



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie Fondamentale et appliquée

Intitulé :

EVALUATION DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES D'OULED RAHMOUN

Présenté et soutenu par : *RAHAM Farah Zakia.*

KOULOUGHLI Rihab.

Jury d'évaluation :

Président du jury : SAHLI Leila (MCA- UFM Constantine)

Rapporteur : ZAIMECHE Saida (MCB - UFM Constantine)

Examineurs : KERBOUA F (MAA - UFM Constantine)

*Année universitaire
2017 - 2018*

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à :

A la mémoire de nos chères grands-mères et chers grand-pères,

A nos chers parents, pour leur soutien tout au long de nos études,

A nos chères sœurs et chers frères, pour leurs appui et encouragement,

*A toute la famille RAHAM et KOULOUGHLI pour leur soutien tout au long de
notre parcours universitaire,*

A tous nos ami(e)s

*A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de
loin...*

#Rihab
Farah

Avant tout, nous remercions **le bon Dieu tout puissant** qui nous a donné la force et qui grâce à lui ce travail a été réalisé

Notre profonde gratitude et respect s'adressent d'abord, à Mme Zaimeche Saida d'avoir accepté de nous encadrer, qu'elle soit vivement remerciée.

Nos sincères remerciements vont également :

- Aux responsables et laborantins de SEACO d'Ain Smara, Constantine qui nous permis de réaliser ce travail.
- A Mlle. SAHLI Leila qui a bien accepté et qui nous a honoré de présider le jury de ce mémoire et Mr. KARBOUA F. d'avoir accepté d'évaluer ce travail.
- A Mr MELIANI Aziz pour son soutien, encouragement et conseils.

Une grande gratitude à nos chers parents qui nous soutenu, encouragé et épaulé tout au long de nos années d'études. Nous leurs témoignons notre affection et remerciements les plus sincères.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à ce travail. On leur exprime ici notre reconnaissance et gratitude.

Introduction01
1. Synthèse bibliographique	03
1.1 L'eau ressource naturelle.....	04
1.2 Cycle de l'eau.....	04
1.3 Différents types de pollution du milieu aquatique.....	05
1.3.1 Pollution organique	05
1.3.2 Pollution chimique	05
1.4 Pollution de l'eau	05
1.5 Eaux souterraines	06
1.6 Qualité des eaux	06
1.6.1 Qualité de l'eau d'alimentation	06
1.6.2 Qualité des eaux souterraines.....	07
1.7 Pollution des eaux souterraines	07
1.8 Source de pollution des eaux souterraines	08
1.8.1 Sources naturelles	09
1.8.2 Sources agricoles.....	09
1.8.3 Sources industrielles	10
1.8.4 Sources résidentielle	11
1.9 Traitement des eaux	11
1.10 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	12
1.10.1 Température (°C)	12
1.10.2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	12
1.10.3 Conductivité électrique.....	12
1.10.4 Turbidité	13
1.10.5 Nitrites (NO₂⁻)	13
1.10.6 Ammonium (NH₄⁺).....	14
1.11 Différentes normes applicables aux eaux de consommation	14

2. Matériels et méthode.....	16
2.1 Présentation de la zone d'étude	17
2.1.1 Daira El Khroub	17
2.1.2 Situation géographique de la commune d'Ouled Rahmoun	18
2.2 Etude du milieu naturel	20
2.2.1 Occupation du sol	20
2.2.2 Agriculture.....	20
2.2.3 Elevage	21
2.2. 4 Forêts	21
2.2.5 Classifications des terres.....	21
2.2.6 Géologie	22
2.2.7 Climat	22
2.2.8 Précipitations.....	23
2.2.8.1Précipitations moyennes annuelles.....	23
2.2.9 Humidité	24
2.2.10 Informations concernant la ville d'Ouled Rahmoun	25
2.3 Partie expérimentale.....	25
2.4 Echantillonnage	25
2.5 Localisation des points de prélèvements	26
2.6 Calendrier des prélèvements	27
2.7 Méthode d'analyse des paramètres physico-chimiques.....	27
2.7.1 Température (°C)	27
2.7.2 Conductivité électrique	27
2.7.3 Potentiel d'hydrogène (pH)	28
2.7.4 Nitrites (NO₂⁻)	28
2.7.5 Chlore (Cl⁻).....	28
2.7.6 Ammonium (NH₄⁺)	28
2.7.7 Turbidité.....	28

3. Résultats et discussion.....	29
3.1 Résultats des paramètres physico-chimiques du mois de février 2018.....	30
3.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)	30
3.1.2 Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	32
3.1.3 Température ($^{\circ}\text{C}$)	34
3.1.4 Turbidité (NTU)	36
3.1.5 Nitrite (NO_2^-)	37
3.1.6 Chlore (Cl^-)	38
3.1.7 Ammonium (NH_4^+)	40
3.2 Résultats des paramètres physico chimique du mois de Mars 2018	41
3.2.1 Chlore (Cl^-)	41
Conclusion	43
Référence bibliographiques.....	45

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de l'eau (Agence de l'eau Artois-Picardie Le U.S. Geological Survey Source : Gleick, 1996,). **05**

Figure 2 : Répartition de la surface de la daïra El khroub.....**18**

Figure 3 : Image satellitaire de la zone Ouled Rahmoun (Google maps).....**20**

Figure 4 : Répartition des précipitations (carte pluviométrique de l'Algérie A.N.R.H).....**25**

Figure 5 : Image satellitaire des points de prélèvements**28**

Figure 6 : Comparaison du pH au niveau de cinq points prélèvements avec les normes de qualité (février 2018).**36**

Figure 7 : Comparaison du Conductivité électrique au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (février 2018)..... **38**

Figure 8 : Comparaison des Températures au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (février 2018)**40**

Figure 9 : Comparaison de la turbidité au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualite (février 2018)..... **41**

Figure 10 : Comparaison du Chlore (Cl⁻) au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (février 2018).... **44**

Figure 11 : Comparaison du Chlore (Cl⁻) au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (mars 2018)..... **47**

Liste des tableaux

Tableau 1: Liste de sources potentielles de contamination des eaux souterraines.....**08**

Tableau 2 : Classification des eaux selon la conductivité électrique (Rodier, 2005.).....**13**

Tableau 3 : Objectifs de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations. **15**

Tableau 4 : Répartition générale des terres en hectares.....**20**

Tableau 5 : Répartition de la production animale**21**

Tableau 6 : Ventilation des classes de terrain.....**22**

Tableau 7 : Pluie annuelle totale en (mm).....**23**

Tableau 8 : Humidité moyenne mensuelle (Station Ain El bey).....**24**

Tableau 9 : Informations géographique et démographique sur la ville d'Ouled Rahmoun....**25**

Tableau 10 : Informations concernant le jour du prélèvement.....**27**

Tableau 11 : Résultats du pH des trois mesures du mois de février 2018..... **30**

Tableau12: Résultats de la conductivité électrique des trois mesures mois de février 2018...**32**

Tableau 13 : Résultats de la Température des trois mesures du mois de février 2018..... **33**

Tableau 14 : Résultats d de la Turbidité des trois analyses du mois de février 2018.....**35**

Tableau 15 : Résultats de la teneur en Nitrite des trois analyses du mois de février 2018.....**36**

Tableau 16 : Résultats du Chlore des trois analyses du mois de février 2018..... **37**

Tableau 17 : Résultats de l'Ammonium des trois analyses du mois de février 2018.....**39**

Tableau 18 : Résultats du Chlore des trois analyses du mois de mars 2018. **40**

Liste des abréviations

- **A.N.R.H** : Agence nationale des ressources hydriques.
- **C.E.E** : Communauté économique européenne.
- **C.F.P.A** : Centre de formation professionnelle et d'apprentissage.
- **JORA** : Journal officiel de la république algérienne.
- **M.O.F** : Matière organique fermentescible.
- **M.E.S** : Matières en suspension.
- **N.A** : Normes Algérienne.
- **NTU** : Nephelometric Turbidity Unit.
- **O.M.S** : Organisation mondiale de la santé.
- **O.N.M** : Office nationale météorologique.
- **P.D.A.U** : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.
- **R.G.P.H** : Recensement générale de la population et de l'habitat.
- **S.A.U** : Surface agricole utile.
- **S.A.T** : Surface agricole totale.
- **S.I.G** : Système d'information géographique.
- **SEACO** : Société de l'eau et de l'assainissement de Constantine.
- **UNICEF** : United Nations International Children's Emergency Fund.

Introduction

L'eau est nécessaire à la vie, sa préservation et sa protection vis à vis des agents contaminants deviennent une nécessité capitale. De ce fait, la potabilité des eaux de surface ou des nappes phréatiques constitue pour l'homme un des enjeux majeurs.

Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, ne signifie pas qu'elle est exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre la santé du consommateur en danger.

L'eau souterraine, qui est généralement de meilleure qualité que celle de surface peut être vulnérable à la contamination, et des précautions doivent être prises pour assurer un approvisionnement en eau de bonne qualité.

Bien qu'elle puisse avoir une apparence claire et n'avoir aucune odeur ou saveur particulière, l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé, comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques.

Du fait que l'alimentation en eau potable est limitée à certaines zones urbaines, les habitants des régions rurales voire urbaines se trouvent obligés de s'approvisionner soit des sources ou des puits, ces derniers peuvent être contaminés.

Les eaux souterraines en Algérie constituent un capital essentiel en ce qui concerne les réserves d'eau, parallèlement à leurs surexploitations en débit.

La pollution des principales nappes souterraines a atteint un seuil critique au point de devenir une source de périls. Ces pollutions risquent de provoquer des maladies infectieuses d'origine bactériennes ou virales, ainsi que des risques de toxicité chronique ou aiguë (Zaimeche, 2015).

Pour se prémunir des effets de ces pollutions, la législation Algérienne s'est dotée de lois et de réglementations pour la surveillance et la sauvegarde de cet environnement vital.

Des analyses sur les eaux souterraines qui alimentent le secteur urbain et la totalité des zones rurales doivent être effectuées d'une façon régulière pour prévenir tout risque éventuel des intoxications.

Vu l'importance de ce sujet pour la santé publique nous avons choisis les eaux souterraines d'Ouled Rahmoun comme étude de ce mémoire.

Donc le but principal de notre travail consiste à évaluer ces eaux souterraines au niveau de cinq sites situés au niveau de cette commune. Il est important de souligner que cette source alimente Ouled Rahmoun et son entourage.

De cela, le travail pris en considération comprend trois chapitres :

-Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique qui traite l'eau ressource naturelle, le cycle de l'eau, les eaux souterraines et les phénomènes de pollution de ces eaux. A cet effet, nous avons essayé de classer les principales sources de pollution ainsi que les différents paramètres de mesure parmi eux les caractéristiques physico-chimiques tels que : le pH, T°, conductivité électrique, turbidité, nitrites NO_2^- , ammonium NH_4^+ , chlore Cl^- .

-Le deuxième chapitre, matériel et méthodes est consacré à la présentation de la zone d'étude et les différentes analyses effectuées.

- le troisième chapitre, englobe les résultats obtenus, leurs interprétations et discussion.

Enfin ce travail de recherche sera finalisé par une conclusion, résumés et références bibliographiques.

Chapitre I : Synthèse bibliographie

1.1 L'eau ressource naturelle

L'eau est une substance chimique constituée de molécules H_2O . Ce composé est très stable et néanmoins très réactif. L'eau est un constituant biologique important, et l'eau liquide est essentielle pour tous les organismes vivants connus.

L'eau est ubiquitaire sur terre et dans l'atmosphère, sous ses trois états, solide (glace), liquide et gazeux (vapeur d'eau).

La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par le cycle de l'eau. En tant que composé essentiel à la vie, l'eau a une grande importance pour l'homme mais aussi pour toutes les espèces végétales et animales (Needham, 2010, Zaimèche, 2015).

1.2 Cycle de l'eau

L'eau omniprésente et indispensable au maintien de la vie, est l'un des corps chimiques le plus essentiel de notre planète. Ses propriétés sont en outre tout à fait exceptionnelles.

L'eau recouvre 72 % de la surface de la terre. Pourtant, seule 0,65% de cette eau communément appelé eau douce est disponible dans les nappes souterraines (0,63%), les lacs et les rivières (0,02%).

L'essentielle de l'eau présente sur terre se trouve dans les océans (97,2%), l'eau glacée ne représente, pour sa part, que 2,15% de l'eau potable (Zaimèche, 2015).

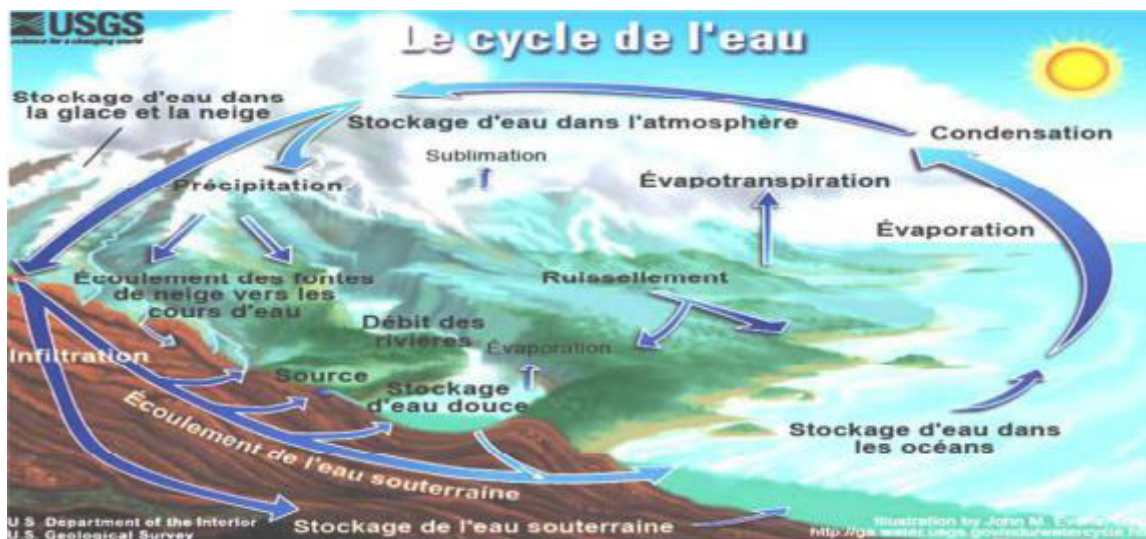


Figure 1 : Cycle de l'eau (Agence de l'eau Artois-Picardie. Le U.S. Geological Survey. Source : Gleick,1996) (in Zaimèche 2015).

L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement $\frac{1}{4}$ pénètre, $\frac{1}{4}$ ruisselle, quant au $\frac{1}{4}$ restants, $\frac{1}{4}$ s'évapore à son tour (Vilagines, 2003).

1.3 Différents types de pollution des milieux aquatiques

La pollution des milieux aquatiques par des substances introduites par l'homme comme les produits agricoles et industriels a des conséquences néfastes qui menace l'environnement et qui sont de plus en plus responsables de l'apparition de la pollution organique et chimique de l'eau qui nécessite une lutte soutenue.

1.3.1 Pollution organique

La pollution organique représente les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses, etc.)

La pollution des eaux par les matières organiques fermentescibles (MOF) , grosses consommatrices d'oxygène dissous pour leur biodégradation, va donc se traduire rapidement par une anoxie des eaux ainsi polluées (Ramade, 2002).

Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

1.3.2 Pollution chimique

Ce type de pollution constitue une partie importante de la pollution des eaux de surface, résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.) (Metahri, 2012). Cette pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse.

1.4 Pollution de l'eau

Ce n'est qu'à l'aube de la civilisation industrielle, au milieu du XVIIIème siècle, que les phénomènes de pollution prirent une importance significative jusqu'à nos jours (Ramade, 2002).

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol.

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines.

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (Rodier, 2005).

La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre l'environnement naturel (Zella, 2007).

1.5 Eaux souterraines

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique (Cardot, 1999). Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (Margat, 1992).

1.6 Qualité des eaux

1.6.1 Qualité de l'eau d'alimentation

La qualité de l'eau d'alimentation est régulièrement mise en question ces dernières années (Cruyper, 1993).

Elle est considérée souvent comme un symbole de pureté, l'eau est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et est soumise aux normes de qualité les plus sévères (Defranceschi, 1996).

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Elle constitue d'un autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que

ces quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde (Ouahdi, 1995).

1.6.2 Qualité des eaux souterraines

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (UNICEF, 1999) elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire (Fiambusch, 1998).

Dans la réalité, les eaux souterraines sont rarement stables tout au long de l'année. Il faut étudier leur évolution surtout pendant les précipitations importantes où elles peuvent devenir troubles ou même être souillées par une nappe phréatique d'une rivière voisine.

Elles peuvent être également polluées à partir du sol par des épandages de pesticides et des rejets d'eau résiduaires d'origines animale ou humaine. Si cette pollution est plus rare et plus limitée d'ordinaire dans les eaux souterraines que dans les eaux de surfaces, les accidents ont un effet plus durable sur la première, étant donné les faibles vitesses de percolation et la teneur à retrouver l'équilibre perdu (Gaujous, 1995).

1.7 Pollution des eaux souterraines

La pollution des eaux souterraines est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir (Castany, 1982).

C'est une pollution très discrète mais très persistante et ses conséquences doivent être envisagées sur le très long terme (Gaujous, 1985).

1.7.1 Principales origines de la pollution des eaux souterraines

La pollution des eaux souterraines est favorisée par certains aménagements et pratiques :

- Mauvaises gestions des eaux de ruissellement.
- Interventions qui favorisent l'infiltration dans la nappe : Forage de puits sans précaution, ouverture du gravier, puits perdus (infiltration des eaux usées).
- Modification des pratiques agricoles : remplacement de la prairie par des cultures intensives (Gaujous, 1985).

1.8 Source de pollution des eaux souterraines

La plupart des contaminations des eaux souterraines sont due à l'activité humaine. La contamination humaine des eaux souterraines peut être liée à l'évacuation des déchets d'une manière directe (systèmes privés d'évacuation d'eaux d'égout, élimination des déchets solides, eau usagée municipale, retenu d'eau usagée, propagation du cambouis dans la terre, formation de saumure dû à certaines industries de pétrole, élimination des eaux usées, les déchets radioactifs) ou de manière indirecte (accidents, certaines activités agricoles, exploitation, routes dégivrées, pluies acides, mauvais entretien des puits, sel de route) (Degrémont, 1991).

Le tableau (1) montre la liste des sources potentielles de contamination des eaux souterraines

Tableau 1 : Liste des sources potentielles de contamination des eaux souterraines.

Origine	Sources potentielles de contamination des eaux souterraines			
	Municipale	Industrielle	Agricole	Individuelle
Sur ou près de la surface	déchets municipaux sel pour le dégivrage des routes 	produits chimiques: stockage et flaques carburants 	flaques chimiques engrais pesticides 	Engrais détergents huile de moteur peinture pesticides 
Sous la Surface	Décharge égouts 	réservoirs de stockage souterrains 	puits mal construits ou abandonnés 	Système septique Puits mal construits ou abandonnés 

De grandes quantités de composés organiques sont manufacturées et utilisées par les industries, l'agriculture et les municipalités. Les composés organiques se trouvent dans la nature mais peuvent venir aussi bien de source naturelle que de l'activité des hommes.

Dans beaucoup d'endroits, les eaux souterraines ont été souillées par des produits chimiques pendant des décennies. Malheureusement, cette forme de pollution n'a été identifiée en tant que problème écologique sérieux qu'à partir des années 80.

De cela, il y a plusieurs formes de sources de contamination des eaux souterraines parmi ces sources on trouve :

1.8.1 Sources naturelles

Les eaux souterraines contiennent quelques impuretés, même si elles ne sont pas affectées par les activités humaines.

Les types et les concentrations d'impuretés naturelles dépendent de la nature du matériel géologique par lequel les eaux souterraines se déplacent, et de la qualité de l'eau de recharge.

Les eaux souterraines se déplaçant à travers les roches et les sols sédimentaires, peuvent absorber un éventail de composés tels que le magnésium, le calcium, et les chlorures. Certaines couches aquifères ont des concentrations naturelles élevées en constituants dissous tels que l'arsenic, le bore, et le sélénium. L'effet de ces sources normales de contamination sur la qualité d'eaux souterraines dépend du type du contaminant et de ses concentrations (Stanley, 2005).

1.8.2 Sources agricoles

Les pesticides, les engrais, les herbicides et les déchets animaliers sont des sources agricoles de contamination des eaux souterraines.

Les sources agricoles de contamination sont nombreuses et variées: débordement des engrais et des pesticides pendant la manipulation, écoulement du chargement et lavage des pulvérisateurs de pesticide ou de tout autre équipement d'application, utilisation de produit Chimique (Marquita, 2004).

Une région agricole qui manque de drainage est considérée par beaucoup de fermiers comme étant terre perdue du point de vue du revenu.

Ainsi, ils peuvent installer des tuiles de drain ou des puits de drainage pour rendre la terre plus productive. Les puits de drainage servent alors de conduit direct aux eaux souterraines pour les déchets agricoles.

Le stockage de produits chimiques agricoles près de conduits d'eaux souterraines, telles que les puits, les trous d'évier, est susceptible de s'accumuler et de provoquer une contamination. La contamination peut également se produire quand des produits chimiques sont stockés dans des secteurs découverts, non protégés du vent et de la pluie (Marquita, 2004).

1.8.3 Sources industrielles

Les industries de fabrication et de secteur tertiaire ont des demandes élevées en eau pour les procédés de refroidissement, de traitement ou de nettoyage.

La pollution des eaux souterraines se produit quand l'eau utilisée est retournée au cycle hydrologique.

Certaines entreprises, habituellement sans accès aux réseaux d'égouts, se servent dans les eaux souterraines peu profondes. Elles emploient des fosses ou des puisards secs, ou envoient l'eau usagée dans les réservoirs septiques. Tout ceci peut mener à la contamination des sources souterraines d'eau potable (Degrémont, 1991).

Les pratiques en matière de disposition d'eau usagée de certains types d'entreprises, telles que des stations-service d'automobile, fabricants de composant électrique ou de machine, processeurs de photo sont particulièrement concernés parce que les déchets qu'ils génèrent sont susceptibles de contenir des produits chimiques toxiques (Degrémont, 1991).

Ces différentes sources de contamination industrielles incluent le nettoyage des réservoirs ou la pulvérisation d'équipement sur la terre, l'évacuation de déchets dans les systèmes septiques ou les puits secs, et le stockage de matériaux dangereux dans des secteurs découverts ou dans les secteurs qui n'ont pas des garnitures avec des drains ou des bassins de captation.

On trouve aussi les réservoirs de stockage contenant des produits pétroliers, des acides, des dissolvants ou des produits chimiques qui peuvent avoir des fuites dus à la corrosion, à des défauts, à des problèmes dans les installations.

L'exploitation du carburant et des minerais non-combustibles peut elle aussi créer une contamination des eaux souterraines (Degrémont, 1991).

1.8.4 Sources résidentielles

Les systèmes résidentiels d'eau usagée peuvent être une source de différents types de contaminants, y compris des bactéries, des virus, des nitrates, et des composés organiques.

Les puits utilisés pour l'évacuation des eaux domestiques usagées (les systèmes septiques, puisards, puits de drainage pour l'écoulement de précipitations exceptionnelles, puits de recharge d'eaux souterraines) sont particulièrement concernés par la qualité des eaux souterraines s'ils sont placés près des puits d'eau potable (Mcgraw-Hill, 1999).

Le stockage incorrect ou l'évacuation de produits chimiques ménagers tels que les peintures, les détergents synthétiques, les dissolvants, les huiles, les médicaments, les désinfectants, les produits chimiques de piscine, les pesticides, les batteries, l'essence et le carburant diesel peut mener à la contamination des eaux souterraines (Mcgraw-Hill, 1999).

Lorsqu'ils sont jetés dans les poubelles des particuliers, ces produits seront éventuellement introduits dans les eaux souterraines si les déchetteries ne sont pas équipées pour traiter les matériaux dangereux.

De même, les déchets vidés ou enterrés dans la terre peuvent souiller les sols et s'écouler dans les eaux souterraines (Mcgraw-Hill, 1999).

1.9 Traitement des eaux

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé.

Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (Valentin, 2000).

Si une protection contenue de la source aux consommateurs ne peut être garantie, il sera impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisante (OMS, 1994).

1.10 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

1.10.1 Température (°C)

La température est un facteur écologique majeur ; ses variations affectent diverses propriétés de l'eau telles que la densité, la viscosité, l'évaporation, la solubilité des gaz surtout l'oxygène et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

Les basses températures stoppent les réactions d'oxydation qui conduisent à une autoépuration, tandis que les hautes températures accélèrent l'oxydation avec une diminution de la solubilité d'oxygène.

La température a également une grande influence sur l'activité biologique car chaque espèce aquatique a un préférendum thermique hors duquel elle peut disparaître.

1.10.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log H^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (Ramade, 1998).

Les équilibres physico-chimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (Bremond, 1973).

Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique.

Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (Rodier et al., 2009).

1.10.3 Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (Rodier, 2005).

Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Mens, 2000). Elle constitue une bonne appréciation des matières en solution.

Dans les eaux naturelles c'est un paramètre permettant d'évaluer la charge totale en électrolytes. En eau de surface, la conductivité est généralement inférieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la minéralisation de type bicarbonaté calcique (Gaujous, 1995).

Tableau 2 : Classification des eaux selon la conductivité électrique (Rodier, 2005).

Type d'eau	Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Résistivité
Eau pure	< 23	>30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation Moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 20000	400 à 1000

1.10.4 Turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau par la présence de matières non dissoutes (Lanteigne, 2003). C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis, 2005).

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (Jean, 2002). Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (Rodier, 2005).

La turbidité se mesure en unité néphelométrique (NTU) (Lanteigne, 2003).

1.10.5 Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne). Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques (De Villers et al., 2005).

1.10.6 Ammonium (NH_4^+)

L'ammonium est produit par réaction acido-basique de l'eau et de façon générale de tout acide avec l'ammoniac NH_3 .

En revanche, en milieu basique à pH supérieur à 9,2, le NH_3 se dégage dans l'atmosphère (Ramade, 2000).

L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne (Brmenond et al., 1973).

1.10 Différentes normes applicables aux eaux de consommation

La réglementation Algérienne

Ces textes sont tirés du journal officiel de la république Algérienne (N°3517-Aoul Safar 1432/27 Mai 2011).

Norme de potabilité des eaux de consommation

La présente norme Algérienne NA 6360-1992 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Économique Européenne (CEE).

Objet et domaine d'application

La présente norme a pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, bactériologiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

Tableau3 : Objectifs de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations (Jora, 2011).

Groupe de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale
			Eaux Souterraines
Paramètres Organoleptiques	Turbidité	NTU	5
Paramètres physico chimiques	Chlore	mg/l	0.1 mg/l a 0.6 mg/l
	Concentration en ions hydrogènes pH	-	6.5 à 8.5
	Conductivité électrique	µS/cm	2800
	Température	C°	25
	Nitrite	mg/l	0.1
	Ammonium	mg/l	0.5

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude ou l'échantillonnage à eu lieu, est la commune d'Ouled Rahmoun ou des prélèvements sur des échantillons d'eau provenant d'eaux souterraines ont été effectués. Cette commune fait partie de la Daïra d'El Khroub.

2.1.1 Daire d'El Khroub

La Daïra d'El Khroub s'étend sur une superficie de 610,70 km², soit : 26,70 % de la superficie globale de la Wilaya de Constantine (2.287,77 km²) pour une population de 243.057 habitants (RGPH, 2016).

- El Khroub, Chef-lieu de la Daïra est d'une superficie de 244.65 km², soit 40,06 % de la surface de la Daïra et d'une population de 180.808 habitants.
- Ain Smara, d'une superficie de 156,10 km², soit 25,56 % de la surface de la daïra et d'une population de 35.865 habitants.
- Ouled Rahmoun, d'une superficie de 209,95 km², soit 34,38 % de la surface de la daïra et d'une population de 26.384 habitants.



Figure 2 : Répartition de la surface de la Daïra d'El Khroub (P.D.A.U ,2000).

La Daïra d'El Khroub est limitée:

- Au Nord par la Daïra de Constantine
- Au Sud par la Wilaya d'Oum El-Bouaghi
- A l'Est par la Daïra d'Ain Abid
- A l'Ouest par la Wilaya de Mila

2.1.2 Situation géographique de la commune d'Ouled Rahmoun

La commune d'Ouled Rahmoun est située au Sud-Est de Constantine à une distance de 10 km de la localité d'El Khroub. Elle est constituée en plus du chef-lieu de trois agglomérations secondaires : El Guerrah, Bounouara, Ouled Rahmoun.

La commune d'Ouled Rahmoun est limitée (figure 3 page 19) :

- Au Nord par la commune d'El Haria.
- Au Sud par la Wilaya d'Oum EL Bouaghi.
- à l'Est par la commune d'Ain Abid.
- au Sud-Ouest par la Wilaya de Mila.

La commune d'Ouled Rahmoun est peuplée de 26 132 habitants répartis selon les proportions suivantes :

- Le chef-lieu de la commune avec 43.25%
- El Guerrah avec 23.30%
- Bounouara avec 15.80%
- Et 17.65% se trouve à la zone épars.

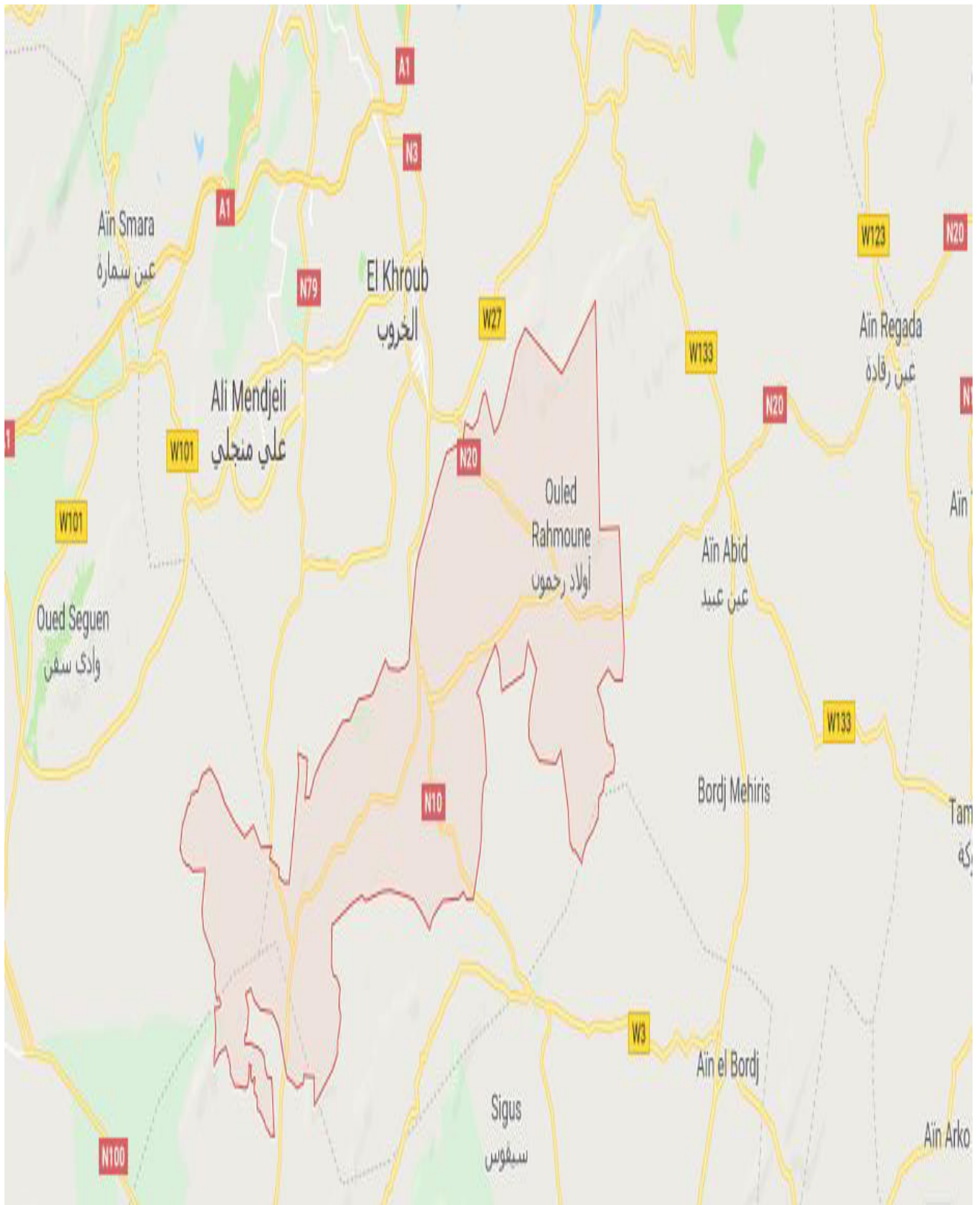


Figure 3 : Image satellitaire de la zone Ouled Rahmoun (google maps).

2.2 Etude du milieu naturel

2.2.1 Occupation du sol

La répartition générale des terres de la commune se caractérise par l'importance de la surface agricole utilisée (S.A.U), de parcours, de surface agricole totale (S.A.T), de forêts et de terrains improductifs (tableau 4) (Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, 2000).

Tableau 4 : Répartition générale des terres en hectares (P.D.A.U, 2000).

S.A.U	Terres irriguées	Parcours	S.A.T	Forêts	Terrains Improductifs	Superficies Totals
14 100	127	5 474	19 574	1026	620	21 220
72,03%	0,90%	27,97%	92,24%	4,84%	2,92%	100,00%

2.2.2 Agriculture

L'occupation des terres de la commune d'Ouled Rahmoun dans le domaine agricole, est répartie comme suit :

- Le système céréales plus jachère : s'étend sur 5086 hectares, soit environ 60% de la S.A.U. Ce type de culture est pratiqué selon un assolement biennal (céréales – jachère) sur des sols peu fertiles, dans toute la partie Sud de la commune et en contrebas du Djebel Oum Settas (sols peu profonds et caillouteux). Les rendements de ces sols sont faibles.
- Les grandes cultures: forme d'utilisation semi-intensive, elles couvrent 5252 hectares, soit 39% de la S.A.U. Ces cultures sont pratiquées sur des sols fertiles (sols argileux et profonds).Les rendements sont bons, compte tenu du climat de la commune.
- Les cultures irriguées : l'irrigation dans le commun est presque absente, elle n'est représentée que par quelques taches situées de part et d'autre de l'Oued Boumerzoug et l'irrigation se fait

soit à partir de puits, soit par pompage direct de l'Oued. Les terres irrigables sont estimées à environ 127 hectares.

2.2.3 Elevage :

L'élevage est fonction de la production végétale et implique des disponibilités en matière de fourrages avec l'utilisation des surfaces en jachère et les chaumes et de se fait l'utilisation des eaux souterraines de cette commune (P.D.A.U, 2000).

Tableau 5 : Répartition de la production animale (P.D.A.U,2000).

		EFFECTIFS
GROS ELEVAGES	OVINS	12800
	BOVINS	2000
PETITS ELEVAGES	POULES PONDEUSES	4000
	POULETS DE CHAIR	6000
	DINDES	1000
	APICULTURE	130 ruches

2.2.4 Forêts

Les surfaces réservées à ce type d'occupation de sols sont très faibles et ne concernent que 4.84% de la surface totale de la commune. Les espaces occupés par la végétation forestière sont de 1026 hectares. Les zones forestières sont de faible envergure et éparpillées dans la commune (P.D.A.U, 2000).

2.2.5 Classifications des terres

Cinq grandes classes de terrain ont été dégagées sur la base de six principaux paramètres, à savoir : la lithologie, l'épaisseur du sol, la nature du sol, la stabilité des terrains, l'aptitude à l'érosion et la pente.

Cette classification des milieux a permis de définir la vocation des terrains et leur valeur potentielle de production.

Ces classes sont figurées dans le tableau (6) comme suit :

Tableau 6: Ventilation des classes de terrain (P.D.A.U,2000).

Classes	Caractéristiques	Surface	%
Classe 01	Terrains à très hautes potentialités. aptes à l'irrigation. Toutes cultures possibles.	784	3,70
Classe 02	Terrains à hautes potentialités. Aptes aux grandes cultures, sans jachère.	7921	37,30
Classe 03	Terrains à moyenne potentialités (culture extensive).	4308	20,30
Classe 04	Terrains à faible potentialités (forêts, maquis, parcours)	7710	36,30
Classe 05	Terrains à potentialités nulles (lits d'oued, terrains urbanisés)	497	2,40

Les terrains de classe 01 ne représentent qu'une faible proportion, mais sont d'un grand intérêt (toutes cultures possibles en irrigué comme en sec).

Par contre les terrains de classes 2 sont très importants et s'étendent sur plus du 1/3 de la superficie totale, et présentent également un grand intérêt (terrain aptes aux grandes cultures avec résorption partielle de la jachère).

La forte proportion revient à la classe 4 (médiocre) qui est due à l'importance des affleurements de calcaires, de conglomérats, et de terrains salés du trias (versant sud du Djebel Tikbeb).

2.2.6 Géologie

La commune d'Ouled Rahmoun est caractérisée par la présence des différents faciès appartenant aux principales phases géologiques : le secondaire, le tertiaire et le quaternaire.

Ces formations lithologiques se résument en général par la présence d'alluvions récentes dans la vallée du Boumerzoug (P.D.A.U, 2000).

2.2.7 Climat

Les facteurs climatiques ont un impact permanent sur la vie sociale et économique de cette région. Dans le contexte de cette étude, il a été jugé utile de se référer aux travaux de l'Agence Nationale de Ressource Hydraulique (A.N.R.H) et L'Office Nationale Météorologique de Constantine (O.N.M).

2.2.8 Précipitations

La précipitation est la totalité de la lame quantifiée par la pluviométrie ; elle est d'origine diverse : pluie, neige grêle , etc.

2.2.8.1 Précipitations moyennes annuelles

La carte pluviométrique du laboratoire (A.N.R.H) montre globalement une répartition décroissante des précipitations du Nord vers le Sud et de l'Ouest vers l'Est. En effet dans la région d'Ouled Rahmoun les précipitations sont variées entre 450mm et 500mm.

Le tableau (7) mentionne les variations annuelles des précipitations de la station météorologique d'Ain El Bey (ONM) pour une période allant de 2001 à 2016

Tableau 7 : Pluie annuelle totale en (mm) (station d'Ain El Bey, 2016).

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
P (mm)	462.3	561.4	498.7	512	372.7	426.2	509	758
Année	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	
P (mm)	391.4	451.6	534.6	628	447.5	570.3	514.2	

Et la figure (4) démontre la répartition des précipitations de l'Est Algérien parmi elles, celle de la Daïra d'El Khroub (ANRH) (page 24).

LA REPARTITION DES PRECIPITATIONS

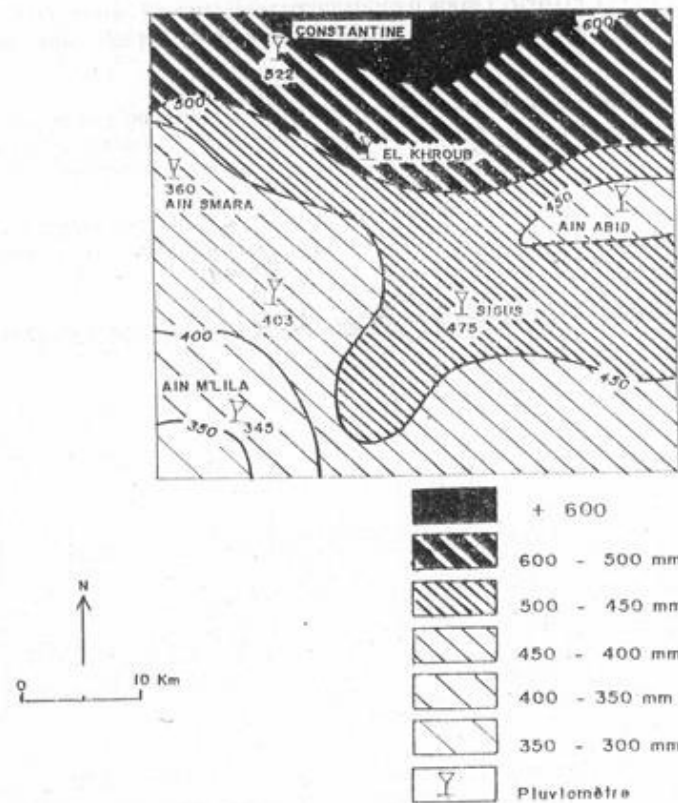


Figure 4 : Répartition des précipitations (carte pluviométrique de l'Algérie du laboratoire A.N.R.H, 2000).

2.2.9 Humidité

L'humidité moyenne est définie comme étant un mélange de vapeur d'eau et de gaz dont les proportions sont définies aux mêmes conditions de température et le tableau (8) montre que le maximum de l'humidité est observé au mois de Janvier et Décembre (79%) et le minimum au mois de Juillet (50%).

Tableau 8 : Humidité moyenne mensuelle (Station d'Ain El Bey).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	AV	MA	JU	JI	AT	ANNEE
% d'humidité	63	68	75	79	79	77	75	72	68	58	50	51	68

2.2.10 Informations concernant la ville d'Ouled Rahmoun

Tableau 9 : Informations géographique et démographique de la région d'Ouled Rahmoun.

Latitude	36.1803 ; 36° 10' 49" Nord
Longitude	6.70509 ; 6° 42' 18" Est
Superficie	21220 hectares
Altitude	675 m
Nombre d'habitants	26 132 habitants.
Densité de population	124,5 /km ² .

2.3 Partie expérimentale

Notre travail expérimental s'est déroulé au niveau du laboratoire SEACO de Ain Smara pendant une période de stage de deux mois allant de février à mars 2018.

Au niveau de ce laboratoire nous avons procédé à une analyse des paramètres physico-chimiques d'échantillons d'eau provenant de sources souterraines d'Ouled Rahmoun et cela pour évaluer sa qualité, car cette eau sert à la consommation.

Les différents paramètres pris en considération pour cet échantillonnage sont :

La température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité, les nitrites, l'ammonium et le Chlore.

2.4 Echantillonnage

Les eaux souterraines d'Ouled Rahmoun sont réparties dans cinq endroits qui sont représentés par des réservoirs d'eau qui servent à l'alimentation de la population en eau potable.

Pour les différents prélèvements cinq points d'échantillonnage ont été choisis, ces points représentent les robinets d'alimentation.

2.5 Localisation des points de prélèvements

Les différents points de prélèvements (figure, 5) sont :

- Robinet du réservoir N°1 représenté par P1 est situé en amont de la commune.
- Le deuxième robinet (Centre de formation professionnelle et d'apprentissage d'Ouled Rahmoun) est représenté par P2, situé en amont de la commune à une distance de 5 m du premier.
- Le troisième robinet (Cité Belle Vue N°176), est représenté par P3 situé au centre-ville de la commune et s'éloignant du deuxième point de 130m.
- le quatrième robinet (Station pompage d'Ouled Rahmoun), P4 est situé en aval de la commune s'éloignant du troisième point d'une distance de 87m.
- Le cinquième robinet (Réservoir Belle Vue), P5 se situe en aval de la commune, s'éloignant du quatrième d'une distance de 50m.

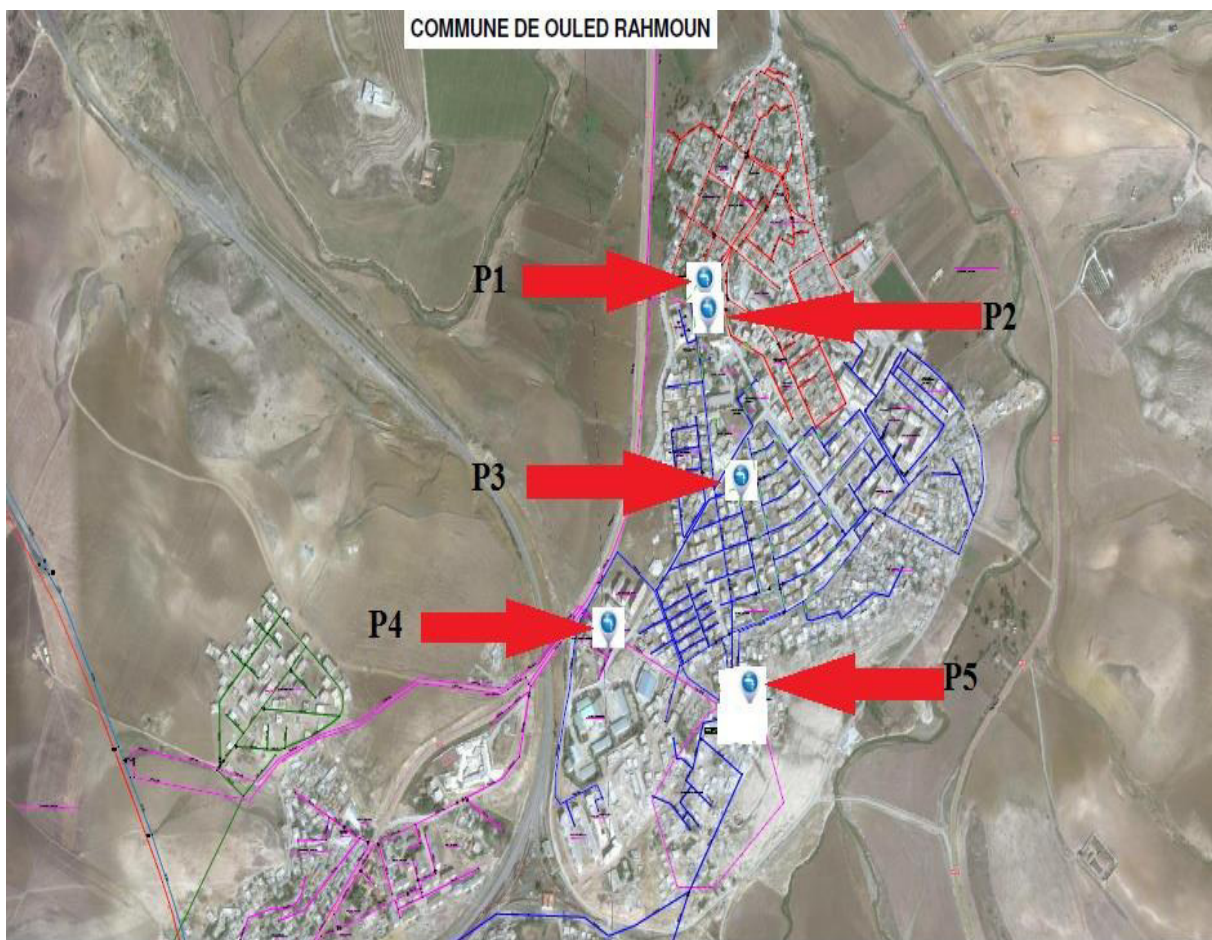


Figure 5: Image satellitaire des points de prélèvements.

2.6 Calendrier de prélèvements

Les échantillons ont été prélevés par le personnel de la SEACO d'Ain Smara, trois fois par mois pendant une période de deux mois comme il est mentionné dans le tableau (10).

Tableau 10 : Information concernant les jours de prélèvements.

Date	Heure du prélèvement	Température (°C)	Etat de la journée
04/02/2018	Matin	10	Ciel dégagé/Ensoleillé
13/02/2018	Matin	11	Ensoleillé
18/02/2018	Matin	12	Ensoleillé
06/03/2018	Matin	15	Ensoleillé
13/03/2018	Matin	16	Quelques nuages
29/03/2018	Matin	18	Ensoleillé

2.7 Méthodes d'analyse et de mesure des paramètres physico-chimiques

2.7.1 Température

La mesure de la température a été effectuée sur le lieu de prélèvements (in situ) en utilisant un thermomètre gradué au 1/10 (Rodier, 2005).

La lecture a été faite après immersion de 10 minutes du thermomètre dans un récipient contenant l'eau de robinet. Les résultats sont exprimés en °C.

2.7.2 Conductivité électrique

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type (HACH sensION7multi range conductimètre).

L'appareil est préalablement étalonné avec des solutions de chlorure de potassium (KCL) (NF t 90-031). Les résultats ont été exprimés en $\mu\text{S/cm}$ (Rodier, 2009).

2.7.3 Potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure de pH a été effectuée au laboratoire d'analyse. Il est pris avec un pH mètre électrométrique modèle (HACH sensION3), en plongeant l'électrode dans l'eau. Le pH mètre est étalonné avec des solutions étalons pH 4,7 et pH 9 à 20°C (NF t 90-008). Les résultats sont exprimés en unités pH.

2.7.4 Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont dosés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. La diazotation de la sulfanilamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le α -Naphthyle éthylène diamine dihydrochloride donne un complexe pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique à 540 nm. Les résultats sont exprimés en mg/l de NO_2^- .

2.7.5 Chlore (Cl_2)

Les chlores ont été évalués par volumétrie de Mohr, grâce à une solution de nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré. La fin du dosage est décelée par l'apparition de couleur rouge. Les résultats sont exprimés en mg/l.

2.7.6 Ammonium (NH_4^+)

Le dosage de l'ammonium est réalisé selon la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de nitro-prussiate qui agit comme un catalyseur. Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (Rodier, 2005). Les résultats de la teneur en ion ammonium sont exprimés en mg/l de (NH_4^+).

2.7.7 Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle est réalisée à l'aide d'un turbidimètre appelé aussi néphélométrie en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser. Les résultats sont exprimés en NTU.

Chapitre III : Résultats et discussion

3. Résultats et discussion

Pour évaluer la qualité des eaux souterraines d'Ouled Rahmoun sept paramètres physico-chimiques ont été pris en considération, afin de voir s'il y a effet ou risque d'une pollution ou contamination. Sachant que les eaux souterraines ont pendant longtemps, été synonymes «eaux propres» répondant naturellement aux normes de potabilité.

Les eaux souterraines sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles, néanmoins, de nombreuses nappes sont influencées par la qualité des eaux de surface (Armand, 1996).

Dans ce chapitre nous rapportons les différents résultats des différents paramètres physico-chimiques obtenus au niveau de cinq points de prélèvements (robinets).

Ces résultats seront présentées dans les tableaux (11,12,13,14,15,16,17,18) et les figures (6,7,8,9,10,11), et seront comparés avec les normes de qualité du journal officiel des eaux potables (JORA, 2011).

Il est important de le souligner, que les résultats obtenus sont représentés par trois mesures pour chaque mois (février et mars 2018).

3.1 Résultats des paramètres physico-chimiques du mois de Février 2018

3.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

Tableau 11 : Résultats du pH des trois mesures du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1er prélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018	Normes Unité pH
P1	7.77	7.83	7.77	6.5-8.5
P2	7.65	7.80	7.61	
P3	7.71	7.69	7.6	
P4	7.73	7.67	7.63	
P5	7.8	7.66	7.97	

L'acidité de l'eau ne pose en soi aucun problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Toutefois, l'eau acide distribuée par un réseau de canalisations peut constituer indirectement une menace pour la santé du consommateur mal informé ou imprudent (Hanon, 2011).

Selon (Nisbet ,1970), le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,6 à 7,8 et selon (Rodier ,1984), il varie de 7,2 à 7,6 unités de pH.

Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman ,1996).

L'eau acide a un effet agressif (corrosif) et peut libérer les métaux constitutifs des canalisations (en particulier à l'intérieure des habitations), à savoir le fer, le cuivre, le plomb, le nickel, le chrome et le zinc (Hanon, 2011).

Les résultats du pH du mois de février 2018 (tableau 11 et figure 6), démontrent que les trois mesures effectuées sur les échantillons d'eau dans les cinq points de prélèvements vont d'une valeur minimale de 7.61 (P2) durant le troisième prélèvement (18/02/2018), et d'une valeur maximale de 7.97 (P5) durant le troisième prélèvement.

Les valeurs du pH d'une eau de bonne qualité et propre à la consommation se situent entre 6 et 8,5 (Rodier, 1996).

De ces résultats, ces eaux sont faiblement alcalines et répondent aux normes de qualité édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau qui recommandent un pH situé entre 6,5 et 8,5 (JORA, 2011 ; OMS, 1994).

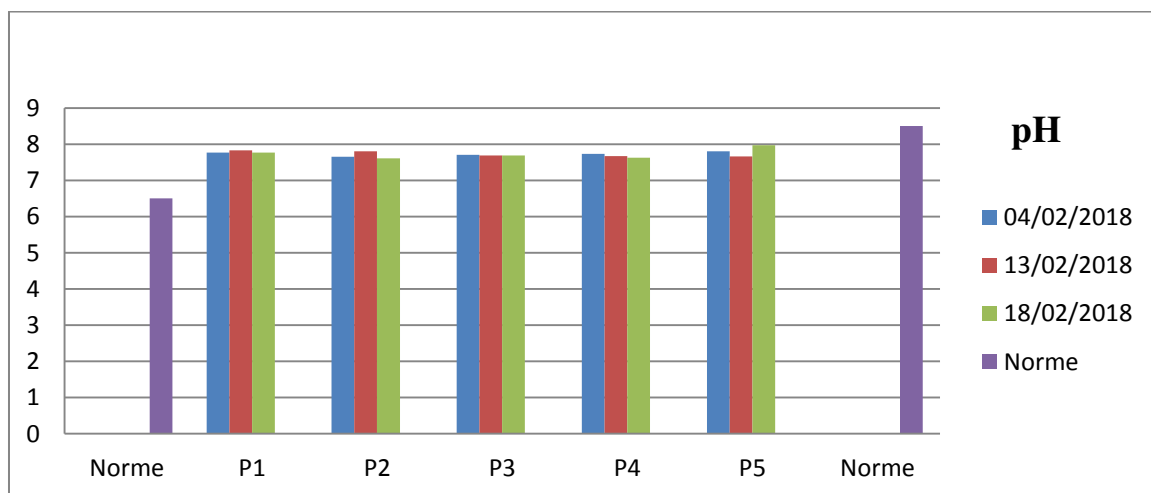


Figure 6 : Comparaison du pH au niveau de cinq points prélèvements avec les normes de qualité (Février 2018).

3.1.2 Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Tableau 12 : Résultats de la Conductivité électrique des trois mesures du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1er prélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018	Normes
P1	1029	1054	1042	2800$\mu\text{S}/\text{cm}$
P2	1057	1056	1056	
P3	1060	1058	1039	
P4	1066	1059	1050	
P5	1062	1052	1035	

Selon (Rodier , 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.

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (Frank ,1992).

Nous remarquons dans le tableau (12) et la figure (7) que les résultats de la conductivité électrique du mois de février 2018 pour les trois mesures effectuées, que la valeur maximale (1066 $\mu\text{S}/\text{cm}$) de la conductivité électrique est enregistrée au point (P4) durant le premier prélèvement (04/02/2018) et qui reste inférieure à celle fixée par les normes en vigueur.

Ces résultats nous indiquent que ces eaux sont fortement minéralisées, car leurs valeurs dépassent toujours 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Rodier, 2009).

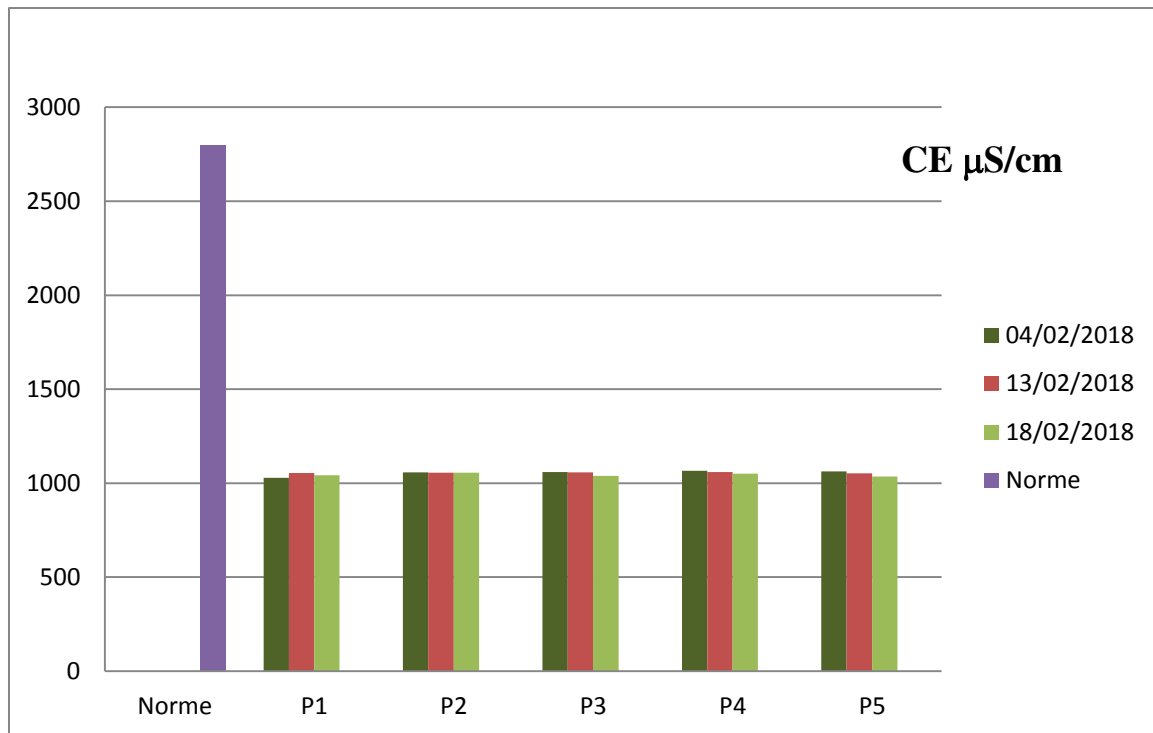


Figure 7 : Comparaison de la conductivité électrique au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (Février 2018).

3.1.3 Température (°C)

Tableau 13 : Résultats des Températures des trois mesures du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1er prélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018
P1	18.9	20	20
P2	20.3	20	21
P3	19	19.7	19.7
P4	20	19.5	18
P5	19.3	20.1	19.5

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (Chapman, 1996).

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation) et d'une diminution de la solubilité de l'oxygène dont la carence peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation de déchets tels que : sulfure d'hydrogène H₂S, dioxyde de soufre (SO₂), méthane (CH₄), matière organique.

Les phénomènes de fermentation sont facilités par l'élévation de température d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes (Bremond, 1973).

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C.

Le tableau (13) et la figure (8), montrent que la température varie entre une valeur minimale 18 °C (P4) et une valeur maximale de 21 °C (P2) relevées lors du troisième prélèvement.

Dans notre zone d'étude, nous avons remarqué que la température ne présente pas de grandes variations entre les robinets (points de prélèvements). Ces valeurs sont inférieures à 21°C et comparativement aux normes de qualité les eaux analysées sont plutôt bonnes.

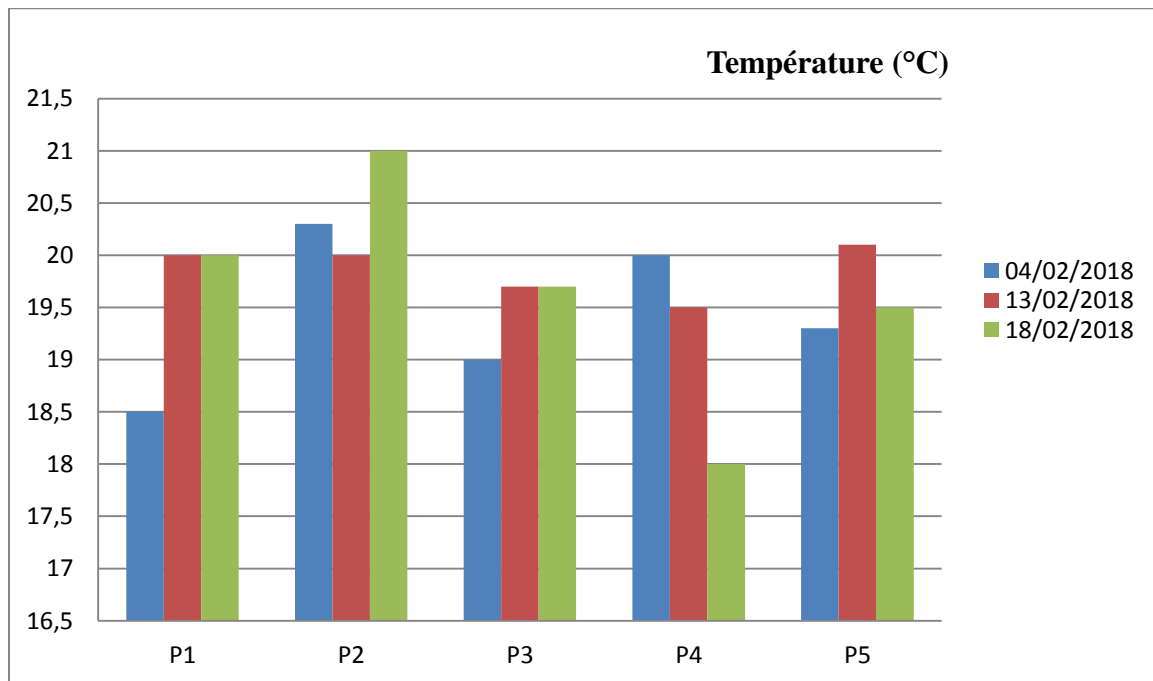


Figure 8 : Comparaison des températures au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (Février 2018).

3.1.4 Turbidité (NTU)

Tableau 14 : Résultats de la Turbidité des trois analyses du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements Points de prélèvements	1er prélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018	Normes
P1	0.57	0.29	0.26	5 NTU
P2	0.49	0.38	0.29	
P3	0.52	0.26	0.32	
P4	0.42	0.35	0.25	
P5	0.62	0.22	1.1	

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. Elle se traduit par la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.)

Elle caractérise aussi le degré de non transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale, sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Duguet, 2006).

Les valeurs obtenues de la turbidité (tableau 14 et figure 9) pendant le mois de février demeurent inférieures à celle recommandée par les normes de qualité (5 NTU).

L'eau analysée est une eau claire avec une turbidité qui varie entre 0.22 (P5) durant le deuxième prélèvement (13/02/2018) et 1.1 NTU (P5) durant le troisième prélèvement (18/02/2018), ce qui est conforme à la norme algérienne qui recommande comme valeur limite 5 NTU au maximum.

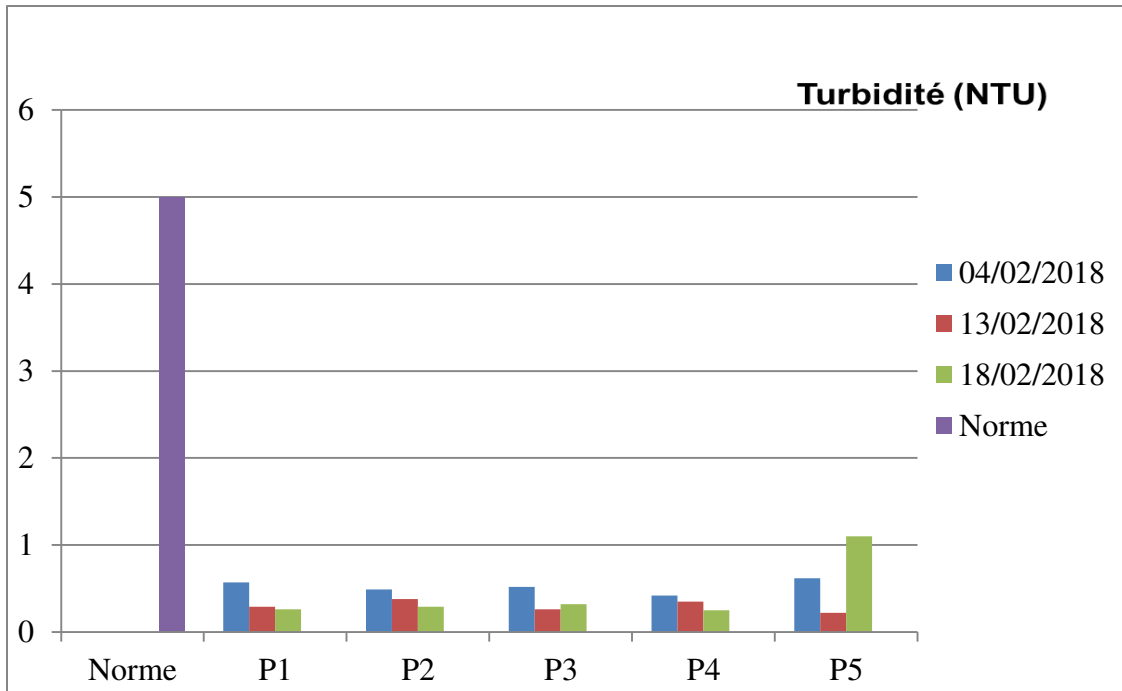


Figure 9 : Comparaison de la turbidité au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (Février 2018).

3.1.5 Nitrite (NO₂⁻)

Tableau 15: Résultats des en Nitrites (NO₂⁻) des trois analyses du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1er prélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018	Normes
P1	Traces	Traces	Traces	0.1 (mg/l)
P2				
P3				
P4				
P5				

Les nitrites représentent toujours un stade fugace, ils ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydé et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir d'un taux de 1 mg /l de (NO₂⁻) (Nisbet, 1970).

D'après la réglementation algérienne (JORA , 2011) , il est recommandé pour le cas de nitrites une valeur maximale de 0.1 mg/l pour une eau destinée à la consommation.

Les résultats des nitrites (NO_2^-) du mois de février 2018 des trois analyses effectuées sur les échantillons d'eau dans les cinq points de prélèvements (Robinets) sont sous forme de traces.

D'après (Rodier ,2009), si une teneur en nitrites pour une eau est inférieure aux normes de la qualité (0.1mg/l), elle est de bonne qualité et propre à la consommation.

3.1.6 Chlore (Cl^-)

Tableau 16 : Résultats du Chlore (Cl^-) des trois analyses du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1erprélèvement 04/02/2018	2eme prélèvement 13/02/2018	3eme prélèvement 18/02/2018	Normes
P1	0.1	0.6	0.6	0.1-0.6 mg/l
P2	0.1	0.6	0.5	
P3	0.1	0.6	0.6	
P4	0.1	0.6	0.1	
P5	0.1	0.6	0.3	

Le Chlore est tres répandu dans la nature . Sa teneur dans les eaux est très variable et liée à la nature du traitement et terrains traversés .

Le chlore a été utilisé pour des applications telles que la désactivation des organismes pathogènes dans l'eau destinée à la consommation.

Selon les normes de la potabilité des eaux, le Chlore (Cl^-) doit avoir une teneur entre 0.1-0.6 mg/l pour les eaux de consommation.

Les résultats obtenus (tableau 16 et figure 10) des différents prélèvements démontrent que:

- Le premier prélèvement, les résultats obtenus sont constants (0.1mg/l) et compris dans l'intervalle (0.1-0.6mg/l) recommandé par les normes de qualité.
- Le deuxième prélèvement, les résultats obtenus sont constants (0.6mg/l) et compris dans l'intervalle (0.1-0.6mg/l) recommandé par les normes de qualité.
- Le troisième prélèvement, les résultats obtenus varient dans l'intervalle (0.1-0.6mg/l) et restent compris dans l'intervalle recommandé par les normes de qualité.

Selon les normes de potabilité l'eau des cinq robinets est propre à la consommation car les valeurs du Chlore (Cl₂) obtenue restent dans l'intervalle (0.1-0.6mg/l).

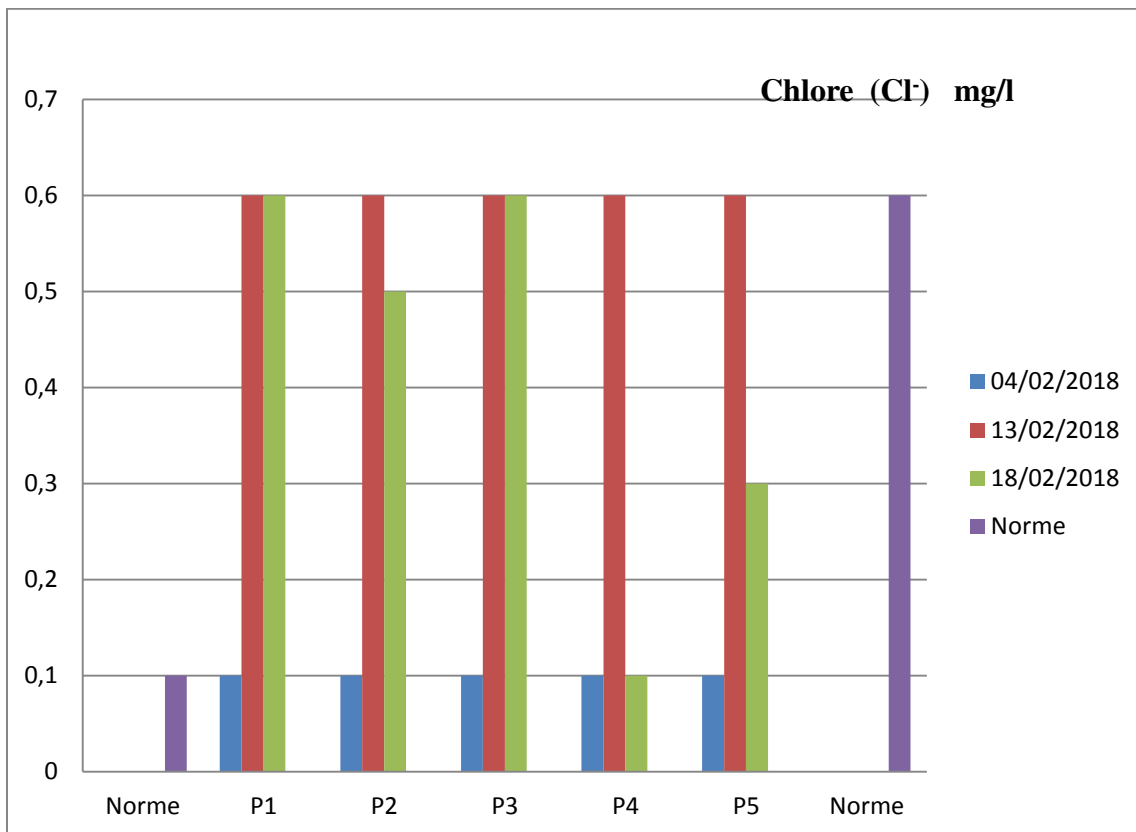


Figure 10 : Comparaison du Chlore (Cl) au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (Février 2018).

3.1.7 Ammonium (NH₄⁺)

Tableau 17 : Résultats d'Ammonium (NH₄⁺) des trois analyses du mois de Février 2018.

Dates de prélèvements / Points de prélèvements	1 ^{er} prélèvement 04/02/2018	2 ^{eme} prélèvement 13/02/2018	3 ^{eme} prélèvement 18/02/2018	Normes
P1	Traces	Traces	Traces	0.5mg/l
P2				
P3				
P4				
P5				

L'ammonium (NH₄⁺) constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole (Benaabidate ,2000).

Cet élément existe en faible proportion inférieure à 0,1 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains (Gaujous, 1995).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniac, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacale ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température (Rodier, 1996).

Les résultats obtenus (tableau 17) , démontrent que les concentrations de l'ammonium sont au-dessous du seuil de détection.

Selon (Rodier ,1996) les eaux de la commune d'Ouled Rahmoun sont de bonne qualité et propre à la consommation.

3.2 Résultats des paramètres physico- chimique du mois de Mars 2018

Les résultats obtenus pour les différentes mesures et analyses pour ces deux mois, Février et Mars (2018) sont identiques à l'exception du chlore ou les résultats diffèrent.

Les résultats du mois de Mars concernent le chlore (Cl⁻) seulement.

3.2.1 Chlore (Cl⁻)

Tableau 18 : Résultats du Chlore (Cl⁻) des trois analyses du mois de Mars 2018.

Dates de prélèvements Points de prélèvements	1er prélèvement 06/03/2018	2eme prélèvement 18/03/2018	3eme prélèvement 29/03/2018	Normes
P1	0.6	0.6	0.6	0.1-0.6 mg/l
P2				
P3				
P4				
P5				

D'après le tableau (18) et la figure(11) les résultats du Chlore (Cl⁻) indiquent une légère élévation dans les trois échantillons d'eau des cinq points de prélèvements avec 0.6mg/l. Cette teneur en Chlore (Cl⁻) n'aurait aucun impact sur la santé du consommateur car elle répond aux normes de qualité.

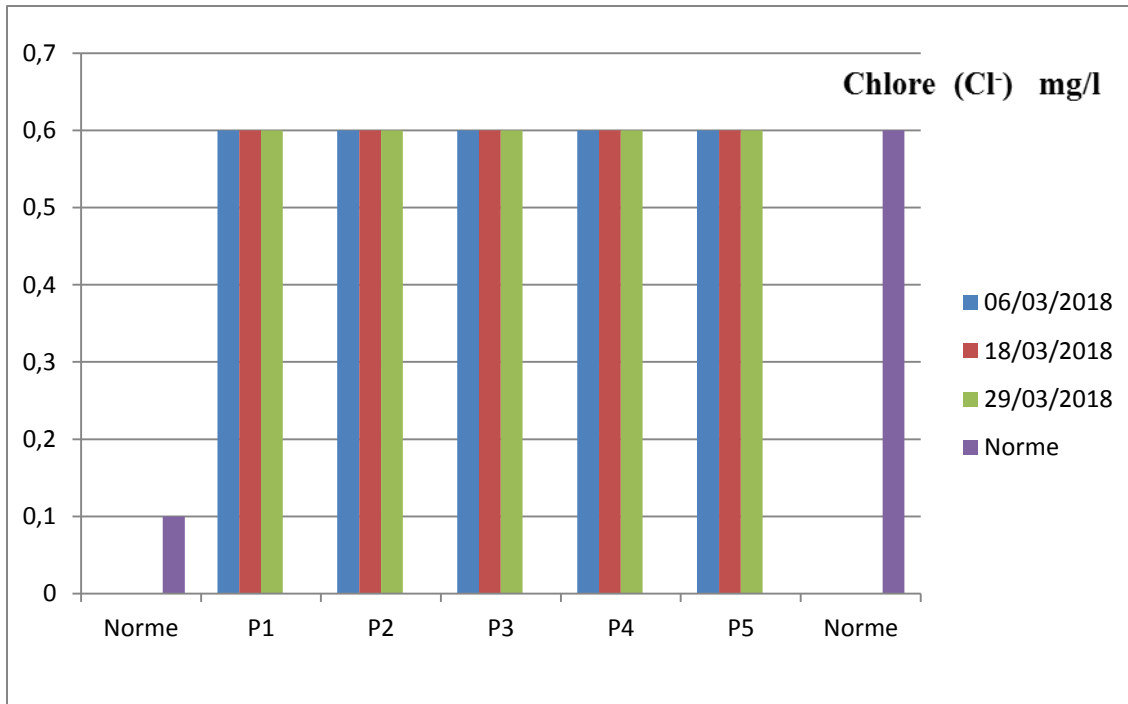


Figure 11 : Comparaison du Chlore (Cl) au niveau des cinq points de prélèvements avec les normes de qualité (Mars 2018).

Conclusion

Conclusion

Cette étude a été consacrée essentiellement à l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraine de la commune d'Ouled Rahmoun.

Il ressort de cette étude que les paramètres pris en considération sont conformes aussi bien à la réglementation nationale qu'internationale en matière de potabilité de l'eau.

En effet, les résultats obtenus sur le plan physico-chimique ont fait ressortir que cette eau est d'un pH faiblement alcalin (7,68), une conductivité électrique de 1047,5 μ S/cm indiquant une eau bien minéralisée, une turbidité conforme aux normes se traduisant par une eau claire et une température selon les normes saisonnières.

Pour les nitrites qui sont connus par leurs effets néfastes sur la santé, leur teneur est très faible par rapport à la valeur maximale admissible, aussi pour l'ammonium ou sa teneur se situe au-dessous de seuil de détection dans les cinq points de prélèvements et une concentration en chlore conforme aux normes autorisées.

Ainsi les eaux souterraines de cette commune répondent aux lois en vigueur administrées par la législation Algérienne.

Références bibliographiques

- Andriamiradis L., 2005. Mémento technique de l'eau. 2eme édition: Degremont, p. 8.
- Armand L., 1996. Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc, p. 37.
- Benaabidate L., 2000. Hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des eaux thermales. Thèse Doc. Es-sc., F.S.T. Fès, p.250.
- Bremond R et Vuichard R.,1973. Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed La documentation française. Paris, p.173.
- Bremond R et Vuichard R.,1973. Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, SPEPE, Paris, p.179.
- Cardot C., 1999. Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus: génie de l'environnement. Edition Ellipses, p.71.
- Castany G., 1982. Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition: Dunod.p.58.
- Chapman D., 1996 .Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, p. 59-126
- Chouteau C., 2004. Développement d'un biocapteur conductimétrique bienzymatique à cellules algales. Chimie, Procédés, Environnement, p.179.
- Cruyper K et DennegK ., 1993. La qualité de l'eau à la sortie du robinet: Revue de tribune de l'eau. Éditions Cebedoc.p.75.
- Defranceschi M .,1996. L'eau dans tous ses états. Edition: Ellipses, p.61.
- Degremont ., 1991. Water Treatment Hand book.

- De Villers J, Squilbin M, yourassowsky C., 2005. Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- Duguet J.P., Bernazeau F., Cleret D., Gaid A., Laplanche A., Moles J., Monteil A., Riou G., Simon P., 2006. Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement).
- Fiambshhamsch B, 1998. Chang from chlorine résiduel distribution to no chlorine residual distribution in groundwater system. Water supply. Vol 6 N°3/4. Germany, p.145-152.
- Frank J. et Kemmer N., 1992. Manuel de l'eau. Édition : Lavoisier, p. 3 .102.105.
- Frank J. et Kemmer N., 1992. Manuel de l'eau. Édition : Lavoisie, p. 3 .102.120.
- Gaujous D., 1985. La pollution des milieux aquatiques: Aide mémoire. Édition: revue et augmenté , p. 49.
- Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, p.220.
- Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2eme édition : Lavoisier, p. 49.
- Hanon M., 2011. Le pH de l'eau de distribution, Portail environnement de Wallonie, Belgique.
- Jeanluc celleric., 2002. La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition. Ministère de l'agricultue et de la pêche. Direction de l'espace rural et de la forêt. Paris.p.102.
- Journal officiel de la république Algérienne (JORA), 1993. n° 46 du 10 Juillet 1993, p.7-12.

- JORA, 2011. Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.
- Lanteigne J., 2003. Encyclopédie de l'agora.
- Margat J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.
- Marquita K. Hill., 2004. Understanding Environmental Pollution, Cambridge.
- McGraw-Hill., 1999. Handbook of environmental engineering calculations.
- Mens et Derouane., 2000. État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.
- Metahri M.S., 2012. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa). Mémoire de mastère. Université EchahidHamma Lakhdar d'ElOued , p .64.
- Needham P., 2010. « Water and the Development of the Concept of Chemical Substance », dans T. Tvedt, and T. Oestigaard, éd., « A History of Water Vol. 4: The Ideas of Water from Antiquity to Modern Times », I.B. Tauris, Londres.
- Nisbet M et Verneaux J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes ; discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. Ann. de Limnologie. Tome 6, p.161-190.
- OMS (Organisation mondiale de santé), 1994. Protection et amélioration de la qualité de l'eau. 2eme édition. Volume 1. Genève:18.
- Ouahdi A., 1995. Les maladies à transmission hydrique. Santé plus Alger N°45.

- Ralston J., 1971. De-icing salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto. Canada.p.36.
- Ramade F., 1998. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed science internationale, Paris, p. 786.
- Ramade F., 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed science internationale, Paris, p.1075.
- Ramade F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement.Paris.p.569.
- Rodier J., 1984. L'analyse de l'eau ; Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Ed. Dunod, Paris, p. 1247.
- Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris, p. 1356.
- Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8ème édition. Dunod. Paris, p .1383.
- Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris, p.1479.
- Rodier J., 2009. Analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer.9ème édition. Ed. Dunod bordas, Paris , p.1526.
- Rodier J., 2009. Analyse de l'eau.9ème édition Ed. Dunod bordas, Paris, p.526.
- Stanley E .Manahan., 2005 'Environmental Chemistry – Eight edition.

- UNICEF., 1999. Manuel sur l'eau. N°2 , p. 42-43.
- Valentin N., 2000. Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, p. 137.
- Vilagines R., 2003. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier , p.3- 187.
- Zaimche., 2015. Contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur les végétaux bioindicateurs. Thèse de doctorat. Université Mentouri, Constantine.
- Zella L., 2007. L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications. Universitaires.

Résumé

La commune d'Ouled Rahmoun utilise les eaux souterraines pour alimenter la ville en eau potable.

Et afin d'évaluer la qualité de ces eaux souterraines une étude a été effectuée sur des paramètres physico-chimiques : T (°C) , CE , pH , Turbidité , NO_2^- , NH_4^+ et Cl^- .

Les échantillons d'eau analysés durant les deux mois de février et mars 2018 (trois prélèvements pour chaque mois) ont révélé une eau claire ; bien minéralisée, le Chlore selon les normes et une teneur en Ammonium et en Nitrite au-dessous du seuil de détection.

D'après ces résultats, les eaux souterraines d'Ouled Rahmoun répondent aux lois en rigueurs administrées par la législation Algérienne.

Mots clés : Ouled Rahmoun ; Eaux souterraines ; Paramètres physico-chimiques ; Consommation ; Normes de qualité.

Summary

The commune of Ouled Rahmoun uses ground water to supply the city with drinking water.

In order to evaluate the quality of these ground waters, a study was carried out on physicochemical parameters: T (°C), CE, pH, Turbidity, NO_2^- , NH_4^+ and Cl^- .

The water samples analyzed during the two months of February and March 2018 (three samples for each month) revealed clear water; well mineralized, Chlorine according to the norms and a content of Ammonium and Nitrite below the limit of detection.

According to these results, the ground water of Ouled Rahmoun responds to the rigorous laws administered by the Algerian legislation.

Key words: Ouled Rahmoun; Underground waters; physicochemical parameters; Consumption; Quality standards.

ملخص

تستخدم بلدية أولاد رحمون المياه الجوفية لتزويد المدينة بمياه الشرب. من أجل تقييم جودة هذه المياه الجوفية ، أجريت دراسة على معايير الفيز و كيميائية : (°C) T ، CE ، pH ، العكارة ، NO_2^- ، NH_4^+ و Cl^- .

كشفت عينات المياه التي تم تحليلها خلال شهري فبراير ومارس 2018 (ثلاث عينات لكل شهر) عن وجود مياه صافية ، جد معدنية ، الكلور وفقا للمعايير ومحتوى الأمونيوم والنترت تحت حد الكشف. ووفقاً لهذه النتائج ، فإن المياه الجوفية في أولاد رحمون تستجيب للقوانين الصارمة التي يديرها التشريع الجزائري.

الكلمات المفتاحية : أولاد رحمون ؛ المياه الجوفية؛ المعلمات الفيزيائية؛ الاستهلاك؛ معايير الجودة.

**INTITULÉ : EVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES
D'OULED RAHMOUN**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Fondamentale et Appliquée

Résumé

La commune d'Ouled Rahmoun utilise les eaux souterraines pour alimenter la ville en eau potable.

Et afin d'évaluer la qualité de ces eaux souterraines une étude a été effectuée sur des paramètres physico-chimiques : T (°C), CE, pH, Turbidité, NO_2^- , NH_4^+ et Cl_2 .

Les échantillons d'eau analysés durant les deux mois de février et mars 2018 (trois prélèvements pour chaque mois) ont révélé une eau claire ; bien minéralisée, le Chlore selon les normes et une teneur en Ammonium et en Nitrite au-dessous du seuil de détection.

D'après ces résultats, les eaux souterraines d'Ouled Rahmoun répondent aux lois en rigueurs administrées par la législation Algérienne.

Mots clés : Ouled Rahmoun ; Eaux souterraines ; Paramètres physico-chimiques ; Consommation ; Normes de qualité.

Laboratoire de recherche : Laboratoire SEACO

Jury d'évaluation :

Président du jury : SAHLI Leila (MCA - UFM Constantine)
Rapporteur : ZAIMECHE Saida (MCB - UFM Constantine)
Examineur : KERBOUA F (MAA - UFM Constantine)

Date de soutenance : 01/07/2018.