe phréatique	04
Nappe alluviale	04
Nappe captive	04
3. Principales différence entre les eaux souterraines et les eaux de surface	05
4. Cycle de l'eau.....	07
5. Différents types de puits.....	07
5.1. Puits forés à la sondeu.....	07
5.2. Puits à pointe filtrante	07

5.3. Puits à grand diamètre.....	08
6. Désinfection de puits.....	08

Chapitre II: Pollution de l'eau

1. Qualité de l'eau de consommation	08
1.1. Qualité des eaux souterraines	08
1.1.1. Qualité physico-chimique.....	09
1.1.1.1. Température.....	09
1.1.1.2. Potentielle d'hydrogène.....	09
1.1.1.3. Conductivité électrique.....	10
1.1.1.4. Résidus sec	10
1.1.1.5. Chlorure.....	11
1.1.1.6. Nitrates	11
1.1.1.7. Nitrites	11
1.1.1.8. Magnésium	11
1.1.1.9. Calcium	11
1.1.1.10. Oxygène dessous.....	11
1.1.1.11. Matières oxydable	11
1.1.1.12. Titre alcalimétrique	11
1.1.1.13. Dureté totale.....	12
1.1.2. Qualité bactériologique.....	12
1.1.2.1. Coliformes totaux	12
1.1.2.2. Coliformes fécaux.....	12
1.1.2.3. <i>E. coli</i>	13
1.1.2.4. Clostridium sulfito réducteurs.....	13
1.1.2.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13

2. Normes de la qualité de l'eau	14
3. Pollution de l'eau	14
4. Sources de pollution	14
4.1. Pollution domestique	14
4.2. Pollution agricole	14
4.3. Pollution industriel	14
5. Classification de la pollution selon le type de polluant	14
5.1. Pollution biologique	14
5.1.1. Pollution bactérienne	15
5.1.2. Pollution virale	15
5.2. Pollution physique	15
5.3. Pollution chimique	15
5.4. Pollution radioactive	16

Chapitre III : Risques liés à l'eau et son traitement

1. Maladies à transmission hydrique	17
1.1. Maladies d'origine bactérienne	18
1.2. Maladies d'origine virale	18
1.2.1. Autre affection virale	18
1.1. Maladies d'origine parasitaire	18
2. Risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau	18
3. Evaluation des risques hydriques	19
3.1. Evaluation des risques chimiques	20
3.2. Evaluation des risques microbiologiques	20
4. Traitement de l'eau	20

4.1. Traitement physico-chimique	20
4.1.1. Traitement	21
4.1.2. Pré -oxydation	21
4.1.3. Clarification	22
4.1.4. Filtration	22

DEUXIEME PARTIE

Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude	24
1.1. Synthèse climatique.....	24
1.2. Diagramme ombrothermique.....	25
2. Type et période de l'étude	25
2.1. Echantillonnage.....	26
2.2. Choix des sites de prélèvement.....	26
2.3. Prélèvement des échantillons.....	27
2.1. Techniques de prélèvement	27
2.2. Transports des échantillons.....	28
3. Méthodes d'analyses	28
3.1. Analyses physico-chimiques	28
3.1.1. Mesure de la température.....	28
3.1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH).....	28
3.1.3. Mesure de la conductivité électrique (CE).....	29
3.1.4. Dosage de l'oxygène dissous	30
3.1.5. Dosage de la dureté totale	30
3.1.6. Dosage de chlorure	31
3.1.7. Dosage de l'Alcalinité	31

3.1.8. Résidus sec	32
3.1.9. Matière oxydable	32
3.1.10. Dosage de calcium.....	33
3.1.11. Dosage de la dureté.....	34
3.1.12. Dosage de nitrites	34
3.1.13. Dosage de Nitrates.....	35
3.1. Analyses bactériologiques	36
3.2.1. Dénombrement des Germes totaux.....	37
3.2.2. Dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux	37
3.2.3. Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	37
3.2.4. Dénombrement des <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	38
Résultats et discussion	
1. Analyses physico-chimiques des puits étudiées	41
1.1. Température	42
1.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	43
1.3. Conductivité électrique (CE)	43
1.4. Calcium.....	43
1.5. Magnésium.....	44
1.6. Chlorure	45
1.7. Alcalinité.....	47
1.8. Oxygène dessous	47
1.9. Dureté totale.....	48
1.10. Matière oxydable.....	49
1.11. Nitrates.....	50
1.12. Nitrites	51

1.13. Résidus secs	51
2. Analyse bactériologiques	52
2.1. Résultats de recherche des Coliformes totaux	53
2.2. Résultats de recherche des Coliformes fécaux (<i>E. coli</i>).....	54
2.3. Résultats de recherche des Clostridium sulfito-réducteurs.....	54
2.4. Résultats des recherches <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	54
Conclusion	55
Références bibliographiques	56
Résumé	

Liste des abréviations

ADE:	Algériennes des eaux
AFNOR :	Association Française de Normalisation
AgNO₃:	Nitrate d'argent.
BCPL:	Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocresol
D/C :	Double concentration.
EDTA :	Éthylène Diamine Tétra-Acétique.
HCL :	Acide chlorhydrique.
Na OH :	D'hydroxyde de sodium.
nm :	Nanomètre.
NPP :	Nombre le plus probable.
NTU :	Nephlo turbidité unité.
OMS :	Organisation mondiale de santé.
S/C :	Simple concentration.
TAC:	Titre alcalimétrique complet.
TH :	Titre hydrométrique.
Ms :	Micro Siemens.

Liste des tableaux

	Page
Tableau n°01: Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines	06
Tableau n°02 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique	10
Tableau n°03: Qualité de l'eau en fonction des résidus sec	10
Tableau n°04: Normes de la qualité physicochimique des eaux souterraines.....	12
Tableau n°05: Normes de la qualité bactériologique de l'eau souterraines	12
Tableau n°06 : Virus pathogènes pour l'homme se rencontrent dans l'eau	15
Tableau n°07: Bactéries pathogènes responsables des maladies d'origine hydrique	17
Tableau n°08: Virus pathogènes pour l'homme se rencontrent dans l'eau	18
Tableau n°09: Différentes type des parasites.....	18
Tableau n°10: Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude	25
Tableau n°11: Dosage du calcium des points de prélèvement	42
Tableau n°12: Dosage du Magnésium des points de prélèvements.....	43
Tableau n°13: Dosage du Matière oxydable des points de prélèvements.....	47
Tableau n°14: Résultats du dosage des Nitrates des points de prélèvements	48
Tableau n°15: Résultats du dosage des Nitrites des points de prélèvements.....	49
Tableau n°16: Résultats des analyses microbiologique	52

Liste des figures

	Page
Figure n°01: Différentes phases du cycle de l'eau	07
Figure n°02: Carte de localisation de la willaya de Tiaret.....	23
Figure n°03: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude.....	24
Figure n°04: Localisation des sites d'échantillonnage (puits) au niveau de la région d'étude(Tiaret).....	26
Figure n°05: Recherche et dénombrement des coliformes et d' <i>Escherichia coli</i>	35
Figure n°06: Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	37
Figure n°07: Recherche et dénombrement des <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	38
Figure n°08: Mesure de la température des points de prélèvement.....	39
Figure n°09: Potentielle d'hydrogène des points de prélèvement	40
Figure n°10: Mesure de conductivité électrique de points de prélèvement	41
Figure n°11: Dosage de chlorures des points de prélèvement.....	44
Figure n°12: Dosage de l'alcalinité des points de prélèvement	45
Figure n°13: Oxygène dissous des points de prélèvement.....	46
Figure n°14: Mesure de la dureté totale des points de prélèvement.....	47
Figure n°15: Quantité des résidus secs des points de prélèvement	50

Listes des annexes

	Page
Annexe n°01: Méthodes d'analyses physico-chimiques	66
Annexe n°02: Préparation des solutions	67
Annexe n°04: Résultats des analyses physicochimiques	68
Annexe n°05: Résultats des analyses bactériologiques	69

Introduction

Introduction

L'eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l'importance pour d'innombrables activités humaines. L'eau peut être rare à certains endroits, comme les zones arides et semi-arides, ou tout simplement d'une qualité médiocre à d'autres endroits (Moussa, 2014).

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes, à une utilisation de plus en plus accrue des eaux de surface. Ainsi, l'approvisionnement en eau douce devient de plus en plus difficile tant en raison du développement accéléré des techniques industrielles modernes que de l'accroissement de la population et de son amélioration de son niveau de vie (Moussa, 2014).

Une eau de bonne qualité physico chimique et biologique est nécessaire pour son acceptation par la population, pour la protection sanitaire du consommateur et du réseau de distribution (OMS, 2000).

Les eaux souterraines représentent environ 97 % du total des eaux douces continentales liquides (Bosca, 2002). Selon (Merzoug et *al.*, 2010), 75 à 90 % de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine. Certains travaux de recherches ont été réalisés sur la qualité des eaux souterraines concluent que les pollutions de ces eaux souterraines proviendraient d'une origine géologique et anthropique, notamment d'infiltration des eaux usées et l'utilisation des engrais chimiques en agriculture (Nouayti et *al.*, 2015 ; Aka et *al.*, 2013 ; Ahoussi et *al.*, 2013 ; Lagnika et *al.*, 2014 ; Amadou et *al.*, 2014). D'autres études ont révélées que la pollution des eaux souterraines est liée à la présence des fosses septiques, à l'absence du traitement, au manque du réseau d'assainissement et au non-respect des conditions d'hygiène publique (Guessoum et *al.*, 2014 ; Fakih et *al.*, 2014 ; Degbey et *al.*, 2010).

En Algérie, les eaux de surface sont les principales sources pour notre approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus l'individu et la municipalité se tournent vers les nappes phréatiques qui renferment un volume énorme d'eau exploitable (Chekroud, 2007).

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

Introduction

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).

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits utilisées comme eau de boisson au niveau de la ville de Tiaret.

***CHAPITRE I : RESSOURCE
EN EAU***

1. Généralités

L'eau est également connue sous le nom d'Oxyde d'hydrogène, elle est partout présente dans la nature. C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Bernard, 2007).

L'eau se retrouve dans l'écosphère sous trois états ; solide, liquide, et gazeux dépendant des conditions particulières de température et de pression.

L'eau a des propriétés physico-chimiques assez remarquables par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organique, ionise les électrolytes et disperse les colloïdes électro chargés (Michard, 2002).

2. Sources naturelles de l'eau

La terre est souvent appelée « la planète bleue » parce que l'eau recouvre la majorité de la surface de la terre (environ 71% de la surface). Le volume d'eau sur terre est estimé à environ 1,4 milliard de km³. L'eau salée des mers et des océans constitue 97% des ressources en eau sur terre. Des 3% d'eau douce restante, 2,6% sont sous forme de glaciers des régions polaires, d'iceberg, de vapeurs d'eau atmosphérique, et d'eau souterraine inaccessible, à la population mondiale laissant ainsi seulement 0,4% comme eau douce, accessible à la population mondiale (Nebel et al., 2009).

2.1. Eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (Desjardins, 1997 et Ofeep, 2003).

2.2. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Ces eaux sont caractérisées par une grande salinité (varie de 33000 à 37000 mg/l), elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres». Ce qui rend l'utilisation de ces eaux difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (Boeglin, 2009).

2.3. Eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (Debabza, 2005).

Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets.

Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone (Degremon, 2005). Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement permettant théoriquement d'éliminer les plus contaminées et de sélectionner les plus pures d'entre-elles pour en faire des eaux d'alimentation. Ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées (Vierling, 2003).

2.4. Eaux souterraines

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles ; les nappes profondes et les nappes phréatiques.

Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Cependant elles peuvent, d'une part être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, (Coulibaly, 2005). Elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (Margat, 1992).

2.4.1 .Différents types de nappes

- **Nappe libre**

Cette nappe est directement alimentée par les eaux de ruissellement. Très sensibles à la pollution, elle est à l'origine des sources et des forages (Cardot, 2010).

- **Nappe captive**

Les nappes captive est séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle n'est pas donc pas alimentée directement par le sol. Elle se situe à de grandes profondeurs et par conséquent est peu sensible aux pollutions. Enfin, les réserves d'eau à l'aplomb des fleuves ou rivières constituent les nappes alluviales (Cardot, 2010).

▪ **Nappe phréatique**

Les nappes phréatiques sont celles qui se reposent sur la première couche imperméable, en loin de niveau du sol. Elles sont toujours libres et souvent contaminées. Ces nappes revêtent une importance énorme pour l’approvisionnement en eau, car elles constituent les plus grandes réserves d’eau potable dans la plupart des régions du monde (Ayad, 2017).

▪ **Nappe alluviale**

Elle est contenue dans les grands épandages de sables, graviers et galets des fleuves et des rivières, la nappe alluviale est le lieu privilégié des échanges avec les cours d'eau et les zones humides. Ce type de nappe peut être réalimenté par les crues et restituer à l'inverse de l'eau dans les cours d'eau en période de sécheresse (Ofeep, 2003).

3. Principales différence entre les eaux souterraines et les eaux de Surface

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont considérées comme des eaux naturellement pure ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates (Kettab ,1992) (Tab.1)

Tableau n°1 : Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Bourrier et Selmi, 2011).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
température	Variable suivant les saisons	Relativement constant
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues)	Liée surtout aux matières en solution (acide humique par exemple)
Fe et Mn divalent (à l'état dissous)	Généralement absents sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.	Généralement présents Sensiblement
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.	Constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
CO ₂ agressive	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité.
Oxygène dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées.	Absent dans la plupart du temps.
H ₂ S	Généralement absent.	Souvent présent
NH ₄	Présent seulement dans les eaux polluées.	Présent fréquemment sans être un indice
Nitrates	Peu abondant en général	systématique de pollution bactérienne
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton.	Ferme bactéries fréquentes

4. Cycle de l'eau

L'eau recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (Lelerc et *al.*, 1977). La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux.

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit: directement par ruissellement ou indirectement par infiltration: Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences (Vilagines, 2000). (Fig.1)

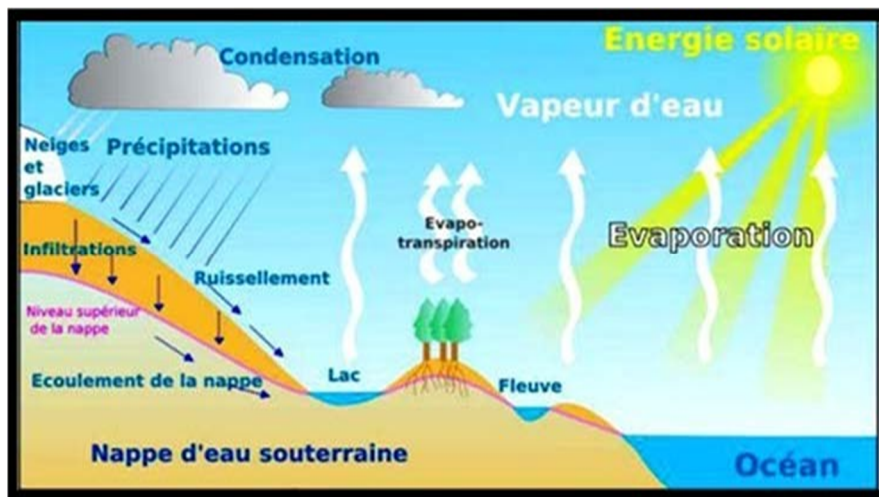


Figure n°01: Les différentes phases du cycle de l'eau (Mouffok, 2008).

5. Différents types de puits

a. Puits forcés à la sondeuse

Un puits forcé à la sondeuse comporte un tubage de faible diamètre, soit de 10- 20cm. Les puits à la sondeuse peuvent être alimentés en eau à partir d'aquifères de morts terraines ou d'aquifères du substratum rocheux. Les puits de morts terraines comprennent les puits construits dans les aquifères de morts terraine (la couverture de sédiments au-dessus de la roche solide est souvent appelée le morts – terrain), constitués le plus souvent de sable et de gravier, mais également les puits construits dans le limon et l'argile (Simpson et *al.*, 2007).

b. Puits à pointe filtrante

Les puits à pointe filtrante et les puits forçés ont un tubage de faible diamètre, celui-ci allant de 2,5 à 5 cm. Les puits à pointe filtrante sont des aquifères de sable et de gravier et sont soit forçés, soit exécutés par lançage (enfoncés dans le sol à l'aide d'un jet d'eau sous

pression). Les puits à pointe filtrante ne sont pas généralement construits que dans des sols non consolidés (renferment peu ou pas de pierre) et là où la nappe phréatique est peu profond (Simpson et *al.*, 2007).

c. Puits de grande diamètre

Les puits de grand diamètre sont en général construits avec des tuiles de béton préfabriquées ou des tuyaux d'acier galvanisé ondulé ayant des diamètre de 60 à 120 cm . Le cuvelage des vieux peut aussi être en brique, en pierre ou même en bois , des revêtement qui sont très vulnérables aux infiltrations par les eaux de surface qui s'immiscent à travers la partie du tubage située au-dessus de la nappe d'eau souterraine .

Les puits creusés, auparavant creusés au pic et à la pelle , le sont maintenant à l'aide de matériel d'excavation . Ils dépassent rarement 9m de profondeur. Les puits forés à la tarière , construits à l'aide de foreuses, ont une profondeur de 15m en moyenne, celle-ci pouvant toutefois aller jusqu'à 30m (Simpson et *al.*, 2007).

6. Désinfection de puits

La désinfection est basée sur l'utilisation de chlore. Le chlore a pour avantage d'être disponible un peu partout, il est simple à doser et à utiliser, et se dissout rapidement dans l'eau. En contrepartie, il s'agit d'une substance dangereuse doit être stocker et manipuler avec prudence et il est inefficace contre certains kystes, tels que le cryptosporidium qui est un protozoaire responsable d'une grande partie des maladies diarrhéiques à travers le monde (OMS, 2013).

CHAPITRE II :
POLLUTION DE L'EAU

1. Qualité de l'eau de consommation

La qualité de l'eau potable est évaluée à partir des critères de qualité. L'eau est considérée souvent comme un symbole de pureté, elle est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et est soumise aux normes de qualité les plus sévères (Defranceschi, 1996 ; Mddefp, 2013).

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).

1.1. Qualité des eaux souterraines

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (Unicef, 1999), la qualité naturelle de l'eau souterraine ne concerne pas seulement les aspects sanitaires et techniques de l'eau potable. Il faut se souvenir en particulier que l'eau des nappes alimente les rivières et que, par conséquent, certaines propriétés chimiques et microbiologiques des eaux souterraines peuvent avoir des incidences sur la vie aquatique (Collin, 2004).

1.1.1. Qualité physico-chimique des eaux des puits

1.1.1.1. Température

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels et dans la détermination du pH, pour la compréhension de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques (Rodier et *al.*, 2005).

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).

1.1.1.2. 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).

1.1.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (Rodier et *al.*, 2009).

La conductivité à la plupart du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Bremaude et *al.*, 2006).

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

Tableau n°02: Qualité de l'eau en fonction de la conductivité

Conductivité électrique	Qualité de l'eau
de 50 à 400 µS/cm	Qualité excellente
de 400 à 750 µS/cm	Bonne qualité
de 750 à 1500 µS/cm	Qualité médiocre mais eau utilisable
Conductivité > de 1500 µS/cm	Minéralisation excessive

1.1.1.4. Résidus secs

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes et en suspension non volatiles (le taux des éléments minéraux), obtenues après une évaporation d'eau (Berne et *al.*, 1991). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût. Selon les quantités recueillies, elles sont classifiées comme suit:

Tableau n°03 : Qualité de l'eau en fonction de résidus sec

Résidu sec	Qualité de l'eau
Plus de 1500 mg/l	Eau riche en sels minéraux
Entre 500 et 1500 mg/l	Eau moyennement minéralisée
Entre 50 et 500 mg/l	Eau faiblement minéralisée
Résidu sec < 50 mg/l	Eau très faiblement minéralisée

1.1.1.5. Chlorures

Le chlorure est un sel mobile, non toxique, très répandu dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl₂) ,(Chaoui, 2007). 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 *al.*, 2014).

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et *al.*,2005).

1.1.1.8.Manganèse Mn⁺²

Le manganèse est un oligo-élément indispensable à notre organisme, cet élément ne présente donc aucun danger pour la santé publique. Suivant son degré d'oxydation, le manganèse se présente sous forme suivantes :

⁺² : Mn II : L'ion manganoux Mn⁺² sous forme dissoute.

⁺³ : Mn III : Mn²O₃ sesquioxyde de manganèse qui n'existe que sous forme de précipité.

⁺⁴ : Mn IV : L'ion manganique Mn⁺⁴ sous forme dissoute et le précipité de dioxyde de manganèse MnO₂ (Cardot, 1999).

1.1.1.9. Calcium Ca⁺²

Le calcium est un métal alcalino- terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa présence en grande quantité peut être due à la dissolution du gypse. Le calcium est le composant majeur de la dureté de l'eau. Cependant, une eau chargée en sels de calcium est dite « dure » et une pauvre en cet élément est dite « douce » (Potelon et *al.*,1998).

1.1.1.10. Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène dissous est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques (Gharbi , 2019).

1.1.1.11. Matière Oxydable (MO)

Les MO susceptible d'être rencontrées dans les eaux sont constitués par les produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes (Gharbi ,2019).

1.1.1.12. Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence des carbonates et hydroxydes (Rodier et *al.*, 2009).

1.1.1.13. Dureté TH

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca^{++} et Mg^{++} à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle en est riche (Ledler, 1986).

2. Normes de la qualité de l'eau

Les normes physico-chimiques se présentent dans le tableau suivant :

Tableau n°4: Normes physico-chimiques des eaux souterraines (NA, 1992 ; OMS, 1994 ; JORA, 2011).

Paramètre physicochimique	Unité	Normes OMS	Normes Algériennes
Température	°C	/	25
pH	/	1-8.5	6.5-9
Conductivité électrique à 20°C (CE)	µS/cm	/	2800
Turbidité	NTU	5	5
Oxygène dissous	mg/l	5	5
Chlorures	mg/l	/	500
Dureté Totale	mg/l	500	200
Nitrates	mg/l	50	100
Nitrites	mg/l	/	0.1
Calcium	mg/l	/	200
Magnésium	mg/l	/	150
Résidus secs	mg/l	/	1800

Tableau n°5: Normes bactériologiques des eaux souterraines (JORA, 2017) Les normes microbiologiques se présentent dans le tableau suivant :

Paramètres bactériologiques	Unités	Normes Algériennes
Germe totaux	germe /100ml	00
Germe fécaux	germe /100ml	00
Clostridium sulfite réducteur	germe /20ml	00
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	germe /100ml	00

2.1. Qualité bactériologique

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution : Les germes totaux et les coliformes qui vivent normalement dans les intestins humains et animaux, les bactéries indicatrices de contamination fécale sont les coliformes connus sous le nom d'*Escherichia coli* (*E. coli*), les

Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito- réducteurs. Elles se multiplient très facilement et sont utilisées généralement comme germes tests de contamination fécale (Ahonon, 2011).

- **Coliformes totaux**

Les coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Le terme « coliforme » correspond à des microorganismes en bâtonnets, aéro-anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant, oxydase négatif, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices et capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37°C (Rodier, 2005).

- **Coliformes thermo tolérants (ou fécaux)**

Les coliformes thermo tolérants forment un sous-groupe de bactéries de coliformes qui fermentent le lactose à une température comprise entre 44 à 45 °C pendant 24 heures.

Ce groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacterfreundii*, *Entérobacteraerogènes*, *Klebsiella*...etc.), la souche type est *Escherichia coli* (Rodier, 1996).

Les coliformes fécaux ne se trouvent que chez les animaux, ce qui fait d'eux un indicateur intéressant. Leur présence dans l'eau exprime donc nécessairement une contamination fécale (Diop, 2006).

- **Genre *Escherichia***

Le genre *Escherichia* comprend cinq espèces: *E. coli*, *E. fergusonii*, *E. hermannii*, *E. vulneris*, et une espèce très rare isolée des blattes: *E. blattae*. Ces espèces sont différenciées sur la base de l'hybridation ADN/ADN et par leurs caractères biochimiques respectifs. (Leminor et al., 1989).

Leur présence dans l'eau signifie que cette récente est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes. Bien que la plupart de ces bactéries ne soit pas pathogènes (FNS, 2013).

- **Clostridium Sulfito-Réducteurs**

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolée ou en chaînette, mobile réduisent le sulfite de sodium en sulfure (Bourgeois et al., 1991).

- ***Pseudomonadaceae***

La famille des *Pseudomonadaceae* renferme des bacilles Gram négatif, mobiles par une ciliature polaire (rarement immobile), chimio- organothrophes et aérobies stricts. (Leminor et

al.,1989)

P. aeruginosa : Sur le plan médical *P. aeruginosa* est présentée comme une bactérie «Pathogène opportuniste » qui ne détermine des maladies que chez des sujets immuno-déprimés ou bien après inoculation agressive ; ces infections à *P. aeruginosa* sont remarquablement polymorphes dans leur expression clinique et dans leur localisation. (Leminor et *al.*,1989)

3. Pollution de l'eau

La pollution est une modification généralement causée par l'homme dans la qualité de l'eau, qui la devient impropre ou dangereuse à la consommation humaine ou à différents usages (Vaillant,1973) .

4. Sources de pollution

La pollution d'origine domestique provient des activités humaines de tous les jours (bains, excréments, préparation des aliments, lessive et vaisselle). À travers ces activités, l'homme rejette des polluants biologiques, urinaires et fécaux (Rodier et *al.*, 1991).

4.2. Pollution agricoles

La rive du fleuve est à vocation agricole. En effet, différents types de cultures essentiellement céréalières, pommes des terres sont pratiqués dans la région pour parvenir à l'autosuffisance alimentaire de la population (Kane, 1985).

Les agriculteurs utilisent divers produits phytosanitaires et engrais pour améliorer leur rendement ou du moins pour subsister pour la majorité. L'usage de ces produits engendre une pollution chronique toxique (organochlorés, organophosphorés et organométalliques) et diffuse tout le long du fleuve. Les rejets de périmètres irrigués vont directement dans le fleuve ou sont évacués à côté de ce dernier. Cette attitude ne permet pas de protéger le fleuve car le lessivage est important en période de pluie (Kane,1985).

4.3. Pollution industriels

Elle est provoquée par les rejets d'eau résiduaires d'origine industrielle susceptible de contenir une infinité de substances plus ou moins biodégradable (Goujous,1995). Les polluants d'origines industrielles sont très variés selon le type d'activité ; substances organiques ou de synthèse, hydrocarbures, sels minéraux, métaux lourds. Ces produits sont exceptionnels mais trop souvent chroniques dans le cas des fuites de réservoirs ou de canalisation (Beauchamp, 2006).

5. Classification de la pollution

5.1. Pollution biologique

Ce type de pollution est fréquemment le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et

de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre restez longtemps dans l'eau. Toutefois l'eau peut abriter des bactéries, mycètes, protozoaires, des virus (Regnault, 1990).

5.1.1. Pollution bactérienne

Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans l'eau, on distingue :

- ✓ Les germes banals : les bacilles coliformes, les protéus
- ✓ D'autres bactéries : les Staphylocoques, les spirobacterictérogène, les pasterelle tularensis(Bouziani, 2000).

5.1.2. Pollution virale

On connaît plus de 100 types de virus pathogènes regroupés sous le nom de virus entériques, ils appartiennent à plusieurs familles et genres ; ces virus entériques sont retrouvés dans les eaux usées avant de contaminer le milieu naturel. (Bouziani, 2000).

Tableau n°6: Les différents virus pathogènes pour l'homme rencontrés dans l'eau (OMS,2000).

Groupes de virus	Nombre de types	Maladies provoquées
Entérovirus :		Paralysie, méningite, fièvre Méningite, infections respiratoires, éruptions cutanées, diarrhée, fièvre, gastro-entérite
Poliovirus	3	
Echovirus	32	
Hépatite A	1	Hépatite A
Réovirus:		Pathologie incertaine Infections respiratoires, infections oculaires infection latente à la suite de l'intégration de l'ADN dans le génome cellulaire
Adénovirus	3	
Parvovirus (virus adéno satellites)	41	
	3	

5.2. Pollution physique

C'est une pollution qui est due à la présence de matières en suspension parfois de colloïdes, elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Leroy, 1999).

5.3. Pollution chimique

Due à des substances en solution, se traduit par une modification de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique tandis que le corps dissout est un poison (Leroy, 1999).

5.4. Pollution radioactive

Elle est souvent due à la proximité d'une centrale nucléaire, reste négligeable même si elle est la plus redoutée (Leroy, 1999) .

***CHAPITRE III : RISQUES
LIES A L'EAU ET SON
TRAITEMENT***

1. Maladies à transmission hydrique (MTH)

Les risques induits par l'eau de boisson peuvent être divisés en trois catégories : les risques à court terme, moyen terme et long terme. Le risque à court terme correspond au risque pris en ne buvant qu'un seul verre d'eau, il est exclusivement microbiologique. Les risques à moyen et long terme sont liés à la consommation régulière et continue durant des semaines, des mois, même des années d'une eau contaminée chimiquement (Montiel, 2004).

Les maladies à transmission hydrique se définissent comme toute maladie affectant un individu par l'intermédiaire de la consommation d'eau non buvable (Bougherb et al., 2019).

Elles font partie des maladies infectieuses les plus préoccupantes observées au sein des populations des pays en croissance, d'après OMS et l'UNICEF « les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine dont le poids se fait de plus en plus lourd, tuant plus de 5 millions de gens chaque année (10 fois le nombre de personnes tuées par les guerres) 2,3 milliards de gens souffrent de maladies dues à une mauvaise qualité de l'eau (Somé et al., 2014).

Ces maladies proviennent de la pollution humaine ou animale par des excréments et de la pollution chimique (Somé et al., 2014). La voie de contagion par les maladies hydriques est la voie féco-orale (Servais et al., 2009).

Ces micro-organismes peuvent être : des bactéries pathogènes ou opportunistes, Des protozoaires, des parasites et des virus sont également impliqués (Boucenina, 2018).

Les maladies d'origine hydrique comportent les diarrhées infectieuses en particulier choléra et shigelloses, fièvre typhoïde, gastro-entérite, maladies diarrhéiques, hépatites virales A et E, les poliomyélites (Hedahdia et al., 2016), (Aubry et al., 2011).

1.1. Maladies d'origine bactérienne

Les bactéries pathogènes responsables des maladies d'origine hydrique sont présentes dans le tableau 07

Tableau n°07 : Les bactéries pathogènes responsables des maladies d'origine hydrique

Bactéries	Pathologies
<i>Vibrio cholera</i>	La maladie du choléra est une infection intestinale aiguë qui commence par une diarrhée aqueuse indolore, des nausées et des vomissements. La plupart des sujets affecté ont une diarrhée très bénigne ou une infection asymptomatique, Le choléra est causé par la bactérie <i>Vibrio cholera</i> Les gens sont infectés après avoir consommé des aliments ou des eaux qui ont été contaminés par les selles des personnes infectées (Aubry, 2014).
Salmonelles	Les Salmonelles sont responsables d'un certain nombre de pathologies dont les plus graves sont: les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes (Berche et <i>al.</i> , 1988).
Dysenterie bacillaire	L'infection est caractérisée par une diarrhée sanglante extrêmement abondante résultant de l'invasion de la muqueuse intestinale par <i>Shigella dysenteriae</i> et <i>S. flexneri</i> (Soumare et <i>al.</i> ,1997).

1.2. Maladies d'origine virale

Les Virus pathogènes pour l'homme rencontrés dans l'eau sont présent dans le tableau suivant :

Tableau n°08 : les Virus pathogènes pour l'homme rencontrés dans l'eau (OMS, 2000).

Virus	Pathologie
Poliovirus	La poliomyélite est une maladie causée par des poliovirus appartenant au genre Entérovirus, due à un poliovirus sauvage Il y a trois stéréotypes différents de poliovirus sauvages (PVS1, PVS2, PVS3), se transmet par l'intermédiaire de la nourriture et de l'eau contaminées par les matières fécales (excréments) des personnes infectée (Aubry P, 2014).(Bodian et <i>al.</i> ,1949) Paralysie, méningite, fièvre (OMS, 2000).
Coxsakiés	Les virus Coxsakiés A et B sont responsables de paralysies accompagnées de fièvres, d'affections respiratoires ou cardiaques(syndromes main-pied bouche) (OMS, 2000).
Hépatite A et E	Le virus de l'hépatite A (VHE A) et E (VHE) se transmet en général par voie fécales orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Il peut aussi se propager lors de certain es pratiques sexuelles (OMS, 2012).

1.3. Maladies d'origine parasitaire

Il existe deux types de parasites présents dans le milieu hydrique : leshelminthes et les protozoaires. (Bouziani, 2000).

Tableau n°09 : Les différents types des parasites

Les helminthes	Les protozoaires
<p>Les helminthes représentés par exemple par l'Ascaris et le Tænia, pouvant être transmis par l'eau de boisson sont regroupés en trois grandes catégories : Les trématodes, les cestodes (ténias), et les nématodes (vers ronds).</p> <p>Les helminthes, leurs œufs et leurs larves ne sont pas éliminés par la désinfection, par contre ils le sont par la filtration (Campos, 2008)</p>	<p>Ce sont des micro-organismes unicellulaires eucaryotes, Les formes infectantes des Protozoaires passent souvent sous forme de kystes dans les matières fécales, Entamoeba histolytica C'est la forme la plus virulente, responsable des formes cliniques graves (dysenterie amibienne et abcès hépatite). La contamination se fait par l'ingestion des kystes (eau, aliments souillés, maladies des mains sales) (OMS, 1998).</p>

2. Risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau

Les humains ont constaté qu'une grande partie des besoins en minéraux en eau boire. Habituellement, la présence excessive de certains éléments entrainera provoquer directement ou indirectement des effets néfastes sur la santé. Ces effets ne se produisent généralement qu'à moyen ou long terme et peuvent diverses formes, telles que cancérogénicité, mutagénicité, maladie métabolique (Savary, 2010).

Dans une perspective à moyen terme, la pathologie causée par le fluor a été déterminée, qui est la fluorose des dents pouvant émerger à partir de 4 mg/l, Fluorure ou nitrate il devient nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer une conversion de l'hémoglobine dans le sang à la méthémoglobine, qui ne convient pas pour fixer l'oxygène. Ce phénomène cause une anémie, en particulier chez les bébés (Laferrière et al., 1995).

Par conséquent, en générale, les risques chimiques peuvent être liés à l'eau brute, lors du traitement de l'eau (dérivés de coagulants, désinfection), ou en raison de contaminants dans le pipeline (par ex : que le plomb, l'amiante et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (Hartemann, 2004).

3. Evaluation des risques hydriques

3.1. Evaluation des risques chimiques

L'évaluation des risques chimiques est principalement utilisée pour déterminer les normes ou les recommandations de qualité de l'eau potable. Par ici il peut également être utilisée au –

delà de la norme pour déterminer l'importance et type d'action pour protéger la santé des personnes nues .D'abord l'étape couramment utilisé dans l'évaluation des risques consiste à déterminer si une substance il a été étudié comme cancérigène, si il existe des preuves suffisantes pour prouver (cancérogène certain ou possible pour l'homme). Sur la basede ces données, nous avons réalisé un moyen de rendre possible la concentration maximale dans l'eau (OMS, 1994).

3.2. Evaluation des risques microbiologiques

Pour évaluer ces risques un certain nombre d'indicateurs de contamination fécale ont été retenus. On cite les organismes coliformes qui sont les Coliformes totaux et les Coliformes fécaux (thermo tolérant), les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs (Hartemann, 2004).

4. Traitement de l'eau

Le traitement biologique des eaux est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes, ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats). Il est ainsi possible d'utiliser systématiquement cette microflore dans un processus contrôlé pour réaliser l'épuration des eaux résiduaires (Dhaouadi , 2008 et Metahri, 2012).

4.1. Traitement physico-chimique

4.1.1. Traitement

Les eaux brutes doivent généralement subir avant leur traitement, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérateur uniquement physique ou mécanique, le prétraitement peut comprendre l'opération :

- Le dégrillage principalement pour les déchets volumineux.
- Le dessablage pour les sables et graviers.

Le dégraissage déshuilage ou d'écumage-flottation pour les huiles et les graisses (Metahri et al., 2012).

4.1.2. Pré-oxydation

A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension, et des matières organiques en solution. Celles-ci n'ont en elles-mêmes rien de dangereux, car il nous arrive souvent de consommer de l'eau en contenant

tels que : le thé, le café ou le lait. Ces produits sont des eaux chargées en matières organiques, mais on sait qu'elles s'oxydent spontanément en contact avec l'air. On va donc les détruire par une pré-oxydation qui peut être faite par trois méthodes différentes : l'ajout de chlore (pré-chloration), l'ajout de dioxyde de chlore ou ajout d'ozone (pré-ozonation) (Graini,2011).

a) Pré-chloration

La pré-chloration s'est surtout développée dans les années 60, elle tend à disparaître actuellement. Le chlore est le réactif le plus économique, mais son inconvénient est de former avec certains micropolluants des composés organochlorés de type chloroforme ou des composés complexes avec les phénols de type chlorophénol dont le goût et l'odeur sont désagréables (Valentin ,2000 et Raini, 2011).

b) Dioxyde de chlore

On préfère parfois utiliser le dioxyde du chlore qui coûte plus cher mais n'a pas les inconvénients du chlore cités ci-dessus. L'utilisation du dioxyde de chlore présente, lui aussi, des inconvénients non négligeables il est sans effet sur l'ammonium et se décompose à la lumière, ce qui entraîne une augmentation importante de taux de traitement à appliquer en période d'ensoleillement. Le dioxyde de chlore est un oxydant puissant mais pas une solution économique. Il reste très peu utilisé en pré-oxydation mais représente une alternative à l'utilisation du chlore lorsque celui-ci entraîne des problèmes de qualité d'eau (Grain, 2011).

c) Pré-ozonation

Enfin, depuis quinze à vingt ans, on utilise comme pré-oxydant l'ozone, qui non seulement a l'avantage de détruire les matières organiques en cassant les chaînes moléculaires existantes, mais également à une propriété virulicide très intéressante. Généralement utilisée en désinfection finale, cette technique peut être mise en œuvre en pré-oxydation pour : la diminution du taux de traitement, l'amélioration de la clarification, et l'oxydation des matières organiques. La pré-ozonation est une solution de substitution à la pré-chloration. Néanmoins, elle ne résout pas tous les problèmes car certaines algues résistent à l'ozone et son coût reste plus élevé que celui du chlore (Valentin, 2000)

4.1.3. Classification

La clarification par «coagulation-floculation-décantation » est un des procédés les plus utilisés. Il permet l'élimination des matières en suspension. Les matières colloïdales sont coagulées par un apport en sels minéraux (de fer ou d'aluminium). Il y a formation de floes qui entraînent les particules coagulées. Le mode d'action des coagulants a fait l'objet d'un grand nombre de recherches destinées à améliorer le rendement d'élimination des composés organiques (Yves et *al.*, 2010).

Le contrôle de la coagulation est donc essentiel pour trois raisons:

- La maîtrise de la qualité de l'eau traitée en sortie (abattement de la turbidité).
- Le contrôle du coagulant résiduel en sortie.
- La diminution des coûts de fonctionnement (réactifs et des interventions humaines)

(Valentin , 2000 et Graini, 2011).

4.1.4. Filtration

La filtration est définie comme le passage d'un fluide à travers une masse poreuse pour en retirer les matières solides en suspension. Elle représente donc le moyen physique pour extraire de l'eau, les particules non éliminées préalablement lors de la décantation. De façon générale, un filtre aura une longévité entre deux lavages d'autant plus importante que les traitements préalables auront été efficaces (coagulation, floculation, et décantation) (Graini, 2011). et permet d'obtenir une bonne élimination de bactérie, de la couleur, turbidité ...etc (Metahri, 2012).

DEUXIEME PARTIE :
MATERIEL ET METHODS

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie. 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 Saïda et au sud par les wilayas de Laghouat et de Bayadh. Elle s'étend sur une superficie de 20086,62 km² et regroupe 42 communes et plus de 846823 habitants (selon les données du recensement général de la population l'habitat de l'office national des statistiques)

La ville de Tiaret, le chef-lieu, est située comme suit :

- Latitude : 35°23' 17" Nord.
- Longitude : 1°19' 22".
- Altitude en : 1100m.

La wilaya de Tiaret présente trois grandes zones distinctes : une zone montagneuse de l'Atlas tellien au nord, les hauts plateaux au centre et au sud des espaces semi arides.

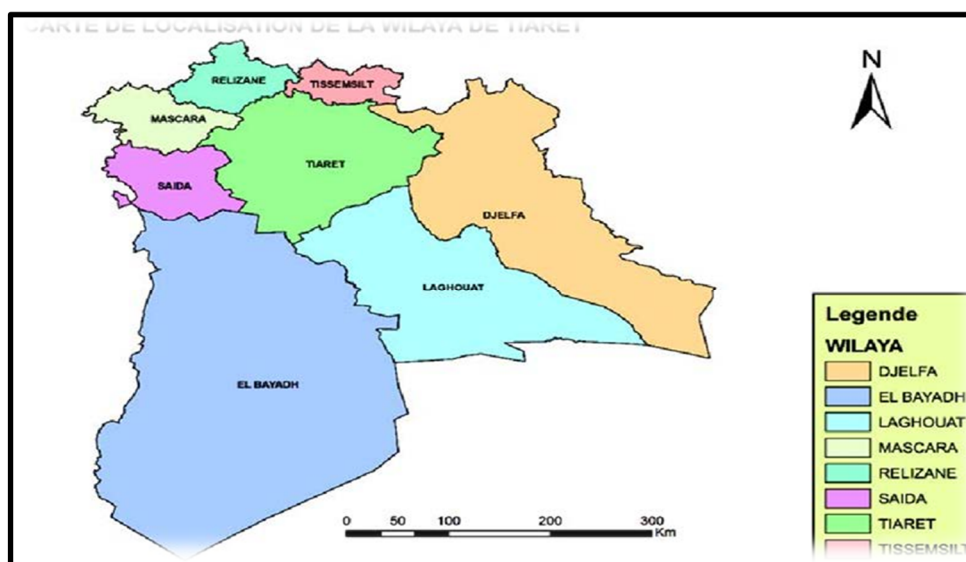


Figure n°02 : Carte de localisation de la wilaya de Tiaret (CFT Tiaret, 2014)

1.2. Synthèse climatique

Le climat de la ville de Tiaret est de type semi-aride, froid et humide en hiver, chaud et sec en été. La hauteur moyenne annuelle de précipitations est d'environ 350 mm se produisant essentiellement en hivers et au printemps. Le régime pluviométrique est irrégulier, ne dépassant pas souvent 450 mm d'eau par an en zones nord et inférieures à 300 mm/an en zones sud de Tiaret.

1.2.1. Diagrammes Ombrothermique

Bagnouls et Gausson en 1953, ont établi un diagramme permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; on admettant que le mois est sec lorsque « P est inférieur ou égal à 2T ».

I.2.2. Détermination du type du climat

Pour déterminer le type du climat nous allons utiliser la formule empirique de MARTONE appelée indice d'aridité annuel «A» qui est fonction des précipitations et des températures.

$$A = P / (T + 10)$$

P : Précipitation moyenne annuelle en mm. T : Température moyenne annuelle en °C.

Selon De MARTONE, si :

A < 5 Le climat est hyper aride. 5 < A < 10 Le climat est très sec.

10 < A < 20 Le climat est sec. 20 < A < 30 Le climat est tempéré.

A > 30 Le climat est humide.

Les résultats sont représentés dans la figure suivante :

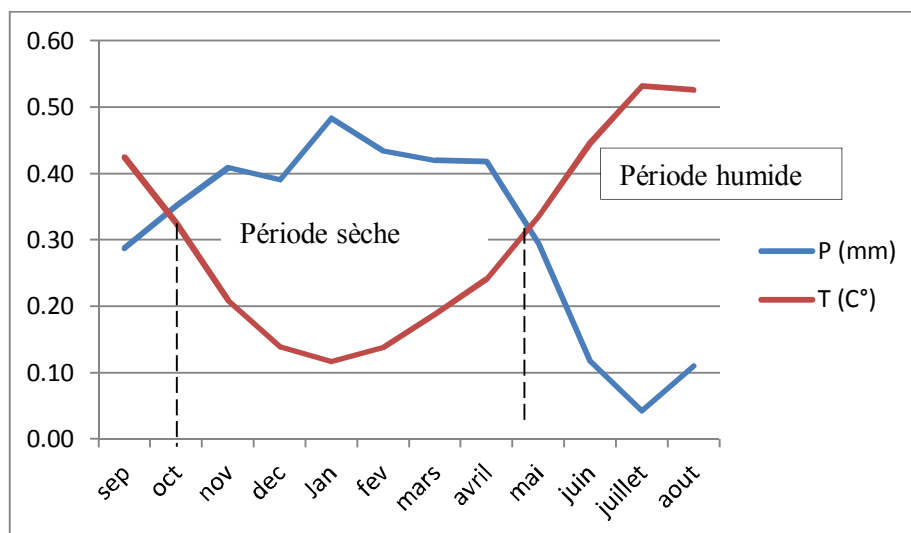


Figure n°03: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (Tiaret 1986 - 2020).

Selon le diagramme ombrothermique (Fig.03), la période humide s'étend depuis le début du mois de mai – septembre jusqu'à la mi-Avril . Les mois de octobre, Novembre , Décembre demeurent les mois les plus secs.

2. Type et période de l'étude

Les paramètres physicochimiques (nitrates, nitrites, calcium et le magnésium) sont réalisés au niveau du laboratoire central de l'Algérienne des Eaux (ADE) et concerné la température, le pH, la conductivité électrique (CE), l'oxygène dissous, la dureté totale, l'alcalinité, la matière oxydable et le chlorure sont réaliser aux niveaux de laboratoire eau et sol de la faculté SNV. Et pour les paramètres microbiologiques c'est aux niveaux de laboratoire microbiologique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de (Tiaret)

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODS

pendant la période de (18 avril jusqu'au 19 mai 2021). Notre étude est basée sur l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux des puits de la wilaya de Tiaret et la détermination de la qualité bactériologique

Echantillonnage

Selon (BCH, 2020) la ville de Tiaret contient au total 2460 puits tel que :

- 1826 sont des puits privés
- 114 sont des puits publics
- 14 sont des puits agricoles
- 9 sources

2.1. Choix des sites

La sélection de ces puits a été faite selon le lieu de prélèvement et le type de puits (individuel) échantillonnage subjective et aléatoire, ils sont répartis comme suit :

Tableau n°10: Répartition des points de prélèvement dans la zone d'étude

	Numéro des puits	Quartiers	Date de prélèvement	Heure de prélèvement
Secteur n°1	P1	Lombar	03.05.2021	15 :04mnt
	P2	La cité Bou henni	03.05.2021 17.05.2021	16 :12mnt 15 :23mnt
Secteur n°2	P3	Zaaroura	03.05.2021 17.05.2021	17 :08mnt 14 :56mnt
	P4	Oued tolba	03.05.2021	17 :22mnt
Secteur n°3	P5	Volani	03.05.2021	15 :33mnt
	P6	Terrain Boumediene	03.05.2121	17 :30mnt
Secteur n°4	P7	Cité Bouabdelli bouabdelaah	20.04.2021 26.04.2021	08 :29mnt 08 :40mnt
	P8	Boulis amar	20.04.2021	13 :09mnt
Secteur n°5	P9	Cité Rahma	19.04.2021	15 :12mnt
	P10	Karmane	20.04.2021 26.04.2021	09 :07mnt 09 :02mnt

Les puits où ont lieu les prélèvements des échantillons d'eau sont au nombre de 10 et sont localisés dans 05 secteur de la ville de Tiaret comme mentionné dans la figure suivante :

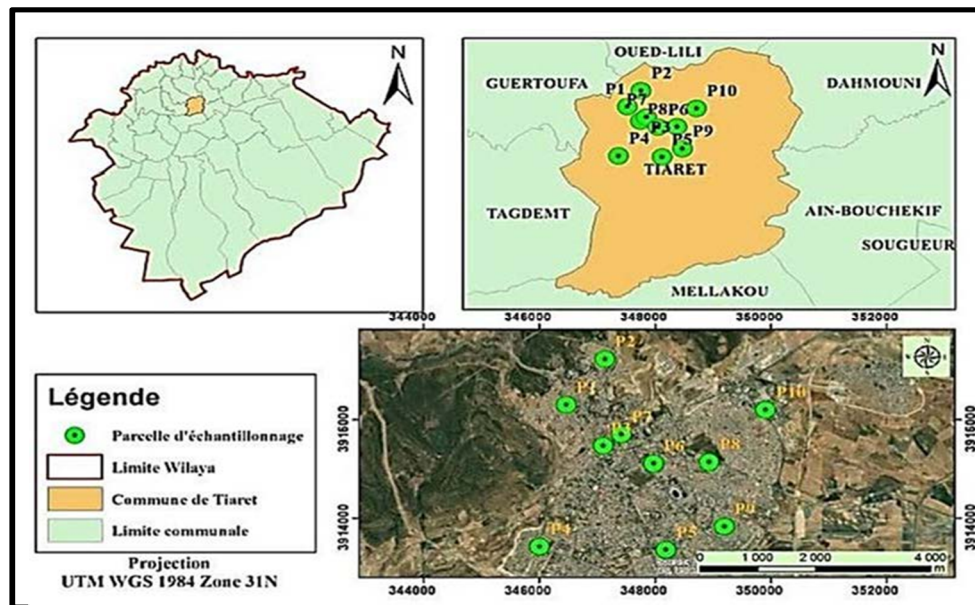


Figure 04 : Localisation des sites d'échantillonnage au niveau de la ville de Tiaret

2.2. Prélèvement des échantillons d'eau

Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate, à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Pour ce faire, il doit satisfaire aux conditions ci-dessous :

- Les échantillons doivent être homogènes et représentatifs
- Les échantillons doivent être recueillis, conservés et expédiés dans des flacons stérilisés adéquats s'il s'agit d'analyse bactériologique
- Le volume recueilli doit être suffisant pour permettre une analyse précise
- Tous les renseignements utiles sur les échantillons doivent être indiqués et le flacon doit être étiqueté correctement pour éviter les erreurs (Rodier et *al.*, 2009).

2.3. Techniques de prélèvement

Les échantillons d'eau nécessaires à l'analyse physico-chimique ont été prélevés selon la méthode décrite par (Rodier et *al.*, 2009) dans des flacons jetables en matière plastique et conservés à 4°C, ensuite analysés dans les 24 heures qui suivent.

Pour le prélèvement d'eau nécessaire à l'analyse bactériologique, les prélèvements sont effectués dans des conditions aseptiques. Les flacons utilisés sont en verre de 250ml, soumis à un lavage et une stérilisation préalable. Pour chaque prélèvement, tous les flacons et toutes les bouteilles portent une étiquette où sont mentionnées les indications suivantes (Rodier, 2005).

- Le nom de puits
- La date et L'heure de prélèvement

2.4. Transport des échantillons

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible.

L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs: Température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau. A cet effet, la circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que « si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C ». Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C (Rodier et *al.*, 2009).

3. Méthodes d'analyses

Les analyses physico-chimiques ont concerné la température, le pH, la conductivité électrique (CE), l'oxygène dissous, la dureté totale, le calcium, le magnésium, les chlorures, l'alcalinité, la matière oxydable, les nitrites et les nitrate. L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. Les germes recherchés sont : les germes totaux, les Coliformes totaux et l'identification d'*Escherichia coli*, la recherche et le dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* avec *Pseudomonas aeruginosa*.

3.1. Analyses physico-chimiques

3.1.1. Mesure de la température

La mesure de la température a été effectuée en plongeant immédiatement le thermomètre dans le flacon d'eau à analyser pendant 5 minutes. La lecture doit se faire à travers les parois du flacon. Généralement, Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent un thermomètre intégré (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Principe

La détermination de la température est relevée directement à l'aide d'un thermomètre digital intégré au conductimètre. Elle est exprimée en °C

3.1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est l'une des mesures que l'on doit effectuer le plus fréquemment, il est relié à la teneur en ions H^+ et aussi à l'acidité et l'alcalinité de l'échantillon. Le pH-mètre est l'appareil le plus utilisé pour la mesure du pH.

➤ Mode opératoire

Brancher le pH-mètre, le laisser se stabiliser pendant quelques minutes, installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil, et :

- Etalonner l'appareil à l'aide d'une solution tampon. Ensuite rincer l'électrode avec de l'eau distillée et avec l'échantillon à analyser,
- Amener l'échantillon d'eau à analyser à la température désirée,
- Plonger l'électrode dans l'échantillon à analyser et lire la valeur de pH directement, Après chaque détermination du pH, on retire l'électrode, on la rince et à la fin de l'expérience, on la laisse tremper dans l'eau distillée (Rodier et *al.*, 2009).

3.1.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) ($1 \text{ S/m} = 104 \mu\text{S/cm} = 103 \text{ mS/m}$). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante: Résistivité ($\Omega \cdot \text{cm}$) = $1000000 / \text{conductivité} (\mu\text{S/cm})$

Pour la détermination de la conductivité, nous avons utilisé un conductimètre multiéléments

➤ Principe

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmentant avec la température et la concentration en sels dissous.

➤ Mode opératoire

D'une façon générale, la verrerie doit être rigoureusement propre et rincée avec de l'eau distillée avant l'usage.

- ✓ On rince 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.
- ✓ La mesure est faite dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.
- ✓ On agite le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Le résultat est donné directement en $\mu\text{S/cm}$ (Rodier, 2005).

3.1.4. Dosage de l'oxygène dissous

➤ Principe

La méthode utilisée pour le dosage de l'oxygène dissous est électrochimique. La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable, engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution. L'appareil de mesure utilisée est l'oxymètre.

➤ Mode opératoire

On effectue le dosage directement en plongeant les électrodes dans l'eau à analyser. Comme toute méthode instrumentale, le résultat est étroitement lié au mode opératoire et il est nécessaire de se reporter à la notice d'utilisation de l'appareil utilisé. La mesure étant basée sur une réduction de l'oxygène qui traverse la membrane, il conviendra en particulier de procéder à une agitation douce et régulière pendant la mesure, pour éviter l'épuisement de l'oxygène au voisinage de la membrane qui conduirait à une mesure erronée. La concentration en oxygène dissous, à la température de mesure, est exprimée en mg/l (Rodier *et al.*, 2009).

3.1.5. Dosage de la dureté totale par titrimétrie à l'EDTA

Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrique à l'EDTA. Cette méthode n'est pas applicable aux effluents et aux eaux de mer et aux eaux ayant une forte teneur en sels. La plus faible teneur qui peut être déterminée est de 0,05mmol/l, donc applicable pour les eaux souterraines, les eaux de surface et les eaux de boisson.

➤ Principe

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel di sodique de l'acide éthylène diamine tétra étique (EDTA) à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique ; le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser.

La somme des ions calcium et magnésium.

➤ Mode opératoire

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml, on ajoute 4 ml de solution tampon et trois gouttes de solution de noir ériochrome T (NET). La solution se colore en violet, le pH doit être de 10. En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODS

goutte lorsque la solution commence à virer du violet au bleu. Après, On vérifie que la coloration change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.

La concentration totale en calcium et magnésium, exprimé en milliéquivalents par litre est donnée par l'expression :

$$\frac{C.V1}{V2} .1000$$

Où

C : est la concentration en milliéquivalents par litre de la solution d'EDTA. V0 : est le volume en ml de la solution d'EDTA

V3 : est le volume d'échantillon (Rodier et *al.*, 2009).

3.1.6. Détermination de l'alcalinité

➤ **Principe**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates carbonate et hydroxydes

Titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogéné carbonates (HCO₃-CO₃-OH-)

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre l'échantillon traite précédemment s'il n'y a pas de coloration.
- ✓ Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange (coloration jaune).
- ✓ Titre avec la solution HCl 0,02 N jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH= 4,3).
- ✓ S'assures qu'un getter d'acide en excès provoque la coloration jaune orangé ou rose orange(pH=4).

Soit v, le volume d'acide versés depuis le début du dosage, retranché de ce volume 0,5ml quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur. (Rodier, 2006)

Expression des résultats :

$$TAC \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{V - 0,5}{5}$$

3.1.7. Résidus secs

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- ✓ Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déversée la dans la capsule.
- ✓ Porter cette dernière à l'étuve à 105°C pendant 4 heures.
- ✓ Laisser refroidir pendant 15 minutes au dessiccateur.
- ✓ Peser immédiatement et rapidement. Expression des résultats :

$$RS = \frac{M_1 - M_0}{V} \cdot 1000 \text{ en mg/l}$$

Avec :

M₀ : la masse de la capsule à vide (mg)

M₁ : la masse de la capsule avec

résidus secs (mg) V : volume de

l'échantillon versé (ml)

3.1.8. Matières oxydables en milieu acide MO

- Prendre 100 ml d'eau analysé

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODS

- Ajouter 5ml H₂ SO₄ dilué et porter à ébullition pendant 1mn
- Ajouter 15ml de KMnO₄ à 0.01N avec 10mn d'ébullition régulière douce
- Ajouter 15ml d'acide oxalique à 0.01N
- Titrer à chaude avec KMnO₄ à 0.01N jusqu'au à coloration rose claire

persiste 15ml à 20secondes

N.B : Un essai à blanc est nécessaire

- Expression des résultats :

$$FS = \frac{(v-v_0) \cdot f \cdot 0,8}{PE(100)}$$

V₀ = ml de KMnO₄ à 0.01N nécessaire pour le dosage du blanc.

V = ml de KMnO₄ à 0.1N nécessaire pour le dosage de

l'échantillon. F = facteur de correction du titre de

KMnO₄ à 0.01N

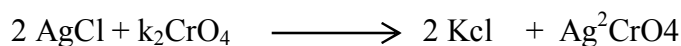
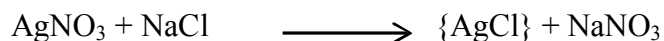
0.8 : 1ml de KMnO₄ à 0.01N correspond à 0.05 d'O₂/l

3.1.9. Dosage d'ion chlorure

➤ Principe

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate

D'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation (Rodier et *al.*, 2009).



➤ Mode opératoire

On prélève 10 ml d'eau à analyser dans un bécher + 40 ml d'eau distille puis ajoute 1 ml de K₂CrO₄, on titre par AgNO₃ jusqu'au virage du couler rouge brique.

Donc il présence CL⁻¹.

N.B : Préparation de solution de Nitrates d'argent 0.02N :

-Nitrate d'argent (AgNO₃ séché) = 1.600 g

- Eau distillée = 500 ml

- Expression des résultats

$$[CL^-] = \frac{V_{NAgNO_3} \cdot V_{AgNO_3}}{V \cdot 0.35,45 \left(\frac{mg}{l}\right)} \cdot 1000$$

NAgNO₃: Normalité

d'AgNO₃, VAgNO₃:

Volume d'AgNO₃

V₀: Volume de l'échantillon.

3.1.10. Dosage des ions calcium

On prélève 10 ml d'eau à analyser dans un bécher +40 ml d'eau distille + NaOH (2ml), 0.2g HSN (produit de Ca²⁺) puis on titre par la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au pourpre (Rodier, 1996).

- Expression des résultats

$$[Ca^{2+}] = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 20 \text{ (en mg/l)}$$

3.1.10. Détermination de la dureté magnésienne (TH_{mg})

La dureté magnésienne est par définition la concentration en sel de magnésium. Elle se déduit de la relation de la dureté totale qui est égale à la somme des deux duretés calcique et magnésienne. TH = TH_{Ca} + TH_{Mg} en mg de CaCO₃ (Rodier et al., 2009).

$$TH_{Mg} = TH - TH_{Ca}$$

3.1.11. Dosage des nitrites (NO₂⁻)

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie (Rodier et al., 2009).

➤ Principe

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1-Naphtyl éthylène diamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesuré à 543 nm.

Mode opératoire

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis on ajoute 1ml du réactif mixte. Ensuite, on attend 10 minutes. Après l'apparition de la coloration rose qui montre la présence du NO₂⁻, on effectue la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à 543nm. Le résultat est donné directement en milligrammes par litre d'eau (mg/l) (ISO 6777, 1994).

3.1.12. Dosage de nitrate par spectrophotomètre UV visible

➤ Principe

En présence de Salicylate de Sodium, les nitrates donnent du paranitro salicylate

de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique (Rodier et *al.*, 2009).

➤ **Mode opératoire**

On ajoute 10 ml d'eau d'échantillons + 3 ou 4 goutte de NaOH + 1ml de silicate de sodium (préparation: 0.05g de silicate de sodium + 10 ml d'eau distillé) .Puis entre dans l'étuve universelle 24 heure, après ajoute 1 ml d'acide + 10 ml nitrate de potassium et après on lire la Dosage de nitrate par spectrophotomètre UV visible l'unité de résultat mg/l (Rodier et *al.*, 2009).

3.1. Analyses bactériologiques

1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et *Escherichia coli* (LORA, 2017)

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les germes coliformes dont les coliformes thermo tolérante, "notamment d'origine fécale".

Elle se réalise en deux étapes :

1. La recherche présomptive des coliformes
2. La recherche confirmative des coliformes et coliformes fécaux

• **Milieux de culture**

- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à double concentration (D/C)
- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à simple concentration (S/C)
- Milieu de confirmation : bouillon de Schubert
- Réactif de kovacs pour la recherche d'indole

•

• **Mode opératoire**

• **1 ère étape Préparation des dilutions décimales**

Les dilutions décimales successives sont préparées pour chaque échantillon à l'aide d'eau distillée stérile.

✓ Elles sont effectuées dans des conditions aseptiques et minutieuses. Les dilution suivent des séries logarithmiques dont les termes sont en progression géométriques : 0.1 ; 0.01; 0.001 ; etc. ...

Dilutions

- ✓ Dilution 10^0 : Consiste à la prise directe de la solution mère.
- ✓ Dilution 10^{-1} : Dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile, on ajoute 1ml d'eau à analyser (10^0).
- ✓ Dilution 10^{-2} : Dans un deuxième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution 10^{-1} à 9ml d'eau distillée stérile.
- ✓ Dilution 10^{-3} : Dans un troisième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution 10^{-2} à 9ml d'eau distillée stérile. (Amirat, 2017)

NB : L'agitation du contenu est nécessaire avant de préparer la dilution suivante

2. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs

A. Milieu de culture

- Gélose viande foie (VF)
- Additifs de sulfite de sodium
- Additifs d'alun de fer

• Mode opératoire

- Introduire dans chaque tube à essai 5 ml d'échantillon d'eau à analyser
- Placer les tubes au bain marie à $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 10 mn, dans le but de détruire toutes les formes végétatives
- Refroidir à $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ puis ajouter 2 gouttes d'alun de fer et 4 gouttes de sulfites de sodium puis remplir les 4 tubes par la gélose viande foie
- Mélanger doucement, en évitant d'introduire les bulles d'air
- Incuber à $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ et procéder à une première lecture après 24 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfito-réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible, Sinon faite une deuxième lecture après 48 heures

• Lecture

Les Clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium.

• Dénombrement

Compter toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre dans chaque tube et on rapporte le nombre total des colonies dans les tubes.

• Expression des résultats :

Exprimer les résultats en nombre de germes par 50 ml. (Lebres et *al.*, 2008)

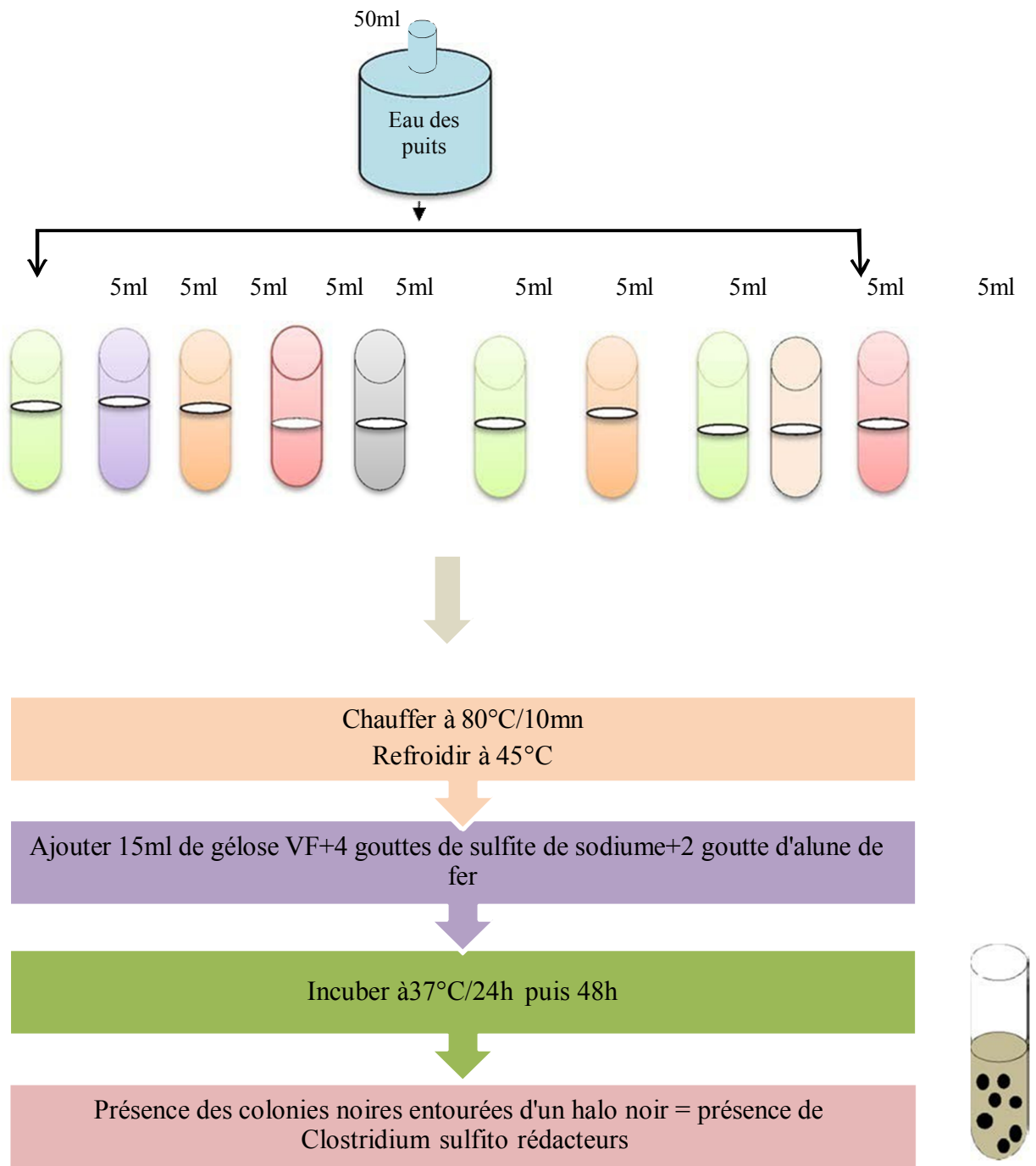


Figure n°06: Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

- A partir de la solution mère, ensemeriser aseptiquement 0.1 ml de l'échantillon à la surface de boîte de pétri
- Incuber les boîte de pétri à 37°C pendant 48h

• **Lecture**

Les Pseudomonas aeruginosa forment des colonies blanc crème.

• **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en nombre des UFC par 1ml (Rodier et *al.*, 2009).

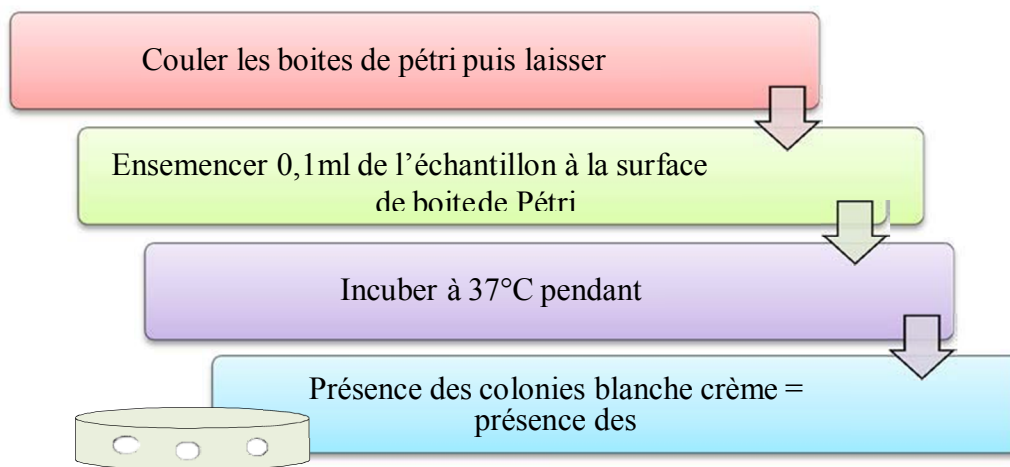


Figure n°07: Recherche et dénombrement des *Pseudomonas aeruginosa*

TROISIEME PARTIE :
RESULTATS ET
DISCUSSION

1. Analyses physico-chimiques des puits étudiés

1.1. Température

La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux, elle permet de corriger les autres paramètres chimiques. (Rodier et *al.*, 2009).

D'après les résultats de mesure de la température (Fig.8), les températures fluctuent entre une valeur minimale entre 13°C pour le point P3 et une valeur maximale de 22(°C) pour le point P10 (fig.8). Ces valeurs sont inférieures et conformes aux normes Algérienne qui sont fixés à 25°C. Les variations de ces résultats sont en relation avec les conditions climatiques.

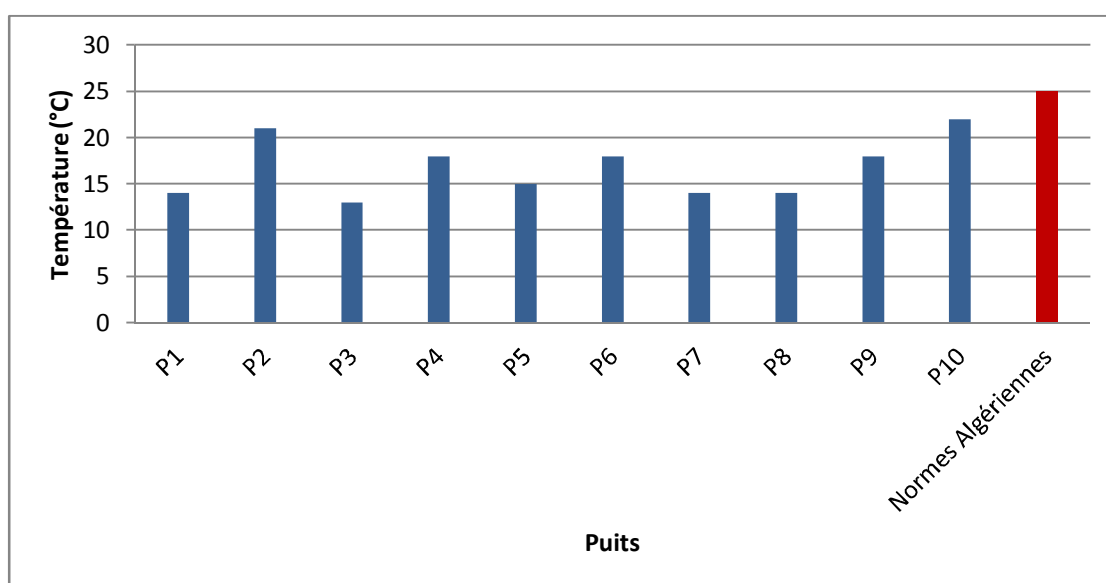


Figure n° 08 : Mesure de la température des points de prélèvement

Nous remarquons que nos résultats dans le point (P7=14°C) sont inférieurs à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 20,1°C dans le P8. Ces valeurs sont inférieures et conformes aux normes Algérienne 25°C (JORA ,2011) ce qui permet de déduire que l'eau des ces puits est de bonne qualité.

D'après les résultats d'Ayad (2017) concernant la température les valeurs obtenues durant les deux périodes d'observations sèche et humide sont conformes et inférieure à la norme algérienne recommandée qui est de 25°C donc elles sont similaires à nos résultats (JORA, 2011).

1.2. potentiel d'hydrogène (pH)

L'un des paramètres les plus importants pour évaluer la qualité de l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés (Rodier, 2005).

Comparativement aux normes Algériennes de la qualité des eaux des puits (fig.9) l'eau est de qualité passable vis-à-vis le pH.

D'après les résultats que nous avons obtenus sur le pH des dix points de prélèvements étudiées, nous remarquons que le pH est compris entre une valeur minimale 6,4 pour le point P8 et une valeur maximale 7,2 pour le point P4 (Fig.09). Ces valeurs sont idéales par rapport aux normes des eaux potables fixée par les normes Algériennes pH= 6,5 à 9 (JORA, 2011), sauf le pH de P8 qui est inférieur à la norme Algériennes ce qui indique que ce dernier est légèrement alcalin e par rapport aux autres puits.

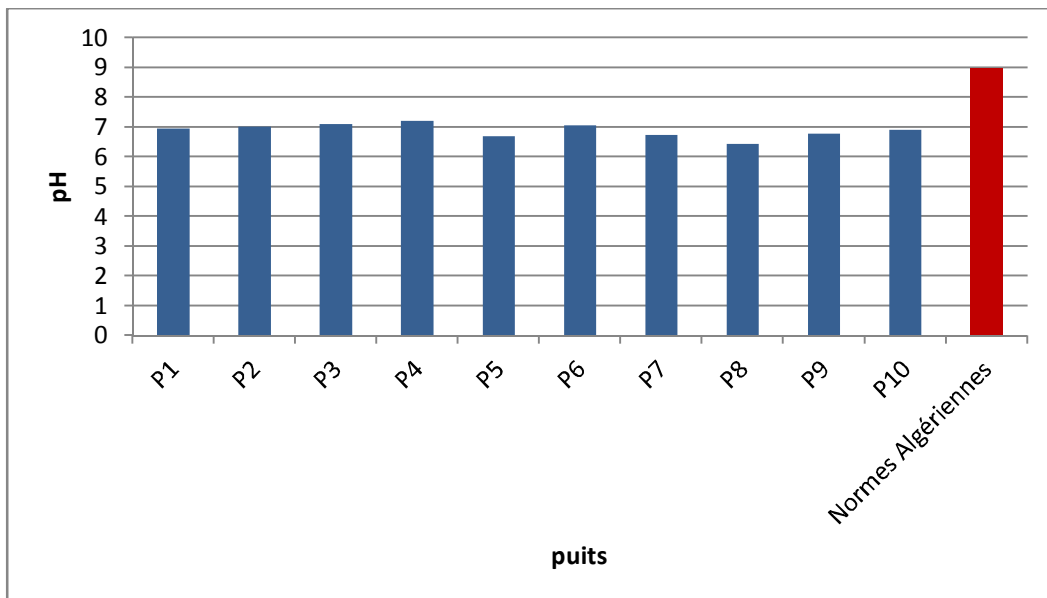


Figure n° 09: potentielle d'hydrogène des points de prélèvement

Nous remarquons que nos résultats dans le point (P7 = 6.7) sont inférieurs à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur pH= 6.98 dans le point P8.

Les valeurs obtenues par Ayad (2017) varient du pH entre 6.8 à 8.2 c'est valeur sont inférieures et conformes aux normes Algériennes et OMS des eaux des puits et qui sont similaires et conformes avec nos résultats.

La valeur du pH est liée à la nature des terrains traversés (Rodier, 1978).

1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée. (Rodier, 2005).

La Conductivité électrique fluctue entre une valeur maximale de 1347 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le point P10 et une valeur minimale de 223 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le point P8.

Nous observons que les valeurs de la conductivité des dix puits (Fig.10) sont inférieures et conformes aux normes Algériennes des eaux qui sont fixées à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (JORA, 2011). Donc ces eaux sont qualifiées de bonne qualité.

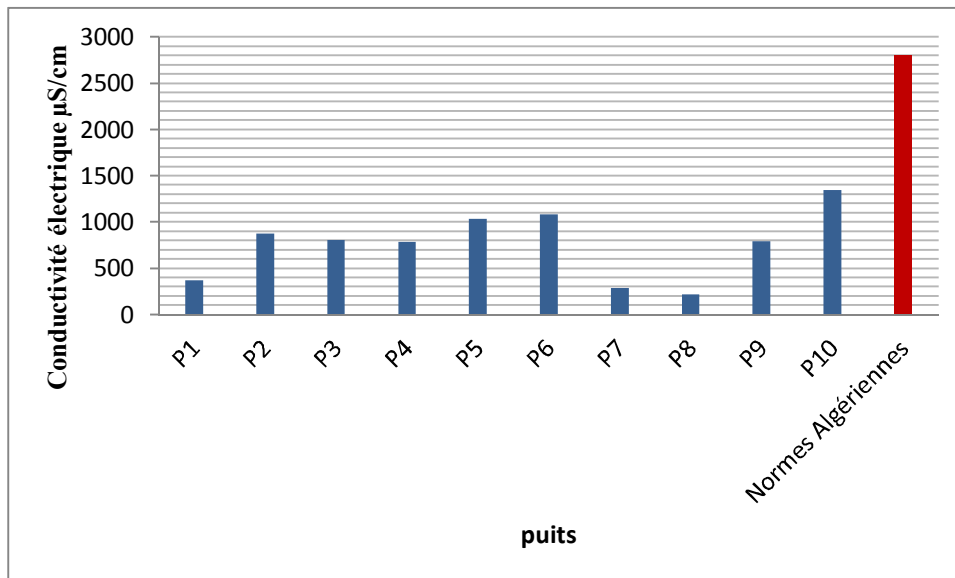


Figure n°10 : Mesure de Conductivité électrique des points de prélèvement

Selon Rodier et *al.* (2009) la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

Nous remarquons que nos résultats dans le point (P7= 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sont inférieurs à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 2060 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans le P8.

D'après les résultats d'Ayad (2017) la conductivité électrique varie entre 218 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 3580 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (puits P18). Cette valeur est largement supérieure aux normes Algériennes recommandées par la potabilité des eaux de consommation.

1.4 Détermination de Calcium (Ca^{+2})

Le Ca^{2+} est présent dans l'eau potable peut avoir des effets bénéfiques comme le blocage de l'absorption des métaux lourds, il accroît la masse osseuse et prévient certain type de cancer «

cancer du côlon chez les humaines » et même faire disparaître les premiers signes de cancer colorectale (Garland et *al.*, 1985). Le Ca^{2+} peut être nocifs pour la santé à des concentrations très élevées car il réduit l'absorption d'autres éléments minéraux essentiels comme le fer (Lipkin et *al.*, 1995).

Les valeurs enregistrées de la concentration en calcium (Tab.9) varient entre une valeur minimale 112,8 mg/l pour le point P2 et une valeur maximale 260mg/l pour le point P10.

Les concentrations obtenues pour les puits 2et4 sont inférieures à la norme Algérienne (<200 mg/l) (JORA, 2011), les eaux de ces 02 points sont qualifiées de bonne qualité. Par contre les points P7, 8 et 10 sont supérieures à la norme Algérienne alors les eaux de ces puits sont de mauvaise qualité et non destinées à la consommation.

Tableau n°11: Dosage du Calcium des points de prélèvement (Ca^{+2})

Point de prélèvement	P2	P4	P7	P8	P10
Calcium (mg/l)	112.8	120.2	316	268	260
Normes Algériennes	200mg/l				

Nous remarquons que nos résultats sont supérieures ($P7 = 316$ mg/l) à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 173,88 mg/l dans le P8.

D'après les résultats de Ayad (2017) concernant les variations de Calcium 80% des puits étudiés présentent des teneurs élevées en Ca^{++} avec des concentrations varient entre 130 mg/l à 760 mg/l .Ces résultats sont supérieures à nos résultats et non conforme aux normes Algériennes fixées.

Selon (Rodier et *al.*, 2009), les eaux qui dépassent 200 mg/l de calcium, présentent des inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation.

1.4. Détermination de Magnésium (Mg^{2+})

Selon Rodier et *al* (2009), le Mg^{2+} est un élément indispensable au métabolisme du corps humaine, car le Mg^{2+} est indispensable à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et sur toute rénales. C'est un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un gout désagréable à l'eau.

TROISIEME PARTIE :RESULTATS ET DISCUSSION

Comparativement aux normes Algériennes de la qualité des eaux des puits l'eau est de qualité passable vis-à-vis le Magnésium sauf le P7 (Tab.9).

D'après (Tab.10) les valeurs enregistrées de la concentration en manganèse varient entre une valeur minimale 40,3mg/l pour le point P2 et une valeur maximale 160.4 mg/l pour le point P7. Les concentrations obtenues pour les puits 2, 4, 8 et 10 sont inférieures à la norme Algérienne (<150 mg/l) (JORA,2011). Par contre le point P7 enregistre une valeur supérieure à la norme Algériennes qui est fixé à 150 mg/l. (JORA ,2011).

Tableau n°12 : Dosage du Magnésium des points de prélèvement

Point de prélèvement	P2	P4	P7	P8	P10
Magnésium (mg/l)	40.3	48.2	160.4	76.8	79.2
Normes Algériennes	150mg/l				

Nous remarquons que nos résultats sont supérieures (P7=160.4mg/l) à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 74.88 mg/l dans le P8.

Ayad (2017) déclare que la concentration de Magnésium dans la majorité des puits dépassent les norme Algérienne , avec des valeurs comprises entre 320 mg/l et 450 mg/l. D'après les études de (Tazi et al.,2001), les concentrations élevées des ions Mg⁺⁺ peuvent provenir de la contamination des eaux par les rejets industriels.

1.5. Détermination des Chlorures (Cl)

La présence de chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés qui résulte de la dissolution des sels naturels, par la dissolution de la sylvite (KCl) et de l'halite (NaCl) Ibrahim (2014).

L'analyse des mesures effectuées montrent que la concentration maximale de chlorures a été enregistrée pour le P10 (496.3mg/l) alors que le point P3 enregistre une valeur minimale de 163.07mg/l (Fig.11).

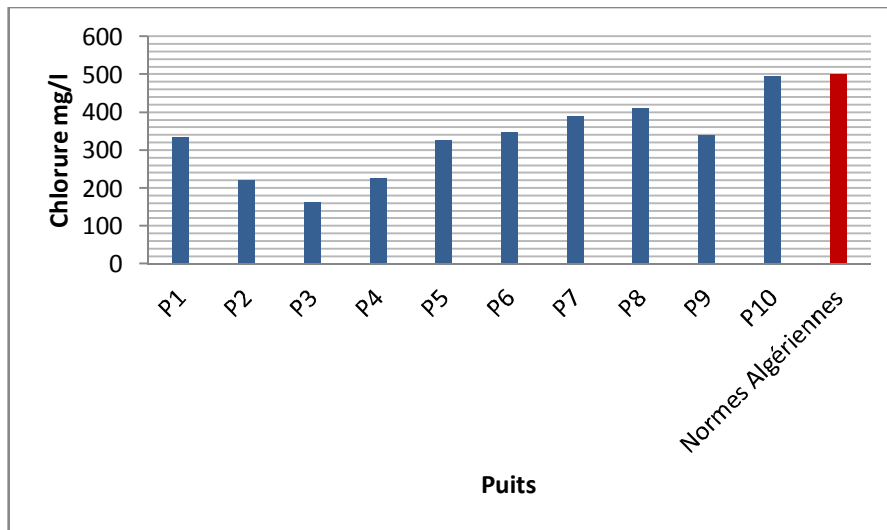


Figure n°11 : Dosage de chlorures des points de prélèvement

Les résultats obtenus montrent que la concentration en chlorures est inférieure aux normes Algériennes 500mg/l (JORA, 2011), les eaux des 10 puits analysées qualifiées de bonne qualité.

Nous remarquons que nos résultats sont supérieures pour le point (P7 = 389.95 mg/l) à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 62,62 mg/l dans le point P8.

D'après les résultats de Ayad (2017) la concentration de Chlorures varier entre 35.5 mg/l et 319 mg/l . En période hivernale, les valeurs oscillent entre 56.8 mg/l à 439 mg/l (en été) . Ces valeurs de chlorures sont considérées similaire à nos résultats

Andrews et *al.* (2009) ont mentionné que les ions de chlorures, à une concentration supérieure à 250 mg/l, altère la saveur de l'eau, ce qui peut entrainer une dégradation de la qualité de l'eau.

1.1. Détermination de l'alcalinité (HCO₃⁻)

Selon Rodier et *al.* (2009) Le titre alcalimétrique complet (TAC) dans les échantillons d'eau analysés est dû essentiellement à la présence des ions bicarbonates (HCO₃⁻), c'est l'indice du pouvoir tampon de l'eau, selon les normes du Titre Alcalimétrique Complete (TAC) requises par les normes Algérienne (TAC < 500 mg/l de CaCO₃) (JORA, 2017).

L'analyse des mesures effectuées montrent que la concentration maximale de l'alcalinité est de 170.8 mg/l pour le point P9 et à 61mg/l pour le point P8 (fig.13).

Comparativement aux normes Algériennes de la qualité des eaux de consommation des puits considéré de bonne qualité.

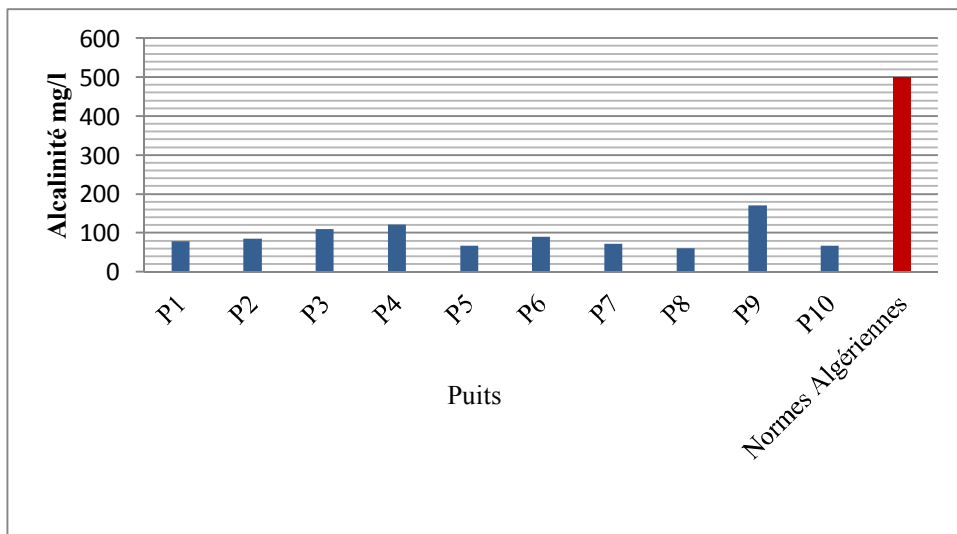


Figure n°12 : Dosage de l'alcalinité des points de prélèvement

Nous remarquons que nos résultats dans le point (P7 = 73.2 mg/l) sont supérieures à ceux qui est trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur de 55.99 mg/l dans le P8.

1.2. Détermination de l'oxygène dissous(O₂)

La concentration de l'oxygène dissous dans l'eau varie en fonction de plusieurs facteurs. (Rodier et *al.*, 2009).

Comparativement aux normes Algériennes de la qualité des eaux probable nous concluons que l'eau des 10 puits de prélèvements est très bonne vis-à-vis O₂ dissous.

Selon (fig.13) des variations importantes de l'oxygène dissous ont été observées entre une valeur minimale de 2.2 mg/L pour le point P3 et une valeur maximale 4.7 mg/l pour le point P6. Cette valeur est inférieure aux normes Algériennes fixées (5 mg/l), (JORA, 2011).

Nous concluons que l'eau des dix puits est de bonne qualité vis à vis l'oxygène dissous.

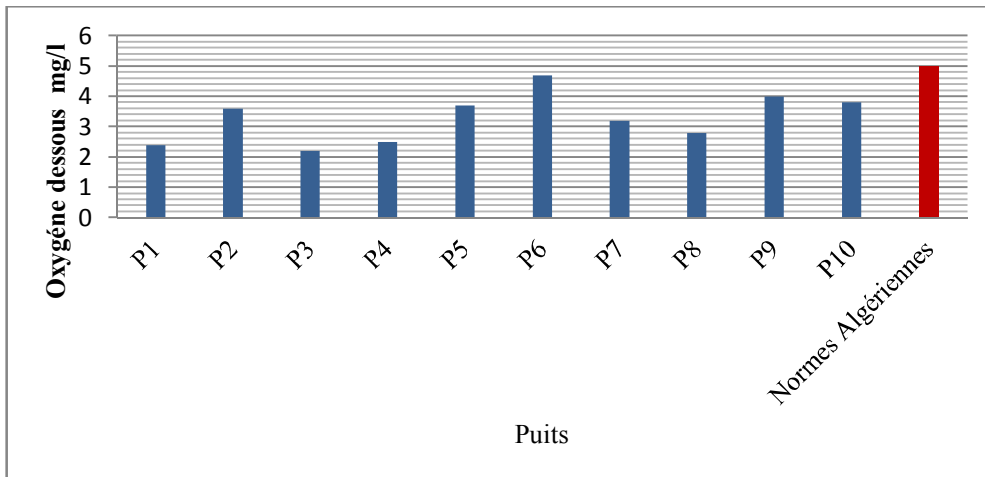


Figure n° 13 : Oxygène dissous des points de prélèvement

D'après les résultats de Ayad (2017) les valeurs d'oxygène dissous sont faibles dans tous les points d'eaux prélevés, les concentrations obtenues sont comprises entre 0.86 mg/l et 2.72 mg/l c'est valeurs sont inférieures à nos résultats.

L'oxygène dissout est un indicateur sur le degré de pollution des eaux (Rodier et al., 2009).

1.3. Détermination de la dureté totale (TH)

Le degré hydrotimétrique (TH) exprime la dureté d'une eau. Cette dernière est due particulièrement à la présence des sels de calcium et de magnésium. (Rodier, 1996).

Le même auteur déclare que la dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et magnésium.

Il y a trois grandes classes de dureté : TH < 15°F : eau douce

TH > 15°F : eau légèrement dure

TH > 50°F : eau très dure. (Rodier, 1996)

$$1^{\circ}\text{F} = 10 \text{ mg/L de Ca CO}_3$$

Comparativement aux normes Algériennes de la qualité des eaux des puits l'eau est de qualité passable vis-à-vis la dureté (fig. 14).

Les valeurs de la dureté obtenue dans les eaux des puits sont comprises entre une valeur minimale 2,9 mg/l pour le point P4 et une valeur maximale 4,9 mg/l pour le point P7

soit

$^{\circ}\text{F}=29$ et $^{\circ}\text{F}=49$ mg/l de CaCO_3 , successivement .Ces valeurs sont inférieures aux normes Algérienne concernant les eaux des consommation (200mg/l) (JORA, 2011).

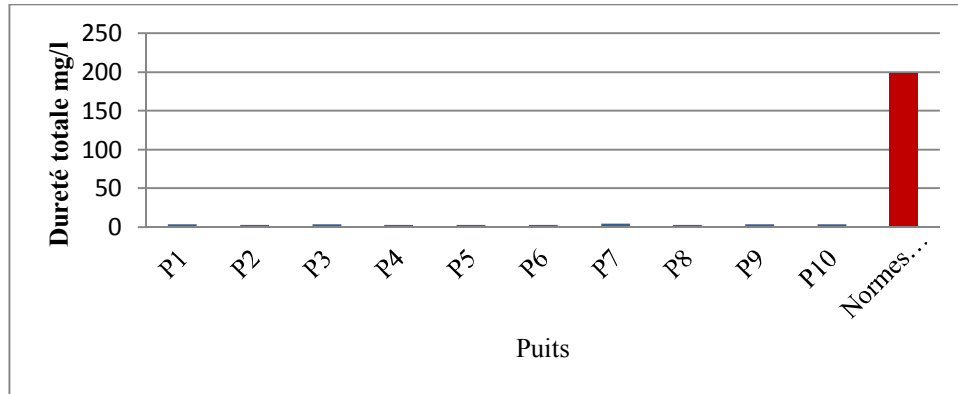


Figure n° 14 : Mesure de la dureté totale des points de prélèvement

Les résultats trouvés par Ayad (2017) montre que les de la dureté dépassent les normes de l'OMS (500 mg/l) varient entre 230 mg/l à 760 mg/l et entre 300 mg/l à 960 mg/l, ces valeur sont supérieures à nos résultats.

1.4. Détermination de Matière oxydable

La matière oxydable est employé pour définir toute matière composée avec du carbone qui associé avec d'autre atomes comme l'hydrogène, l'azote,etc.. La matière organique des eaux superficielle englobe les cellules vivantes ou mortes, animales, ou végétale et toutes les molécules résultant de la décomposition de ces cellules. Michlwain (2005).

La concentration de la matière organique enregistre une valeur minimale 0.5 mg/L pour le point P8 et une valeur maximale1.85 mg/l pour les points P10. Cela signifie que les cinq puits étudiés sont faible en matière organique. Ces valeurs sont largement inférieures aux normes Algérienne recommandées pour la potabilité des eaux (5mg/l) (JORA, 2011).

Tableau n°13:Dosage de matière oxydable des points des prélèvements (puits).

Point de prélèvement	P2	P4	P7	P8	P10
Matière oxydable	3.6	0.8	0.8	0.5	1.85
Normes Algériennes	5 mg /l				

Les puits étudiés sont faible en matière organique. Ces valeurs sont largement inférieures aux normes Algérienne recommandées pour la potabilité des eaux (5mg/l) (JORA, 2011).

Nous remarquons que nos résultats dans le point P7=0.8mg/l est inférieure à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 1.47 mg/l dans le P8.

1.5. Détermination des nitrates NO_3^-

Les nitrates (NO_3^-) sont des ions naturels présents partout dans l'environnement. Ils sont le produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau et, dans une moindre mesure, par les décharges électriques comme la foudre (Beatson, 1978).

D'après la réglementation algérienne (JORA, 2011) il est recommandé pour le cas des nitrates, une valeur de 50mg/l dans une eau destinée à la consommation.

D'après les résultats illustré dans (Tab.12) on constate que la concentration du nitrates enregistre une valeur minimale soit 1.51 mg/l pour le point P7 et une valeur maximale soit 127.62 mg/l pour le point P10.

On remarque que le P4 et P7 sont conforme aux normes Algérienne donc ces eaux sont de bonne qualité.

Par contre P2, P8 et P10 enregistrent des valeurs qui dépassent largement les normes. Ceseaux sont polluées par les nitrates et non destinées à la consommation.

Tableau n°14:Résultats du dosage des Nitrates des points des prélèvements (puits).

Point de prélèvement	P2	P4	P7	P8	P10
Nitrates (mg/l)	86.68	21.47	1.51	121.56	127.62
Normes Algériennes	50mg /l				

Nous remarquons que nos résultats sont inférieures ($P7= 1.51 \text{ mg/l}$) à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 131.71 mg/l dans le P8 qui dépassent les normes Algérienne.

Par conséquent la consommation de cette eau devrait être interdite aux femmes enceintes et aux nourrissons pour prévenir la méthémoglobinémie ou «Baby Blue Syndrome », dans lequel le sang perd sa capacité à transporter l'oxygène en quantité suffisante (Maoudomba et al., 2015).

1.6. Détermination des nitrites NO_2

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Une teneur d'azote nitreux supérieure à 0.10 mg/l peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de décomposition. Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde (Rodier et al., 2009).

Selon le tableau 13, on constate que les points P7, P8 et P10 ,enregistrent des valeurs inférieure aux normes Algériennes fixées (0.1 mg/l) et qui sont successivement 0.06 mg/l , 0.07 et 0.02 mg/l . Alors que, le P4 enregistre une valeur de 0.43 mg/l et le P10 enregistre la valeur maximale soit 3.06 mg/l . La teneur en nitrites pour ces deux puits dépasse les normes Algériennes recommandées pour les eaux de consommation.

Tableau n°15: Résultats du dosage des Nitrites des points de prélèvement

Point de prélèvement	P2	P4	P7	P8	P10
Nitrites (mg/l)	3.06	0.43	0.6	0.07	0.02
Normes Algériennes	0.1 mg /l				

Nous remarquons que nos résultats sont légèrement supérieures ($P7=0.06 \text{ mg/l}$) à ceux trouvés par Rekab (2012) dont il a enregistré une valeur 0.028 mg/l dans le P8.

L'étude de Ayad (2017) montre une variabilité de la teneur en nitrites soit 0.022 mg/l en saison sèche et 0.3 mg/l en saison humide.

La pollution nitrique de ces eaux souterraines étudiées serait due aux déchets des animaux, au fumier ou aux engrais chimiques utilisés dans la fertilisation des terres agricoles avoisinantes aux puits (Lagnika , 2014) (Degbey , 2010).

1.7. Résidus secs

Selon Rodier(2009) le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, sa mesure constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau.

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension. La mesure après filtration correspond à la matière dissoute, selon (Berne et *al.*, 1991) entre 50 et 500 mg/l ; est un eau faiblement minéralisée .

La concentration en résidu sec aux niveaux des dix puits étudiés varie entre 20 mg/l P(7) et 361.6 mg/lP(4) qui indique que ces eaux sont faiblement minéralisées.

Les puits ont une quantité inférieures et il répond à la norme indiquée par la réglementation Algérienne (<1500 mg/l).

Toutes les valeurs des résidus sec enregistrées sont inférieurs aux normes Algériennes (1500mg/l) donc ces eaux sont de bonne qualité et faiblement minéralisées.

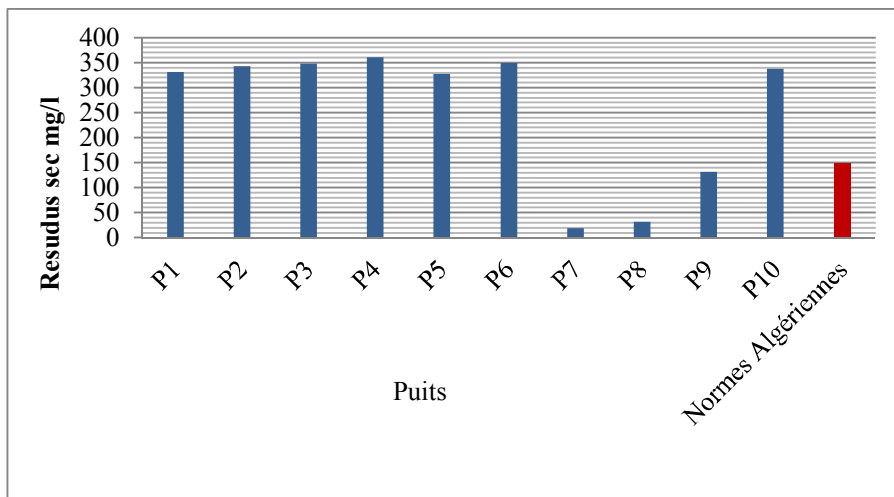


Figure n°15 : Quantité des résidus secs des points de prélèvement

2. Analyses bactériologiques

Les résultats des dénombrements des germes totaux (GT), coliformes totaux (CT), coliformes fécaux, clostridium sulfito-réducteurs (ASR) et *Pseudomonas aeruginosa*, concernant les dix points d'eau choisis dans cette étude sont représentés dans le tableau n°13 le dénombrement des coliformes sur le milieu de culture liquide par NPP se fait par l'application de la loi suivante :

$$NPP [N] = \frac{NPP}{\text{vinoculum}} \cdot Fd$$

En déduire la concentration en microorganisme par ml de produit pur N. NPP : nombre le plus probable obtenu par lecture de la table de Mac GradyV inoculum : 1 ml

Fd : Facteur de la dilution (JORA, 2019).

Tableau n°16:Résultats obtenu pour les paramètres microbiologique.

Paramètre microbiologique	Les puits										Normes Algériennes
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Coliformes totaux à 37C°	93	>1100	93	00	43	43	>1100	00	>1100	09	10UFC/100ml
Coliforme totaux à 37C° 10⁻¹	-	02	43	-	-	-	460	-	00	-	--
Coliforme totaux 10⁻²	-	00	09	-	-	-	23	-	00	-	--
Coliformes fécaux	240	>1100	>1100	00	00	240	>1100	00	>1100	09	00UFC/100ml
Coliformes fécaux 10⁻¹	-	04	04	-	-	-	240	00	00	00	--
Coliformes fécaux 10⁻²	-	00	00	-	-	-	09	00	00	00	--
Clostridium sulfitoréducteurs	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	Présence	ABS	ABS	ABS	00UFC/20ml
Pseudomonas aeruginosa	+	+	+	+	++	+	+++	+	+	+	00UFC/100
Lecture de conformation	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	Non potable	--

2.1. Résultats des coliformes

a. Résultats des Coliformes totaux à 37°C

D'après les résultats enregistré dans le (Tableau n°13), nous avons remarqué que la charge bactérienne en coliformes totaux, varie entre des valeurs moyennes de l'ordre (00 à >1100) ufc/ml.

La plus haute valeur moyenne de charge est enregistrée sur les puits P2, P7 et P9, Alors que la valeur moyenne la plus basse est enregistrée sur le puits P10 avec l'absence des coliformes totaux pour les puits (P4 et P8).

En comparant aux normes prescrites par la réglementation algérienne (JORA ,2017) les valeurs sont supérieure au norme de 10germes/100ml dans les puits (1, 2, 3, 5, et 6) on peut

dire que cette eau contient d'indicateur de pollution qui sont les coliformes totaux. Par contre dans les puits (4 et 8) l'absence totale des coliformes totaux peut être expliquée par l'absence de contamination bactérienne et par contre dans les puits (P7 et P9) il y a un nombre très élevé des Coliforme totaux.

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Chevalier, 2003). Les coliforme totaux sont sensible aux chlore leur présence dans les échantillons dans l'eau peut indiquer l'existence d'un biofilm ou un manque d'efficacité du traitement (Health Canada ,2012).

D'après l'étude menée par (Rekab, 2012) , concernant les résultats trouvés des germes totaux dans les eaux des puits (P8 :Cité Bou bdeli) dans la ville de Tiaret sont inférieurs à nos résultats est compris entre 05 germe/100ml on peut dire que ce taux est négligeable alors ces eaux sont de bonne qualité bactériologique (potables) contrairement à nos résultats; (Figarella et *al.*, 2002).

D'après les résultats trouvés par Chahinez (2020) concernant la présence des germes totaux de puits de Si Abdelghani (Tiaret) montrent que l'eau est totalement exempt des germes totaux contrairement à nos résultats.

D'après les résultats obtenus par Ayachi (2019) montre que les eaux des puits P2, P4, P7 et P14 ne contiennent pas de coliformes totaux contrairement à tous les autres puits analysés qui en renferment avec des concentrations qui varient de 04 CT/100 ml à 1400 CT/100 ml, soit une moyenne de 532.57 CT/100 ml. La concentration de cette flore atteint son maximum (1400 CT/100 ml) dans les puits P5, P9 et P11. Et qui sont supérieure à nos résultats.

D'après l'étude menée par Ayad (2016) concernant la présence des germes totaux montre que les eaux de puits présentes des concentrations élevées des coliformes dont les

valeurs varient entre 3 UFC.100 ml⁻¹ et 11x10² UFC.100 mL⁻¹ . Ces valeurs sont élevées en comparaison avec les normes Algérienne (<10 UFC.100ml⁻¹).

Cette contamination est 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. (El Haissoufi et *al.*, 2011).

D'après nos prospections dans les sites des puits contrôlés, cette contamination serait due au fumier, aux fosses septiques, aux latrines et aux déchets de toute nature existants dans les terrains avoisinants les puits.

b. Résultats des coliformes fécaux à 44°C

Nos résultats sont très supérieures aux valeurs obtenues par les normes Algérienne, la présence des coliformes fécaux dans les puits (1, 2, 3, 6,7 et 9) nous indique que ces puits sont souillés et ,cette présence est due probablement a une contamination bactérienne.

D'après l'étude mené par Ayad (2016) concernant la présence des coliformes fécaux montre que pendant la saison sèche, 68% des puits contrôlés sont dépourvus de ces germes de contamination fécale , alors qu'ils sont présents dans les eaux des autres puits avec des nombres varie entre 4 UFC.100 mL⁻¹ à 93 UFC.100 mL⁻¹. Cette forte concentration en coliformes fécaux (*E. coli*) pendant cette période est proche de celle trouvée au niveau de la nappe d'Abengourou en Côte d'Ivoire (Aka et *al.*, 2013).

L'absence des coliformes fécaux dans le puits P05 d'eau peut être expliquée par l'absence de contamination bactérienne d'origine fécale, qui est due au traitement par le chlore qui inhibe les bactéries pathogènes.

C. Résultats des Clostridium sulfito redecteurs

Les résultats d'analyse obtenu de notre étude indique l'absence totale des Clostridium sulfito réducteur qui correspond au norme algérienne 00/20ml (JORA , 2011) sauf dans le puits P7 ou les dés clostridium sulfito réducteur sont présentes .

D'après les résultats obtenus par Ayachi (2019) concernant la présence des Clostridium sulfito redecteurs montre que 33,3 % des eaux de puits étudiés sont contaminés par les Clostridium sulfito-réducteurs dont le nombre varie de 01 Spore/1ml à 06 Spore/1ml , soit une moyenne de 3,5 Spore/1ml. Des eaux de puits et de la Wilaya de Constantine, nos résultats dans le P7 sont en accord avec ceux qui est trouvés par Ayachi (2009).

Selon Guessoum (2014), la présence des spores des Anaérobies sulfito-réducteurs dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale et en l'absence de bactéries Coliformes, à une contamination ancienne. Elles sont très persistantes et leur présence est un bon indicateur de la vulnérabilité des aquifères et des puits Travel (2006).

Cette contamination pourrait être due à la mauvaise protection de ces (puits à ciel ouvert ou contenant des trous au niveau des parois permettant la pénétration des contaminants, rejets animales et humains), la méconnaissance des règles élémentaires d'hygiène, décharges publique non contrôlées, la pollution avoisinante (élevage des bétails, existence des fumiers et des fosses septiques et des latrines), l'infiltration d'eau de surface et l'absence d'un réseau d'assainissement. Ces causes rejoignent celles détectées dans l'étude menée par (El Haisoufi et *al.*, 2011).

D. Résultats des *Pseudomonas aeruginosa*

Les résultats d'analyses obtenus montrent que la présence de *Pseudomonas aeruginosa* est qui sont supérieure à la norme algérienne 00/100ml (JORA, 2017).

D'après les recherches menées par (Belghiti et *al.*, 2013) sur les eaux des puits dans la région de Meknès, la concentration moyenne de *Pseudomonas aeruginosa* est comprise entre 2.37 UFC/100ml et 2.69UFC /100ml est La forte contamination des puits par les *Pseudomonas aeruginosa* pourrait être expliquée par une pollution fécale d'origine animale ou humaine (fausse septique, élevage de bétails, utilisation des déchets des animaux comme fertilisant pour les terres agricoles avoisinant les puits) (Belghiti et *al.*, 2013)

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES

Aux termes de notre travail, nous nous rendons compte que la réalisation d'une étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des puits de la ville de Tiaret montre que :

Les résultats d'analyse physicochimique des eaux ont montré que les puits étudiés sont trouble, trop salé, avec un pH légèrement alcalin dans le puit 7

En effet, pour les propriétés physico-chimiques étudiées, la plupart des eaux analysées ont des teneurs élevés notamment pour les paramètres suivants : le calcium, le magnésium, nitrates et le nitrite, cette pollution chimique peut être d'origine industrielle, domestique et agricole et font qu'elles ne sont pas recommandées pour la consommation humaine.

Sur le plan bactériologique, la majorité des eaux des puits analysées sont souillées par les germes de contamination fécale et ne peuvent donc pas être consommées, Plusieurs facteurs pourraient expliquer la pollution bactériologique des eaux prélevées et analysées :

- La mauvaise protection des puits
- la pénétration des impuretés par les ouvertures
- La faible profondeur de la nappe phréatique et autant d'éléments qui sont sources de contamination de l'eau de puits.

Le danger de cette pollution chimique et bactériologique constitue sans aucun doute une menace pour les habitants qui puisent l'eau nécessaire de la majeure partie de leurs besoins à partir de ces 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 :

- Mettre en place un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.
- 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.
- Un contrôle permanent des puits.
- Mettre en place un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Ayad W., Kahoul M. (2016).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des puits dans la région d'El-Harrouch (N.E-Algérie). *Material and Environmental Journal*, 7 (4) : 1288-1297.
- Ayad W. (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de skikda) Thèse de Doctorat en Microbiologie. Université Badjimokhtar, Annaba, p 116.
- Ahonon S. (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de la vie, Mémoire de Master, Environnement Eau et Santé, Université de Lome, TOGO, p35.
- Aubry, P. Gaüzere, B.A. (2011).** Les maladies liées à l'eau. Médecine tropicale, Indep.7.
- Alouane H. (2011).** Estimation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Mémoire de Magistère en Ecologie, Burkina Faso, P 9.
- Aubry P. (2013).** Choléra, *Médecine tropicale*, 23 (2) :145-157.
- Ayachi I. (2019).** Contribution à l'étude et à l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de sources de la Wilaya de Constantine Mémoire de Master en Microbiologie, Université des Frères Mentouri Constantine, P50.
- Andrews F., Campbell R., Thomas P. (2009).** Effets of hypertonic magnesiumsulphate enemas on new born and young lambs, *Lancet*, 2: 64-79.
- Aka N., Bamba S., Soro G., Soro N. (2013).** Etude hydro chimique et microbiologique des nappes d'altérites sous climat tropical humide : Cas du département d'Abengourou (Sud- Est de la Cote d'Ivoire), *Larhyss Journal*, 16 : 31-52.
- Amirat A. (2019).** Etude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla. Mémoire de Master en Microbiologie Appliquée , Université kasdi merbah, Ouargla, p45.
- Beatson G. (1978).** Methaemoglobinaemia-Nitrates in drinking water, *Environ Health*, 86 (31): 1-14.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Bernar C., (2007).** Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Edition Bibliobazaar.France , p132.
- Bliefert C., Perraud R. (2001).** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sol, Déchet. De Boeck.2^{ème} Ed française . p 477.
- Bennana M., (2013).** Etude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdellah, Mémoire de Master, Ecologie Université Kasdi Marbah, Ouargla, p 46.
- Berche P., Gaillard L. Simouet M. (1988).** Bactériologie, Les Bactéries des infections humaines. Flammarion Médecine Sciences Ed France, p 660.
- Bodian D., (1949)** Differentiation of type of poliomyelitis viruses. III. The grouping of fourteen strains into three basic immunological types .Switzerland. *Amer J Hy.* (49) : 234-473.
- Boeglin J.C. (2009).** Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, *environnement*, Paris, p 110.
- Bourrier R., Selmi B., (2011).** Technique de la gestion et de la distribution de l'eau, Edition Moniteur, Paris, Pp 353-402.
- Bremaude C ; Claisse R ; Leulier F ; Thibault J ; Ulrich E ;(2006).** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale, Edition Educagri, Dijon, France, PP : 220-221.
- Berne F., Jean C. (1991).** Traitement des eaux France , Ed TECHNIP, Paris, p 306.
- Bourgeois,R., Mescle Zucca J. (1991).** Microbiologie alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed: Lavoisier. Tec et Doc, Paris. p : 260-261
- Boeglin C. (1998).** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine, réglementation française, décret, 89.3, P 4 210, 10p.
- Bouziani M., (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies Algérie, Ed ibn khaldoun, Alger , p247.
- Bouziani M., (2002).** Les pathologies infectieuses, aspects épidémiologiques et prophylactiques : la transition algérienne, édition Dar EL Gharb, Algerie, p : 130-321.
- Bougherb F., Sabour N. (2019).** Recherche de quelques bactéries des maladies à transmissions hydrique au niveau de quelques sources d'eau de la wilaya de Bouira. Mémoire de Master en Biodiversité et environnement : Université de Akli mohand oulhadj – bouira, p.47.
- Boucenina H.(2018).** Analyse bactériologique des eaux de certaines écoles à la wilaya de Mila.Mémoire de Master en Génétique, Université des Frères Mentouri Constantine, p.55.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Botta A., Bellon L. (2004).** Pollution chimique de l'eau et santé humaine, . *J. Biol. Chem.*10(5): 2392-2412.
- Beauchamps J. (2006).** Qualité et pollution laboratoire de biogéotoxicologie et mutagenèse environnementale, commission européenne, université Euro-méditerranéenne, des eaux souterraines. 5ème Ed. France, p188.
- Belghiti M, Chahlaoui A, Bengoumi D, EL Moustaine R .(2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de meknès (maroc), *larhyss journal*. 14: 21-36.
- Chevalier P. (2003).** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, p4.
- CFT Tiaret :** Conservation de forêts Tiaret 2014 (pédologie de wilaya)
- Coulibaly K. (2005).** Étude de La qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de Doctorat, spécialité Pharmacologie, Université de Bamako ; Mali. p 69.
- Chaoui W. (2007).** Impact de la pollution organique et chimique des eaux de l'oued Seybouse et de l'oued mellah sur les eaux souterraines de la nappe alluviale de bouchegouf (Guelma). Mémoire de Magister, spécialité Ecologie, Université Badji Mokhtar, Annaba. p 101.
- Cardot C. (2010).** Génie de l'environnement les traitements des eaux. Procédés Physicochimiques et biologiques cours et problèmes résolus .France, 2ème Ed, Paris. p 302.
- Collin,J.J.(2004).**Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, Paris, PP: 27-49.
- 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, spécialité Biodiversité et environnement, Algérie, p7.
- Chouti K. (2006).** Évaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans La commune de Porto-Novo. Mémoire d'études supérieur spécialités (DESS), option : Décentralisation et Gestion des Eaux (DGE). Université d'AbomeyCalavi (uac) the Abdu Salam international centre for theoretical physis (ictp), institut de mathématique et de sciences physiques (imsp) Porto-Novo, facultés universitaires notre dame de la paix Namur (FUNDP) Belgique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Cardot C. (1999). Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologique : Cours et problèmes résolus, Ellipes Edition Marketing, Paris, 15 : 25-28.

Ceaeq. (2005). Méthode d'analyse : Recherche et dénombrement des entérocoques par filtration sur membrane MA700-ENT .*Gouvernement du Québec* 10 : 23-37.

Campos C. (2008). New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse,

Desalination, 15 : 34-42.

CIE. (2005). Centre d'information sur l'eau. www.Cieau.com.

Debabza M. (2005). Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba.p96

Detay M. (1993). Le Forage D'eau ; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Ed: Ingénierie de l'environnement Publisher: Masson, Paris, pp.343-346.

Degbey C., Makoutode M., Fayomi B., Brouwer C. (2005). Mémento technique de l'eau, *larhyss journal* 15 : 3- 38.

Defranceschi M. (1996). L'eau dans tous ses états France. Edition Ellipses, Paris. p61.

Diop C. (2006). Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université cheikh de Dakar. p 88.

Dekhil S., Zaib M. (2013). Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, Université Mohamed El Bachir El ibrahimi, spécialité Agroalimentaire, Bordj Bou Arreridj. p 47.

Desjardins R. (1997). Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème Ed Québec, Canada, 46-112.

Dib I. (2009). L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, p127.

Maoudomba T., Ndoutamia G., Ngakou A. (2015). Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits, de forages et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de DOBA (Tchad) : Larhyss Journal 24 : 193-208.

Ceae Q. (2005). Méthode d'analyse : Recherche et dénombrement des entérocoques par filtration sur membrane MA700-ENT ; (10 REV 2).- p 23.

Campos C. (2008). New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse,

Desalination, 218 : 34-42.

Debabza M. (2005). Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba.p87.

Detay M. (1993). Le Forage D'eau ; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. *Masson, Paris.* p379.

Degbey C., Makoutode M., Fayomi B., Brouwer C. (2005). Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10ème édition, Edit. Tec et doc, Paris PP : 3- 38

Defranceschi M. (1996). L'eau dans tous ses états, Ed Ellipses, Paris. p61.

Desjardins R. (1997). Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition, Québec, Canada, pp: 46-112.

FNS. (2013). Manuel pratique d'analyse de l'eau Brasille, 4ème édition, Fondation Nationale de la Santé Paris .p153.

Figarella J., Leyral G. (2002). Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Ed.Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, p360.

Graini L. (2011). Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire Magister Option : Optique appliquée. Université Ferhat Abbas-Sétif. p76.

Garland C., Shekelle B., Barrett E., Criqui M., Rossof M., Paul O. (1985). Dietary vitamin D and calcium and risk of colorectal cancer: a 19-year prospective study in men. *Lancet*, 1307–309.

Gaujous D (1993). La pollution, des milieux aquatiques : aide- mémoire.2 ème

Ed Lavoisier : technique et documentation, Paris. p212.

Guessoum H., Benbrahim F., Halilat T., Laouar F., Bensalama M., Darem S.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

(2014). Quality microbiological of groundwater in the el hajeb region (morocco): assessment of the faecal germs *Inter Journ Environ Water*. 3:35-43.

Haslay C., Leclerc H. (1993). Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Lavoisier. Paris.p302.

Hartemann P. (2004). Contamination des eaux en milieu professionnel, EMC Toxicologie Pathologie, Elsevier, 1(2) : p 63-78.

Hedahdia A., Aliouche S. (2016). Contribution à l'étude de l'origine de la contamination fécale des eaux du barrage Bouhamdane, Guelma. Mémoire de Master : Santé, Eau, Environnement : Université 8 mai 1945 Guelma. p46.

Henaut A. (2011). Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques publiques, 1(52) : 71 - 101.

Health C. (2012). Guidelines for Canadian drinking water quality - Guideline technical 11(5) : p 4634-4651.

Garland C., Shekelle B., Barrett E., Criqui M., Rossof M., Paul O. (1985). Dietary vitamin D and calcium and risk of colorectal cancer: a 19-year prospective study in men. *Lancet*, 1 307-309.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2017). Décret exécutifs n°39 du 8 Chaoua 11438 correspondant au 2 Juillet 2017. Relatif, normes et recommandations pour la qualité bactériologique de l'eau potable. p25.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2011). Décret exécutif n° 11- 125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine. p7-10.

Kettab A. (1992). Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition: Office des Publications Universitaires, Alger, PP : 111-123.

Kane A.(1985).Le bassin du Sénégal à l'embouchure. Flux continentaux dissous et particulaires. Invasion marine dans la vallée du fleuve. Contribution à l'hydrologie fluviale en milieu tropical humide et à la dynamique estuarienne en domaine sahélien. Thèse 3e cycle, Université. Nancy II. p 205.

Lipkin M, Newmark H. (1995). Calcium and the prevention of colon cancer. *J. Cell Biochem. Suppl.*, 22 : 65-73.

Lagnika M., Ibikounle M., Montcho J.C., Wotto V.D., Sakiti N.G., J. Appl. Biosci. (2014). Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). (79) .6887 - 6897.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Lebres, E. A.; Mouffok, F.(2008).** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Laboratoires bactériologiques alimentaires et des eaux, Institut Pasteur d'Algérie, Alger, p53.
- Laferriere M.,Nadeau A.,Malenfant G.(1995).** Evaluation des risques sanitaires liés à l'ingestion du nitrate prévention des risques à la santé, (27).2028-9324.
- Leminor L.,Veron,M.(1989).** Bactériologie Médicale. Paris : 2eme Ed, Médecine-Sciences Flammarion.p 1107.
- Ledler (1986). In Haoussa, N.(2013).** Etude de la qualité des eaux des mélanges eau d'oued Biskra – Eau de Droh. Mémoire de master en Hydraulique urbaine, Université MohamedKhider –Biskra. p89.
- Lelerc.(1977).**Microbiologie appliquée, 2eme Ed.- Doin.Paris.p277.
- Leroy,J.B. (1999).**La pollution des eaux, 4eme Ed. Presse universitaire de France, Paris .p127.
- Margat J.(1992)** . L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et prospective. *Economica* , les Fascicules du plan bleu, Paris, p196.
- Michard K. (2002).** Chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux.Ed- Publisud, Paris, p565.
- Mouffok (2008).** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson,Manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, p: 75.
- 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. p30.
- Montiel A., (2004).** Contrôle et préservation de la qualité microbiologique des eaux : traitements de désinfection, Traitements de potabilisation et assurance qualité des eaux de consommation humaine, *Revue Française des Laboratoires*, 364 : 51-53.
- Metahri M., (2012).** Élimination simultanée de pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes Thèse doctorat Cas de la steppe est de la ville de TIZI-OUZOU. Université Mouloud mammari de Tizi, Spécialité Agronomie, Option Génie des procédés. p172.
- Michlwain B., Park A.Gagnon K. (2005).** Fountain autopsy to determine lead occurrencein drinking water . *Journal of Environmental Engineering* ,l42(3):04015083.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Nebel J, Wright R. 1996. Environnement Science The way the World Works. Prentice Hall, 7th Ed Paris. p664.

Normes Europeennes.(1998). Directives du conseil 98/ 83 / EC sur la qualité de l'eau.OMS,(1994).Directives de qualité pour l'eau de boisson,1, 9187.

Normes Algerienne. (1992). 6360, 1ère Ed, Ed EX. INAPI. IANOR, p5-7.

Ofefp, (2003). Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage, l'eau souterraine, département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication en Suisse, p 204.

Organisation Mondiale de la Santé, (2013). Mesurer les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau, fiches techniques eau, hygiène, et assainissement en situation d'urgence, Genève, p1.

Organisation Mondiale de la Santé, (1994).Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1, recommandations, Organisation Mondiale de la Santé, 2eme Ed Paris. p202.

Organisation Mondiale de la Santé, (2000).Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève : OMS.- p 1050.

Organisation Mondiale de la Santé, (2012).Prévention et lutte contre l'hépatite virale Genève. p28.

Potelon,J.,Zyman,K.(1998).Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial. Les eaux à usage industriel, Edition EP5, Paris. p17.

Queneau P., Hubert J., So. Fr. De L'hydrol Et Climato . (2009). Water quality control of three sites at kedarra barrage, *Journal of Fundamentals and Applied Sciences*, 13(2) : 965-981.

Rodier. (2005). L'analyse de l'eau (Eau naturelles, Eau résiduaires, Eau de mer). 9ème édition : Dunod, Paris. p 245.

Rodier, J., Legube, B., Merlet, N.(2009). L'Analyse de l'Eau. 9ème Ed. Dunod : Paris. p 1579.

Rodier, J.(1996) .Analyse de l'eau.8ème Ed Dunod, Paris. p1136.

Rodier J. (1991). L'analyse des eaux (Eau naturelles, Eau résiduaires, Eau de mer) Ed. Dunod . Paris .p1025.

Regnault P. (1990).Microbiologie générale, Ed: Vigot. Paris .p 859.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Rodier J. (1978).** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Éd Dunod, Paris. p1135.
- Rodier J. (2006).** Analyse de l'eau, Éd Dunod, Paris.p 1824.
- Rekab. (2012).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits dans un milieu urbain et la lutte contre les maladies à transmission hydrique Cas de la ville de Tiaret Mémoire en sciences biologiques Spécialité Biochimie, Université ibn khaldoun Tiaret .p60.
- Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. p 360.
- Simpson H., Conant B., Myslik J. (2007).** Les eaux souterraines - Une ressource rurale importante, Protéger la qualité des réserves d'eaux souterraines Maroc fiche technique , 1198-7138.
- Somé C., Soro T., Ouedraogo S., (2014).** Etude de la prévalence des maladies liées à l'eau et influences des facteurs environnementaux dans l'arrondissement de Nomgr-Masson : Cas du quartier Tanghin (Ouagadougou-Burkina Faso). Chemosphere. 8 : 1991-8631.
- Servais P., Billen B., Garcia T et al (2009).** La Contamination microbienne dans le bassin de la Seine. 8^èm éd. Agence de l'eau Seine-Normandie, Université Pierre & Marie Curie, Paris. 36: 2607-2617.
- Soumare I. (1997).** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique. Thèse de doctorat Médecine Vétérinaire, Dakar ; 10. p83.
- Savary P. (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial Ed-Paris, Voiron, p10-179.
- Saoud I. (2014).** Contribution à l'étude hydro chimique de la nappe du Sénonien dans la région de Guerrara (Ghardaïa), Mémoire de master, Option Hydrogéologie Faculté des Hydrocarbures Energies Renouvelables et Science de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah Ouargla.p46.
- Travel A. (2006).** Qualité de l'eau en élevage avicole dans la région de Meknès (Maroc) impact sur la santé et la production Reus. Aviculture. 1112-3680 (13) : 47- 61.
- Tazi O., Fahde A., El Younoussi S. (2001).** Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca (Maroc), Sécheresse, 1147-7806, 12(2) : 129-134.
- Unicef. (1999).** Manuel sur l'eau, Section Eau/Environnement et assainissement. p121.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Vierling. (2003). Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de

l'école nationale des ponts et chaussées, 2eme Ed .Paris.p524.

Vilagines. (2000).Eau, environnement et santé publique, Edition TEC & DOC LAVOISIER. PARIS. p1982.

Vilagines R. (2003). Eau, environnement et santé publique, Introduction à l'hydrologie, 2ème Ed, Tec & Doc. p195-198.

Vaillant R. (1973). : Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, contrôle des déversements d'eaux polluées, Ed EYROLLES, Paris .p403.

Valentin N. (2000). Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, 2eme Ed Paris. p368.

Annexes

Annexe n°01

Composition des milieux de culture

1. Milieux liquides

1.1. Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol (BCPL)

• **Double Concentration (D/C)**

BCPL	13g
Eau distillée	500ml

• **Simple Concentration(S/C)**

BCPL	13g
Eau distillée	1L

1.2. Schubert

Schubert.....	31,5
Eau distillée	500ml

2. Milieux solide

2.1. Viande de foie (VF)

VF 34g	
Eau distillée	1L

2.2. King B (KB)

King B	21.5g
Eau distillée	500ml

Annexe n°02

Préparation de la solution du paramètre physicochimique (Rodier et al., 2009)

1. Préparation de solution EDTA 0,02N

EDTA (poudre séchée pendant 1 heure à 180°C)	3,7264 g
Eau distillée	1000 ml

C= 0.01mol/l

2. Préparation de solution Acide chlorhydrique 0, 1N

- Acide chlorhydrique pure (HCL)	8 ml
- Eau distillée	1000 ml

3. Préparation de solution de Nitrates d'argent 0.02N

Nitrate d'argent (AgNO ₃ séché) = 1.600 gEau distillée	500 ml
---	--------

Chromate de potassium

K₂ CrO₄ Chromate de potassium K ₂ CrO ₄	10 g
Eau distillée	100 ml

4. Préparation de Solution tampon

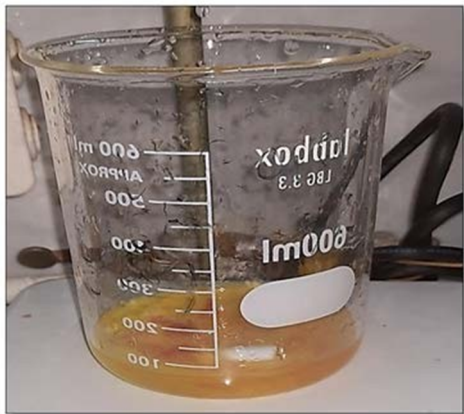
- dissoudre 67,5g de chlorure d'ammonium (NH₄Cl) dans 570 ml de solution ammoniacale [25% (m/m) ; ρ=0,910g/ml].
- Ajouter ensuite 5,0g du sel disodique de magnésium de l'EDTA (C₁₀H₁₂N₂O₈Na₂Mg) et diluer à 1000ml avec l'eau. - EDTA, solution titré (Na₂ EDTA)=10 m mol/l.
- Sécher une portion d'EDTA à 80°C pendant 2h, dissoudre 3,725g du sel sec dans de l'eau et diluer à 1000ml dans une fiole jaugée. - Mordant noir 11.
- dissoudre 0,5g de sel de sodium de mordant noir dans 100ml de triéthanolamine , il est possible d'ajouter jusqu'à 25 ml d'éthanol à la place de la triéthanolamine, afin de diminuer la viscosité de la solution.

Annexe n°03

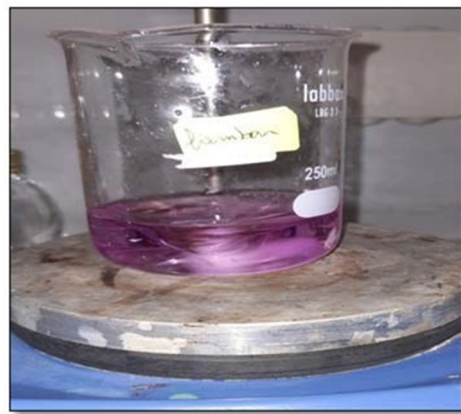
➤ Résultats des analyses physicochimique



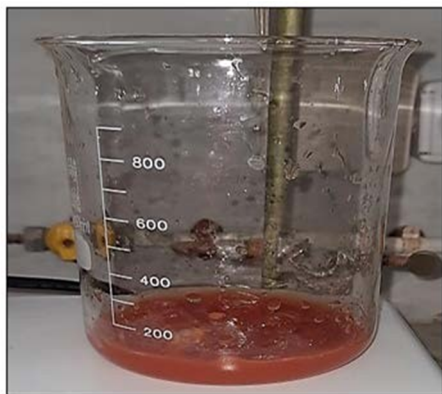
Détermination de la dureté totale



Détermination de chlorure avec l'agitation de la solution



Détermination de la dureté totale jusqu'à le virage de la couleur Bleu



Détermination de chlorure avec l'apparition de la couleur Rouge brique



Détermination des matières oxydable



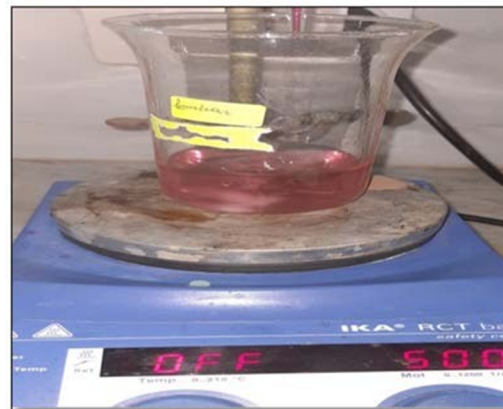
Détermination des matières oxydable



Détermination des matières oxydable
Pendant ébullition



pH mètre



Détermination des matières oxydable est
l'apparition de la couleur rose



Etuve pour le séchage



Préparations des solutions

Annexe n°04

▀ Résultats des analyses bactériologiques



Observation des coliformes (cité Volani)



Observation des coliformes (Oued tolba)



Observation des coliformes (cité Lombar)



Observation des coliformes (Terrain Boumediene)



Observation des coliformes (cité Bouhenni)



Observation des entérocoque (Volani)



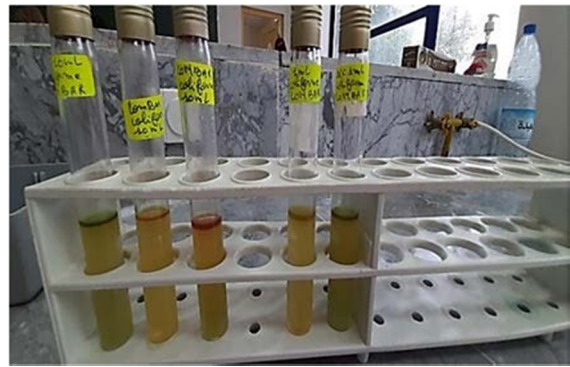
Observation des entérocoque (cité zaaroura)



Observation des clostridium sulfito-réducteur



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des coliformes (Lombar)



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



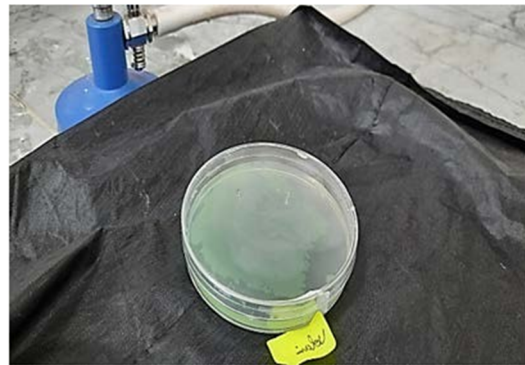
Observation des coliformes(Lombar)



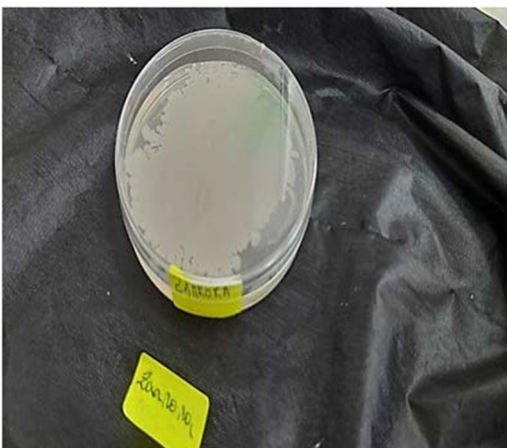
Observation des coliformes (Zaaroura)



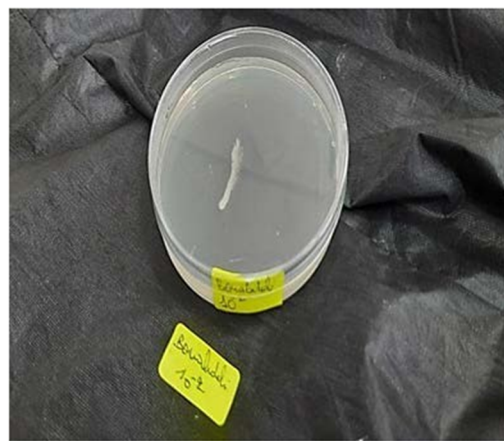
Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



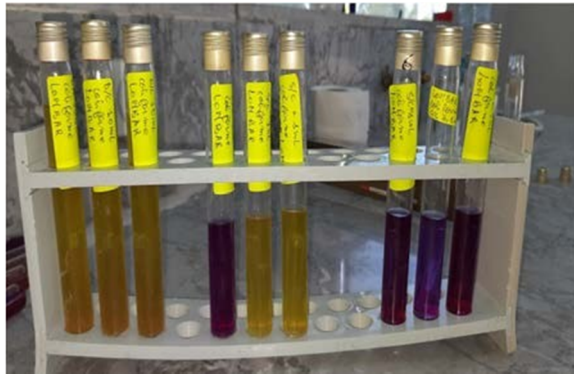
Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des entérocoque(Zaaroura)



Observation des entérocoque(terrain boumedién)



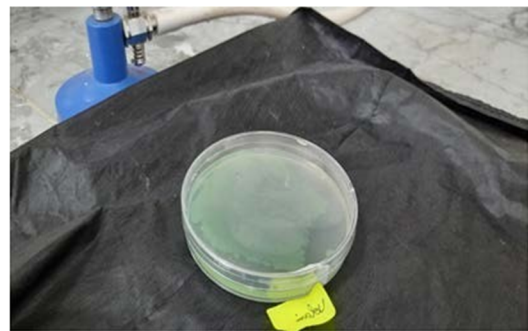
Observation des coliformes (Lombar)



Observation des coliformes (Zaaroura)



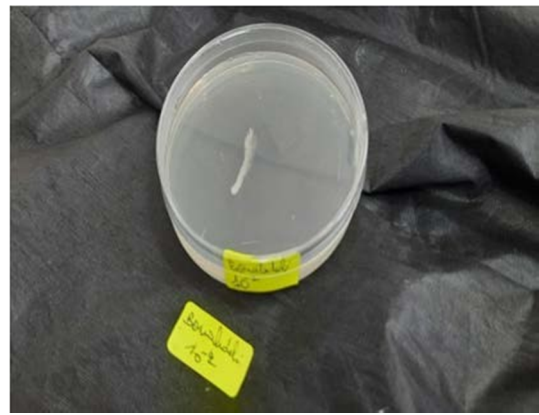
Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Observation des *pseudomonas aeruginosa*



Confirmation par le kovacs (présence de *E.coli*)



Confirmation par le kovacs (présence de *E.coli*)



Présence de *E.coli*



Présence des clostridium sulfite réducteur dans le P7

Résumé

L'eau est l'élément le plus important de la nature, elle est la source de la vie. Notre travail porte sur l'étude de la qualité de l'eau de certains puits de la ville de Tiaret. Nous avons déterminé les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de ces eaux souterraines consommées parfois sans aucun traitement préalable posant ainsi un risque de contamination surtout de point de vue bactériologique, et la lutte contre les maladies à transmission hydrique d'une manière préventive.

Les résultats de l'analyse bactériologique obtenus révèlent que les eaux des dix puits sont polluées, donc c'est des eaux non potables.

Les résultats de l'analyse chimique des eaux prélevées au cours de notre étude, révèlent la présence des éléments chimiques, indice de pollution comme les nitrates avec une valeur de 127.2 mg/l au niveau du puits P10 qui dépasse largement les normes Algérienne 100 mg/l.

D'après notre travail, nous pouvons dire que les eaux des puits de la ville de Tiaret dépassent parfois les normes de qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable exigées par les normes Algérienne.

L'utilisation des eaux des puits pourrait constituer un risque sanitaire important pour les habitants de la ville de Tiaret.

Mots clés : Puits, Qualité bactériologique, Physico-chimique, Pollution, Maladie à Transmission Hydrique, Tiaret

ملخص

الماء هو أهم عنصر في الطبيعة، فهو مصدر الحياة. يركز عملنا على دراسة جودة المياه في بعض الآبار في مدينة (تيارت) وقد حددنا الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجي لهذه المياه الجوفية المستهلكة أحيانا دون أي علاج مسبق، مما يشكل خطرا على التلوث، لا سيما من وجهة النظر البكتريولوجي، ومكافحة الأمراض المنقولة بالمياه بطريقة وقائية.

تكشف نتائج التحليل البكتريولوجي الذي تم الحصول عليه أن مياه الآبار العشر ملوثة، وبالتالي فهي مياه غير صالحة للشرب.

نتائج التحليل الكيميائي للمياه التي اتخذت خلال دراستنا، تكشف عن وجود عناصر كيميائية، مؤشر التلوث مثل النترات بقيمة 127.2 ملغم/لتر في بئر P10 الذي يتجاوز بكثير المعايير الجزائرية 100 ملغم/لتر. من خلال عملنا، يمكننا القول إن المياه من آبار مدينة تيارت تتجاوز أحيانا معايير الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجي لمياه الشرب التي تطلبها المعايير الجزائرية.

ويمكن أن يشكل استخدام مياه الآبار خطرا صحيا كبيرا على سكان مدينة تيارت.

الكلمات المفتاحية : الآبار، نوعية البكتريولوجي، الفيزيائية الكيميائية، التلوث، الأمراض التي تحملها المياه، تيارت.