

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB de BLIDA 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire
Filière: hydrobiologie marine et continentale
Laboratoire de Recherche Biotechnologies, Environnement et Santé
Option: **Ecosystèmes Aquatiques**

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de Master académique en
science de La nature et de la vie

Thème

***SUIVI DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET
BACTERIOLOGIQUE DES HUIT SOURCES AU NIVEAU DE LA
RESERVE DE CHASSE ZERALDA***

Réalisé par : DOUAOUI DJAMILA

KHEDIM WAFIA

Devant les membres de jury

Président : M ^{me} El Mahdi I	MAA	USD-Blida1
Examinatrice : M ^{me} Med Mahmoud F	MCB	USD-Blida1
Promotrice: M ^{me} Chaichi W	MCB	USD-Blida1
Co-promotrice : M ^{me} Boutelba I	Doctorante	RCZ

Année Universitaire 2017-2018

Remerciement

Avant de commencer la présentation de ce travail, je profite de l'occasion
pour remercier
Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de
ce projet de fin d'étude.

En second lieu nous tenons à remercier notre encadreuse Madame Wissem
Chaichi qui a acceptée d'encadrer notre travail

Nous exprimons également nos remerciements à notre Co-encadrent
madame Boutelba Imen Doctorante au niveau de la Réserve du Chasse de
Zeralda.

Sans oublier les membres des jurys

M^{me} El Mahdi. I pour avoir accepté de présider ce jury.

M^{me} Med Mahmoud. F pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nos remerciements et nos gratitude vont aussi à tous les personnes
de la Réserve du Chasse de Zeralda. Particulièrement à Madame Rokaia et
les responsables de SEAAL Tipaza sur tous au niveau de laboratoire de la
physico-chimique de l'eau Sidi Amer, et les responsable de
laboratoire de bureau d'hygiène.

Ensuite, nos vifs remerciement à toute les professeurs qui nous ont enseigné
et qui par leurs

Compétences nous ont soutenus dans la poursuite de nos études

Nous remercions enfin tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont
contribué à la

Réussite de ce travail et qui n'ont pas pu être cités ici.

Dieu Merci

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents (khaira et Ramdan), qui n'ont jamais cessé de m'apporter leur aide, leur soutien et leur amour

A mes sœurs (Chrifa, Nawal , Fatima Zahra, Amina) et leurs petits-enfants :

(Asma, Hadil, Arwa Ibtihal, Ayoub, Mohamed Islem, Amine, Anesse). Surtout mes frères Oussama et Boulem lui souhaite du succès dans la vie, si Dieu le veut, l'amour et l'affection que je porte pour vous, je vous souhaite tous mes vœux de bonheur, santé et de réussite.

A tous ma promo écosystème aquatique

A tous mes amies et particulièrement Wafia, Meriem et Nabila

Djamila

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents, ma mère

SALIMA

Et mon père

MOURED

Qui ont été pour moi un

Soutien constant tout au long de ses années d'études qu'ils trouvent
ici le témoignage de ma profonde affection et reconnaissance.

A

Mon frère : HOUSSEM

A

Mes oncles et ces femmes : NACER ET DJAMILA, MOUHEMED ET
FATIHA, KARIM ET LILA

A

Mes Tantes

NAOUEL ET SOUMIA

A

Mes Cousin Et Cousine

KHAWLA, HAMZA, CHOUKRI, IKRAM, CHIRAZE, et la petite ISRAA

A

Mon binôme et ma chère Meilleure amie DJAMILA

A

FOUAD qui m'a aussi encouragé, et m'a aidé pour faire ce projet, et il
était présent à chaque carrefour de ma vie, pendant toute ma formation sont
de prés ou de loin, merci beaucoup.

A

Toute La Promo 2018 Ecosystèmes Aquatiques

A la fin, je dédie ce mémoire à tous ceux et toutes celle qui m'ont

Accompagné et soutenu durant ces années d'études.

WAFIA

Résumé

Résumé

L'intensification des précipitations, prévue par plusieurs études, peut mener à l'augmentation des événements de contamination fécale. Pourtant, peu d'études ont été menées pour caractériser les impacts des changements globaux sur la qualité microbienne de l'eau des sources d'approvisionnement en eau potable. (Goujour.,1995)

L'objectif de l'étude consiste à effectuer une étude qualitative du point de vue physico-chimique et bactériologique aussi trace métallique sur huit sources au niveau de la Réserve de Chasse de Zéralda. Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux prélevées au niveau de la Réserve du Chasse de Zéralda concernant les paramètres physiques conforment à la norme algérienne, les résultats des paramètres chimique enregistre une valeur maximal de sulfate (139mg/l), le chlorure (110mg/l) et le manganèse (42mg/l). Nous avons déterminé une teneur élevée de fer au niveau de source 3 (1.37 mg/l), source 6 (1.01mg/l), source 7 et 8 (1.46mg/l), ces éléments dépassent la norme. Les analyses bactériologiques ont montré une pollution fécale par les coliformes fécaux (entre 1.5-79 UFC/100ml), *Echerichia coli* et les streptocoques fécaux (9 UFC/100ml) durant la période de prélèvement.

Nous pouvons dire que quatre sources (1, 2, 4, 5) sont potables et quatre autre (3, 6, 7, 8) ne sont pas buvables.

Mots clés : Réserve de Chasse de Zéralda, analyse physico-chimique, trace métalliques, analyse bactériologique, contamination fécale.

Abstract

The intensification of precipitations, envisaged by several studies, can lead to the increase in the events of fecal contamination. However, few studies were carried out to characterize the impacts of the total changes on the microbial quality of the water of the sources of supply out of drinking water. The Hunting preserve of Zéralda is a public corporation related to administration, it owes its name with special military companies called “companies of the growers”, it underwent important forest alteration work, for the creation of a territory of presidential hunting, and it also contains various hydrographic systems. There exist twelve sources one that of Mausoleum of Sidi Mohamed El Haggar, which have believers with the virtues miraculous on the person which suffer from sterility, and of other which are intended for drink of the animals and some not to exploit.

For this purpose, this work consists in carrying out a qualitative study from the physicochemical and bacteriological point of view also metal trace on eight sources. The results of the physicochemical parameters and metal traces of the water taken on the level of the unquestionable hunting preserve of zeralda which diverges according to the standards and of other which not conforms to the standards, the bacteriological analyses showed an absence of the pathogenic micro-organisms in the eight studied sources. On the other hand a contamination is indicated in seven (07) sources by the indicators of fecal pollution (coliformes total, coliformes fecal, Escherichia coli and fecal streptococci) during the period of taking away.

Keywords: Hunting preserve of Zéralda, analyzes physicochemical, trace metal, analyzes bacteriological, the standards, fecal contamination.

المخلص:

إن كثافة الأمطار ترتبط بمختلف الدراسات من بينها زيادة ظاهرة التلوث نوعية المياه من جراء تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى الينابيع. علاوة على ذلك، يمكن تسريع هذا التدهور من خلال التغيرات العالمية مثل تغير المناخ والنمو السكاني. وكذا هطول الأمطار الحمضية، الذي تنبأت بها العديد من الدراسات، قد يؤدي إلى زيادة في تلوث المياه. حيث أجريت بعض الدراسات لتحديد تأثيرات و التغيرات العالمية على جودة الميكرابية للمياه.

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء دراسة الفيزيائية والكيميائية و البكتريولوجية أيضا بالإضافة إلى أثر المعادن على مستوى ثمانية ينابيع من محمية الصيد بزيرالدا. نتائج التحاليل الفيزيائية للمياه التي أخذت من محمية الصيد بزيرالدا حسب المعايير المادية المطابقة للمعيار الجزائري، سجلت نتائج العناصر الكيميائية : القيمة القصوى للكبريتات ب (139 ملغ/لتر) كلورور ب (110 ملغ/لتر) المغنيزيوم ب (42 ملغ/لتر). حيث حددنا قيمة عالية من عنصر الحديد عند المنبع 3 ب (1.37 ملغ / لتر) ، والمنبع 6 (1.01 ملغ/ لتر)، والمنبع 7 و 8 (1.46 ملغ/ لتر)، وهذه العناصر تفوق المعايير. أظهرت التحاليل البكتريولوجية العديد من الكائنات المجهرية.

يمكننا القول أن أربعة مصادر (1، 2، 4، 5) صالحة للشرب وأربعة أخرى (3، 6، 7، 8) غير صالحة للشرب.

الكلمات المفتاحية : احتياطي الصيد في زيرا لدا، التحليل الفيزيائي الكيميائي، المعادن، التحاليل البكتريولوجية

Liste des abréviations

ABS : absence

A.C.P : Analyse en Composantes Principales

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrique

ASR : Anaérobie Sulfito-réducteurs

BVA : Bassins Versant de l'Algérie

Ca²⁺ : calcium

C° : Degré Celsius

EAC : Exploitation Agricole Collective

EDTA : Ethylènediaminetétraacétique

I.T.C.M.I : Institut Technique des Culture Maraichères Industrielles

ISO : Organisation Internationale de Standardisation

IND : indénombrable

L : litre

mg : milligramme

Mg²⁺ : magnésium

ms/cm : millisimence par centimètre

NH₄⁺ : ammonium

NO₂⁻ : nitrite

NO₃⁻ : nitrate

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

OMS: organisation mondiale de la santé.

PE : prise d'essai

pH : potentiel d'hydrogène

RCZ : Réserve de Chasse de Zéralda

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

SAA : Spectroscopie d'Absorption Atomique.

SO₄: sulfate

UFC : Unité Formant Colonie.

UV: ultra violet

Liste des tableaux

Tableau I: sources agricoles de la pollution des eaux	10
Tableau II : principale causes des pollutions de l'eau	14
Tableau III : Risque microbiologique d'origines environnementale et hydrique	17
Tableau IV: Les coordonnées des sources d'étude	23
Tableau IV: Végétation jouxtant les eaux de source	25
Tableau V: Rapport DCO/DBO ₅	83
Tableau VI: corrélation entre les paramètres biologiques des huit sources étudiées au niveau RCZ	89

Liste des figures

Figure N°1 : Schéma représentatif de différentes zone d un cours d'eau.....	(04)
Figure N°2 : Representation schematique du cycle de l'eau.....	(06)
Figure N°3 : Schéma représentatif des origines de pollutions de l'eau.....	(11)
Figure N°4 : Schéma représentatif les types et les causes de pollution.....	(12)
Figure N°5 : Schéma représentatif des différents polluants chimiques.....	(13)
Figure N°6 : Situation géographiques de la réserve de chasse de zéralda.....	(20)
Figure N°7 : Carte représentatif des grands bassins versant de l'Algérie.....	(21)
Figure N°8 : Carte des sous bassins des côtières algérois (02).....	(21)
Figure N°9 : Carte d'occupation du sol de la réserve de chasse de zeralda.....	(22)
Figure N°10 : Répartition des sources d'étude.....	(24)
Figure N°11 : Carte hydrique représente les points des prélèvements.....	(24)
Figure N°12 : Source Ain Oued El Aggar.....	(26)
Figure N°13 : Source Ain Sbaà.....	(26)
Figure N°14 : Source Hajri.....	(26)
Figure N°15 : Source Poste 7.....	(26)
Figure N°16 : Source Ain El Hadja.....	(26)
Figure N°17 : Source Ain Sidi Belezreg.....	(27)
Figure N°18 : Source Ain Kahla.....	(27)
Figure N°19 : Source Karma.....	(27)
Figure N°20 : Températures minimales (m), maximales (M) et moyenne exprimées en degrés Celsius (°C) de la région d'Alger au cours de l'année 2016.....	(28)

Figure N°21: Précipitation de l'année 2017/2018 du mois septembre 2017 jusqu'à le mois de mai 2018.....	(29)
Figure N°22 : Humidité relative maximale, minimale et moyennes mensuelles notées en 2016 de la région d'Alger.....	(30)
Figure N°23: Vitesses moyennes de vent de la région d'Alger au cours de l'année 2016....	(30)
Figure N°24 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude de la période 2016.....	(31)
Figure N°25 : Localisation des zones d'étude dans le Climagramme d'Emberger durant la période 2000 – 2015.....	(33)
Figure N°26 : schéma directeur.....	(62)
Figure N°27 : .Variation de la turbidité des eaux des sources de RCZ.....	(64)
Figure N°28 : Variation de pH des eaux des sources RCZ.....	(65)
Figure N°29 : Variation de la conductivité électrique des eaux des sources RCZ.....	(65)
Figure N°30 : Variation de Taux de sels dessous des eaux des sources RCZ.....	(66)
Figure N°31 : Variation de la température des eaux des sources RCZ.....	(66)
Figure N°32 : Variation de l'oxygène dissous des eaux des sources RCZ.....	(67)
Figure N°33 : Variation de la concentration en nitrates des eaux des sources RCZ.....	(68)
Figure N°34 : Variation de la concentration en ammonium dans les eaux des sources RCZ.....	(68)
Figure N°35 : Variation de la concentration en nitrites dans les eaux des sources.....	(69)
Figure.36. Variation de la concentration en ortho phosphates des eaux des sources RCZ....	(70)
Figure.37. Variation de la concentration en matière organique des eaux des sources RCZ...	(70)
Figure.38. Variation de la dureté totale des eaux des sources RCZ.....	(71)
Figure.39. Variation de la concentration de calcium des eaux des sources RCZ.....	(71)
Figure.40. Variation de la concentration de magnésium des eaux des sources RCZ.....	(72)
Figure.41. Variation de la concentration de sulfate des eaux des sources RCZ.....	(72)
Figure.42. Variation des valeurs de TAC des eaux des sources RCZ.....	(73)

Figure.43. Variation de la concentration de bicarbonate des eaux des sources RCZ.....	(73)
Figure.44. Variation de la concentration des chlorures des eaux des sources RCZ.....	(74)
Figure.45. Variation de la concentration de manganèse des eaux des sources RCZ.....	(74)
Figure.46. Variation de la concentration en fer des eaux des sources RCZ.....	(75)
Figure.47. Variation de la concentration en aluminium des eaux des sources RCZ.....	(75)
Figure N° 48 : Représentation des variations de concentrations des paramètres physico- chimiques des huit sources au niveau de la RCZ.....	(77)
Figure N° 49: Projection des paramètres physico-chimiques des huit(08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP.....	(79)
Figure N°50: Étude de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques des huit sources de RCZ.....	(80)
Figure N°51 : Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau des huit sources de RCZ.....	(82)
Figure N° 52 : Projection des traces métalliques des huit(08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP.....	(84)
Figure N° 53: Effet des différents métaux lourdes sur la qualité de l'eau des huit sources de RCZ.....	(85)
Figure.54. Représentation graphique des résultats de l'analyse bactériologique.....	(86)
Figure N°55: Projection de la qualité bactériologique des huit sources (08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP.....	(87)
Figure N°56: Étude comparée des paramètres bactériologiques de la qualité des eaux de huit sources de RCZ.....	(88)

Glossaire

Milieux lenticques : ou écosystème lentique, qualifie l'ensemble aquatique des eaux douces à circulations lentes ou nulles.

Milieux lotique : c'est l'étude des interactions biotiques et abiotiques dans les flux d'eaux courantes continentales.

Phénomène de phytoremédiation : c'est un système de dépollution de sols par les plantes.

Aquifère : un corps de roche perméable comportant une zone saturée, ensemble du milieu solide de l'eau contenue.

Gastro-entérite : une inflammation de la muqueuse digestive (estomac et intestin), en générale d'origine infectieuse.

Sommaire

Introduction

Chapitre I: Données Bibliographiques

- I.1. Type des milieux aquatiques
- I.2. Cycle de l'eau
- I.3. Qualité de l'eau
- I.4. Maladies à transmission hydrique
- I.5. Traitement d'eau

Chapitre II : Matériels et méthodes

- II.1. Présentation de la zone d'étude
- II.2. Objectif de l'étude
- II.3. Région d'étude
- II.4. Conditions climatiques
- II.5. Synthèse climatique
- II.6. Matériels
- II.7. Méthodes
 - II.7.1. Analyses Physico-chimiques
 - II.7.2. Analyse des éléments métalliques
 - II.7.3. Analyse bactériologique
 - II.7.4. Analyse statistique

Chapitre III : Résultats et Discussion

- III.1. Résultats des organoleptiques
- III.2. Résultats des analyses physico-chimiques
- III.3. Résultats des éléments métalliques
- III.4. Résultats d'analyses bactériologiques

Discussion

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

INTRODUCTION

L'eau est une ressource tout à la fois vitale et sans substitut possible, la qualité de cette matière destinée aux différents usages plus particulièrement à l'usage alimentaire a toujours constitué un souci permanent et majeur du fait des risques de pollution qui s'étendent de plus en plus (**Bensaâd ., 2006**).

Un des points qui caractérise une société avancée, est en fait la gestion des ressources en eau pouvant fournir de l'eau propre à la population dans les campagnes comme dans les villes, cependant l'eau destinée à la consommation humaine en plus de sa fourniture en quantités suffisantes, doit répondre aux exigences de consommation par rapport à sa qualité physique, chimique et microbiologique, au niveau de la source, de la production, de la distribution sur le réseau d'alimentation jusqu'au robinet du consommateur (**Bouziati ., 2002**).

L'évaluation de la qualité de l'eau est souvent réalisée à l'aide des méthodes «classiques » de mesure d'une série des paramètres physico-chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou critères de qualité éprouvés. Cette approche a montré leur utilité mais aussi a ses limites (**Thomas, 1993**).

La qualité d'une eau est caractérisée par les diverses substances qu'elle contient, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain. C'est la concentration de ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage particulier. Elle contient des nombreuses substances, dissoutes ou en suspension, que l'on retrouve partout dans la nature (bicarbonates, sulfates, sodium, calcium, magnésium, potassium, azote, phosphore, aluminium, fer, etc.). Ces éléments proviennent du sol et du sous-sol, de la végétation et de la faune, des précipitations et des eaux de ruissellement drainant le bassin versant, ainsi que des processus biologiques, physiques et chimiques ayant lieu dans le cours d'eau lui-même. À ces substances d'origine naturelle peuvent s'ajouter des produits découlant de la simple présence humaine (phosphore, azote et micro-organismes contenus dans les eaux usées domestiques) ou des activités industrielles et agricoles (substances toxiques, métaux, pesticides) (**Hébert et al., 2000**).

En Algérie, la qualité des eaux superficielles se dégrade dans des bassins d'importance vitale sous l'effet des rejets de déchets urbains et industriels, les barrages réservoirs s'ensavent et perdent de la capacité utile et le rejet de la vase dans les cours d'eau pose d'énormes problèmes écologiques et

environnementales. Les eaux souterraines 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. Nombre de villes se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène (**Remini , 2010**).

Notre travail a porté sur une étude physico-chimique et bactériologique de différentes eaux de sources provenant de la réserve de chasse de Zéralda (RCZ) dont l'objectif est :

- Caractériser la constitution physico-chimique de huit sources : consiste au contrôle des paramètres physico-chimique ainsi les traces métalliques ;
- L'étude Bactériologique : consiste à la recherche des germes indicateurs d'une contamination fécale.

Les hypothèses émissent durant cette étude sont :

- Y'a-t-il une différence entre les huit sources au niveau de RCZ
- les huit sources au niveau de RCZ suivent-elles les normes?
- Y'a-t-il un phénomène de phytoremédiation fournissent par les plantes jouxtant

Bibliographie

I. Type des milieux aquatiques :

Les eaux douces continentales regroupent les eaux de surface et souterraines, courantes et stagnantes, pérennes ou temporaires, avec tous les intermédiaires pouvant exister entre ces différentes catégories. Classiquement, pour les eaux de surface il existe deux grandes catégories de milieux aquatiques :

- Les eaux stagnantes (ou milieux lenticques) caractérisées par un courant de vitesse nulle, ou quasi nulle ;
- Les eaux courantes (ou milieux lotique) (**Genin et al ., 2003**).

I.1. Eaux stagnantes

Elles sont situées aux points bas des réseaux hydrographiques (**Grosclaude., 1999**). Elles correspondent essentiellement aux lacs, étangs, mares et flaques. Elles conservent une certaine autonomie fonctionnelle et forment une unité. Elles se différencient par la superficie, mais surtout par la permanence de l'eau, la profondeur, l'ensoleillement et le réchauffement du fond.

La distinction entre les quatre types de milieux stagnants est établie de la façon suivante :

- **Lac** : milieu stagnant qui possède, en plus de sa zone littorale, une zone profonde privée de lumière où les espèces végétales ne peuvent se développer ;
- **Étang** : milieu stagnant dépourvu de zone profonde, mais dont le fond est parfois soustrait à l'action thermique du soleil (profondeur moyenne de un à trois mètres) ;
- **Flaque** : milieu stagnant temporaire (profondeur maximale 0,5m).

Il existe également des plans d'eau artificiels : lacs ou gravières, établis soit en barrage d'un cours d'eau, soit par mise à nu de la nappe phréatique (**Mulhauser et Monnier, 1995**).

I.2. Eaux courantes

Ces sont des collecteurs alimentés par les sources, les nappes phréatiques et les eaux de ruissellement, qui trouvent leur origine dans les précipitations. De la source à l'embouchure, les conditions de vie s'y transforment en permanence et parallèlement à ces modifications du milieu, des flores et des faunes variées s'y succèdent (**Ducloux ., 2004**).

➤ Les aspects du cours d'eau :

Deux biologistes, ilien et botosaneanu, ont proposé une classification des différentes zones d'un cours d'eau. Ils en distinguent trois principales :

- **Le crénon:** il s'agit de la zone des sources et de leurs émissaires. on distingue les sources rhéocrènes, lesquelles apparaissent directement sur une pente ; les sources limnocrènes, qui se forment dans les dépressions ; les sources holocènes, qui suintent en surface et constituent généralement des marais.
- **Le rhithron :** c'est la partie supérieure du cours d'eau (ruisseau, petite rivière). si le débit y est assez faible, la pente, souvent forte, entraîne l'eau à grande vitesse. l'oxygénation de ces milieux est bonne.
- **Le potamon :** il fait suite à la dernière portion du rhithron et constitue la partie inférieure du cours d'eau (**Ducloux ., 2004**)

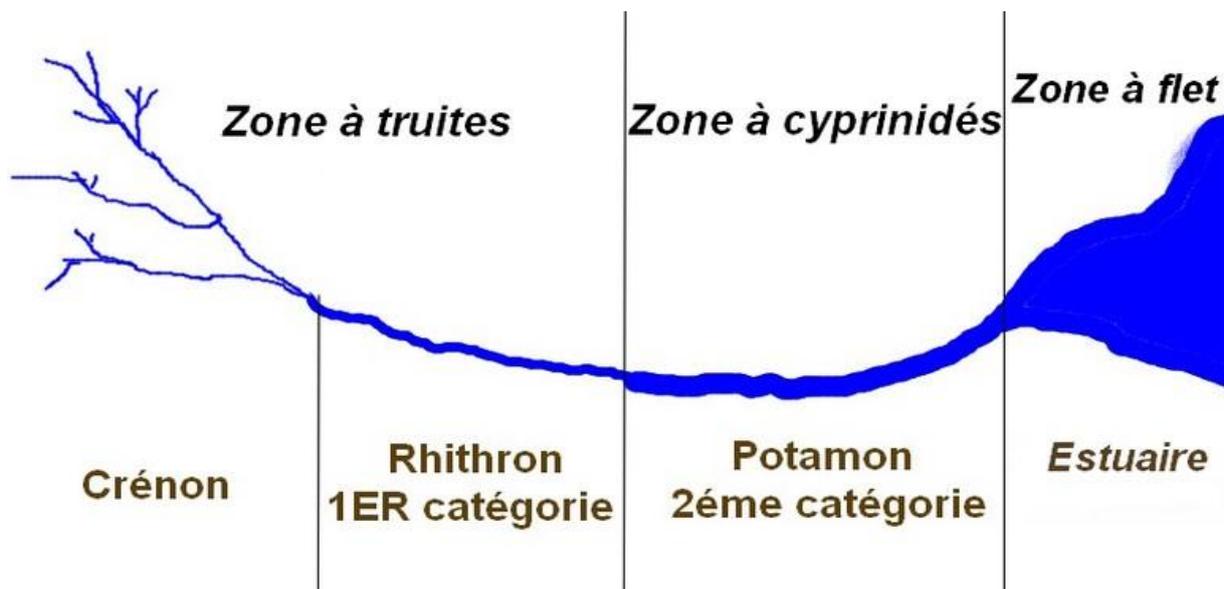


Figure N° 1 : Schéma représentatif des différentes zones d'un cours d'eau

I.3. Eaux souterraines

Constituent le réservoir le plus important d'eau douce au niveau mondial, représentant plus de 97 % des ressources en eau douce de la planète (en excluant les glaciers et les calottes glaciaires). Les 3 % restants sont composés principalement d'eaux de surface (lacs, rivières, zone humides) et l'humidité des sols (**Quevauviller ., 2010**).

II. Cycle de l'eau :

La notion de « cycle de l'eau » évoque la permanence des échanges entre l'eau du sol et l'eau atmosphérique, par le jeu combiné de l'évaporation et précipitations. Ces échanges s'effectuent à l'échelle de la planète tout entière et supposent un équilibre entre les précipitations et l'évaporation, sans lequel le système ne serait pas stable : les pluies sont moins importantes que l'évaporation à la

surface des océans et le déficit est compensé par les apports d'eau des fleuves, mais aussi directement par l'eau des nappes (**Cosandey., 2003**).

L'eau est un élément recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère (**Genin et al ., 2003**). Ce volume est constant et stable depuis trois milliards d'années : l'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement, le cycle de l'eau et qui peut être synthétisé de la façon suivante:

- Le départ du cycle de l'eau passe par l'évaporation, qui est causée par le réchauffement de la couche de surface des océans par le rayonnement solaire, ce qui entraîne ainsi de la vapeur d'eau vers l'atmosphère. Cette vapeur se déplace ensuite au gré des mouvements des masses d'air par des phénomènes de convection et d'advection (**Anctil et al ., 2012**).

Soumise à des conditions favorables, la vapeur d'eau se condense pour former les nuages et engendrer des précipitations sous forme de neige ou de pluie.

- Par la suite l'eau se diversifie pour les précipitations qui atteignent les continents. L'interception est la partie des précipitations captée par le couvert végétal ou retenue dans des dépressions en surface, qui retournera éventuellement dans l'atmosphère par évaporation. Une autre partie des précipitations s'accumule dans les régions nordiques ou montagneuses sous forme de neige et de glace. Ces réserves d'eau solide, tout comme les lacs et les océans, perdent une partie de leur contenu en faveur de l'atmosphère par suite d'un changement de phase de l'état solide à l'état gazeux, un processus nommé sublimation (**Anctil et al ., 2012**).
- Enfin les pluies touchant le sol s'infiltrent en pénétrant par les interstices en surface et l'écoulent ensuite par gravité dans le sol non saturé (percolation) pour rejoindre les nappes d'eau profondes. Au pied des pentes, les nappes peuvent resurgir en surface et former une source approvisionnée par l'écoulement souterrain. ces derniers convergent ultimement vers les lacs et rivières, et le cheminement de l'eau jusqu'aux océans se poursuit en surface. Si le sol est saturé ou si les précipitations dépassent la capacité d'infiltration, il se forme alors un ruissellement en surface qui approvisionne directement et rapidement lacs et rivières (**Anctil et al ., 2012**).

Au cours du cycle, l'eau circule continuellement dans l'environnement, de l'océan vers l'atmosphère puis la terre et à nouveau vers l'océan. Il en résulte un équilibre entre les masses d'eau

océaniques, terrestre et atmosphériques. Le cycle de l'eau renouvelle en permanence les réserves d'eau douce indispensables aux organismes terrestres (**Raven *et al.*, 2009**).

Aujourd'hui des changements climatiques globaux à court terme dus aux activités humaines. Nous avons en verrons les mécanismes un peu plus loin. Nous allons maintenant traiter le cycle de l'eau en partant conventionnellement de l'évaporation à la surface des océans, réserve majeure sur la terre. De l'atmosphère, nous passerons aux eaux de surface (rivières, lacs, glaciers) puis aux eaux souterraines. En fin nous retournerons aux océans (**Parriaux ., 2009**).

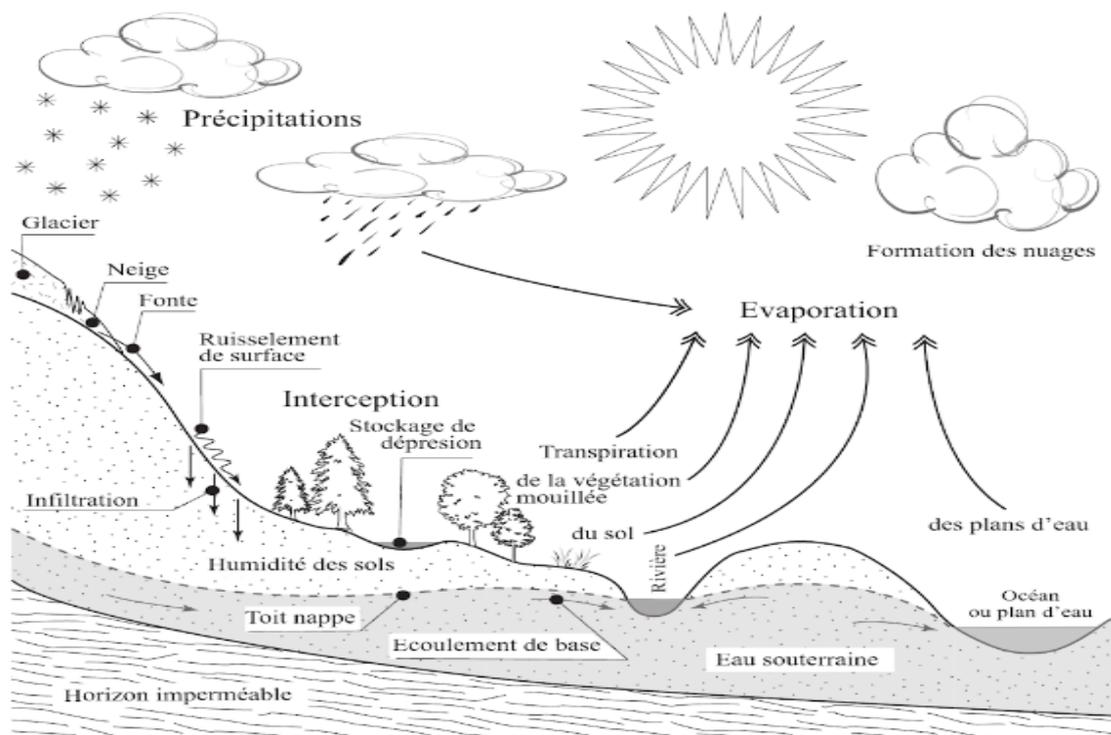


Figure N° 2 : Représentation schématique du cycle de l'eau (**Hingray ., 2009**)

III. Qualité de l'eau

La composition chimique des eaux naturelles, et de comprendre les processus biologiques, chimiques et physiques interdépendants qui régissent l'écosystème de l'eau. Les processus chimiques les plus importants comme la dissolution des roches, la précipitation des minéraux, l'interaction entre l'atmosphère et l'eau, sont exposés sommairement. L'écosystème aquatique est considéré comme une unité de l'environnement dans laquelle sont entretenus grâce à la lumière du soleil une communauté biologique (production, consommation et décomposition des organismes vivants), l'eau est considérée comme réactif chimique, comme solvant et comme moyen de transport. Les apports

anthropiques de diverses substances doivent être considérés, ainsi que leurs effets probables sur les écosystèmes aquatiques (Sigg., 2014)

III.1. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux souterraines

Mondialement, il y'a 75 fois d'eau douce souterraine que d'eau douce de surface. Les eaux souterraines viennent de source ou de puits. Habituellement, elles ont les caractéristiques suivantes (Brière., 2012) :

- Température plutôt constante, quelles que soient les saisons, étant donné l'effet tampon du sol ;
- Couleur faible parce que elles contiennent peu de matières organiques ou colloïdales en solution ;
- Turbidité faible parce qu'elles ont filtrées par le sol ;
- Pollution bactérienne et virale souvent faible, si elles ont été filtrées par le sol et si elles y' ont séjourné longuement ;
- Présence de fer et de manganèse en solution ;
- Présence de calcium et de magnésium.

III.2. Qualité des eaux souterraines en Algérie

L'accroissement accéléré de la contamination des systèmes aquatiques au cours des dernières années ainsi que la modification progressive de la nature des pollutions qui deviennent de plus en plus chimiques et toxiques à court ou long terme, ont contribué à faire de la détermination de la qualité chimique des eaux l'une des tâches quotidiennes des organismes d'application et l'un des principaux soucis de la recherche hydro-écologique . (Derradji *et al.* , 2007).

Dans une région où l'activité principale tourne autour de l'agriculture et l'élevage, le risque de pollution par les nutriments en général et par les nitrates en particulier menace la ressource hydrique. Ce risque s'accroît davantage dans une zone caractérisée par l'absence de couvert protecteur entraînant, par conséquent, un contact direct entre les formations du réservoir et les polluants. Le transfert de polluant est accentué par la présence de fissures importantes ou ils y'a des concentrations importantes en nitrates supérieures aux normes admises par l'OMS (50 mg/l) (Baali *et al.* , 2007).

III.3. Définition de la pollution

Par pollution de l'eau, on entend un état qualitatif d'impuretés ou de manque de propreté des eaux hydrologiques d'une certaine région. Cet état résulte d'un événement ou processus qui réduit l'utilité des eaux du globe, spécialement en ce qui concerne la santé de l'être humain et les effets sur l'environnement. Le processus de pollution signifie une perte de pureté par contamination, qu'implique en outre l'intrusion d'une source extérieure, en tant que cause, ou le contact avec cette source, comme au moment où elles commencent à dévenir moins propres. Le mot souillure désigne le résultat de la pollution et indique une violation ou une dégradation (**Stellman ., 2000**).

III.3.1. Origines de pollutions :

La distinction des quatre types de pollution peut être faite, selon leur origine :

III.3.1.1. Pollution domestique

Provenant des habitations, elle est en générale véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. (**Touré., 2006**).

La pollution domestique se caractérise par :

- Des germes fécaux ;
- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux (azote, phosphore) ;
- Des détergents.

En sortie des stations d'épuration, on retrouve les mêmes éléments en quantité moindre (50% à 90% extraits) mais concentré en point de rejet. (**Touré ., 2006**)

III.3.1.2. Pollution agricole

L'agriculture est parvenue avec grand succès à accroître sa production, afin de répondre aux besoins croissants de la population mondiale en termes d'alimentation humaine et animale, de fibres et des carburants. Cette expansion a été rendue possible, en partie, par l'utilisation accrue d'éléments fertilisants et de pesticides, et par l'intensification des systèmes de culture et d'élevage, notamment l'irrigation. Néanmoins, les exploitations agricoles n'utilisent pas ces intrants de manière totalement efficiente. De même, l'intensification a mené à la dégradation et à la fragilisation des sols, à la

disparition de la végétation, à un plus fort drainage des terres, et à d'autres perturbations du milieu naturel. L'agriculture est une source importante des polluants répertoriés dans le tableau ci-dessous. Mais il en existe d'autres utilisations des engrais et pesticides en zone urbaine, par exemple. (OCDE., 2012).

Tableau N°1 : sources agricoles de la pollution des eaux (OCDE., 2012)

Polluant	Principal problème de qualité de l'eau imputable à ce polluant	Principales activités agricoles émettrices de ce polluant
Eléments nutritifs (principalement des nitrates et des phosphates)	Eutrophisation et altération de l'eau potable dommageables surtout à la vie aquatique mais aussi à la santé humaine dans certains cas.	Production agricole (ruissellement dans l'eau des excédents de nitrates et de phosphates présents dans les engrais et les effluents d'élevage)
Contaminants toxiques (métaux lourds et pesticides surtout)	Perturbation de la vie aquatique et altération de l'eau potable (contamination de l'eau)	Epandage de boues d'épuration sur les terres agricoles (métaux lourds) et protection phytosanitaire (pesticides)
Sédiments	Perturbation de la vie aquatique et du transport par voie navigable (turbidité de l'eau)	Mauvaises pratiques de conservation des sols (érosion éolienne et hydrique)
Matières organiques	Perturbation de la vie aquatique désoxygénation de l'eau	Epandage d'effluents d'élevage
Substances acides	Perturbation de la vie aquatique (acidification de l'eau)	Elevage (volatilisation d'ammoniac)
Contaminants biologiques	Altération de l'eau potable (bactéries et virus pathogènes) et de l'eau de baignade.	Rejet des matières fécales du bétail dans l'eau.
Sels minéraux	Altération de l'eau potable, perturbation de l'utilisation de l'eau dans l'irrigation et perturbation de la vie aquatique (salinisation de l'eau)	Mauvaise utilisation des sols (élimination de végétation pérenne et pratique d'irrigation)

III.3.1.3. Pollution industrielle

La pollution industrielle comprend les matières solides en suspension, des sels dissous des hydrocarbures, des éléments traces ou micro-polluants (par exemple le cadmium rejeté par les teintureries ou le chrome rejeté par les tanneries) et des rejets acides ou basiques qui influent sur le pH de l'eau (Sadeq Tazi ., 2006)

Elle provient des usines et contient une diversité des produits ou sous-produits de l'activité humaine (Faurie *et al.* , 2012). On trouve :

- Des graisses et matières organiques ;
- Des hydrocarbures ;
- Des métaux ;
- Des produits chimiques divers ;
- Des matières radioactives ;
- De l'eau chaude ...

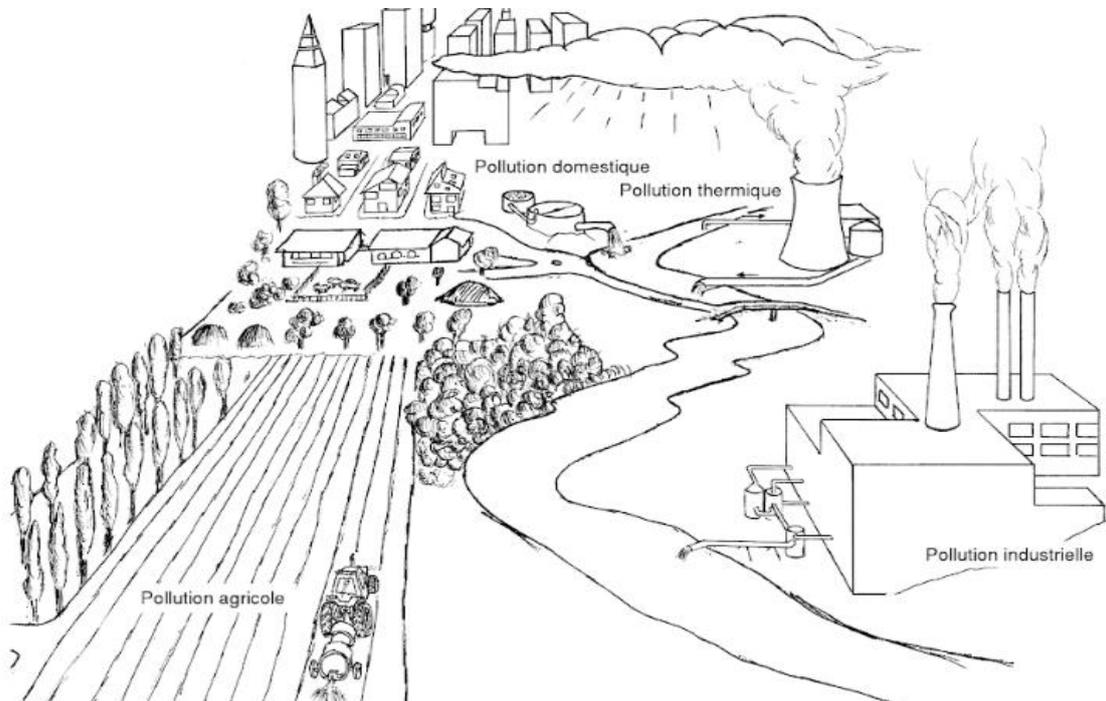


Figure N° 3: Schéma représentatif des origines de pollutions de l'eau (Faurie *et al.* , 2012).

III.3.2. Cause da la pollution :

Les pollutions peuvent être naturelles : volcanisme, terre ou matières organiques naturelles transportées par une rivière, présence d'un animal mort près d'un cours d'eau mais elles sont souvent le fait de l'activité humaine (**Goudet et Kowalski ., 2011**)

On distingue plusieurs types de pollution :

III.3.2.1. Pollutions diffuses ont deux origines principales

- Une part la pollution atmosphérique provenant des industries et des transports qui homogénéisée puis se déplace sur des distances de quelques kilomètres à des centaines de kilomètres;
- D'autre part la pollution d'origine agricole comprenant engrais et pesticides épandus à proximité du sol mais sur grandes surfaces.

Les pollutions diffuses impliquant des concentrations à la source beaucoup plus faibles mais qui sont présentes sur de grandes étendus (**Olivier ., 2015**).

III.3.2.2. Pollutions indirectes

Il s'agit des dépôts acides qui, par les quantités importantes mises en jeu vont modifier le fonctionnement des sols et des écosystèmes aquatiques et ainsi induire des effets néfastes sur le développement de la végétation et sur la faune aquatique (**Olivier ., 2015**).

III.3.2.3. Pollutions ponctuelles

Ils sont principalement d'origine industrielle, infiltration des produits toxique mal entreposés, fuites dans les réservoirs ou accidents lors le transport des matières dangereuses.les pollutions ponctuelles, constituées d'une source de taille restreinte mais concentrée (**Olivier ., 2015**).

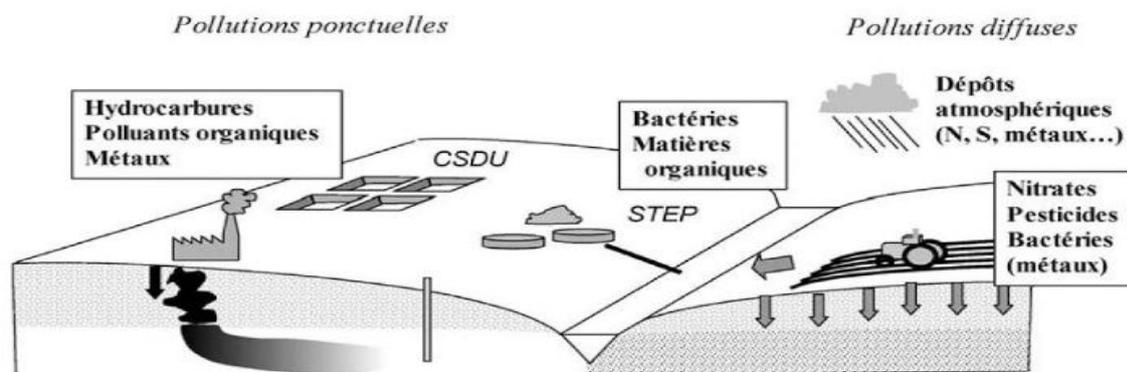


Figure N°4 : Schéma représentatif les types et les causes de pollution (**Olivier ., 2015**)

III.3.3. Natures des polluants de l'eau :

Ces dernières, comme dans tout autre milieu naturel contaminé, se répartissent en polluant physique, chimique, et biologique (Ramade ., 2011).

III.3.3.1. Pollutions microbiologiques

La pollution microbiologique est la présence en quantité excessives de germes, bactéries et virus, parmi lequel certains sont pathogènes. (Brémaud *et al.*, 2006).

III.3.3.2. Pollutions chimiques

Les produits chimiques de synthèse font partie de notre environnement. Nous les trouvons tout aussi bien dans notre nourriture que dans l'air que nous respirons et l'eau que nous buvons. Émis par les matériaux de construction, le mobilier, produit d'entretien et lors de nos différentes activités (Roulet ., 2004).

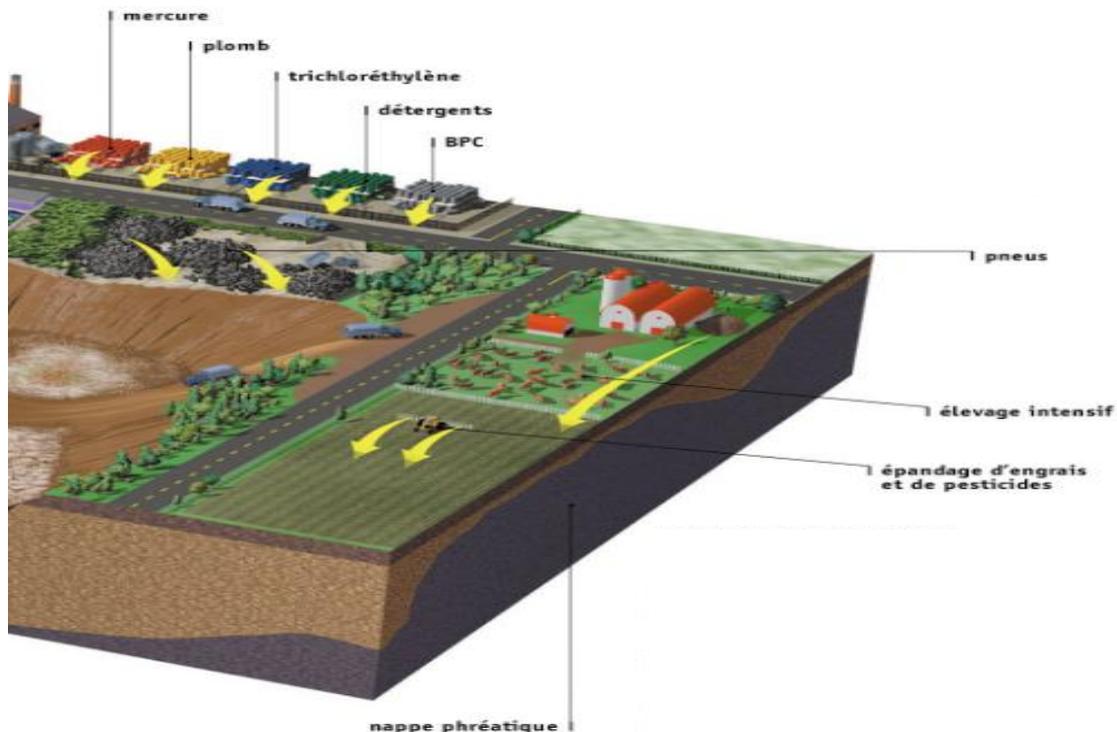


Figure N °5 : Schéma représentatif des différents polluant chimique (Fortin ., 2007)

III.3.3.3 Pollutions physiques

Un barrage est une pollution physique qui entraîne une pollution chimique. Or une rivière fonctionne avec les saisons. Les crues et les périodes de sécheresse sont événements naturels saisonniers qui permettent la circulation des sédiments et assurent l'acheminement des nutriments jusqu'à leurs consommateurs, l'intervention de l'homme dérègle l'écosystème. (MolloP et Noury ., 2013).

Tableau N° 2: principale causes des pollutions de l'eau (Ramade ., 2011)

Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
1- physique Pollution thermique Pollution radioactive	Rejet d'eau chaude radio-isotopes	Centrales électriques installations nucléaires
2- chimique Pollution par les engrais	Nitrates phosphates	Agriculture (lessives)

IV. Maladies à transmission hydrique :

IV.1. Maladies liées à la consommation de l'eau

Les sources et les eaux souterraines sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable, car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface. Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit elle même satisfaire à des normes de qualité physico-chimique et biologique (Guergazi et Achour., 2005).

IV.1.1. Maladies d'origine microbiologique

Les maladies d'origine hydrique observée chez les humains peuvent être de diverses natures, mais elles sont presque toujours causées par des organismes pathogènes qui proviennent de l'intestin de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Les microorganismes responsables de ces problèmes appartiennent à quatre catégories principales : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes (vers). Parmi les risques potentiels associés à l'eau, on distingue principalement :

- Les maladies contractées par ingestion d'eau contaminée ;
- Les affections provoquées par un contact corporel avec de l'eau contaminé ;
- Les maladies transmises par un parasite dont l'eau ;
- Les maladies ou les intoxications causées par l'ingestion d'aliments contaminés ; provenant du milieu aquatique (Hade ., 2002).

- Dans ces maladies, la température et le pH des eaux de surface, leur salinité, la nature du système orographique, la présence de marécage et l'existence de puits plus ou moins profonds, vont intervenir dans leur progression. Les virus responsables, entérovirus, norovirus, virus des hépatites A et E, sont tous très résistants dans la nature. Quand aux vibrions du choléra, ils trouvent dans le milieu aquatique des supports (phytoplancton, zooplancton) leur permettant de longues périodes de survie hors du tractus digestif humain (**Picoux ., 2010**).
- Ce mode de transmission joue un rôle important dans l'apparition de certaines maladies gastro-intestinales. Une bonne partie des eaux usées d'origine domestique ou industrielle ne sont pas traitées avant d'être rejetées dans les cours d'eau ; elles contiennent donc des quantités importantes de micro-organismes d'origine fécale (ex. *Escherichia coli*, Entérobactéries, *salmonella typhi*, *vibrio cholerae*, entérovirus, etc.) (**Emaleu ., 2017**).

IV.1.2. Maladies d'origine bactérienne :

- **Fièvre typhoïde**

C'est une maladie causée par une Entérobactériaceae *Salmonella Typhii* qui est un bacille à Gram+, aéro-anaérobie facultatif, oxydase négatif, acidifie le glucose par voie fermentative et réduit les nitrates (**Miquel et Revol ., 2003**).

Cette maladie est marquée par des céphalées, des vertiges. L'évolution de cette maladie provoque des troubles cardiaques et neurologiques (**Loraux et Depontanel ., 1991**).

Une eau souillée par des matières fécales peut être à l'origine des contaminations (**Boukhreris et Soukehel ., 2007**).

- **Dysenterie bacillaire**

La dysenterie bacillaire est une maladie infectieuse très contagieuse (**Terret et al ., 1998**), provoquée par l'espèce *Shigella dysentriae* qui est une bactérie à Gram+, sous forme de bâtonnets courts, immobiles, aéro-anaérobies facultatives (**Avril et al., 1992**).

La dysenterie bacillaire se transmet par l'intermédiaire d'eau contaminée par les selles d'une personne malade, la maladie débute par des fièvres, de vives douleurs abdominales, des diarrhées, des selles muqueuses hémorragiques (**Leminor et al ., 1989**).

➤ **Choléra**

Le choléra est une maladie infectieuse strictement humaine causée par la bactérie *Vibrio Choléra*. Cette dernière se multiplie très rapidement dans les contenus intestinal des malades. Elle se trouve en nombre important dans les selles. Elle est ensuite disséminée dans le milieu extérieur contaminant ainsi les eaux. Cette maladie est caractérisée par des diarrhées, des déshydratation aigues et des vomissements (Avril *et al* ., 1992).

➤ **Gastro-entérite**

C'est une maladie toxi-infection intestinale causée par divers agents pathogènes tel que *Shiguella flexnin*, *Escherichia coli* (Axler ., 1985). Cette maladie est marquée par des fièvres, des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et gastriques, une émission brutale et abondante de selles liquides et une déshydratation dans le cas plus critiques (Avril *et al.*, 1992).

IV.1.3. Maladies d'origine virale :

➤ **Hépatite**

C'est une maladie virale causée par un entérovirus, virus de l'hépatite.

Ce virus peut survivre dans l'eau. La contamination humaine se fait par l'intermédiaire de cette eau ou des aliments souillés (Leclerc *et al* ., 1981).

➤ **Poliomyélite**

C'est une maladie infectieuse, épidémique due à des entérovirus de la famille des picornaviridae. Le réservoir de cette maladie est l'homme malade et le porteur sain. La maladie débute par l'apparition des troubles digestifs, vomissements, diarrhées (Hasley *et al* ., 1993).

IV.1.4. Maladies d'origine parasitaire :

➤ **Amibiase**

Considérée autre fois comme une maladie tropicale, elle prend actuellement une grande extension, il n'est pas rare en effet de la rencontrer dans des pays tempérés. C'est une maladie intestinale causée par un agent pathogène *Entamoeba histolytica*. Elle est marquée par une dysenterie aigue avec des douleurs coliques épreintes, des ténésmes, des selles liquides, glaireuses et parfois sanglantes (perry *et al* ., 2004).

➤ **Cryptosporidie**

C'est une maladie causée par un protozoaire *Cryptosporidium parvum*. Le symptôme le plus courant est une diarrhée semblable à celle du choléra. Les autres symptômes sont des douleurs abdominales, des nausées, la fièvre et la fatigue (**Prescott et al ., 2003**).

Tableau N°3 : Risque microbiologique d'origines environnementale et hydrique (**Camille ., 2010**)

Bactéries virus	Maladies engendrées	Habitat	Transmission contamination
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Diphthérie	Oropharynx des malades et porteurs sains	Contact direct ou indirect avec malades et porteurs sains
<i>Clostridium tetani</i>	Tétanos	-Commensal du tube digestif de certains animaux. fèces. - sols (spores) eaux usées et boues.	Plaies, traumatismes opératoires, formes végétatives ou spores par effraction)
Virus de l'hépatite A	Hépatite A	Ubiquitaire	-Orofécales - eaux de boisson et aliments contaminés (fruits, coquillages ...) - eaux usées
<i>Liptospira interrogans</i> plusieurs serogroupes pathogènes dont <i>icterohemorhagiae</i>	Leptospirose ictère hémorragique	-Réservoir naturel rongeurs animaux domestiques ... - survivent en eaux douces et marines polluée, eau usée et boues	- certaines professions (égoutiers, éleveurs ...) -Contacts eaux lors d'activités loisir, baignade et pêche

IV.1.5. Maladies d'origine chimiques :

Le plomb est un métal qui ne présente aucun avantage connu pour l'homme sur le plan biologique. Un excès de plomb peut nuire à plusieurs systèmes dans l'organisme, y compris le système nerveux et reproductif et les reins (OMS, 1993).

Traitement d'eau :

L'importance des traitements est d'ailleurs clairement soulignée par la baisse du nombre d'épidémies d'origines hydrique, lorsque le traitement des eaux est impossible l'usage d'oxydant (chlore, ozone, chloramine ...) pour la désinfection et l'inactivation virale rapide. Mais il est généralement admis que les virus sont plus résistants aux oxydants que les bactéries (*Escherichia coli* par exemple) (Faou ., 2012).

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).

Matériel et Méthodes

I.1 Région d'étude :

Nous avons prélevé 8 échantillons, chaque échantillon appartient à une source au niveau de la Réserve de Chasse de Zéralda et les 8 sources ces Ain Oued El Aggar et Ain Sbaà, source Hajri, source poste 7, Ain El Hadja, Ain Sidi Belezreg, Ain Kahla, source Karma.

Dans une durée d'expérimentations de 05 mois du début de janvier jusqu'au mois de mai de l'année 2018 en vue d'établir :

- Suivi des paramètres physiques des huit sources au niveau de RCZ ;
- Suivi des paramètres chimiques des huit sources au niveau de RCZ ;
- Suivi des paramètres bactériologiques des huit sources au niveau de RCZ.

I.1.1 Présentation de la Réserve de Chasse de Zéralda :

I.1.1.1 Historique :

Créée vers la fin XIX^e siècle, RCZ a été soumise au régime forestier en vertu de la loi du 16 juin 1851. Elle fut baptisée « Forêt De Saint Ferdinand », elle est reconnue après par La forêt de Oued el Aggar est appelée aussi forêt des planteurs. Elle doit son nom à des compagnies militaires spéciales dites « compagnies des planteurs » qui accomplissaient au retour de leurs missions, des travaux de reboisement en 1958. Retenue en 1969 pour la création d'un territoire de chasse présidentielle, elle a subi d'importants travaux d'aménagement forestiers par une société Bulgare LES COMPLECT qui lui ont conférés sa physionomie actuelle en 1974, une parcelle agricole de 634.84 ha appartenant à une exploitation agricole collective (EAC) lui a été annexée, elle est dénommée zone d'extension. La réserve fut créée officiellement par décret n°84-45 du 18/02 /1984, modifié et complété par le décret n°07-09 du 11 / 01/ 2007. Après la modification de son décret, la R.C.V s'étale dans ses nouvelles limites sur une superficie globale de 1034 ha (**Sadi., 2005**).

En 1969, d'après le rapport de monsieur Mouact Yahia ingénieur des travaux , sur la forêt de Saint Ferdinand commune de zéralda , quelle existe trois sources sur la superficie de 459 ha 72 ares dont l'une été captée par la commune de zéralda pour alimenter le centre et deux autres sources «Ain El Adjel et source de Marabout », les cours d'eau près de la forêt est le Mazafran formé deux Oueds: oued Djer et oued Chiffa .

I.1.2. Localisation

La Réserve de Chasse de Zéralda (RCZ) est située à 30 km à l'Ouest du chef lieu de la wilaya d'Alger, à 50 km à l'Est de la ville de Tipaza, et à 2 km de la mer. Elle s'étend sur une superficie de 1034 ha. Elle est comprise entre les coordonnées Lambert suivant $36^{\circ}42'15.92''$ Nord; $2^{\circ}52'50.01''$ Est, la zone d'étude dépend administrativement de quatre communes: Mehelma, Souidania, Staouali et Rahmania. Elle est limitée au Nord par Staouali, au Nord-Ouest par Zéralda, au Nord-Est par Souidania et au Sud-Est par Rahmania. Sur la superficie globale de la réserve ; 460 ha représenté par la forêt domaniale d'Oued Aggar situé dans le territoire de Zéralda, 574 ha est représenté par des terrains de cultures et de maquis couvrant le territoire de Mahelma Souidania, Staouali et Rahmania ; le reste est occupé par le territoire de Sidi Fredj d'une superficie de 44 ha.



Figure N°6 : Situation géographique de la réserve de chasse de zéralda (Google Earth, 2018).

I.1.3. Situation géographique :

La région RCZ appartient au bassin versant «cotiers algerois »porte le numéro (02) dans la codification des grandes bassins versant de l'algerie (**BVA**) (Figure N°7). Le BVA est constitué de 20 sous bassins selon la nomenclature de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrique (ANRH). Il s'étend sur une superficie d'environ 11972 Km², est situé au centre de l'algerie du nord, compris environ entre les longitudes ($0^{\circ}30'$ et 25°) Est et les latitudes (36° et 37°) Nord. Il est limité par la côte « DAHRA » et le bassin du Chéiff à l'Ouest et le bassin des Issers et la Soumam à l'Est et au Nord par la mer Méditerranée .

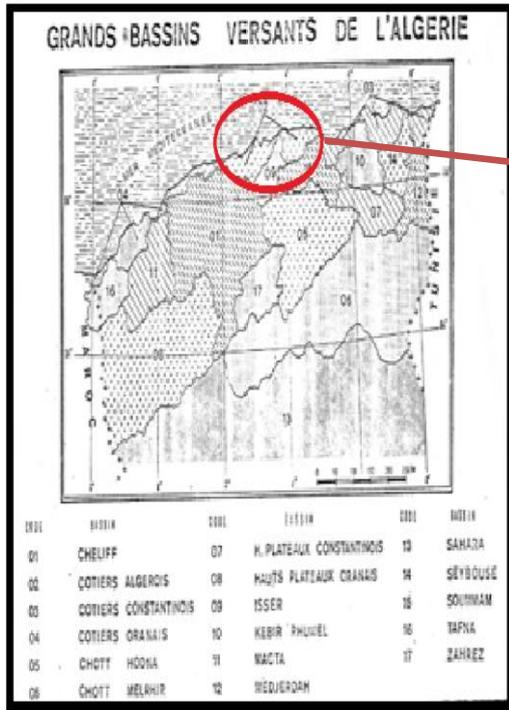


Figure N°7: Carte représentatif des grands bassins versant de l'Algérie

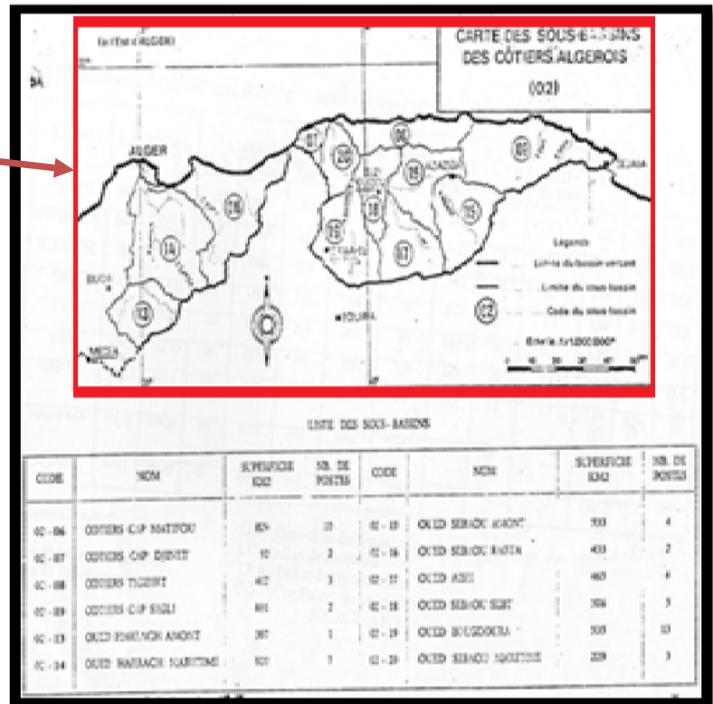


Figure N °8: Carte des sous bassins des côtières algérois (02) (NARH)

I.1.4 Caractère biotique et abiotique de la zone d'étude

- **La flore**

Les formations forestières représentée essentiellement par des peuplements de pin d'Alep, dont l'âge varie entre 20 et 100 ans. Cette pinède occupe une superficie de 218 ha soit 21,13 % de la surface totale. D'autres essences arborescentes couvrent plus de 80 ha : P. pignon, P. maritime, P. des canaries, Chêne Liège, Caroubier, Cyprès, Casuarina, Eucalyptus.

Les ripisylves rencontrent la longe des oueds, elles sont constituées de peuplier blanc, frêne, eucalyptus, d'orme et de tamaris.

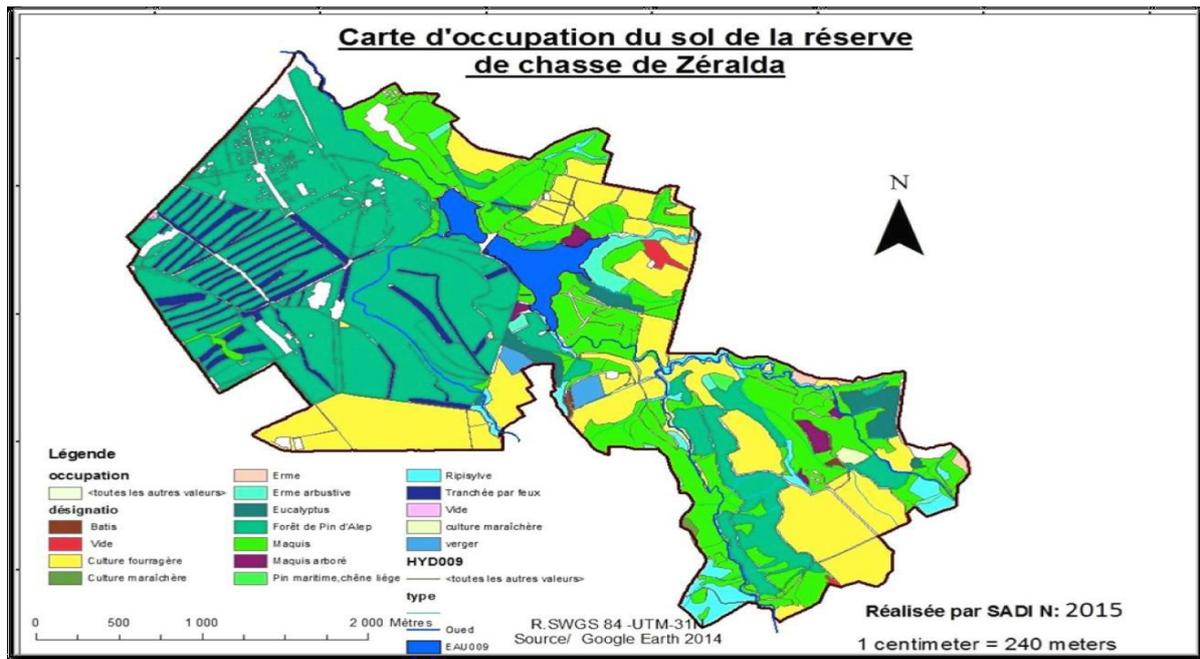


Figure N°9: Carte d'occupation du sol de la réserve de chasse de zéralda (Sadi, 2015)

- **Faune**

Le milieu abrite de petite et grands mammifères (cerf, sanglier et lapin garenne), de nombreux oiseaux terrestres (perdrix, gabra et pigeon ramier) des reptiles, des lépidoptères et des espèces dont le monde de vie est inféodé à l'eau notamment l'avifaune aquatique, amphibiens et beaucoup de poissons (RCZ., 2018).

I.1.5. Les sources d'études :

Compte tenue de la diversité des sources, des systèmes hydrographiques, le choix des sources s'est porté essentiellement sur 09 stations de la réserve

- Neuf (09) sources non aménagées au niveau de la zone d'extension ayant un débit faible à moyen dont certaine se tarissent en été.
- Deux (02) sources appartenant au foret des planteurs dont une est aménagées à débit forte
- Quatre puits et un barrage d'une capacité de 1.600.000 m³ (ANRH, 1984)
- occupant une superficie de 25ha.

Tableau N°4 : Les coordonnées des sources d'étude

Numérotation	Les noms des sources	Le débit des sources	Les cordonnées GPS	ALTITUDE
Sources du foret des planteurs:				
1	Ain Oued El Aggar	Fort	X=36° 43' 03.8 Y= 002° 52' 06.7	67m
2	Ain Sbaà	Fort	X=36° 43' 01.2 Y=002° 52' 11.4	62m
Sources de la zone d'extension :				
3	Ain hadjri	Moyen	X= 36° 43' 07.03 Y=002° 52' 13.5	61m
4	Poste 07	Faible	X= 36° 42' 53.2 Y=002° 53' 06.2	87m
5	Ain El Hadja	Faible	X= 36° 42' 25.9 Y=002° 53' 11.9	91m
6	Ain Sidi Belezreg	Moyen	X= 36° 41' 42.9 Y= 002° 53' 50.3	154m
7	Ain Kahla	Moyen	X=36° 41' 46.0 Y=002° 54' 06.0	153 m
8	Ain el karma	Faible	X= 36° 42' 00 .5 Y= 002° 54' 13.0	149m

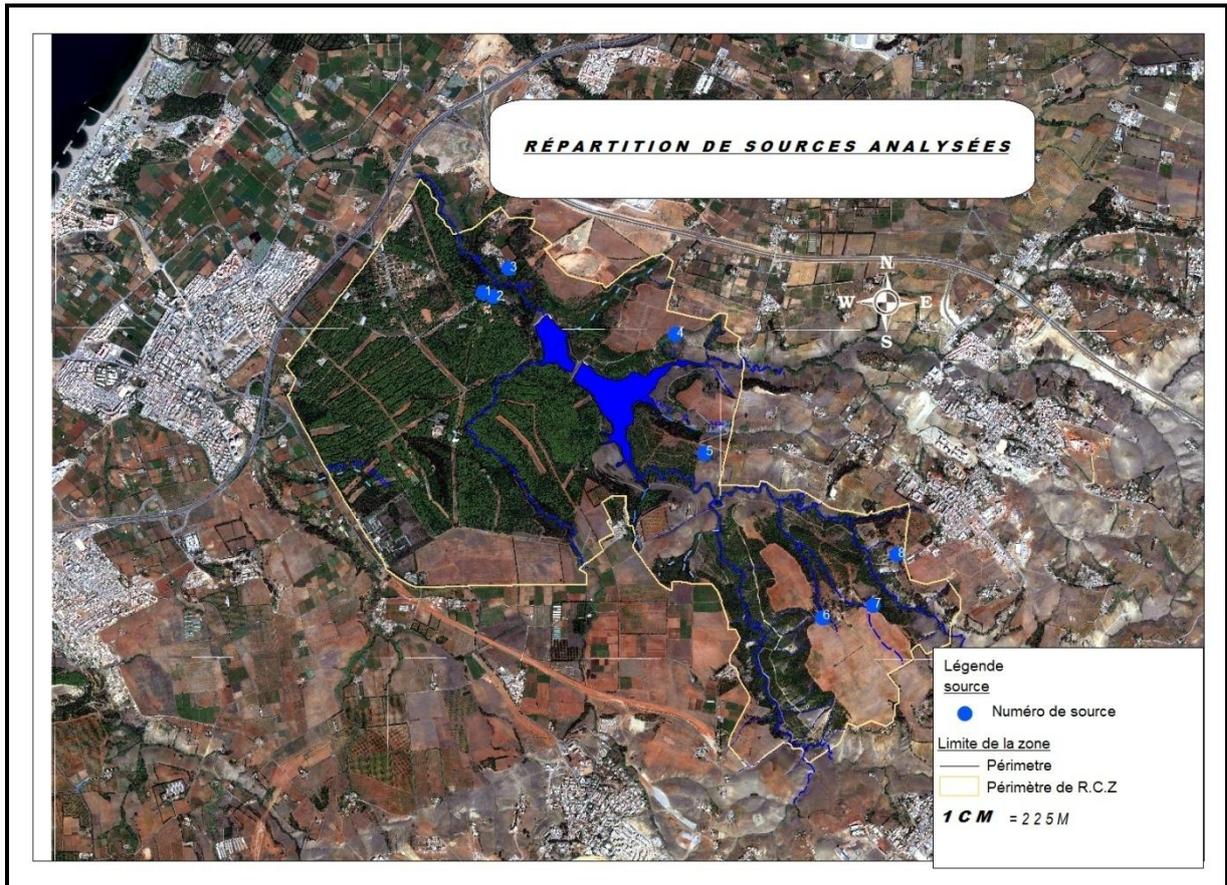


Figure N °10: Répartition des sources d'étude (Google earth. 2018).

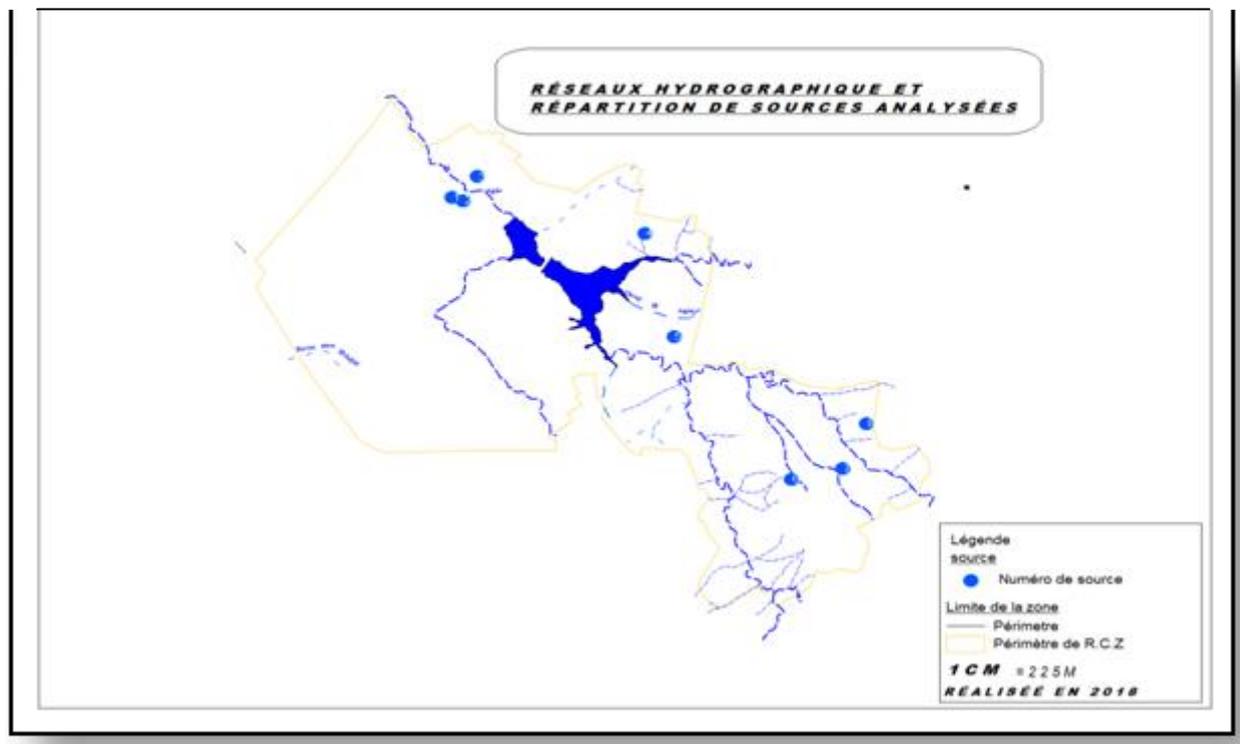


Figure N °11: Carte hydrique représente les points de prélèvements (Google earth. 2018).

Tableau N°5 : Végétation jouxtant les eaux de source

N° de source	Nom source	Nom scientifique	Nom commun
01	Source ain oued El Aggar	<i>Acanthus moulis</i>	Acanthe a feuilles molles
		<i>Allium ursinum</i>	Ail des ours
		<i>Ficus carica L</i>	Figuier
02	Source Ain Sbaa	<i>Allium ursinum</i>	Ail des ours
03	Source hadjri	<i>Citrus sinensis</i>	Verger oranger
		<i>Casuarina</i>	Casuarina
		<i>Rubus fruticosus</i>	Ronce
		<i>Phragmites australis</i>	Roseau
04	Source Poste 07	<i>Rubus fruticosus</i>	Ronce
		<i>Phragmites australis</i>	Roseau commun
		<i>Olea europea</i>	Olivier
05	Source Ain El hadja	<i>Eucalyptus cameldulensis</i>	Eucalyptus
		<i>Olea europea</i>	Olivier
		<i>Phragmites australis</i>	Roseau commun
06	Source Belezreg Sidi	<i>Quercus coccifera</i>	Chene karmes
		<i>Dioscorea communis</i>	Liane
		<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc
		<i>Calicotome spinosa</i>	Cyste epineux
07	Source Ain Kahla	<i>Dioscorea communis</i>	Liane
		<i>Olea europea</i>	Olivier
		<i>Ficus carica L</i>	Figuier
		<i>Ruscus hypophyllum</i>	Fragon a langue
08	Source karma	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalyptus

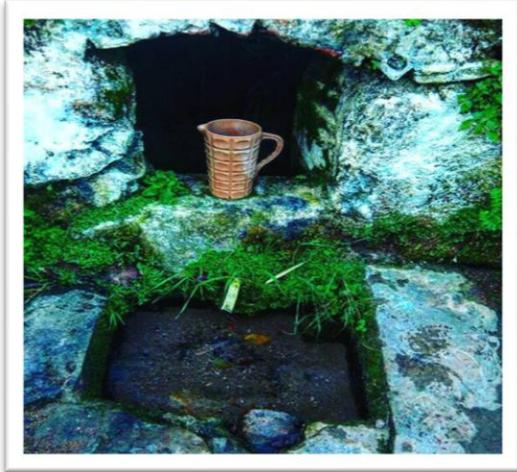


Figure 12: Source Ain Oued El Aggar

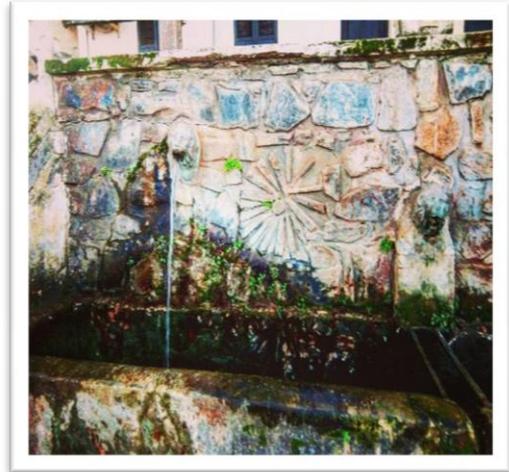


Figure 13 : Source Ain Sbaà

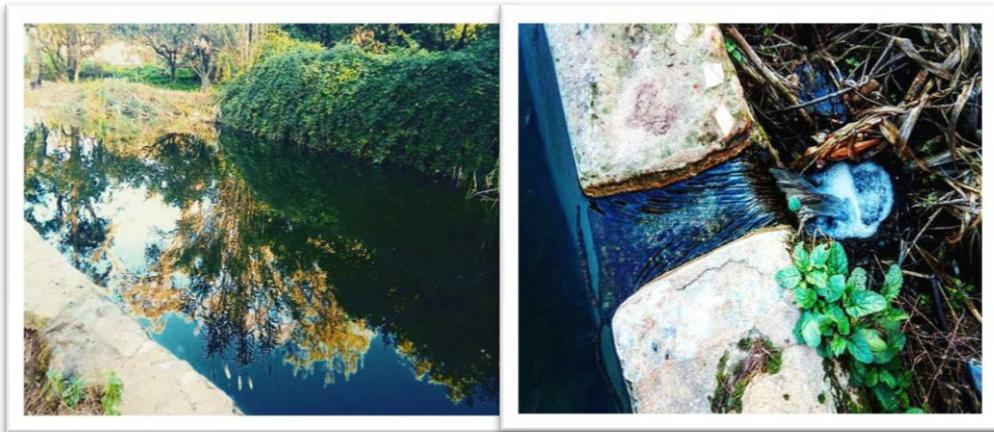


Figure 14: Source Hajri



Figure 15 : Source Poste 7



Figure 16: Source Ain El Hadja



Figure 17: Source Ain Sidi Belezreg



Figure 18 : Source Ain Kahla



Figure 19: Source Karma

I.2. Conditions climatiques :

Deux grandes saisons caractérisent le climat de zéralda : une saison hivernale peu rigoureuse et assez pluvieuse, et une saison estivale longue et sèche qui s'étend de la fin du printemps jusqu'à la fin de l'été. (I.T.C.M.I) de Staouéli

Les caractéristiques d'un climat résultent de la combinaison des composantes telles que la température, les précipitations, l'humidité atmosphérique et le vent. Le climat présente une variabilité intra et interannuelle. Les variations de températures et de précipitation ont des répercussions sur la thermorégulation et sur les ressources alimentaires disponibles, en termes de qualité et de biomasse produite (Baubet ., 1998).

Pour les besoins de notre étude nous avons pris en considérations des données de l'Institut Technique des Culture Maraichères Industrielles (I.T.C.M.I) de Staouéli.

I.2.1. Températures :

La température est le facteur le plus important au sein des agents climatiques (Dreux, 1980 ; Dajoz, 2006). Pour caractériser le régime de notre zone d'étude, nous avons consulté la station de Staouéli, sur les conditions climatiques d'une période de 10 ans (2005-2016). Le mois de janvier est le plus froid avec une température moyenne de 11.2°C et le mois d'aout représente le mois le plus chaud avec une température de 26.4°C. Les températures minimales les plus basses enregistrées surtout en hiver de décembre à février. En été, on enregistre les valeurs les plus élevées avec une température maximale dépassant le 33°C.

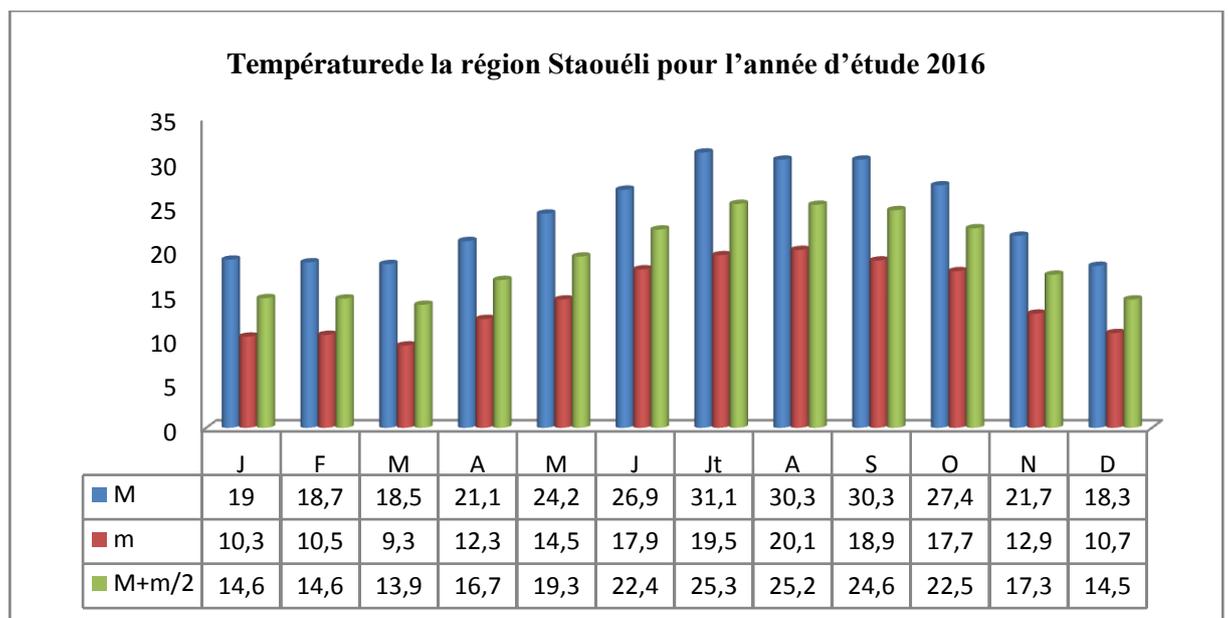


Figure N°20 : Températures minimales (m), maximales (M) et moyenne exprimées en degrés Celsius (°C) de la région d'Alger au cours de l'année 2016 (Station I.T.C.M.I Staouéli, 2016).

C° : degrés Celsius.

M : Moyenne mensuelle des températures maximales.

m : Moyenne mensuelle des températures minimales.

M+m/2 : Valeur des températures moyennes.

I.2.2. Précipitation :

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et la répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue (**Ramade., 2009**).

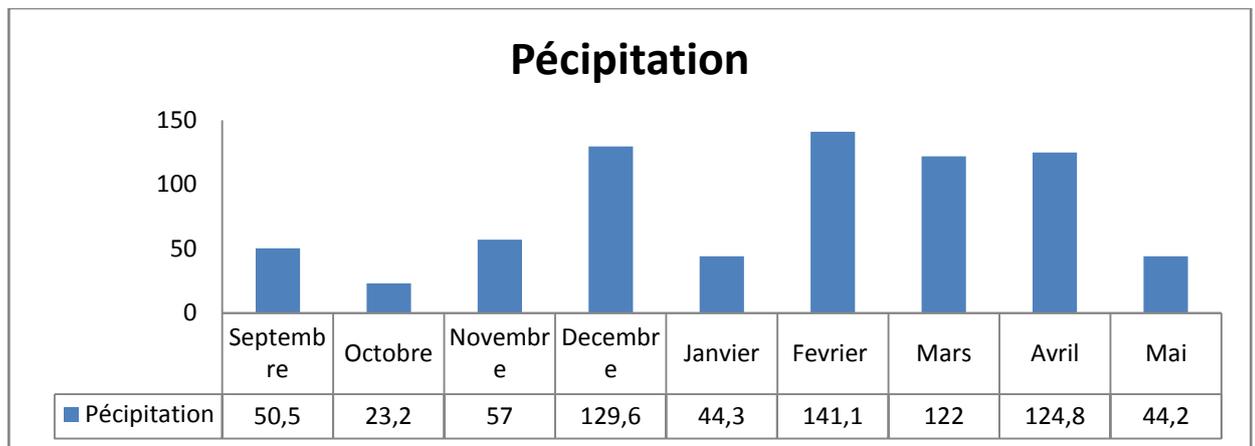


Figure N°21: Précipitation de l'année 2017/2018 du mois septembre 2017 jusqu'à le mois de mai 2018 (**Station de barrage de RCZ en 2018**)

I.2.3. L'humidité :

L'humidité relative ou l'hygrométrie est la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère (**Ramade., 2003**). Elle est sensible et dépend des autres facteurs (température, précipitation et vent). Les taux d'humidité relative de la période d'étude sont donnés dans la figure 22.

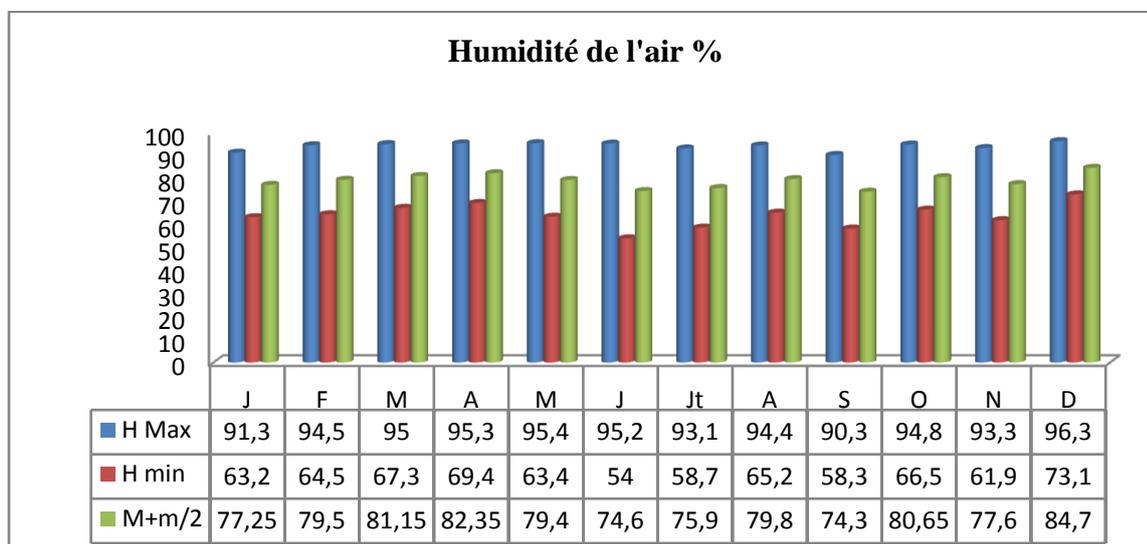


Figure N°22 : Humidité relative maximale, minimale et moyennes mensuelles notées en 2016 de la région d'Alger (**Station I.T.C.M.I Staouéli , 2016**).

I.2.4. Vents :

le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement (**Ramade ., 2009**). Il a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité, en activant l'évaporation (**Dajoz ., 2006**). Le vent influe directement sur les conditions de vol des lépidoptères (**Demerge et Bachlard ., 2002**).

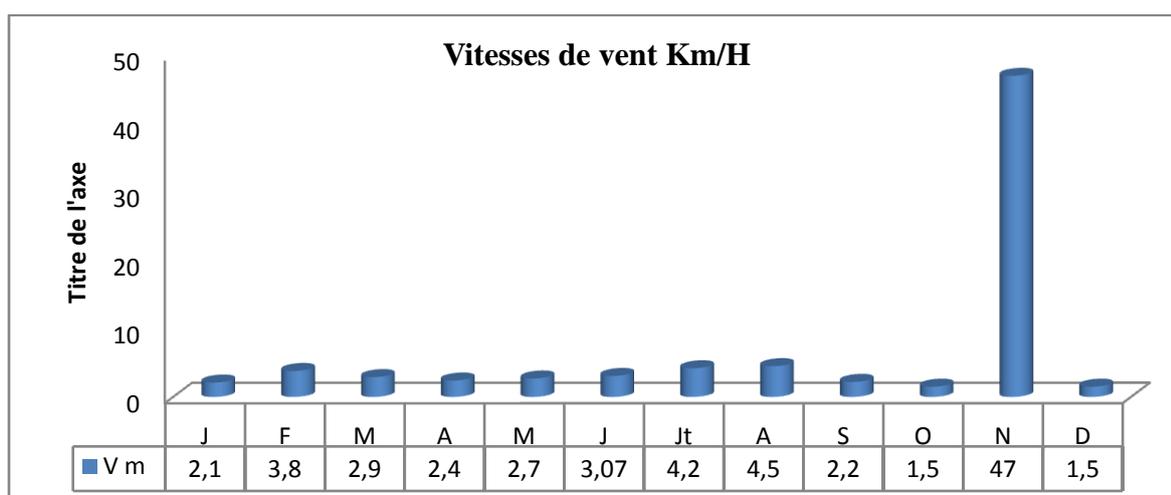


Figure N°23: Vitesses moyennes de vent de la région d'Alger au cours de l'année 2016. (**Station I.T.C.M.I Staouéli, 2016**)

I.3. Synthèse climatique :

A l'aide du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et du climagramme pluviométrique d'Emberger, nous allons essayer de dégager certaines caractéristiques du climat de notre région d'étude à partir desquelles nous pouvons interpréter nos résultats du terrain.

a- Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le diagramme Ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen** a été établi dans le but de déterminer les périodes sèches et humides d'une région donnée.

Ces deux auteurs définissent un mois sec comme étant le mois où la somme des précipitations moyennes est inférieure ou égale au double de la température moyenne de ce même mois ($P \leq 2T$) (**Kherbouche, 2006**).

On obtient ce diagramme en portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnées les températures d'un côté et les précipitations de l'autre, tout en considérant l'échelle des précipitations comme étant le double de celle des températures.

La période humide de la zone d'étude englobe 09 mois de l'année, alors que la période sèche est de 03 mois : elle s'étend entre le début du mois de Juin jusqu'au fin du mois d'Aout.

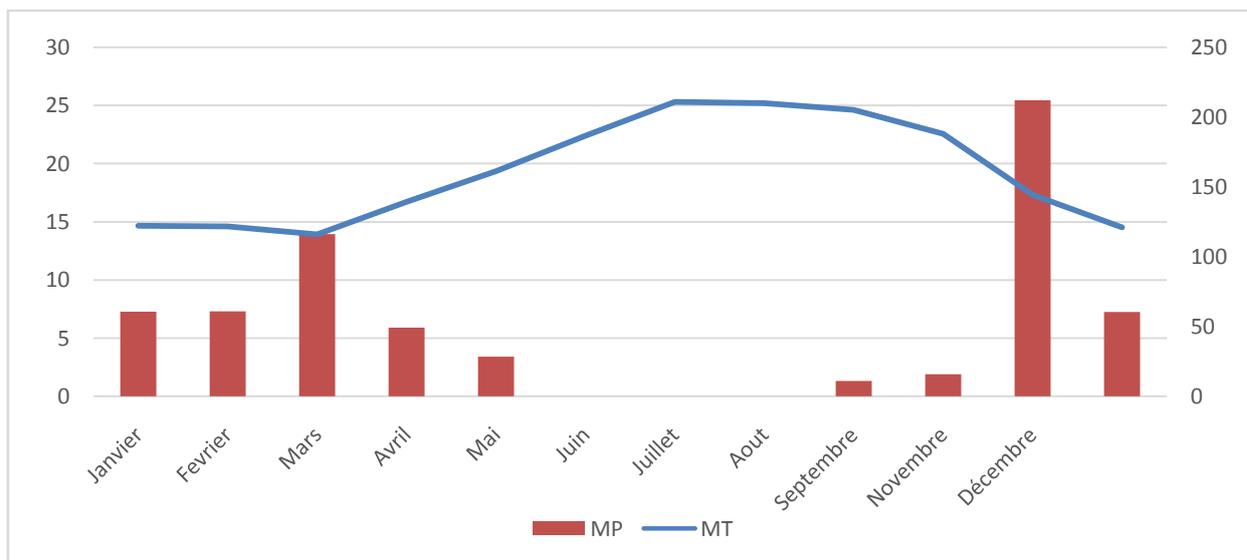


Figure N°24 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude de la période 2016 (I.T.C.M.I Staoueli 2016)

b- Climagramme d'Emberger.

Le climat méditerranéen est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides. L'été, saison plus chaude, étant plus sec (**Emberger., 1971**).

L'indice pluviométrique (Q) d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et le situer dans le climagramme d'Emberger. Cet indice pluviométrique est une synthèse des précipitations et de température (**Emberger., 1971**).

Il se calcule comme suite:

$$\mathbf{Q2=2000P/M2-m2}$$

Avec :

P : Précipitation annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en degré Kelvin.

m : Moyenne des températures maximales du mois le plus froid exprimée en degré Kelvin.

Le **Q2** calculé de la région d'étude est de: 83.27.

D'après le climagramme d'Emberger, La réserve de chasse de Zéralda est située dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux.

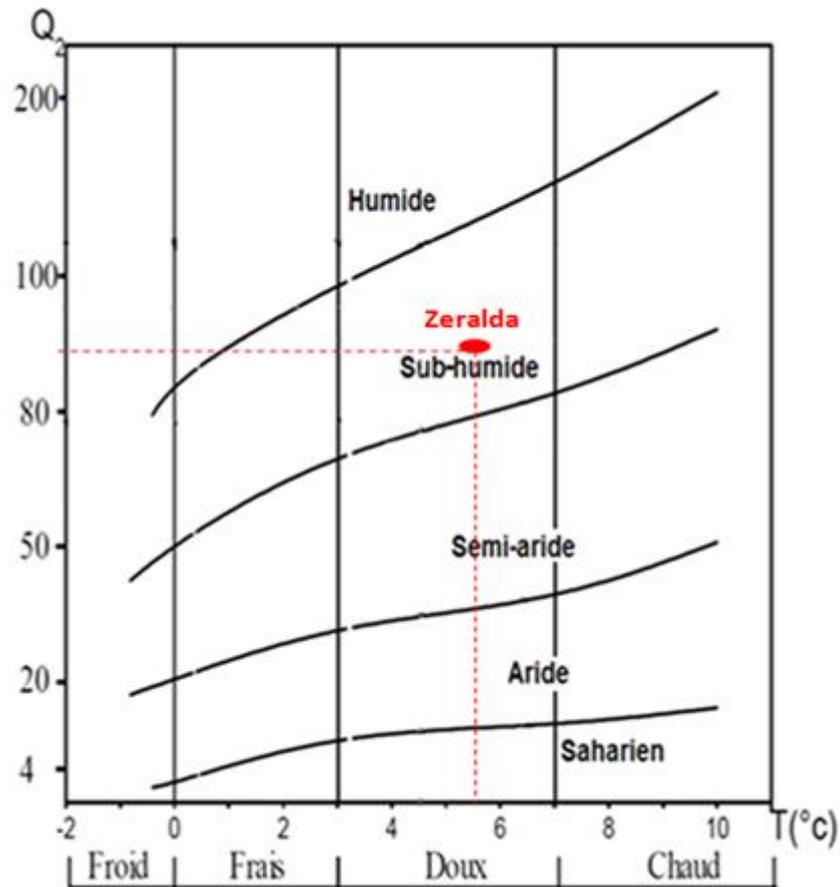


Figure N°25 : Localisation des zones d'étude dans le Climagramme d'Emberger durant la période 2000 – 2015.

Le climat de Zéralda est chaud et tempéré. L'hiver à Zéralda se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa (climat sub aride). La température moyenne annuelle à Zéralda est de 19.25 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 51.2 mm. Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 200 mm. Une variation de 15 °C est enregistrée sur l'année. 25°C font du mois de juillet le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 7.5 °C à cette période.

II.1. Matériel et Méthodes :

II.1.1.matériels :

Les matériels pour prélèvement des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont présentés dans l'annexe.

II.1.2.méthodes :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques et des traces métalliques des eaux des sources de la RCZ.

Lieu de stage :

- Les analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de SEAAL Sidi Amar Tipaza.
- Les analyses de la DBO₅ et DCO au niveau du laboratoire ANRH Soumaa.
- Les analyses bactériologies au niveau du laboratoire de bureau d'Hygiène Tipaza.
- Les analyses des traces métalliques au niveau du laboratoire de L'Institut National De Criminologie Et De Criminologie De Bouchaoui Algie.

L'étude de qualité de l'eau des sources comporte trois étapes :

II.1.2.1. Echantillonnage

Les échantillons destinés aux différents analyses sont prélevés à différents sources de la réserve de chasse, selon le protocole de l'échantillonnage :

Nous avons prélevés 8 échantillon deux fois par mois pour les analyses physico-chimiques par des flacons en plastique de 1.5 L et Bactériologique par des flacons en verre de 250 ml, pour les métaux lourd et DBO₅-DCO une seule fois par des flacons en verre de 250 ml et les analyses de DBO₅-DCO par des flacons en plastiques de 1 L à DBO₅ et 250 ml à DCO.

Pour le prélèvement d'eau destinée à des analyses physico-chimiques on utilise des flacons en plastique :

- Au moment du prélèvement, pour l'analyse chimique, les flacons seront de nouveau rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord.
- Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.
- Pour les analyses bactériologiques, les flacons en verre seront stérilisés par la chaleur 120c° pendant 30 min. (**Rodier et al., 2009**)

II.1.2.2. Transport et conservation

Nos flacons étaient maintenus à une température comprise entre 4 et 6 °C à l'obscurité dans une boîte à isolement thermique (**glacière**) appropriée munie des poches de glaces, et transportés le plus vite possible au laboratoire afin de limiter toute croissance des germes éventuellement présents.

Un délai maximal de 8 heures, est généralement recommandé entre les opérations de prélèvement et l'analyse, la conservation au laboratoire se fait aussi à 4°C (**Rodier et al., 2009**).

II.2. Analyses Physico-chimiques :

II.2.1. Analyses Organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques concernant les qualités sensibles de l'eau comme la couleur, la saveur, l'odeur et la transparence (**Melquio., 2003**)

1- La Couleur :

➤ Couleur apparente de l'eau

Couleur due aux substances dissoutes et aux matières en suspension, elle est déterminée dans l'échantillon d'eau origine sans filtration ni centrifugation.

➤ Couleur vraie d'une eau :

Couleur due seulement aux substances dissoutes ; elle est déterminée après filtration de l'échantillon d'eau à travers une membrane de 0,45 µm de diamètre.

1-1 Détermination de la couleur

✓ Principe :

L'examen de la couleur d'une eau se fait par observation visuelle de la couleur apparente d'un échantillon d'eau dans une bouteille

■ Mode opératoire :

- **Mesure de la couleur apparente :** placer l'échantillon d'eau non filtré dans une bouteille incolore de préférence en verre propre, d'au moins 1 litre de capacité et examiner l'intensité de la couleur et la teinte de l'échantillon sous lumière diffuse sur un fond blanc
- **Mesure de la couleur vraie :** filtrer l'eau sur une membrane de 0,45 µm, puis mesurer par un spectrophotomètre 550 nm.
-

2- La turbidité:

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU (NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique) (**Bern Fet Jean ., 1991**). C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (**Andriamiradis ., 2005**).

2-1 -Mesure de la turbidité :

Selon le manuel d'instruction du fournisseur de l'appareil et la **norme NA 746**.

✓ Principe

La détermination de la turbidité mesure une propriété optique de l'échantillon d'eau, qui résulte de la dispersion et de l'absorption de la lumière par les particules de matières en suspension présente dans l'échantillon.

■ Mode opératoire

- L'échantillon doit être remis à température ambiante et être homogénéisé doucement avant la mesure ;
- La cuve de mesure doit être propre et assurée à chaque utilisation, elle doit être rincée ; avec l'échantillon à analyser avant mesure ;
- Après remplir la cuve avec l'échantillon à analyser, bien homogénéiser et bien essuyer avec du papier hygiénique ;
- Insérer la cuve dans le puits de mesure en plaçant la flèche de la cuve face au repère ;
- Fermer le capot de l'appareil et attendre l'affichage automatique d'une valeur. si la valeur n'apparaît pas au bout de quelques secondes, appuyer sur **ENTRER** ;
- Effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence des bulles d'air avant chaque mesure.

L'affichage indique des résultats exprimés en unité (NTU).

II.2.2. Analyse physique :

1. Potentiel hydrogène «pH»:

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est à dire, de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). Le PH d'une eau naturelle peut varier de 6 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés des PH faible (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique (Deville *et al.*, 2005)

1.1. Mesure de pH par la méthode potentiométrique avec de verre

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesurage de l'activité des ions hydrogène dans une solution ; selon **la norme ISO 10523**.

✓ Principe

La détermination de la valeur du pH est basée sur le mesurage de la différence de potentiel d'une cellule électrochimique à l'aide du PH-mètre. Le pH d'un échantillon dépend également de la température en raison de l'équilibre de dissociation.

Les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre ou en plastique, la durée de conservation est de 24 heures.

■ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode du pH mètre dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec faible vitesse d'agitation.

* Puis noter le pH.

La valeur du pH est exprimée à deux décimaux près.

2. Conductivité:

Selon **Thomas en 1995**, la mesure de la conductivité électrique est probablement l'une des plus simple et des plus importante pour le contrôle de la qualité des eaux .Celle-ci est fonction de la concentration en espèces ionisées (anions et cations), principalement de nature minérale. Elle augmente avec la température et la salinité.

2.1. Mesure de la conductivité :

Elle permet d'avoir une idée sur la minéralisation (teneur globale en sels minéraux ionisés) et varie en fonction de la température.

Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesure de la conductivité en utilisant un conductimètre électrique METTLER TOLEDO Seven Easy. Solen **la norme ISO 7888**.

✓ Principe :

Détermination directe à l'aide d'un conductimètre. La conductivité électrique découle de la mesure du courant conduit par les ions présent dans l'eau et dépend :

- De la concentration des ions ;
- De la nature des ions ;
- De la température de la solution ;
- De la viscosité de la solution.

■ Mode opératoire :

- Introduire l'électrode du conductimètre dans l'eau distillée.
- Laisser l'appareil se stabilisé à 0 μ s/cm.
- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Tremper l'électrode du conductimètre dans le bécher.
- Les résultats sont lus directement sur l'écran du conductimètre.
- L'électrode doit être rincée abondamment avec l'eau distillée après chaque mesure.

Le résultat est exprimé directement en μ S/cm à 25°C

❖ Détermination le Taux De Sel :

Elle a été déterminée au laboratoire à l'aide d'une électrode incorporé au conductimètre étaloné. On lit directement la TDS exprimée en mg/l.

3. Température:

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (**Mebarki ., 2005**)

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit; hypothermies, hyperthermies (**Mebarki ., 1982**). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (**OMS., 1994**).

3.1 Mesure de la température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pHEtc.

✓ Principe

La température est mesurée par un thermomètre.

■ Mode opératoire :

- Plonge le thermomètre dans l'échantillon et laisser se stabiliser puis noter la valeur de la température.

L'appareil donne la valeur de la température en degré Celsius (c°).

4- Oxygène:

Est un indicateur de la quantité de matière organique présente dans l'eau. d'une manière générale, la demande est forte, plus la qualité de l'eau est mauvaise. Les sources naturelles de matière organique sont les organismes morts ou en décomposition (**Cambers et Diamond ., 2011**)

4-1 Mesure d'oxygène dissous :

✓ Principe :

Impression d'une sonde, constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques , dans l'analyser .(la membrane est pratiquement imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissoutes, mais elle est perméable à l'oxygène et à un certain nombre d'autres gaz).

Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesure la quantité de l'oxygène dissous d'un échantillon, en utilisant un oxymétrie doté d'une sonde à luminescence.

- Solen **ISO 5814 :1990 (F)**
- Manuel **HACH SENsion 156 et 358**

■ Mode opératoire:

Après la calibration de l'électrode de l'oxygène, une fois l'électrode soigneusement stabilisée et calibrée, la mesure doit être effectuée comme suit :

- Placer l'électrode dans l'échantillon. la sonde de la température doit être émergée
- Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toutes les bulles d'air de la membrane
- Le résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée. Noter la valeur ou l'enregistrer
- Commuter entre concentration en mg /l et % de saturation par pression sur La touche DO.

Le résultat est donné en concentration (milligramme d'oxygène par litre) ou en taux de saturation (% d'oxygène dissous).

II.2.3. Analyse chimique :

❖ Les paramètres de pollution :

1- Nitrate :

Les nitrates (NO_3^-) présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schudddeboom ., 1993**).

La dose journalière de nitrates admissible pour un homme de 70 kg est de l'ordre de 350 mg de nitrate de sodium par jour. Les valeurs limitant des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) et (NA) (**Mddep., 2012**).

1-1 Dosage de nitrate

✓ Principe :

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

■ Mode opératoire :

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Verser une goutte de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec à l'étuve 75 - 88° C environs 2 heures laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml de d'acide sulfurique H₂SO₄ laissé reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double K₁ de sodium et de potassium puis passer au Spectrophotomètre au 415 nm.

Le résultat est donné directement en mg/l de nitrate.

2- Nitrite :

Les nitrites (NO²⁻) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l d'eau). (**Boualem ., 2009**)

2-1 Dosage de nitrite :

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage des nitrites dans les eaux potable **Norme ISO 6777**.

✓ Principe

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1.9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane mesure de l'absorbance à 540 nm.

■ Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif coloré (NO₂⁻)
- Attendre 20mn.

*L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

- Effectuer la mesure colorimétrique à 543 nm.

Expression des résultats

La concentration en nitrite est exprimée en mg/l.

3- l'azote ammoniacal :

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacale (**Gaujour ., 1995**).

3-1 dosage de l azote ammoniacal

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium dans les eaux potable. **Norme ISO 7150/1**.

✓ Principe

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium.

■ Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4ml du réactif coloré (NH_4^+)
- Ajouter du réactif Dichloroisocyanurate Na^+ et attendre 1heure
*L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+
- Effectuer la lecture à 655 nm.

La concentration en Ammonium est exprimée en mg/l.

4-Phosphate :

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) (**Rodier ., 1996**).

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante (**Rodier ., 1996**).

4-1- Dosage de phosphate :

Ce protocole a pour objet la description du dosage spectrométrique des orthophosphate par la méthode au molybdate d'ammonium dans les eaux potables, les eaux brutes et les eaux résiduaires **selon la norme ISO 6878**

✓ Principe :

Réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate. Réduction du complexe par l'acide ascorbique pour former un nouveau complexe de molybdate (fortement coloré en bleu). Mesure de l'absorbance de ce complexe pour déterminer la concentration en orthophosphate présents.

■ Mode opératoire :

Au moment du dosage mélanger les 2 réactifs (solution molybdique et la solution d'acide ascorbique) dans des proportions suivantes :

- Prélever 40 ml de l'échantillon ajouté dans l'ordre et sans attendre entre chaque ajout.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique à 100 g/l.
- Puis ajouter 2 ml d'heptamolybdate d'ammonium.
- Et compléter à 50 ml, puis agiter quelques secondes, après un temps entre 10 et 30 min.
- Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 880 nm.

La concentration des phosphates est exprimée en mg/l.

5-Matière organique au l'indice de permanganate :

Les matières organiques dissoutes dans l'eau proviennent de la décomposition des être vivants animaux ou végétaux par des bactéries ou des champignons inférieurs (**Levefre.J.C., 1993**).

5-1- Dosage d'indice de permanganate :

Le protocole décrit la détermination de l'indice de KMnO_4 ou oxydabilité, permettant d'évaluer la contamination en matière organique et matières inorganiques oxydables dans des eaux peu ou moyennement polluées, **selon la norme (ISO 8467 1993)**.

✓ **Principe :**

Chauffage d'un échantillon en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée, 10 min. Réduction d'une partie du permanganate par les matières oxydables présentes dans l'échantillon. Détermination de l'excès de permanganate par addition d'une solution d'oxalate, suivi par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate.

■ **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un bécher de 250 ml.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2 mol/l et homogénéiser.
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition.
- Ajouter 20ml de la solution étalon de permanganate de potassium à 2mmol/l.
- Après 10min, ajouter 20ml de la solution étalon d'oxalate de sodium à 5mmol/l.
- Titrer après décoloration, alors que la solution est encore chaude, avec la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l jusqu'à apparition d'une coloration rose.
- Effectuer parallèlement, un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, et noter le volume V_0 de solution permanganate consommé.

Calcul :

$$\mathbf{IMn} = \frac{(V_1 - V_0) * f}{V_2}$$

$$V_2$$

IMn : indice de permanganate, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre.

V_0 : est le volume en ml de solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc.

V_1 : est le volume en ml de solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.

V_2 : est le volume en ml de solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrant.

f : est le facteur correctif utilisé, compte tenu des unités, pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygène par litre. f est égale 16.

6-Demande Chimique en Oxygène :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables existantes dans l'eau. La mesure n'est en fait qu'une estimation des matières oxydables qu'elles soient d'origine organique ou minérale (**Rodier, 1996**).

6-1 Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La mesure se fait à ébullition en présence de sulfate de mercure d'une quantité connue de dichromate de potassium et d'un catalyseur le sulfate d'argent en milieu fortement acidifié par l'acide sulfurique et cela pendant une période de temps donné, durant laquelle l'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (sel de mohr).

■ Mode opératoire : (DCO) (Norme ISO 9001)

L'analyse fait appel au dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) qui est un oxydant puissant ; il réagira en excès et à chaud avec les composés réducteurs polluants de l'échantillon en milieu acide sulfurique et en présence d'un catalyseur de sulfate d'argent (Ag_2SO_4).

L'effet négatif des ions chlorures sera masqué par l'ajout de sulfate mercurieux ($HgSO_4$) au début de la digestion. L'excédent de dichromate de potassium sera dosé par une solution de sel de Mohr ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) permettant ainsi le calcul de la DCO. La méthode est valable pour des échantillons présentant une DCO comprise entre 30 et 700 mg O_2/l et une concentration en chlorure inférieure à 2000 mg/l. Les étapes du protocole sont :

- L'analyse de la DCO doit être effectuée aussitôt après le prélèvement sinon il est possible de le conserver pendant 5 jours à 4 °C en ajoutant 10 ml H_2SO_4 concentré par litre d'échantillon. L'échantillon doit être agité avant l'analyse,
- Introduire 10 ml d'échantillon dans le tube à réaction puis 5 ml de $K_2Cr_2O_7$ et quelques billes de verre afin de régulariser l'ébullition,
- Ajouter lentement 15 ml d' Ag_2SO_4 en milieu sulfurique,
- Installer le tube à réaction dans le porte-tubes et mettre l'ensemble dans le bloc chauffant,
- Connecter correctement le réfrigérant à air au tube à réaction.
- Enclencher l'interrupteur en position 1,
- Vérifier sur l'afficheur que le chiffre inscrit sous « PR » est 1, c'est-à-dire le programme n°1 composé de : palier n°1 à 150°C pendant 30 min et palier n°2 à 170°C pendant 60 min. (l'élaboration du programme 1 est décrite plus bas),
- Démarrer l'analyse en appuyant sur « R/S »,

- A la fin de l'analyse l'appareil émettra une alarme, appuyez alors sur « R/S ».
- Sortir le porte-tubes contenant le tube à réaction et son réfrigérant à air et le poser sur le support de refroidissement à proximité d'une fenêtre,
- Attendre 15 mn et rincer le réfrigérant toujours connecté au tube à réaction avec 75 ml d'eau distillée,
- Laisser refroidir jusqu'à la température ambiante,
- Transvaser ensuite le contenu du tube à réaction dans un erlen de 500 ml et doser par le sel de Mohr en présence de 2 gouttes de ferrions,
- Soit V_1 ml le volume lu à la burette pour l'échantillon,
- Un essai à blanc est réalisé en même temps que l'analyse de l'échantillon en précédant de la même manière que précédemment mais en remplaçant les 10 ml d'échantillon par 10 ml d'eau distillée. Soit V_2 ml le volume lu à la burette pour l'essai à blanc.

L'expression des résultats :

$$\text{La DCO en mg d'O}_2/\text{l} = \frac{8000 \times T \times (V_2 - V_1)}{\text{P.E}}$$

P.E

T : Titre du sel de Mohr (solution C).

V_1 : Volume de burette de l'échantillon.

V_2 : Volume de burette de l'essai à blanc.

PE: Prise d'essai échantillon (10 ml si échantillon n'a pas été dilué).

Il est nécessaire de diluer l'échantillon si sa DCO est supérieure à 700 mg d'O₂/l.

7-Demande Biochimique en Oxygène

La demande biochimique en oxygène (DBO5) est la masse d'oxygène consommée par des micro-organismes afin de dégrader par oxydation les matières organiques contenues dans les eaux résiduaires. Cette dégradation se fait dans des conditions définies et dans un espace de temps donné.

7-1 Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) :

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo-statée est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène provenant du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique (CO₂) formé est piégé par l'hydroxyde de potassium.

✓ **Principe :**

Repose sur le traitement de l'échantillon d'eau à analyser avec différentes quantités d'eau enrichie en oxygène dissous, et continuant un ensemencement de micro-organismes aérobies, avec suppression de la nitrification.

■ **Mode opératoire :**

- Mélanger délicatement l'échantillon et en cas de besoin ajuster le PH entre 6,6 et 7,2 avec une solution de soude à 1 N (4 g de soude dans 100 ml d'eau distillée) ;
- Si le PH < 6,6 ou avec une solution d'acide sulfurique à 1 N (2,8 ml H₂SO₄ concentré dans 100 ml) si le PH > 7,2 ;
- A l'aide d'une éprouvette graduée, verser dans le flacon le volume calculé comme dans l'exemple cité ci-dessus ;
- Introduire l'aimant et poser le flacon sur la plaque agitatrice de l'enceinte thermostatée, puis démarrer l'agitation ;
- Mesurer la température dans le flacon, si celle-ci n'est pas comprise entre 15 et 20°C, fermer la portière de l'enceinte thermostatée et attendre le temps nécessaire afin que la température soit dans cette plage ;
- Lorsque la température est ajustée, introduire 2 pastilles de soude dans le creuset percé qu'on aura préalablement posé avec son joint en caoutchouc sur l'ouverture du flacon et bien serrer le bouchon ;
- Presser en même temps la touche « S » et « M » du bouchon pendant 2 secondes pour remettre la mémoire de l'enregistreur à zéro et démarrer en même temps l'analyse ;
- A partir de ce moment l'appareil mémorisera automatiquement toutes les 24 heures une valeur correspondante à la DBO (qui est égale à la valeur affichée sur le bouchon multiplié par le facteur multiplicatif correspondant au volume d'échantillon prélevé) ;
- On pourra accéder durant l'analyse, à la première valeur mémorisée le premier jour (DBO₁) en pressant une première fois la touche « S » (attendre une seconde pour l'affichage du résultat) ;
- On accédera aux quatre autres valeurs (dont la DBO₅) en pressant la touche « S » autant de fois qu'il y'a de jour ;
- En pressant la touche « M » à n'importe quel moment de la journée, on a accès à la valeur actuelle correspondante à la DBO (ne pas oublier le facteur multiplicatif). Ce type de valeur n'est pas mémorisé.

✚ Calcul et expression des résultats :

La DBO est calculée pour les solutions d'essai lorsque la condition suivante est satisfaite :

$$\frac{P1}{3} \leq (P1 - P2) \leq \frac{2P1}{3}$$

Ou :

P1 est la concentration d'oxygène dissous dans une les solutions d'essai zéro, en mg/l

P2 est la concentration d'oxygène dissous de cette même solution d'essai après n jours en mg/l

- ✓ Calcul de la demande biochimique en oxygène après n jours exprimée en mg/l'utilisant l'équation :

$$DBO_5 = [(P^1 - P^2) - \frac{v_t - V_2}{v_t} * (P3 - P4)] * \frac{V1}{Vech}$$

Ou :

P¹ : Concentration d'oxygène dissous dans une des solutions d'essai zéro, en mg/l.

P² : Concentration d'oxygène dissous de cette même solution d'essai après n jours, en mg/l.

P 3 : Concentration en oxygène dissous de la solution du blanc au temps zéro, en mg/l.

P4 : Concentration en oxygène dissous de la solution du blanc après n jours, en mg/l

Vech : Volume total de cette solution d'essai, en ml.

❖ Les paramétrées de minéralisation :

1- Sulfate

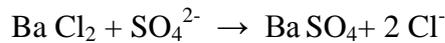
Elles sont rencontrées sous forme de sulfates de magnésium et sous forme calcique dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable. (Tardat ., 1992)

1-1- Mesure de sulfate

Ce protocole est applicable sur tout type d'eaux selon **Rodier 2009**

✓ **Principe :**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum En présence de BaCl_2 .



■ **Mode opératoire :**

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en sulfates exprimés en mg/l.

2- Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc. (Catherine ., 2009)

2-1- Dosage du calcium

Ce protocole opératoire a pour objet la détermination du dosage de calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA. Selon la norme **ISO 6058 NA 1655**

✓ **Principe**

Titrage des ions calcium avec solution aqueuse de l'EDTA . l'indicateur utilisé est le murexide , qui forme un complexe rose avec le calcium .

■ **Mode opératoire**

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde de 2 N
- Une pincée d'indicateur (murexide)

Expression des résultats:

$$[\text{Ca}^{2+}] = V_1 * 8,0169 * Fc$$

$[\text{Ca}^{2+}]$: la teneur en calcium exprimé en mg/l

Fc : facteur de correction du titre

$$[(C1 * A) / V_0] * 1000 = 8,0169$$

C1 : Concentration de la solution EDTA (0,01 mol/l)

A : C'est la masse molaire de calcium (40,08 g/l)

V₀ : C'est le volume en millilitres de prise de l'échantillon (50 ml).

3- Magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. Il est un élément indispensable pour la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Le magnésium constitue un élément significatif de dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau potable (**Rodier., 1996**)

3-1- Dosage de magnésium

Ce protocole opératoire décrit la méthode de détermination de la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau **selon la norme ISO 6059 NA 752, 1989**

✓ Principe

Titration par complexométrie du calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH 10, lors du titrage de l'EDTA réagit d'abord avec les ions calcium et magnésium libres, puis au point d'équivalence, avec les ions calcium et magnésium combinés à l'indicateur ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de couleur.

■ Mode opératoire

- Prélever 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 4 ml de solution tampon
- Puis une pincée de l'indicateur (eriochrome noir), jusqu'à ce que la prise d'essai se colore en violet
- Titrer immédiatement par l'EDTA, jusqu'au virage bleu.

✚ Expression des résultats:

La concentration totale en ions calcium et magnésium, le TH exprimée en °F, est donnée par la formule:

$$TH = V2 * 2 * Fc * F \dots\dots (°F)$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimée en mg/l la plus proche, est donnée

$$[Mg^{+2}] = [(C1 * (V2 - V1) * A') * Fc * 1000 * F \dots\dots (mg/l)]$$

4- Chlorure:

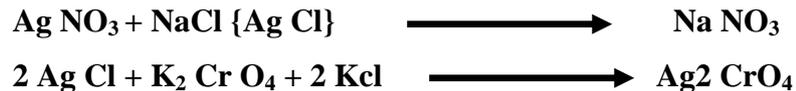
L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables (**Henry et beaudry ., 1992**). La présence des chlorures dans l'eau potable à des quantités dépassant 250 mg indique une pollution (**Maiga ., 2005**). Ils sont des anions inorganiques importants contenus en concentration variables dans les eaux naturelles (**Makhoukh et al., 2001**). Une concentration élevée de chlorures peut provoquer l'eczéma et l'érythème (**Belkhiri ., 2011**).

4-1 Détermination des chlorures

Ce protocole opératoire décrit la méthode titrimétrique, le dosage des chlorures est réalisé par le titrage au nitrate d'argent (AgNO₃) en utilisant du chromate de potassium comme indicateur, selon la norme **ISO 9297:1989**

✓ Principe

Réaction des ions chlorure 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.



■ Mode opératoire :

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).
- Titrer avec Ag NO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.
- Effectuer les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 470 nm en réglant le 0.

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en chlorures en mg/l.

5-Bicarbonates :

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des carbonates (**Henry et Beaudry ., 1992**).

5-1- Dosage de bicarbonate :

✓ Principe :

Détermination des volumes successif d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux $\text{pH} = 8.3$ et 4.3 le volume d'eau à analyser. Les bicarbonates n'existant qu'à pH compris entre 4.4 et 8.3 .

■ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser
- Noter son **pH** :

-Si $\text{pH} > 8,3$: Ajouter à la burette H_2SO_4 à 0,01N goutte à goutte et arrêter quand le pH-mètre indique **$\text{pH} = 8,3$** ; noter le volume d'acide sulfurique **$V_1(\text{ml})$** versé.

-Si pH est compris entre 4,4 et 8,8 : Ajouter à la burette H₂SO₄ à 0,01N jusqu'à obtenir pH = 4.4; noter le volume d'acide V₂ (ml) versé.

Si V₂ < 5ml prendre 40ml de PE

Si V₂ > 10ml prendre 10ml de PE

✚ Expression des résultats :

- Si pH > 8,3

V₂ > 2V₁ : il y'a des bicarbonates dans l'échantillon ce qui implique une teneur négligeable en OH⁻ : OH⁻ = 0

V₂ < 2V₁ : il y'a des OH⁻ dans l'échantillon donc une teneur en bicarbonates négligeable.

HCO₃⁻ = 0

- Si pH est compris entre 4,4 et 8,3 : Il n'y a ni carbonates ni OH⁻ dans l'échantillon.

$$\text{HCO}_3^- \text{ mg/l} = (V \times N \times 1000) / \text{PE}$$

$$\text{HCO}_3^- \text{ mg/l} = \text{HCO}_3^- \text{ mé/l} \times 61$$

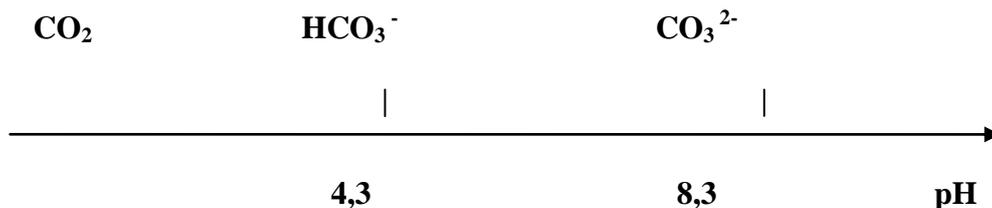
6-Titre alcalimétrique complet :

La plus part des eaux naturelles ont un pH compris entre 4.5 et 8.3 et leur alcalinité est attribuée essentiellement aux bicarbonates (HCO₃⁻), aux carbonates (CO₃⁻²) et même aux alcalis (Henry et beaudry., 1992).

✓ **Principe :**

Détermination des concentrations en ions bicarbonates (HCO₃⁻), carbonates (CO₃⁻²) et hydroxydes (OH⁻) par mesure de l'acide chlorhydrique nécessaire pour amener à pH 8,3 et 4,5 l'échantillon à analyser.

La première détermination (pH= 8,3) sert à calculer le titre alcalimétrie simple TA et la seconde (pH= 4,5) sert à calculer le TAC.



■ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser et mesurer le pH.
- Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement de l'acide chlorhydrique 0.01 N pour obtenir 8.3.
- Note le volume V_1 (ml) l'acide lu au doucement.
- Continuer à verser doucement de l'acide chlorhydrique 0.01 N jusqu'à obtenir un pH de 4.5.
- Note le volume V_2 (ml) d'acide versé pour amener le pH à 4,5.
- Si le pH est inférieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique 0.01 N pour obtenir 4,5.
- Note le volume V_2 (ml) l'acide lu au doucement.

✚ Expression des résultats :

Le titre alcalimétrique TA et le titre alcalimétrique complet TAC sont exprimés en °f et sont donnés respectivement par des expressions suivantes :

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{(V_1 * N * 1000) M_1}{V} \text{ (mg/L)} \quad [\text{HCO}_3^-] = \frac{(V_2 * N * 1000) M_2}{V} \text{ (mg/L)}$$

$$\text{TA} = V_1 \times 10 \text{ (°f)}$$

$$\text{TAC} = V_2 \times 5 \text{ (°f)}$$

M_1 : masse molaire des carbonates 60g.

M_2 : masse molaire des bicarbonates 61g.

V : volume de prise d'essai (100ml).

V_1 : volume d'acide chlorhydrique lu au doucement pour amener le Ph à 8.3.

V_2 : volume totale d'acide chlorhydrique en (ml) lu au doucement.

N : Normalité de la solution acide.

❖ Les paramètres indésirables :

1- Manganèse :

C'est l'un des éléments les plus répons dans la nature, il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. C'est un élément significatif de la dureté de l'eau (**Kourradi, 2007**).

1-1 Dosage de manganèse :

Le présent mode opératoire spécifie une méthode spectrométrique au persulfate d'ammonium pour le dosage du manganèse (Mn^{2+}). Selon la méthode interne du SEAAL.

✓ Principe :

Le manganèse est oxydé en permanganate à l'aide de persulfate d'ammonium en présence de nitrate d'argent, le permanganate ainsi formé est dosé colorimétriquement à la longueur d'onde de 525 nm.

■ Mode opératoire :

- Verser 100 ml de l'échantillon à analyser dans un bécher ;
- Ajouter 5 ml d'acide nitrique à chacune des solutions ;
- Puis 5 ml de solution de nitrate de mercure (2) ;
- Agiter soigneusement, puis ajouter 0,5 ml de nitrate d'argent ;
- Placer l'échantillon sur la plaque chauffante à l'ébullition durant environ 5 min ;
- Retirer de la plaque ;
- Ajouter 1 ml d'acide phosphorique concentré à 85% ;
- Puis 10 ml de persulfate d'ammonium ;
- Replacer de nouveau sur la plaque chauffante à ébullition environ 10 min et laisser refroidir ;
- Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 525 nm.

2- Aluminium :

L'aluminium est le troisième élément le plus abondant de l'écorce terrestre et par conséquent il est présent dans les sols. L'acidification de ces derniers par les pluies acides augmente la quantité d'aluminium sous forme Al^{3+} libre dans l'environnement (**Caudron ., 2006**).

2-1 Dosage d'Aluminium :

✓ Principe :

Ce mode opératoire décrit une méthode du dosage de l'aluminium par kit LCK 301.

Le Chromazurol S forme avec l'aluminium en milieu tampon acétate légèrement acide une laque de coloration verte et effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 535 nm.

■ Mode opératoire :

- Pipeter 2 ml de la solution A (LCK301 A), les introduire dans le tube à LCK301.
- Pipeter 3 ml de l'échantillon, les introduire dans le tube à LCK301.
- Introduire dans le tube à LCK 301, une cuillère rase du réactif B (LCK301 B).
- Fermer la cuve et mélanger le contenu jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 25min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

Les résultats sont donnés directement en mg/l.

❖ Les paramètres des éléments de trace métallique :

Les métaux lourds qui entrent dans l'environnement aquatique proviennent des sources naturelle et des sources anthropogène. (Calamari et Naeve ., 1994).

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux, mais on peut citer surtout l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure. Ils ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et sur l'homme. Le fer est un métal lourd, il ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) (Rodier ., 1996)

✓ Principe :

Détermination des Métaux lourds par Spectrométrie par flamme d'Absorption Atomique (SAA) :

C'est une méthode qui est basée sur la pulvérisation de l'échantillon sur flamme qui conduit à l'atomisation de la substance et à sa vaporisation.

Les éléments atomiques gazeux à l'état fondamental absorbent une radiation électromagnétique et passent à des états d'énergies supérieures, ce qui conduit à une transition électronique (ISO 8288).

■ **Mode opératoire**

- Il faut placer les lampes chaque éléments a une lampe spécifique ;
- Allumer l'appareil une demi-heure avant la mesure ;
- Préparation des solutions d'étalonnage ces solutions doivent être acidifiées avec acide ; nitrique 65 % pour la réalisation de la courbe d'étalonnage ;
- Réglage technique au niveau de logiciel ;
- Faire la lecture d'abord le blanc par la suite les échantillons ;
- La concentration du chaque éléments calculer par la loi du béer Lambert au niveau de logiciel de l'appareil ;

✚ **Expression des résultats**

Les métaux lourds exprimer soit en mg/l soit en $\mu\text{g/l}$ selon l'élément par exemple le cuivre, zinc, fer en mg/l, pour le plomb et le mercure en $\mu\text{g/l}$.

NB : la méthode pour analyse du mercure, on a utilisé la méthode par vapeur à l'aide du gaz d'argon.

II.2.4. Analyse bactériologique :

Une analyse bactériologique d'une eau destinée à l'usage humain comporte la recherche et le dénombrement de germes indicateurs de contamination fécale comme les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

❖ Recherche et dénombrement de coliformes :

Ce protocole opératoire décrit la méthode de filtration membrane selon la (Norme NF ISO 9308-1) :

✓ Principe :

Recherche et dénombrement des Bactéries coliformes fécaux et confirmation des E-coli.

■ Mode opératoire

- Allumer le bec bunsen pour créer une zone de stérilisation ;.
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir ;
- Filtrer sur membrane un volume d'eau examinée ;
 $V=100\text{ml}$ pour l'eau potable (**l'eau de source**).
- Placer les entonnoirs et les supports de filtres dans le stérilisateur pendant deux minutes ;
- Mettre les supports sur la rampe de filtration ;
- Prendre une membrane filtrante stérile par son rebord avec une pincette stérilisée à l'alcool et flambée au brûleur, et la déposer sur le support de filtre ;
- Placer l'entonnoir sur le support et tourner le collier de serrage de l'entonnoir ;
- Fermer les robinets de la rampe de filtration pour couper le vide ;
- Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser ;
- Verser les volumes d'échantillon de 50 ml et plus directement dans l'entonnoir.
(Pour une filtration de 100 ml, verser 2 x 50 ml) ;
- Ouvrir les robinets de la rampe de filtration pour filtrer l'échantillon ;
- Retirer l'entonnoir et déposer la membrane filtrante à l'aide de la pincette stérile dans une boîte de Pétri préalablement identifiée avec le numéro d'échantillon et le volume filtré, contenant 5 ml de gélose **TTC TERGITOL** préalablement préparées ;
- Retourner les boîtes ainsi préparées et incubes dans conditions distinctes à 44c°, pendant 24-48 heure pour la recherche et le dénombrement des coliformes Fécaux ;(**NI ., ISO 9308-1 :2000**)

- **Lecture**

Après incubation, dénombrer les colonies typiques qui se présentent sous forme des petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune «lactose positive».

- **Confirmation :**

Il peut être souhaitable de vérifier que les coliformes fécaux mis en évidence à l'étape présomptive appartiennent à l'espèce *E. coli*.

- ✚ **Expression des résultats :**

Le nombre de colonies dénombrées sera rapporte à 100ml d'eau à analyses.

- ❖ **Recherche et dénombrement de Streptométrie :**

Ce protocole opératoire décrit la méthode de filtration membrane selon la **Norme ISO 7899-2** et **Norme NF T 90-416**.

- ✓ **Principe :**

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

- **Mode opératoire :**

- Allumer le bec bunsen ;
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir ;
- Filtrer un volume d'eau approprié au type d'eau examinée :
10ml pour tous autres types d'eau ;

Pour une description générale de la technique de filtration sur membrane

- Placer la membrane filtrante sur le milieu de Slanetz et Bartley ;
- Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser ;
- Verser les volumes d'échantillon de 50 ml et plus directement dans l'entonnoir ;
(Pour une filtration de 100 ml, verser 2 x 50 ml).
- Mettre en marche la pompe à vide pour vider l'eau ;

- enlever l'entonnoir, retirer le filtre et les disposer dans la boîte de pétri contenant le milieu de culture « **gélose Slanetz et Bartley** » veillant à ce qu'aucune bulle d'air ne soit emprisonnée entre la membrane et le milieu ;
- Faire incuber les boîtes à $36^{\circ} \pm 2^{\circ}$ pendant $44\text{heures} \pm 4\text{heures}$;
- **Lecteur 01 :**

Après incubation, considérer comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie.

- **Confirmation :**

S'il y'a des colonies typiques, transférer la membrane et les colonies, au moyen des pinces stériles, sans retournement, sur une boîte **de gélose bile-esculine azoture BEA** qui à été préchauffée à 44° . Faire incuber à $44^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ pendant 2 heures.

- **Lecteur 02 :**

Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive, et les compter comme entérocoque intestinaux.

- ✚ **Expression des résultats :**

Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100ml d'eau à analyser.

Reserve Du Chasse De Zerralda



Période de suivie s'est étalée sur 5 mois

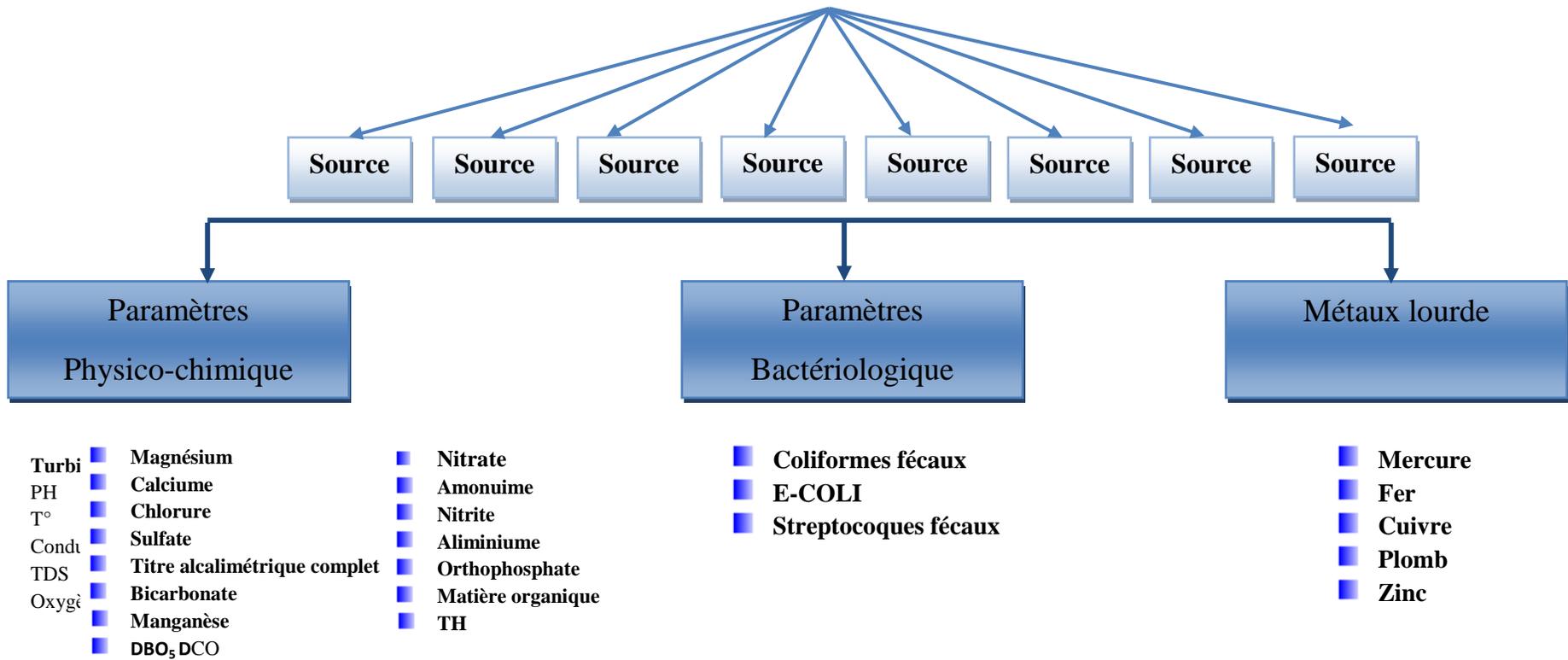


Figure N° 26 : Schéma directeur

II.3. Analyse statistique

Les valeurs moyennes des concentrations des paramètres physico-chimiques et bactériologiques ainsi que des métaux lourds sont présentées par des graphes pour visualiser la richesse en ces composés minéralogiques. Le plus souvent ce type de graphique est réalisé par Excel.

II. 3.1 Diagramme de ternaire (PAST vers. 1. 37)

Dans le cas d'une comparaison quantitative entre 3 variables, les points d'intersection sont étudiés à l'aide d'un diagramme ternaire, nous avons effectuée 3 comparaisons qui concerne la valorisation quantitative entre les 3 variables : coliformes totaux, *E.coli*, streptocoques fécaux. Le test est réalisé par le logiciel PAST ver. 1.37 (**Hammer et al., 2001**).

I.4.2 L'analyse de la variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Lorsque le problème de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les constituants (les paramètres physico-chimiques), nous avons eu recours une analyse de la variance (ANOVA pour *Analysis Of Variance*), dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale. Lorsque plus de deux modalités interviennent par facteur, nous avons appliqués en outre le test d'One Way Anova. Il permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités.

I.4.3 Analyse multivariable PAST vers 1,95 (Hammer et al ., 2001)

Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.C.P), l'exploitation des résultats a fait appel une analyse multivariée (A.C.P).

Résultats et Discussions

III. Résultats et discussions

III.1 Résultats d'analyses organoleptiques

- La couleur elle est limpide aucune odeur et le gout (saveur) ce doux.

D'après les résultats mentionnés, l'absence de la couleur dans les différentes sources, elle est inodore et possède un goût doux. Ils sont toujours limpides L'eau étudiée a toujours était inodore.

III.2 résultat des analyses physiques

Les résultats de la turbidité de l'eau des huit sources est illustrée dans la(**Figure.27**)

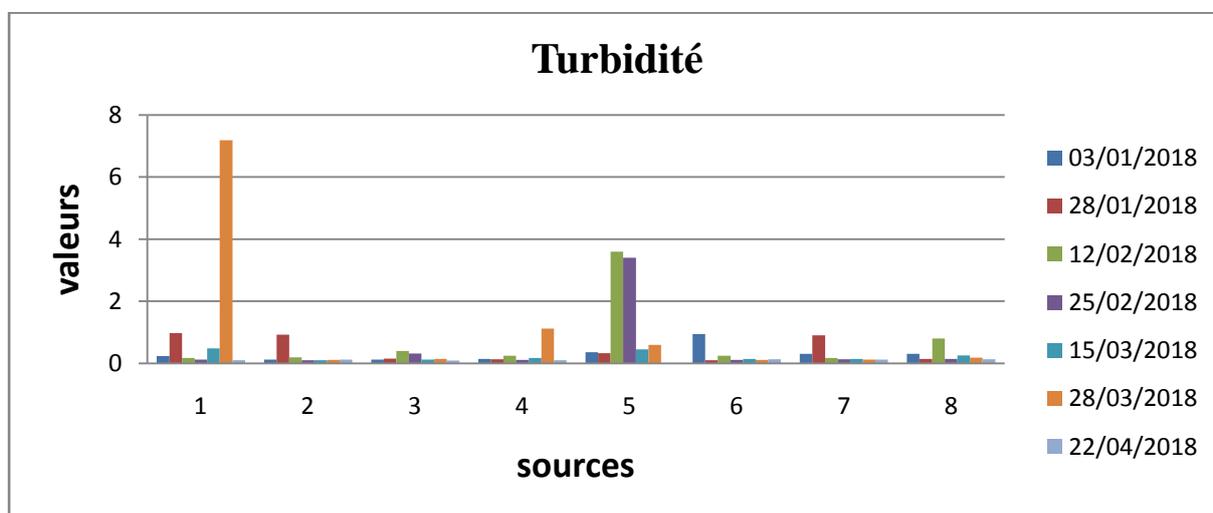


Figure.27. Variation de la turbidité des eaux des sources de RCZ

Les valeurs de la turbidité des eaux des sources étudiées (**figure.27**) varient entre une valeur minimale de 0.09 (NTU) et une valeur maximale de 7.19 (NTU). Ces valeurs sont faibles et restent conformes aux normes admissibles algériennes de la qualité des eaux de source (**JORADP, 2006**) à par la source N° 01 et 05.

Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de la mesure du pH des eaux sont représentés dans la (Figure. 28)

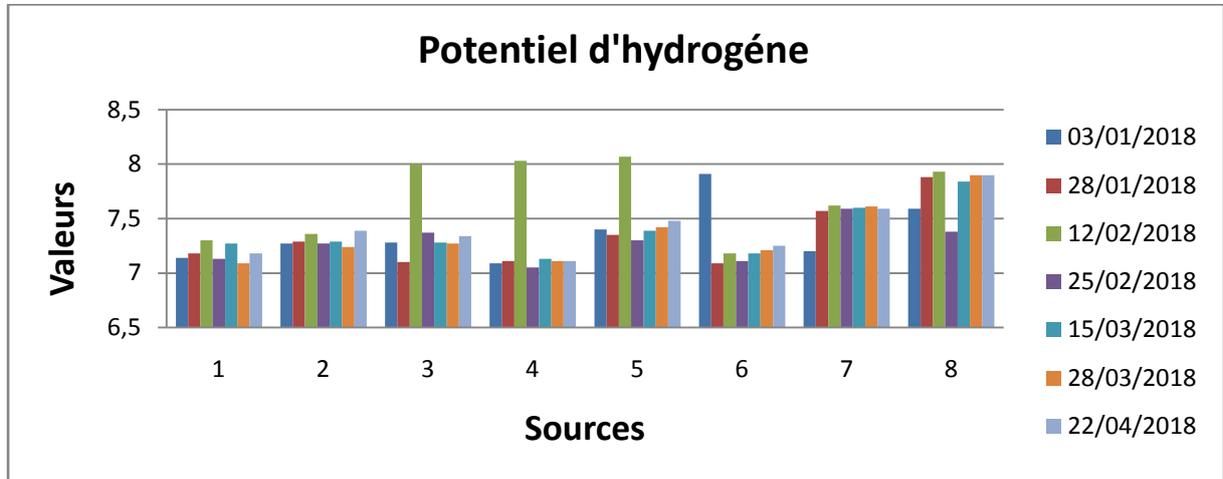


Figure.28.Variation de pH des eaux des sources RCZ.

Les valeurs du Ph (Figure.28) des eaux étudiées ne montrent pas une variation notable, elles se trouvent dans l'intervalle des normes algériennes (JORADP, 2006) et OMS(2004) [$7.05 < \text{pH} < 8,07$].

Conductivité électrique

La variation de la conductivité électrique des eaux des sources est illustrée dans la (Figure.29)

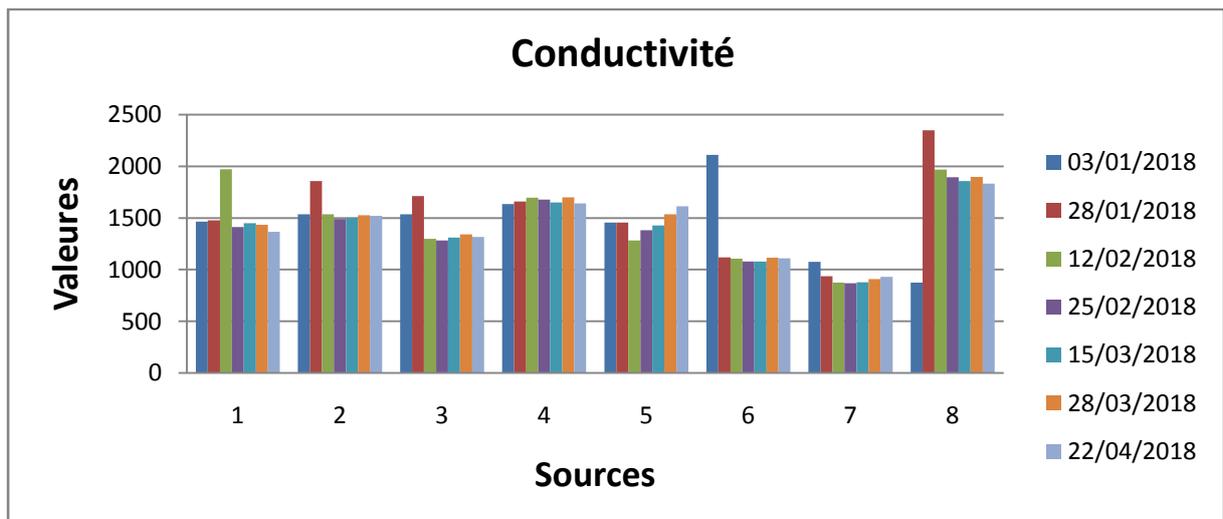


Figure.29.Variation de la conductivité électrique des eaux des sources RCZ

Pour ce paramètre, les valeurs obtenues (**figure.29**) présentent des variations assez importantes, et oscillent entre 868 et 2350 μ S /cm au laboratoire. Ces valeurs sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne de la qualité des eaux de source (**JORADP, 2006**) (2880 μ S /cm) ; aussi inférieures aux normes **OMS(2004)** indiquant une valeur maximale admissible de 2000 μ S /cm.

Taux de Sels Dessous

La variation de Taux de sels dessous des eaux des sources est illustrée dans la (**Figure.30**)

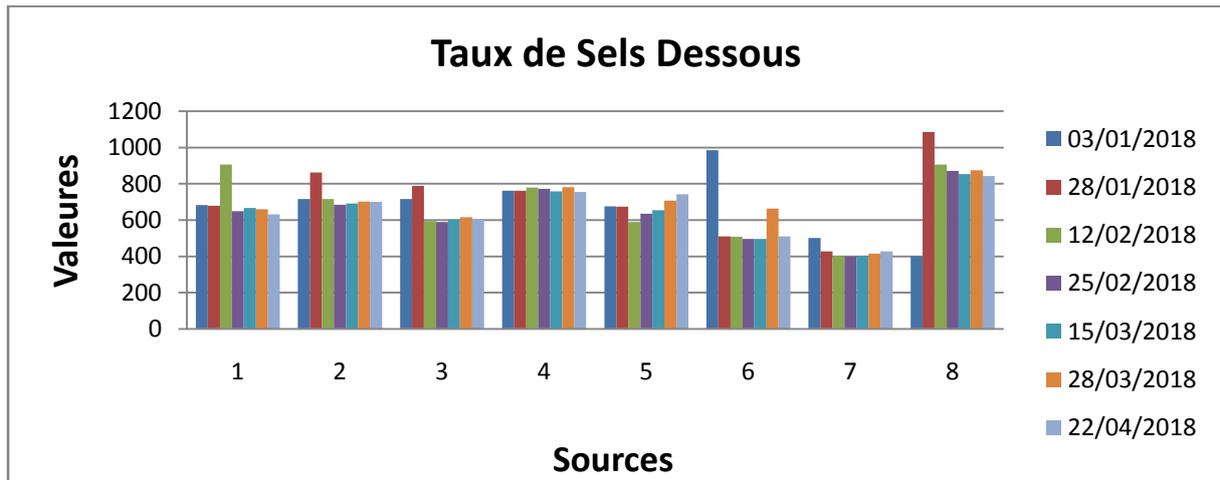


Figure.30. Variation de Taux de sels dessous des eaux des sources RCZ

Les valeurs du Ph (**Figure.30**) des eaux étudiées ne montrent pas une variation notable, et oscillent entre une valeur minimale de 399 et une valeur maximale de 1085.

Température

La variation de la température des eaux est illustrée (**Figure. 31**) à partir des résultats obtenus

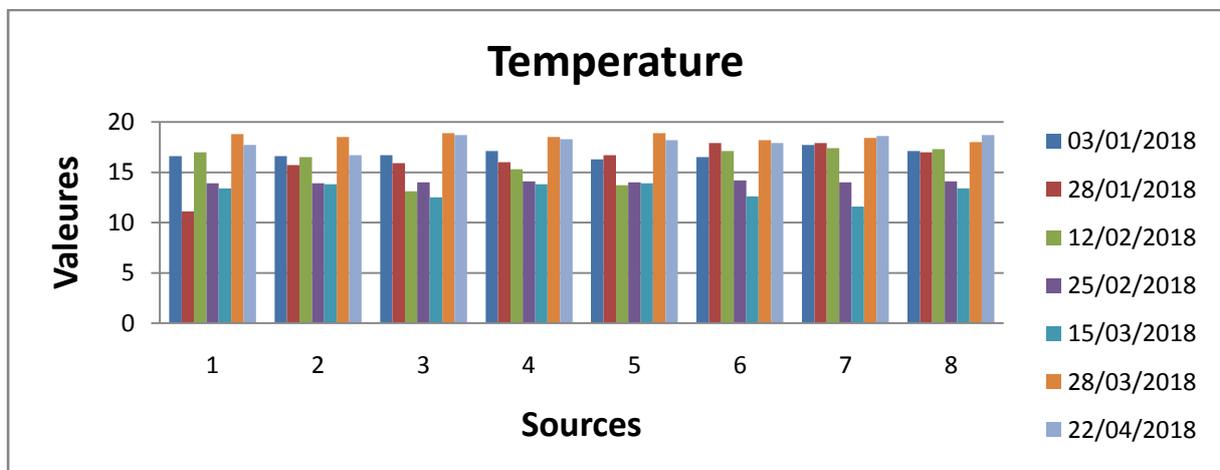


Figure .31. Variation de la température des eaux des sources RCZ.

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs de températures enregistrées pendant la période des prélèvements varient entre une valeur minimale de 11,1°C et une valeur maximale de 18,9°C. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui indique une valeur maximale de 25°C.

Oxygène Dissous

Les résultats de la mesure de l'oxygène dissous des eaux sont représentés dans la (**Figure. 32**)

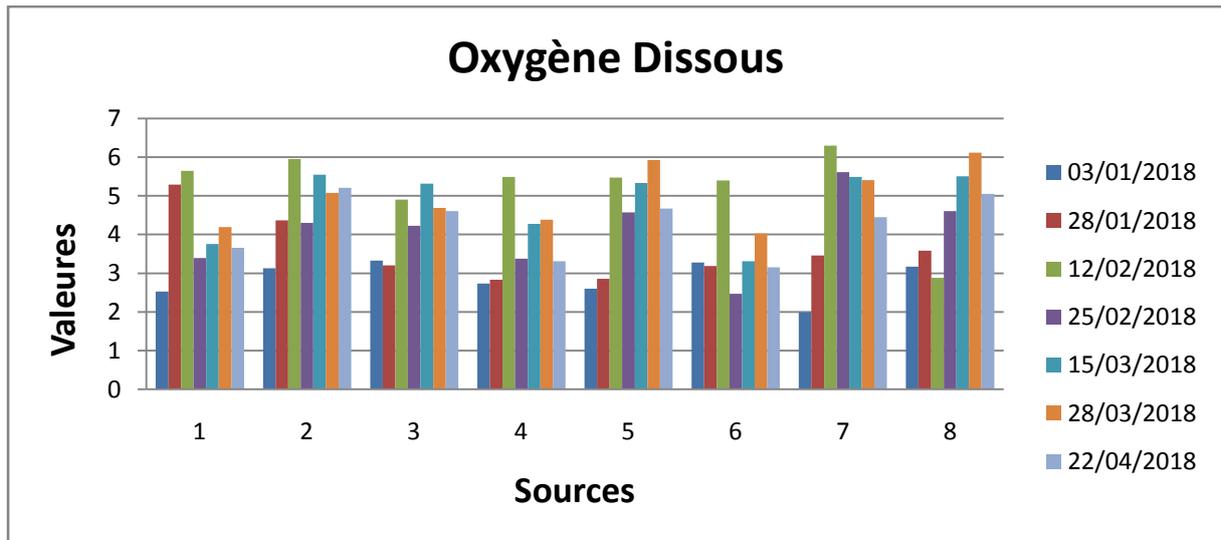


Figure .32. Variation de l'oxygène dissous des eaux des sources RCZ.

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs d'oxygène dissous enregistrées entre une valeur minimale de 1.99 mg/L en O₂ et une valeur maximale de 6.12 mg/L en O₂.

III.3. résultat des analyses chimique

Nitrate

La variation de la concentration en nitrates des eaux des sources est représentée dans la (Figure.33)

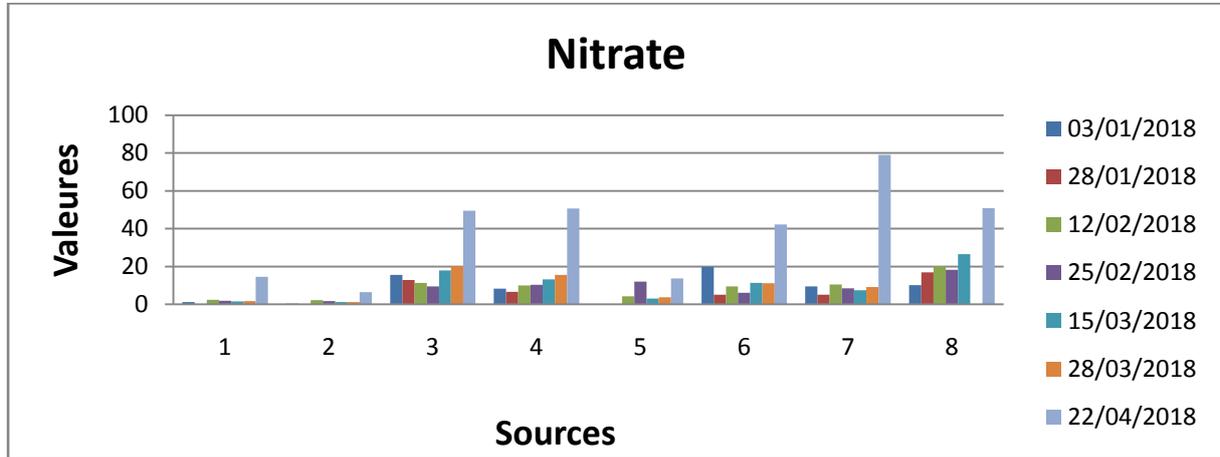


Figure.33. Variation de la concentration en nitrates des eaux des sources RCZ

Les concentrations en nitrates enregistrées au niveau des sources étudiées montrent des variations notables (Figure.33), avec des teneurs qui varient entre une valeur minimale de 0.05 mg/l et une valeur maximale de 79.05 mg/l. Quelques valeurs ne sont pas conformes aux normes algériennes (JORADP, 2006) et l'OMS (2004) qui indiquent une valeur maximale de 50mg/l.

Ammonium

La variation de la concentration en ammonium des eaux des sources est représentée dans la (Figure.34)

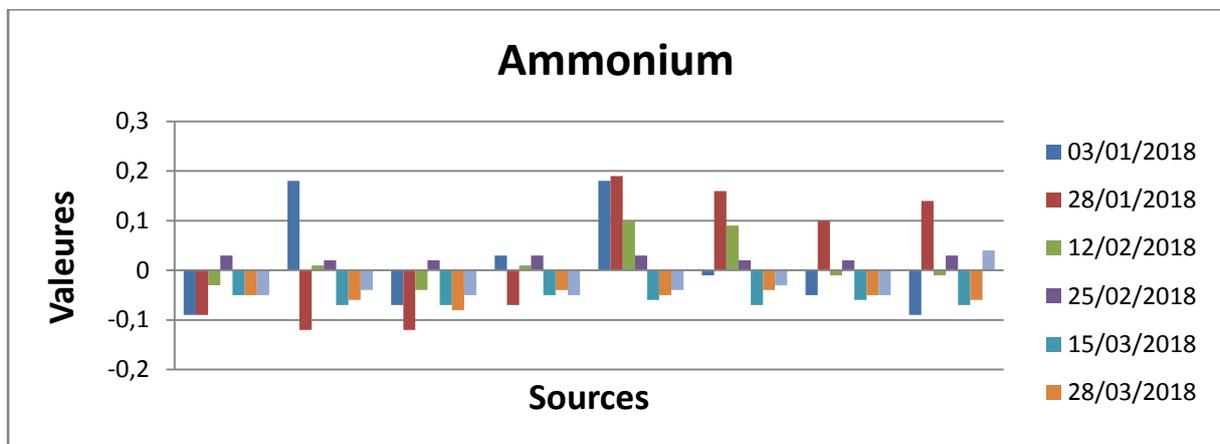


Figure.34. Variation de la concentration en ammonium dans les eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs d'ammonium enregistrées sont faible entre -0.09 mg/l et 0.19 mg/l. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (JORADP, 2006) et celle l'OMS (2004) qui indique une valeur maximale de 0,5mg/l.

Nitrite

La variation des concentrations en nitrites dans les eaux des sources est représentée dans la (Figure.35)

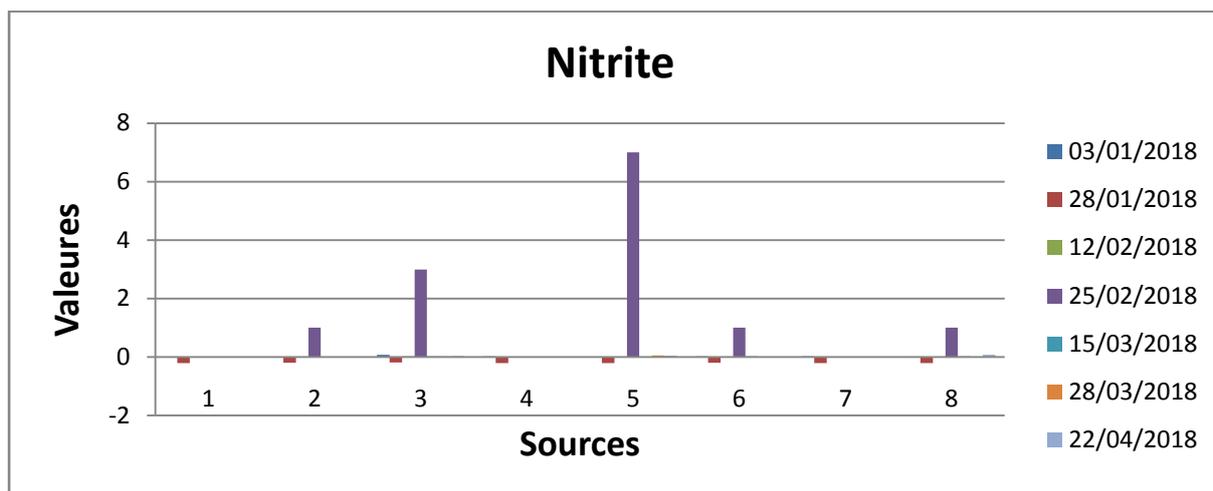


Figure.35. Variation de la concentration en nitrites dans les eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs de nitrites enregistrées au niveau des sources étudiée c'est valeur varient entre -0.21mg/l et 7mg/l, Quelque valeurs sont conformes aux normes algérienne (JORADP, 2006) et OMS (2004) qui indiquent une valeur maximale de 0,1 mg/l.

Ortho phosphate

La variation des concentrations en ortho phosphates dans les eaux des sources est représentée dans la (Figure.36)

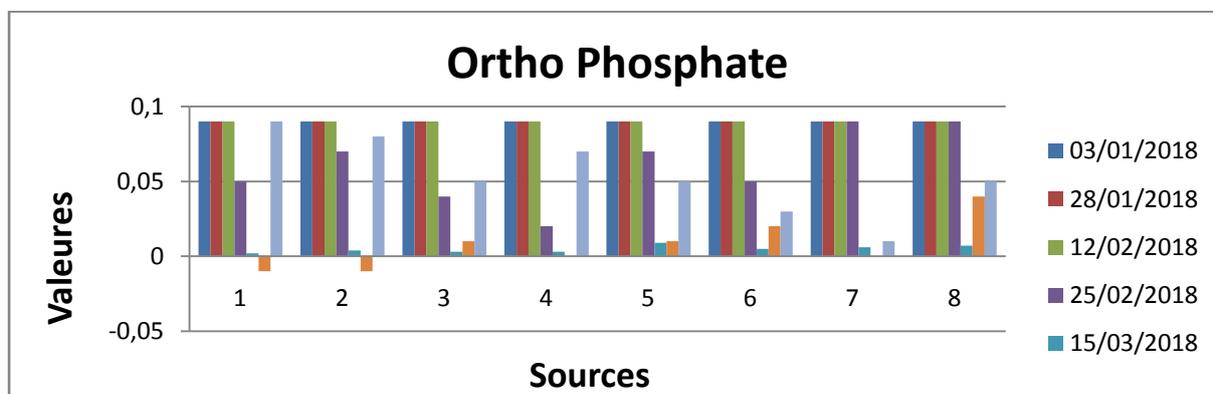


Figure.36. Variation de la concentration en ortho phosphates des eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs d'ortho phosphate enregistrées sont variées entre $-0,01\text{mg/l}$ et $0,09\text{mg/l}$; Ces valeurs sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (JORADP, 2006) De la qualité des eaux de source qui indiquent une valeur maximale de $0,5\text{mg/l}$, et celles de l'OMS (2004) qui recommandent une teneur inférieure à $0,2\text{ mg/l}$ dans les eaux de consommation.

Matière Organique

La variation des matières organiques des eaux des sources est représentée dans la (Figure.37)

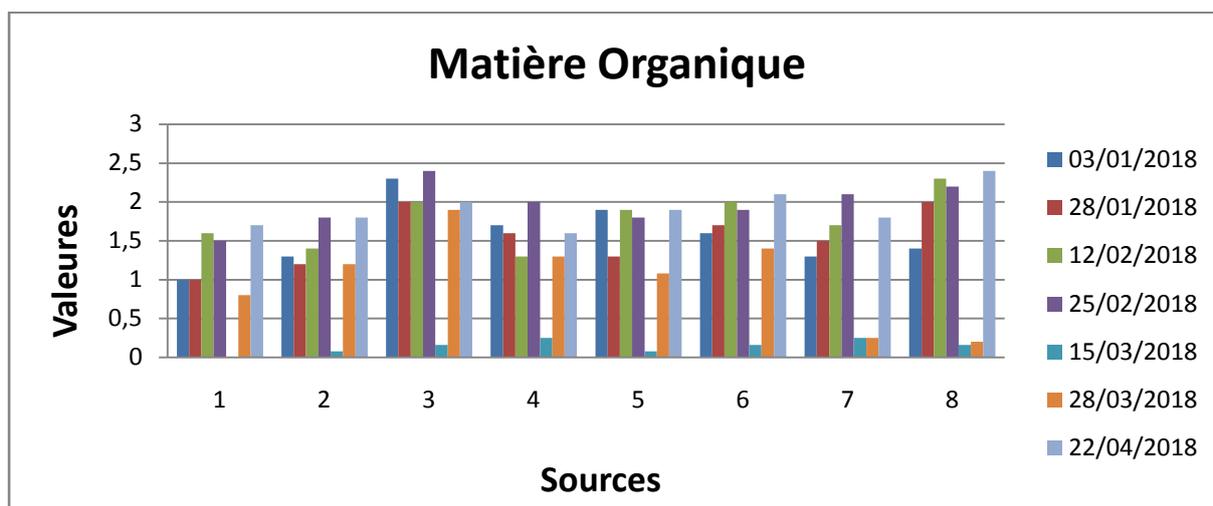


Figure.37. Variation de la concentration en matière organique des eaux des sources RCZ

Les concentrations en matière organique enregistrées au niveau des sources étudiées montrent des variations notables (Figure.37), avec des teneurs qui varient entre une valeur minimale de 0 mg/l et une valeur maximale de $2,4\text{ mg/l}$.

Titre hydrotimétrique (TH)

La variation de la dureté totale des eaux des sources sont représentée dans la (Figure.38)

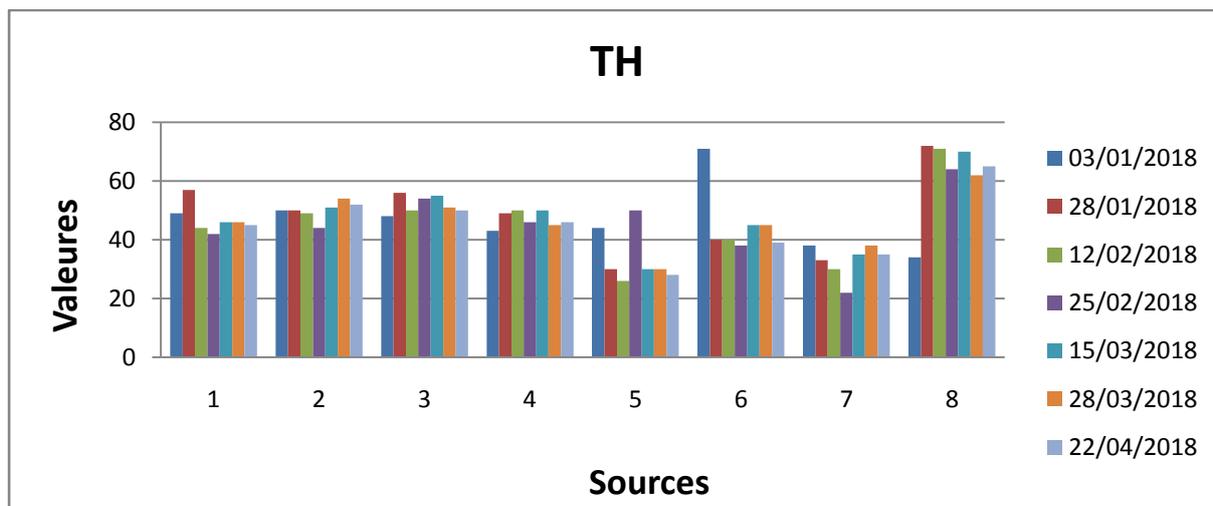


Figure.38. Variation de la dureté totale des eaux des sources RCZ

Les valeurs obtenues (**Figure.38**) présentent des variations assez importantes. Elles oscillent entre une valeur minimale de 22°F et une valeur maximale de 72°F. Ces valeurs restent conformes aux normes algériennes de la qualité de l'eau de source.

Calcium

La variation du taux de calcium des eaux des sources sont illustrée par la (**Figure.39**).

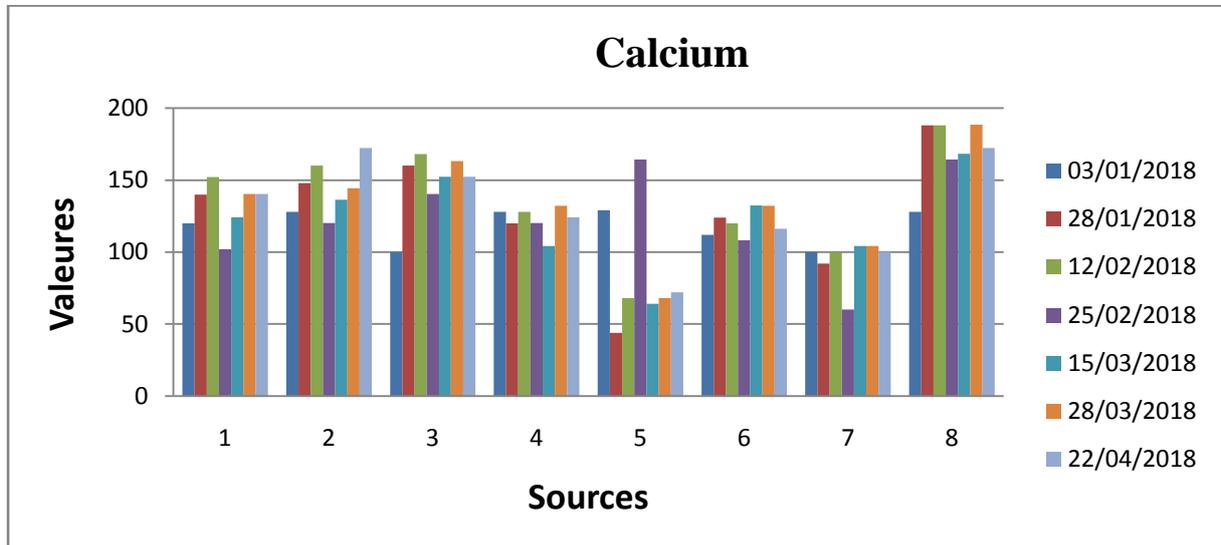


Figure.39. Variation de la concentration de calcium des eaux des sources RCZ

Les concentrations en calcium enregistrées au niveau des sources étudiées n'expriment pas des variations notables (**Figure.39**). Les teneurs varient entre une valeur minimale de 44 mg/L et une valeur maximale de 188 mg /L, ces valeurs sont situées dans l'intervalle des normes algériennes de la qualité des eaux de source (**JORADP, 2006**) [75 à 200] mg/l, aussi inférieur aux normes **OMS(2004)** (200mg/l).

Magnésium

La variation du magnésium des eaux des sources sont représentée dans la (**Figure.40**)

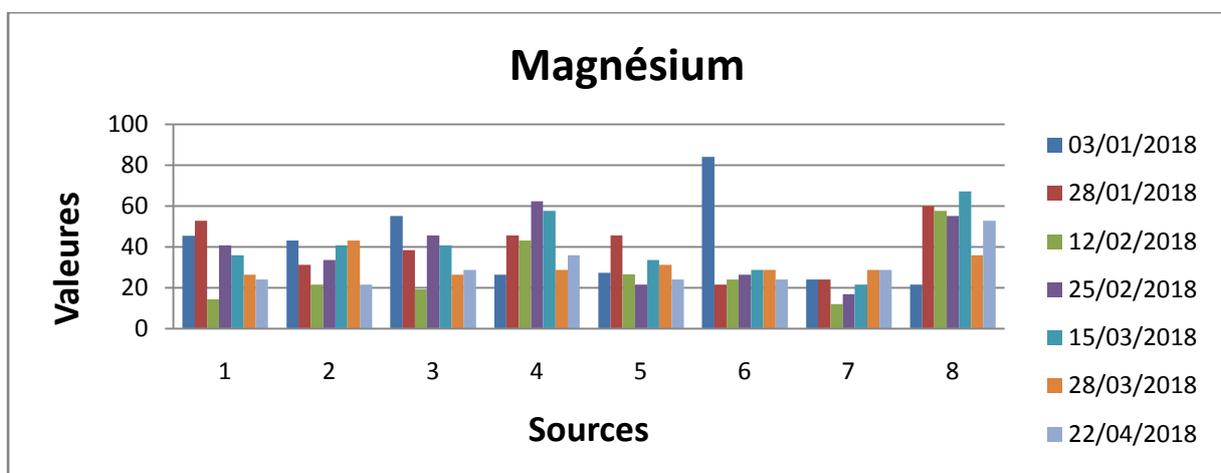


Figure.40. Variation de la concentration de magnésium des eaux des sources RCZ

Les concentrations en magnésium enregistrées expriment des variations notables (**Figure.40**). La valeur minimale enregistrée est de 12 mg/l alors que la une valeur maximale est de 84 mg/l ; ces valeurs sont en deçà des normes algériennes (**JORADP ,2006**) et celle de l’OMS (**2004**).

Sulfate

La variation du sulfate des eaux des sources sont représentée dans la (**Figure.41**)

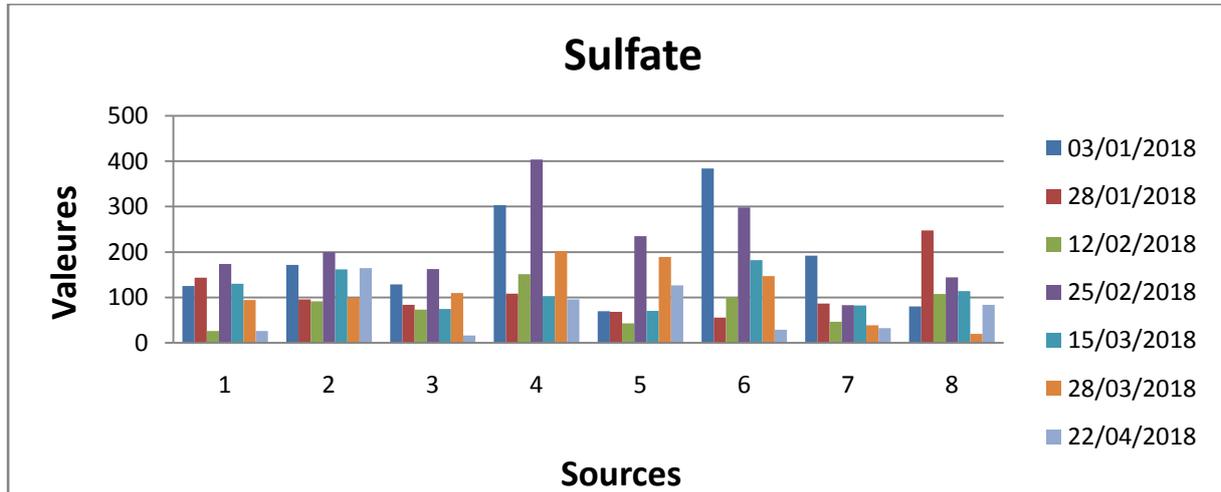


Figure.41. Variation de la concentration de sulfate des eaux des sources RCZ

Les concentrations en sulfate enregistrées expriment des variations notables (**Figure.41**). La valeur minimale enregistrée est de 16.5 mg/l alors que la une valeur maximale est de 383 mg/l ; ces valeurs sont en deçà des normes algériennes (**JORADP ,2006**) et celle de l’OMS (**2004**).

Titre alcalimétrique complet (TAC)

La variation du Titre alcalimétrique complet (TAC) des eaux des sources sont représentée dans la(**Figure.42**)

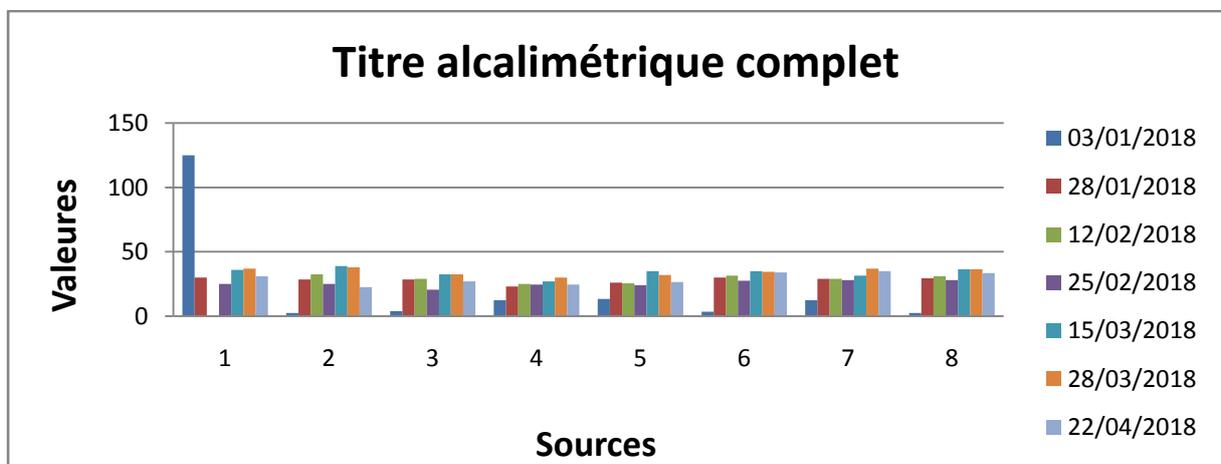


Figure.42. Variation des valeurs de TAC des eaux des sources RCZ

Le titre alcalimétrique complet (TAC) dans les échantillons Des eaux est dû essentiellement à la présence des ions bicarbonates (HCO^{3-}), les teneurs en TAC varient au cours de l'étude entre un minimum de 0 (°F) et un maximum de 125 (°F) (fig.42), sa variation suit la variation de bicarbonate. (NORME FRANÇAIS T90-036)

Hydrogénocarbonates (Bicarbonates)

La variation du bicarbonate des eaux des sources sont représentée dans la (Figure.43)

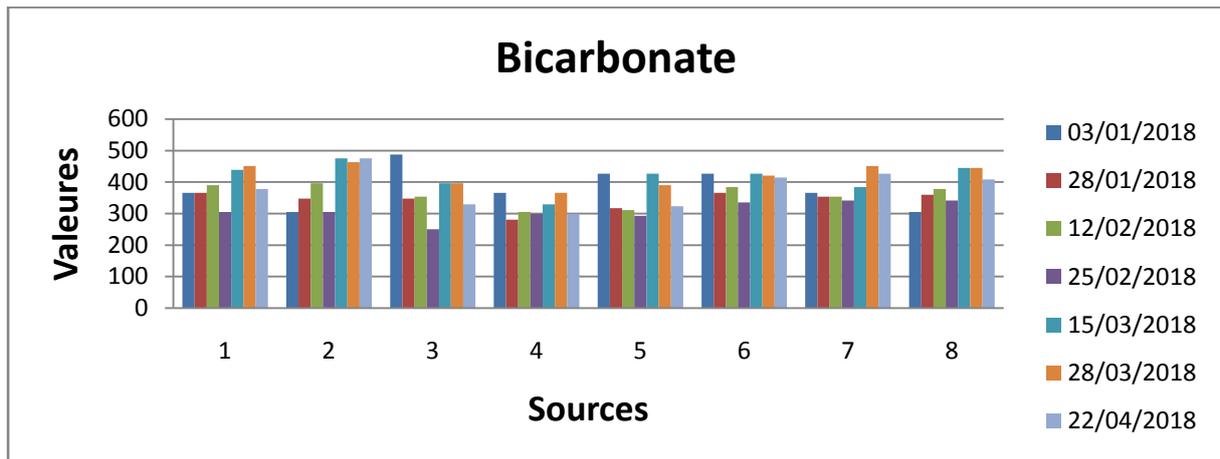


Figure.43. Variation de la concentration de bicarbonate des eaux des sources RCZ

Les concentrations en bicarbonate enregistrées au niveau des sources étudiées (Figure.43) oscillent entre une valeur minimale de 250.1 mg/l et une valeur maximale de 488 mg/l. En effet Le (JORADP, 2006) et l'OMS (2004).

Chlorure

La variation du taux des chlorures des eaux des sources sont représentée dans la (Figure.44)

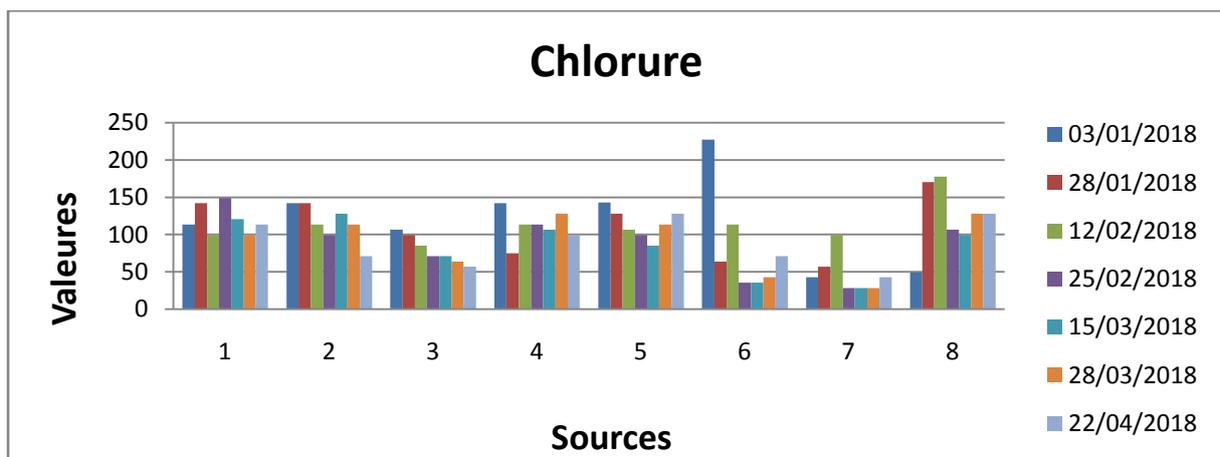


Figure.44. Variation de la concentration des chlorures des eaux des sources RCZ

Les concentrations en chlorure enregistrées au niveau des sources étudiées expriment des variations notables (Figure.44). Les teneurs varient entre une valeur minimale de 28.4 mg/l et

une valeur maximale de 227.4 mg/l, ces valeurs demeurent inférieures aux normes prescrites par la réglementation algérienne (JORADP, 2006) de la qualité des eaux de source qui indiquent un intervalle de [200 à 500].

Manganèse

La variation de la concentration en manganèse dans les eaux des sources sont représentée dans la (Figure.45)

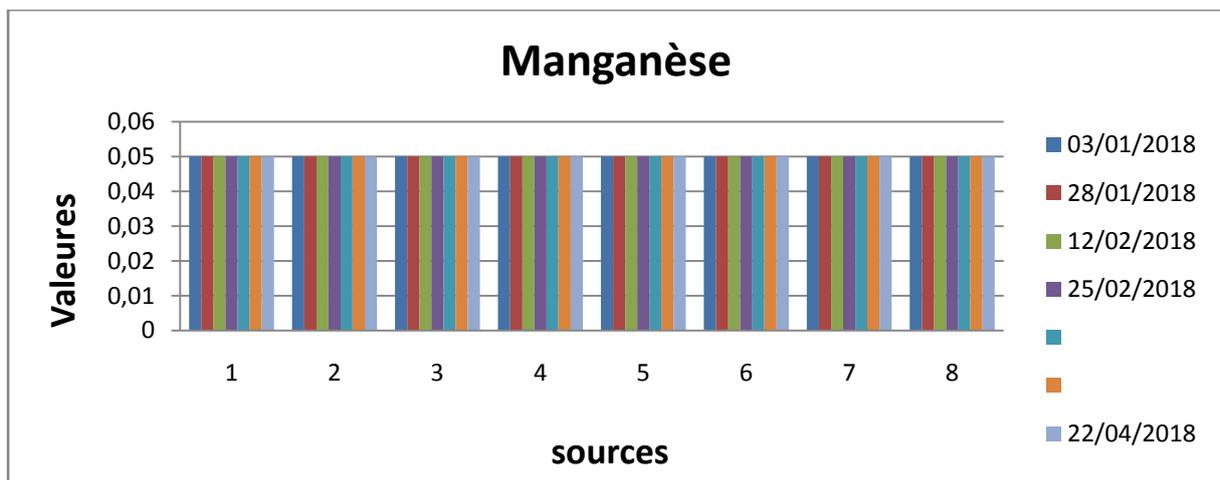


Figure.45. Variation de la concentration de manganèse des eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs de manganèse enregistrées sont constantes et sont de l'ordre de 0,05mg/l, Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes (JORADP, 2006) et l'OMS (2004) qui indiquent une valeur maximale de 50mg/l.

Fer

La variation de la concentration en fer dans les eaux des sources sont représentée dans la (Figure.46)

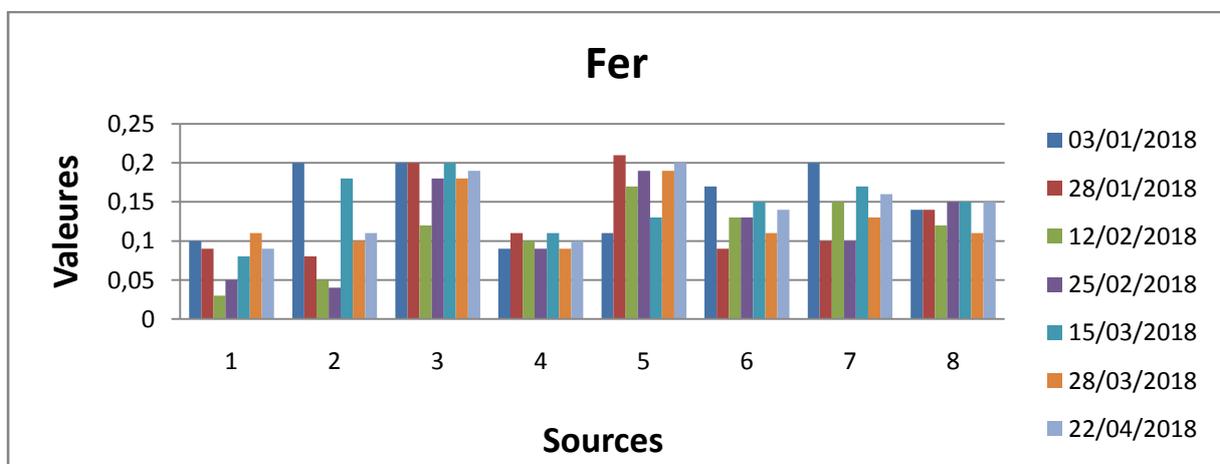


Figure.46. Variation de la concentration en fer des eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs de fer enregistrées les teneurs varient entre une valeur minimale de 0.03 mg/l et une valeur maximale de 0.2 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes (JORADP, 2006) et l'OMS (2004) qui indiquent une valeur maximale de 0,3mg/l.

Aluminium

La variation de la concentration en Aluminium dans les eaux des sources sont représentée dans la (Figure.47)

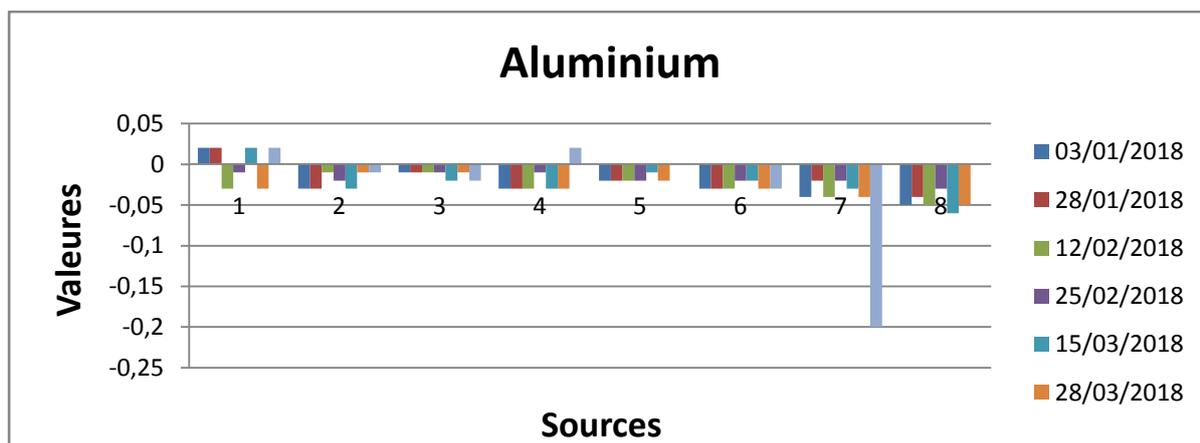


Figure.47. Variation de la concentration en aluminium des eaux des sources RCZ

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs d'aluminium enregistrées les teneurs varient entre une valeur minimale de -0.06 mg/l et une valeur maximale de 0.02 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes (JORADP, 2006) et l'OMS (2004) qui indiquent une valeur maximale de 0,2mg/l.

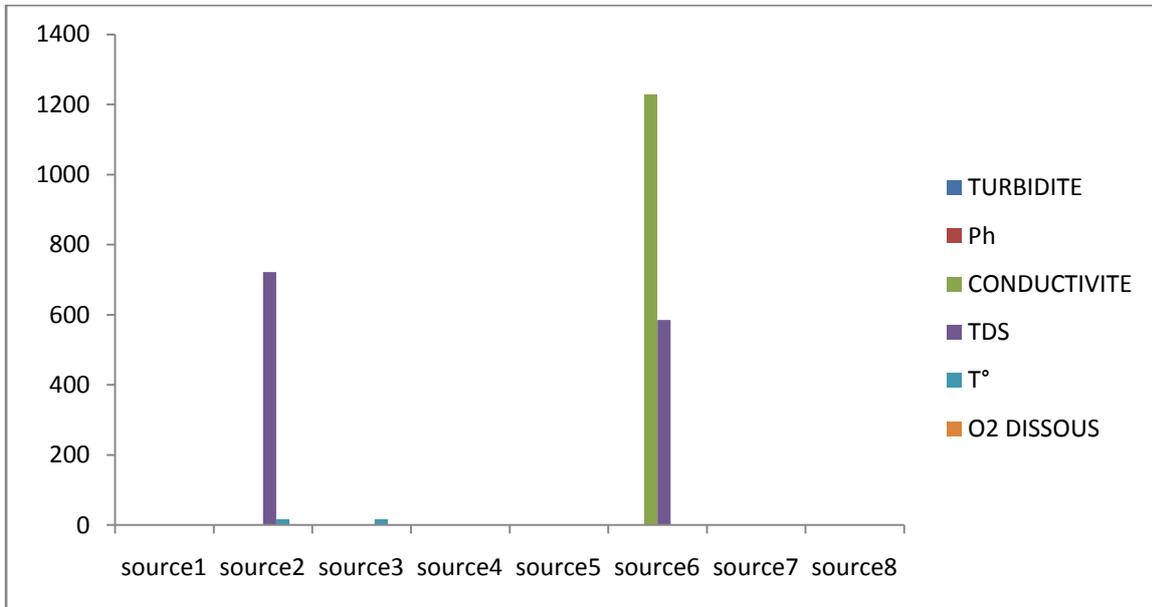
III.3. Résultats des études statistiques des eaux des huit sources de RCZ

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, mais ils sont assujettis à des variations par les activités anthropiques qui modifient les caractéristiques de l'eau. La comparaison des moyennes au niveau des huit sources a permis de déceler l'existence d'une teneur importante pour les paramètres suivants, la conductivité, taux des sels dissout, sulfate ; chlorure, magnésium, titre alcalimétrique complet, nitrate.

Les variations des concentrations en Bicarbonates, Phosphate, Aluminium, Ammonium, Manganèse, Calcium, Nitrite et la matière organique, dans nos échantillons, de (RCZ) montrent que les valeurs sont minimales et conformes aux normes recommandées par (JORA, 2015) pour l'ensemble des prélèvements (figure 49.a). Également pour les paramètres physiques, le potentiel d'hydrogène, oxygène dissout, température, turbidité.

Nous avons déterminé aussi les teneurs en concentrations en sulfate au niveau de la source 1, d'une valeur de (139 mg/l) et une teneur maximale en chlorure (110 mg/l) au niveau de source 2 et une concentration de (56 mg/l) au niveau de source 7. Au niveau de la source 4 la concentration de magnésium enregistré (42 mg/l) et une teneur de (26 °F), la concentration de nitrate enregistré au niveau de la source 8 et de (27 mg/l) et au niveau de source 7 (26 mg/l). (Figure 49.b)

A



B

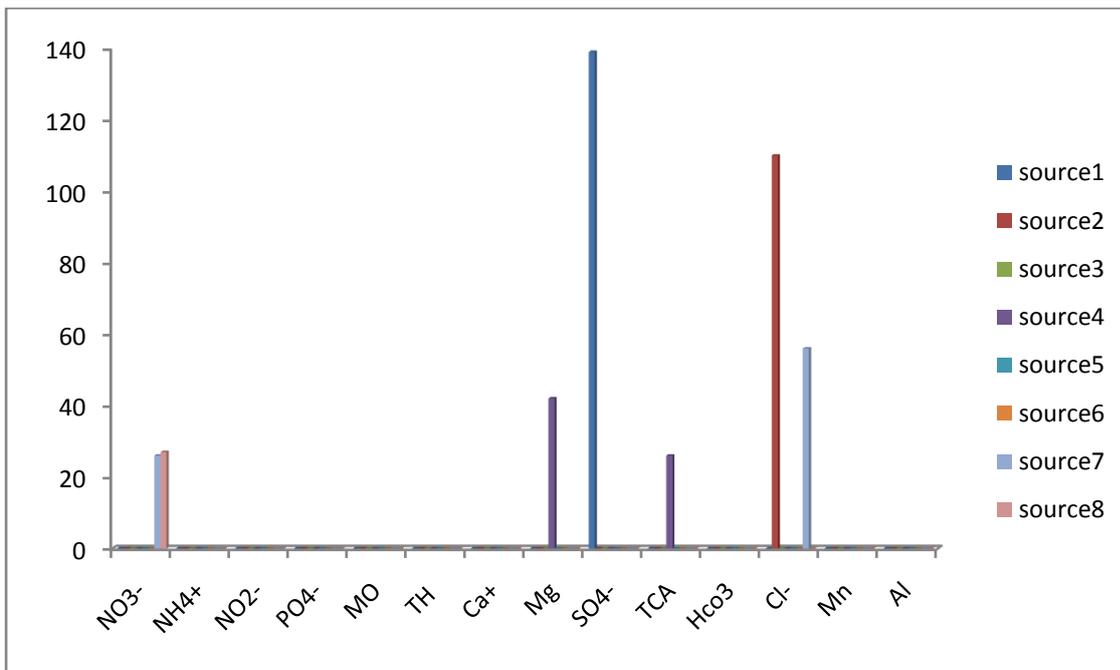


Figure N° 48 : Représentation des variations de concentrations des paramètres physico-chimiques des huit sources au niveau de la RCZ.

L'évaluation de la fluctuation de la qualité physique des eaux de sources a été faite dans huit points de prélèvement à savoir : la source (figure 49. a).

L'analyse en composantes principales (A.C.P) a été adoptée afin de définir les tendances de la qualité physique des eaux de sources.

L'analyse multi variée est acceptable de faite que les deux axes présentent un pourcentage de contribution près de 80% figure (49.a). La projection des données relatives à la conductivité sur l'axe 1 (1.16%), permet de constater que les prélèvements lors de nos prélèvement eu un effet directe par apport à la projection de TDS sur axe 2. La projection des données relatives a l'oxygène dissout sur l'axe 1 (53.85%) qu'elle a un effet direct sur la projection de pH sur l'axe 2.

- La figure (49 .a) représente le prélèvement dans la RCZ. Cette représentation, ressort que les paramètres étudiés sont regroupés en grands groupes.

Dans la partie positive des paramètres physiques sont corrélées , potentiel d' hydrogène (0,31); température(T°) (0,43), oxygène dissout (O_2) (0,16), sachant que l'indice de corrélation est de 1 La turbidité (Turb) est corrélée négativement avec un taux de (-0,24), la conductivité (Cond) (- 0,55), le taux des sels dissout (TDS) (- 0,56) qui est située dans la partie négative à la formation de cette corrélation est indiquée par 1. Dans l'optique d'un suivi régulier de la qualité des eaux des huit sources, la possibilité de réduire la conductivité, et le TDS peut maximiser un réel intérêt dans la gestion des milieux aquatiques.

L'analyse multi variée est acceptable de faite que les deux axes présentent un pourcentage de contribution près de 80% figure (49.b). Nous pouvons distinguer un seul groupe sur l'axe 2 (34.95%) et la projection de Magnésium, Chlorure sur axe 2, projection du Bicarbonate sur l'axe 1 (42.35%)

La figure (49_ .b) représente le prélèvement dans la RCZ. Cette représentation, ressort que les paramètres étudiés sont regroupés en grands groupes

Dans la partie positive des paramètres chimiques sont corrélées le Nitrate (0.05), la dureté totale (0.23), le Magnésium (0.18), le Chlorure (0.36) et le Calcium avec un taux plus élevée de (0.60), sachant que l'indice de Corrélation est de 1. Le sulfate est corrélé négativement avec un taux de (-0.55) et le Bicarbonate (-0.31).

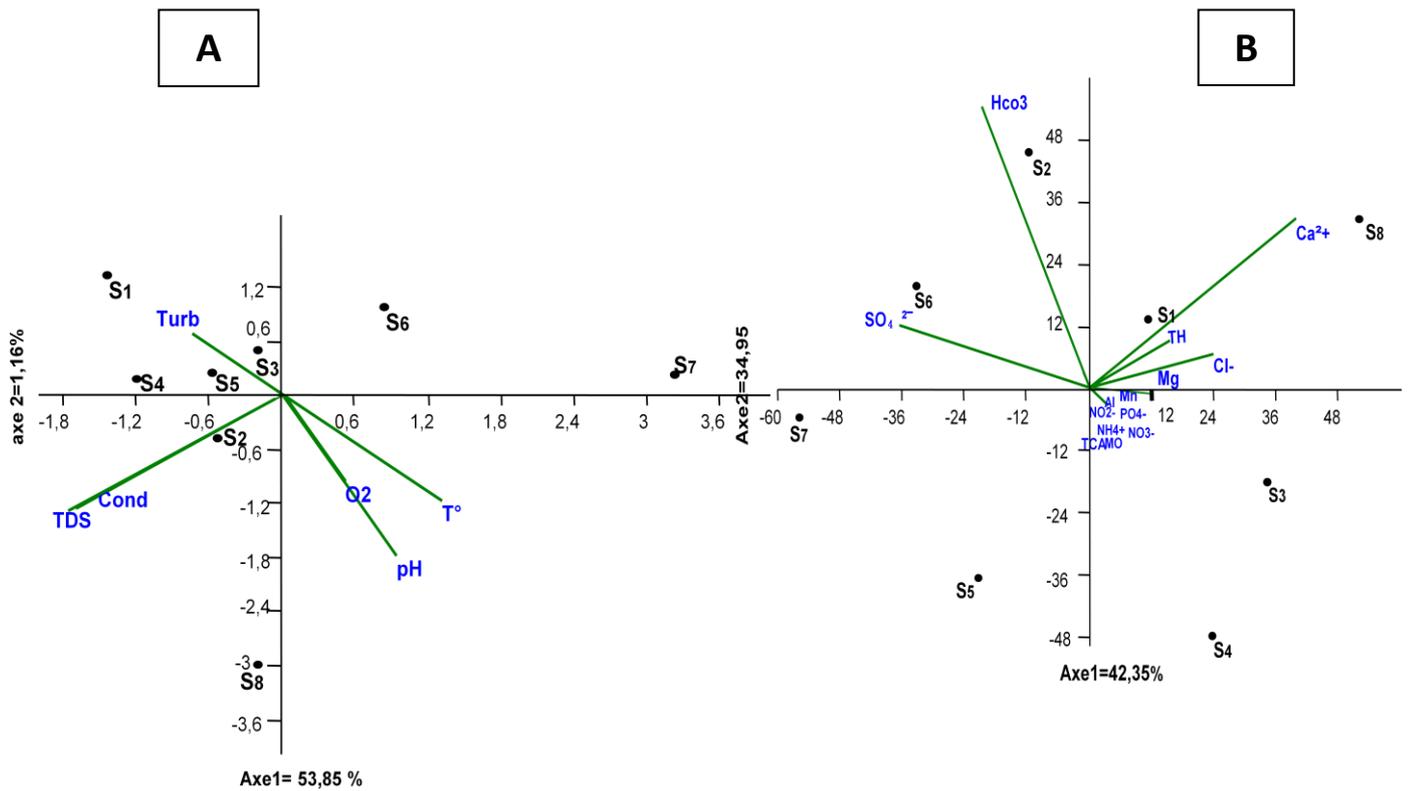


Figure N° 49: Projection des paramètres physico-chimiques des huit(08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP

Turb : turbidité (NTU) ; **Cond** : conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ; **pH**: potentiel d'hydrogène (unité pH) ; **O2**:oxygène dissout (O2%) ; **T°**:température (°C) ; **TDS**: taux des sels dissouts ; **NO3** :nitrate ; **NO2**: nitrite ; **SO4**: sulfate ; **Cl-** :chlorure ; **Hco3** :bicarbonate ; **Ca 2+**: calcium ; **PO4** :ortho phosphate ; **TH**: titre hydrométrique ; **TAC**: titre alcalimétrique complet ; **Al 3+** : aluminium ; **NH4+** : ammonium ; **MO** : matière organique ;

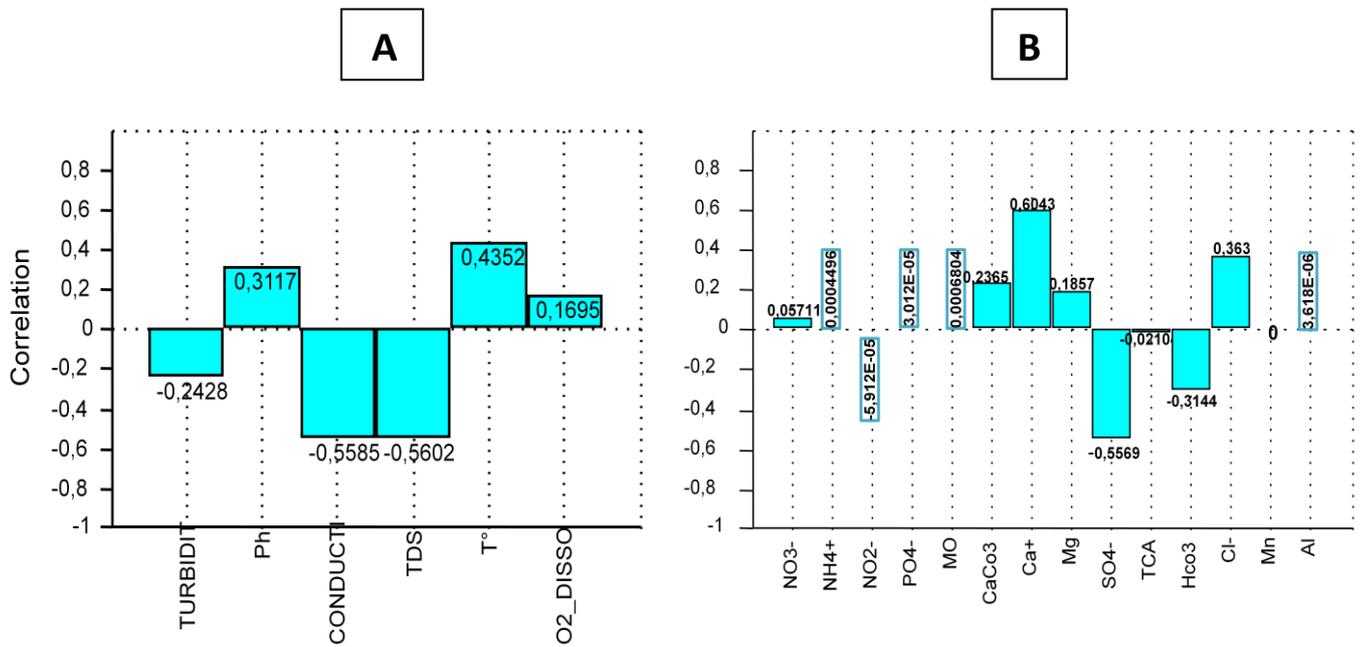


Figure N°50: Étude de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques des huit sources de RCZ.

Turb : turbidité (NTU) ; **Cond** : conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ; **pH**: potentiel d'hydrogène (unité pH) ; **O2**:oxygène dissout (O2%) ; **T°**:température ($^{\circ}\text{C}$) ; **TDS**: taux des sels dissouts ; **NO3** :nitrate ; **NO2**: nitrite ; **SO4**: sulfate ; **Cl** :chlorure ; **Hco3** :bicarbonate ; **Ca²⁺**: calcium ; **PO4** :ortho phosphate ; **TH**: titre hydrométrique ; **TAC**: titre alcalimétrique complet ; **Al³⁺** : aluminium ; **NH4⁺** : ammonium ; **MO** : matière organique ;

III.4. Valorisation de l'effet physico-chimique sur la qualité de l'eau des huit sources de RCZ :

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'accumulation de la qualité physique présente une différence significative sous l'effet des paramètres physiques dans la Figure (52.a) sachant qu'au point de prélèvement de l'eau de source on note ($F = 189.2$; $P = 1.174 \times 10^{-27}$; $P \leq 0,01$).

La turbidité présente une accumulation importante, suivie le pH. La conductivité, la Teneur en Sel Dissoute, la température, Oxygène Dissout. Les proportions accumulées sont minimales par comparaison au deux premiers (Fig.51.).

La figure montre la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative (Test One-Way ANOVA $P = 0.0001415$; $P \leq 0,01$) entre la conductivité, le taux en sel dissoute.

La conductivité présente une accumulation importante avec des taux allant jusqu'à $1800 \mu\text{s/cm}$, suivie de la Teneur en Sel Dissoute qui a la valeur de 800. Le pH et la turbidité, la température, Oxygène Dissout leurs proportions accumulées sont absentes.

Les résultats de cette analyse montrent que l'accumulation de la qualité chimique présente une différence significative sous l'effet des paramètres chimiques dans la Figure (51 b) sachant que au point de prélèvement de l'eau de source on note ($F = 108,4$; $P = 3.915 \times 10^{-17}$; $P \leq 0,01$).

Figure (51 b) Montre la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative (Test Kruskal-wallis test $P = 0.0009391$; $P \leq 0,01$) entre Nitrates et TH, Calcium, Magnésium, Sulfate, Titre alcalimétrique complet.

La même figure note que le Titre alcalimétrique complet et le Chlorure accumule d'une manière hautement significative (Test Kruskal-wallis test $P = 0.001359$; $P \leq 0,01$).

La teneur en nitrates (NO_3^-) en (mg/l) présente une accumulation importante qui atteint les 30 mg/l, suivi de titre hydrométrique TH avec des taux moindres ne dépassant pas les 70 mg/l et calcium avec une accumulation importante qui a atteint les 170 mg/l, le magnésium avec des taux moindres ne dépassant pas 35 mg/l, le sulfate présente une accumulation qui atteint les 180 mg/l, suivi de paramètre titre alcalimétrique complet avec une accumulation qui a atteint les 30, Bicarbonate avec une accumulation importante qui a atteint les 400 mg/l, Chlorure présente une accumulation importante qui a atteint les 130 mg/l. Les proportions accumulées de l'ammonium, Nitrites, Phosphate, Matière organique, Manganèse, Aluminium sont nulles (Fig.51 b).

III.5.Résultats de DBO5, DCO :

La DBO5 ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans les huit sources maintenues à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. Les variations des mesures de DBO5 dans les huit sources de RCZ (tableau 7) montrent que les valeurs sont minimales et conformes aux normes (JORA, 2015). Nous avons déterminé au niveau de la source 5 une concentration de DCO de 40 mg/l qui dépasse la norme selon (JORA, 2015), pour les autres sources les valeurs sont minimales et conformes à la norme, le rapport DCO/DBO5 est supérieur à 3 au niveau des huit sources.

Tableau 6: Rapport DCO/DBO₅.

Echantillon	DBO ₅	DCO	DCO/DBO ₅
LES SOURCES			
1	1,7	22	11,85
2	2	26	14
3	1,5	17	9,25
4	3	22	12,5
5	5,5	40	22,75
6	3	28	15,5
7	1,8	25	13,4
8	2	27	14,5

III.6.: Modulation des traces métalliques des eaux de sources de RCZ

L'analyse en composantes principales (A.C.P) a été adoptée afin de définir les tendances en traces métalliques des eaux de sources.

L'analyse multi variée est acceptable de faite que les deux axes présentent un pourcentage de contribution près de 90% figure (53). La projection des données relatives au mercure sur l'axe 1 (94,15%) aussi la projection du groupe sur axe 2 (5,8 %) permet de constater que les prélèvements lors de nos prélèvement eu un effet directe par apport à la projection de fer sur axe 2 (5,8 %).

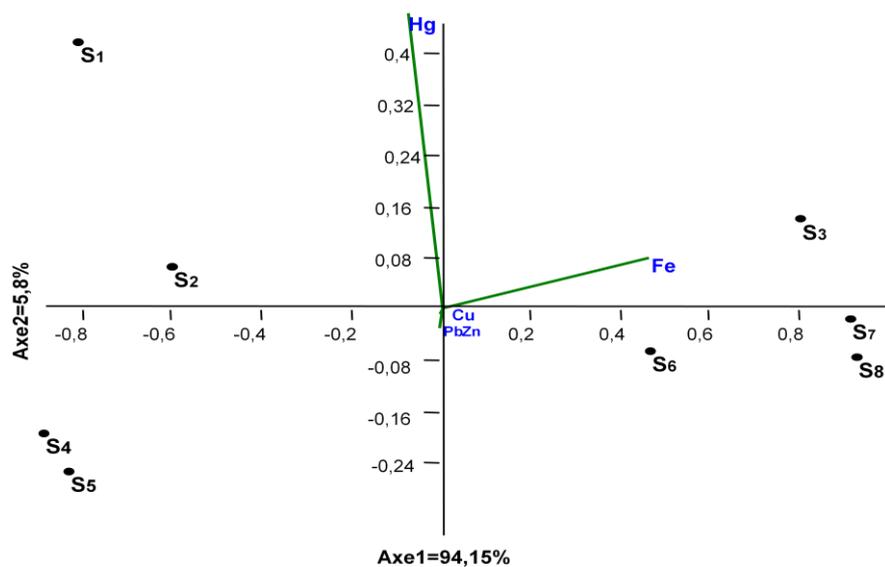


Figure N° 52 : Projection des traces métalliques des huit(08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP

III.7. Valorisation de l'effet de traces métalliques sur la qualité de l'eau des huit sources de RCZ :

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'accumulation de la qualité des eaux de sources présente une différence significative sous l'effet des traces métalliques dans la (Figure 54) sachant que au point de prélèvement de l'eau de source on note ($F = 4.142$; $P = 0.007511$; $P \leq 0,01$).

Le cuivre présente une accumulation importante, suivie le zinc, le plomb , le fer, le mercure. Les proportions accumulées sont minimales par comparaison au deux premier (Fig 53).

(La figure 54) montre la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle non significative (Test One-Way ANOVA $P = 0.06539$; $P \leq 0,01$) entre le fer et mercure.

Le fer présente une accumulation importante avec des taux allons jusqu'à 1.5mg/l, suivie de la Teneur en mercure qui la valeur de 0.6 μ g/l et la teneur en plomb faible qui la valeur de 0.15mg/l. Le cuivre et le zinc leurs proportions accumulées sont absence.

($F = 4.142$; $P = 0.007511$; $P \leq 0,01$).

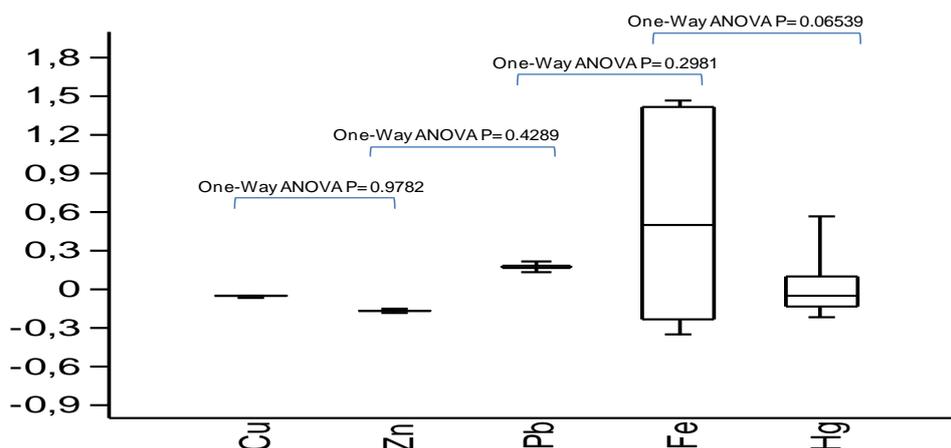


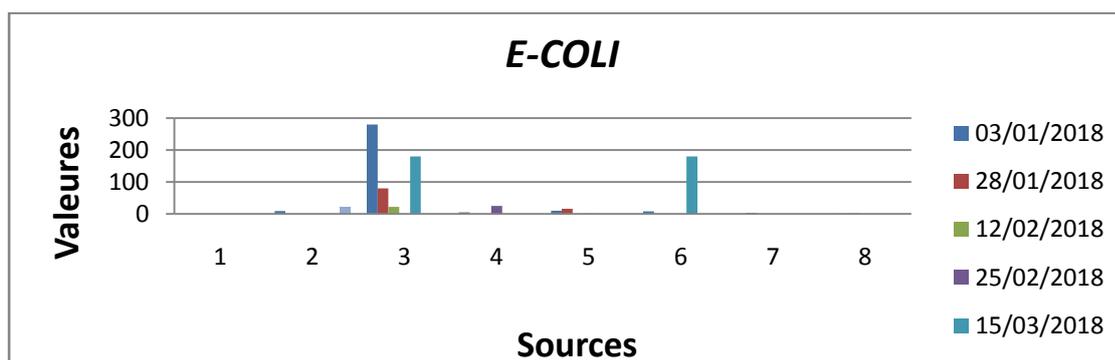
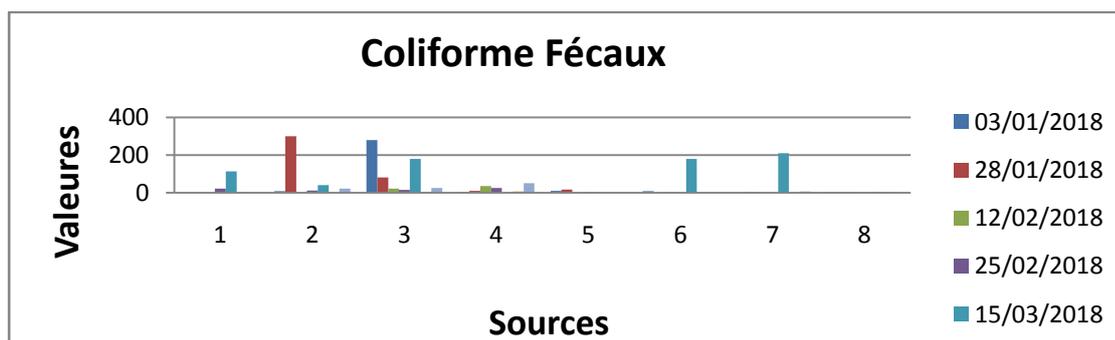
Figure N° 53: Effet des différents métaux lourdes sur la qualité de l'eau des huit sources de RCZ.

III.8 Résultats d'analyse bactériologique

Les analyses bactériologiques traitées dans cette étude concernant les eaux de sources prélevées à partir des huit sites au niveau de RCZ sont : représentées dans la figure 54.

La présence des bactéries coliformes fécaux avec un taux élevé 300 UFC/100 ml et 280 UFC/100 ml au niveau de la source (3), (2) aussi, au niveau de la source 3 la présence de streptocoque fécaux avec une valeur de 90 UFC/100 ml ; pour le reste des sources l'absence des bactéries

Coliforme fécaux



Streptocoques fécaux

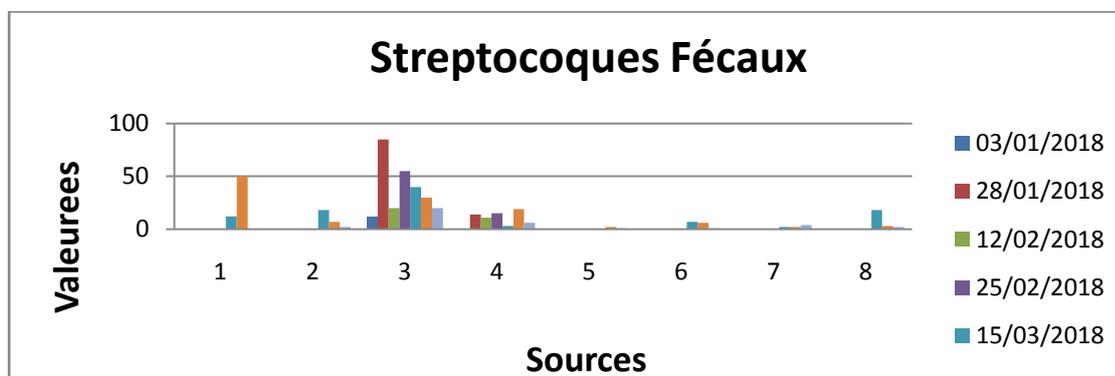


Figure.54. Représentation graphique des résultats de l'analyse bactériologique

III.9 Modulation bactériologiques dans des eaux de huit sources de RCZ

L'analyse en composantes principales (A.C.P) a été adoptée afin de définir les tendances de la qualité bactériologiques des eaux de sources.

L'analyse multi variée est acceptable de faite que les deux axes présentent un pourcentage de contribution près de 90% figure (55).La projection des données relatives à l'*Escherichia coli* sur l'axe 1 (89,34%) aussi la projection de coliformes fécaux sur axe 1, permet de constater que les prélèvements lors de nos prélèvement eu un effet directe par apport à la projection de streptocoques fécaux sur axe 2 (9,05%).

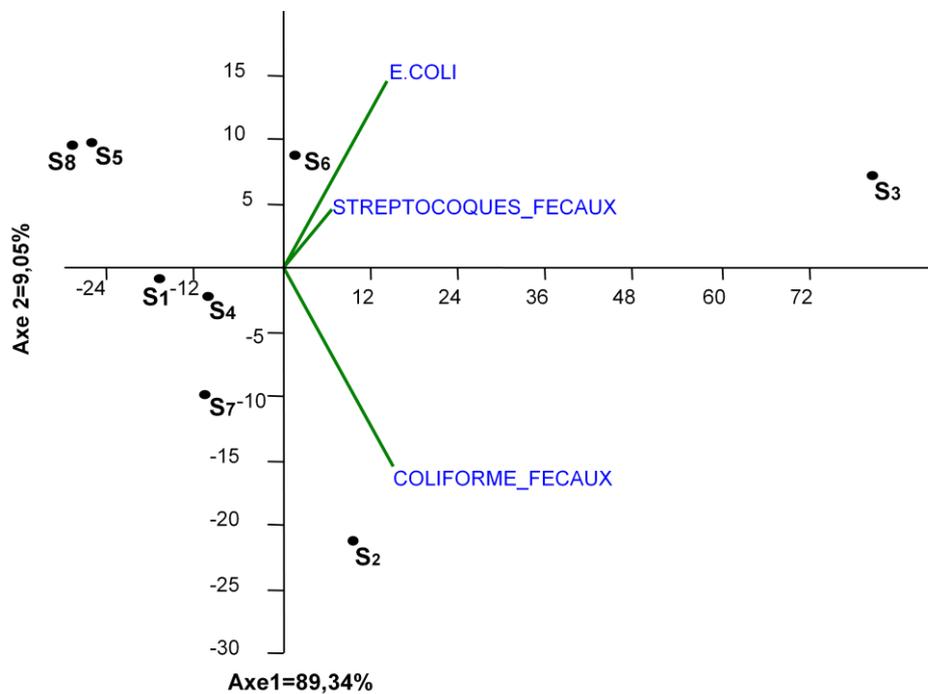


Figure N°55: Projection de la qualité bactériologique des huit sources (08) de RCZ sur les deux axes de l'ACP

III.10 Comparaison quantitative des paramètres bactériologiques de la qualité des eaux des sources au niveau de RCZ

La comparaison quantitative entre les paramètres bactériologiques et à l'aide du ternaire, nous montre que les coliformes fécaux affichent une richesse importante qui dépassent les 50 UFC/ml au niveau des sources (S1. S2 .S4 .S7) pendant la période d'étude par apport aux streptocoques (Fig. 56), entre les coliformes fécaux et *E.COLI* la concentration égale les 50 UFC/100 ml au niveau de (S3. S5. S6), pour la source 8 la concentration de streptocoque fécal est inférieur à 50 UFC/ml.

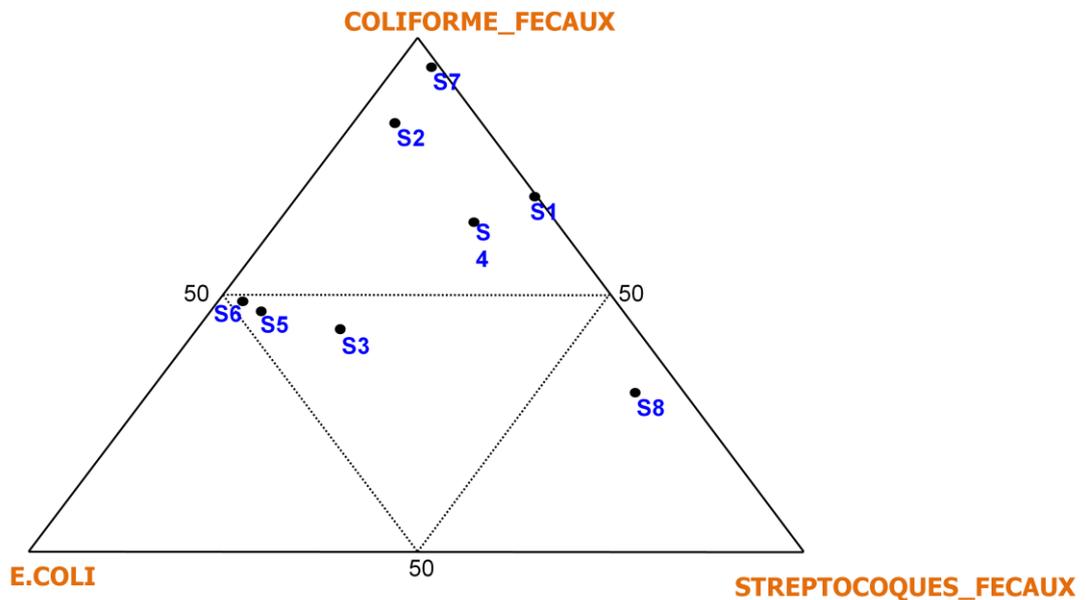


Figure N°56: Étude comparée des paramètres bactériologiques de la qualité des eaux de huit sources de RCZ.

III.11. Corrélation entre les paramètres biologiques

Le tableau10 représente la corrélation entres les paramètres biologiques des huit sources étudier au niveau RCZ.

Il existe une corrélation hautement significative entre les coliformes fécaux et *E. Coli* et entre les streptocoques, sachant qu'il n'existe pas une corrélation entre les coliformes fécaux et les streptocoques également entre *E. coli* et les streptocoques.

Tableau N° 7 : corrélation entres les paramètres biologiques des huit sources étudier au niveau RCZ.

Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	streptocoque
0	0,0157	0,019185
0,80657	0	0,0029018
0,7918	0,89197	0

Discussion :

L'analyse statistique a été faite pour estimer la qualité de l'eau des sources. Nous avons obtenu des résultats qui seront entre temps comparés aux normes algériennes de la qualité des eaux de source et aux normes internationales.

Selon les résultats, l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques avec les traces métalliques ont été réalisées au niveau de huit sources à la réserve de chasse de Zéralda sur les véritables suivantes : Turbidité (NTU) ; Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ; Potentiel d'hydrogène (unité pH) ; Oxygène dissout ($\text{O}_2\%$) ; Température ($^{\circ}\text{C}$) ; Taux des sels dissouts ; Nitrates (mg/l) ; Ammonium (mg/l) ; Nitrites (mg/l) ; Phosphate (mg/l) ; Matière organique (mg/l) ; Titre hydrotimétrique ($^{\circ}\text{F}$) ; Calcium (mg/l) , Magnésium (mg/l) , Sulfate (mg/l) , Titre alcalimétrique complet (mg/l) ; Bicarbonate ; Chlorure (mg/l) ; Manganèse (mg/l) ; Aluminium (mg/l) ; Coliformes fécaux ; *E.coli* ; Streptocoques fécaux et Zinc (mg/l) ; Cuivre (mg/g), Plomb ($\mu\text{g}/\text{l}$), Mercure (mg/l) ; Fer (mg/l).

Résultats de physico-chimiques :

Ces variables physico-chimiques ont été d'abord analysées à l'aide d'une ACP associée à une analyse multivariable et du Test d'One Way ANOVA et Kruskal-wallis, effectuées sur l'ensemble des données relevés à partir des sources de RCZ qui ont présenté des différences hautement significatives.

Ces résultats ne traduisent très probablement que chaque paramètre physique à une corrélation avec l'autre.

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle ci; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (**Hceflcd, 2006**). Variation temporelle de la température de l'eau des huit sources RCZ. D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs des températures moyennes enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale de 15.7°C et une valeur maximale de 16.7°C . Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui indique une valeur maximale de 25°C **tableau n°9 (Annexe)**.

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (**Dussart, 1966; Bermond et Vuichard, 1973**). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci être compris entre 5 et 9 (**Hceflcd, 2007**). Le pH est primordial à connaître, il permet indirectement l'évaluation de l'agressivité chimique des eaux (**Gartet et al ., 2001**). Les valeurs du pH des eaux étudiées ne montrent pas une variation notable, elles se trouvent dans l'intervalle des normes algériennes (**JORA, 2006**) ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) et ce durant toute la période de l'étude avec des valeurs allant de 7,09 et 7,79 au niveau des sources **tableau n°9 (Annexe)**. Le pH de l'ensemble des échantillons est neutre à légèrement alcalin. Le pH est primordial à connaître, il permet indirectement l'évaluation de l'agressivité chimique des eaux (**Gartet et al ., 2001**).

La conductivité électrique et la TDS sont déterminées par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau, par conséquent, la conductivité électrique et TDS renseignent sur le degré de minéralisation de l'eau (**Nouayti et al., 2015**). Elle dépend également des minéraux et des constituants organiques qui ont plutôt des propriétés isolantes (**Calvet, 2003**). Pour ce paramètre, les valeurs obtenues en **figure n° 9 (Annexe)** ne présentent pas des variations assez importantes, et oscillent entre 924.8 $\mu\text{S/cm}$ et 1812.8 $\mu\text{S/cm}$. Ces valeurs sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne de la qualité des eaux de source (**JORA ., 2006**) (2800 $\mu\text{S/cm}$); Ces variations sont le résultat d'une dilution due aux apports des précipitations entre les périodes et au temps de séjour des eaux (**Hamzaoui et Fella., 2014**) . Comme cela a été le cas depuis le début de la période d'échantillonnage où nous avons enregistré des apports en précipitations importantes. Les eaux des huit sources au niveau de RCZ peuvent être classées en fonction de leur conductivité en eaux très minéralisée (**Rodier et al ., 2009**). En effet, l'abus de consommation des eaux fortement minéralisées peut être dangereux pour la santé car la plupart de ces eaux ne sont pas destinées à la consommation permanente (**Engalenc ., 2004**).

On ce qui concerne la turbidité, on remarque que durant la saison pluviale, il apparait des augmentations en valeurs de la turbidité de l'eau. Ces résultats sont semblables avec les résultats de **Behar en 1997**. «La turbidité est une mesure qui permet d'identifier les particules en suspensions dans l'eau et qui peuvent nuire à sa clarté. C'est une indicatrice importante de sédiments en suspension, de substances minérales, de matière organique et des différents niveaux d'érosion. En générale, les valeurs augmentent fortement pendant et après une pluie. La **Figure n° 29** inscrit une turbidité élevée peut être également à l'origine d'une augmentation de la température de l'eau et d'une diminution d'oxygène dissous » donc il y'a une corrélation entre des ces paramètres. Les valeurs de la turbidité des eaux de huit sources étudiées en **tableau n° 9 (Annexe)** varient entre une valeur minimale de 0,22 (NTU) et une valeur maximale de 2.06 (NTU). La **Figure n° 27** montre des valeurs des sources sont faibles et restent conformes aux normes admissibles algériennes de la qualité des eaux de source (2 NTU) (**JORA, 2006**).

L'oxygène dissous (O₂) 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 Il joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'auto-épuration. Sa présence dans les eaux naturelles est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants et enfin par les échanges air-eau (**Hceflcd, 2007**). Les valeurs de l'oxygène dissous des eaux de source étudiées en **Tableau n° 9 (Annexe)** varient entre une valeur minimale de 3.4 et une valeur maximale de 4.8 unité % O₂. Ces valeurs sont faibles et restent conformes aux normes admissibles algériennes de la qualité des eaux de source (**>70 unité %O₂**) (**JORA., 2006**). De plus, ces résultats ont été confirmés par une corrélation.

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (**Samak., 2002**). Les concentrations en nitrates enregistrées au niveau des sources étudiées ne montrent pas des variations notables **Tableau n°10 (Annexe)**, avec des teneurs qui varient entre une valeur minimale de 2.3 mg/l et une valeur maximale de 27 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes (**JORA, 2015**) qui indiquent une valeur maximale de **50 mg/l**. D'après **Rodier et ces collaborateur**, dans les eaux naturelles non polluées, le taux des nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux ; il peut varier de 1 à 15 mg/l, dans la pratique, il a été observé que 96 % des cas de méthémoglobinémie se sont produits lors de l'utilisation d'eaux contenant plus de 50 mg/l de nitrates.

D'après les résultats obtenus ; nous remarquons que les valeurs d'ammonium enregistrées des teneurs qui varient entre une valeur minimale de 0.01 mg/l et une valeur maximale de 0.2 mg/l. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui indique une valeur maximale de **0,5mg/ (JORA., 2015)**.

Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. Les fortes teneurs correspondent à la réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfite-réducteurs. Elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac (**Bengoumi et al., 2004**). Ils sont les indicateurs de la pollution. Nous remarquons que les valeurs de nitrites enregistrées au niveau des sources étudiées sont constantes et égales 0,02mg/l, Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui indiquent une valeur maximale de 0,1 mg/l (**JORA., 2015**). La présence des nitrites en quantité importante témoigne d'une contamination récente résultant de l'infiltration des eaux usées et d'un déficit du milieu en oxygène (**El Hammoumi et al., 2012**).

Nous avons trouvé une teneur d'ortho phosphate comprise entre 0 et 0.1 mg/L ; Elle est inférieure aux normes prescrites par la réglementation algérienne qui fixent valeur maximale admissible de **0.5 mg/l** de la qualité des eaux de source (**JORA, 2006**). Les ortho phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Ce paramètre fait généralement l'objet d'un suivi particulier. Une forte teneur en ortho phosphates peut indiquer une pollution agricole suite à une lixiviation des fertilisants (**Nechad et al., 2014**).

Indice de permanganate correspond à la quantité d'ions permanganate consommés par les échantillons d'eau à analyser. Dans nos résultats, les valeurs d'oxydabilité des eaux de source RCZ ne dépassent pas la valeur maximale 3 mg /l selon (**JORA, 2006**).

Les teneurs de la DCO oscillent entre une valeur minimale de 17 mgO₂/l et une valeur maximale de 40 mg/l dans des sources de RCZ **Tableau N°7 (Annexe)**, les valeurs de DCO des eaux de source étudiées ne dépassent pas la valeur maximale 30 mg/l d'O₂ selon JORA sauf la source cinquième qui dépasse la norme. La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques ou minérales oxydables. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques présentes dans les eaux résiduaires. Les différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (**Rodier et al., 2009**).

Les valeurs de la DBO₅ subissent une légère variation durant la période de notre étude, les valeurs enregistrées sont entre (1.7-5.5) mg/l (**Tableau 7**), les valeurs de DBO₅ des eaux de source RCZ ne dépassent pas la valeur maximale qui est de 7 mg/l d'O₂ selon (**JORA 2006**).

Le rapport **DCO/DBO₅** est supérieur à **3 mg/l d'O₂**, ce qui est conforme aux valeurs généralement observées pour les eaux des sources, en général, c'est une caractéristique d'un effluent industriel, difficilement biodégradable (**Briandet et al., 2012**).

Les origines naturelles des sulfates sont l'eau de pluie et la mise en solution de roches sédimentaires évaporitiques, notamment le gypse (CaSO₄), mais également de la pyrite (FeS) et plus rarement de roches magmatiques (galène, blende, pyrite). Les origines anthropiques sont la combustion de charbon et de pétrole qui entraîne une production importante de sulfures (qu'on retrouve dans les pluies), et l'utilisation d'engrais chimique et de lessive (**Barry, 1989**). La transformation réversible des sulfates en sulfures se fait grâce au cycle du soufre (**Peck, 1970; Smith, 1974**). La valeur des sulfates trouvée au niveau des sources étudiées est comprise entre 112.1 et 179.9 mg/l, elle reste inférieure à la concentration maximale admissible décrétée par les normes Algériennes 400 mg/L. Elle est même inférieure au niveau du guide, évaluée à 200 mg/L. Parmi les objectifs établis par cette étude, est la recherche des éléments propres qui ont un effet thérapeutique pour la santé humaine. Dans les conditions naturelles, les sulfates formés de soufre dissous est la plus répandue dans les eaux naturelles. De nombreuses activités humaines et naturelles peuvent générer des apports de sulfates dans l'eau souterraine : application d'engrais sulfatés, précipitations chargées en dioxyde de soufre (**Nouayti et al., 2015**).

Les concentrations en calcium enregistrées au niveau des sources étudiées n'expriment pas des variations notables **tableau n°10 (Annexe)**. Les teneurs varient entre une valeur minimale de 85.2 (mg/L) et une valeur maximale de 171.2 (mg /L), ces valeurs sont situées dans l'intervalle des normes algériennes de la qualité des eaux de source (75 à 200) mg/l (**JORA., 2006**). D'après **Rodier en 2009**, le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Le calcium a un rôle dans la croissance osseuse, la minéralisation des dents et la contraction musculaire.

Le magnésium contribue au bon fonctionnement du système nerveux et à la contraction musculaire (**Grimm et Schmit., 2004**). Les concentrations en magnésium enregistrées n'expriment pas des variations notables **tableau n°10 (Annexe)**. La valeur minimale enregistrée est de 23.1 mg/l alors que la une valeur maximale est de 43.6 mg/l ; ces valeurs sont en deçà des normes algériennes (150 mg/l) (**JORA., 2006**). Le magnésium est par ordre d'importance le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium. Il joue le rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre une rétention de sodium. Il constitue un élément activateur pour les systèmes enzymatiques (phosphatases, catalases, carboxylases), pour la synthèse des protéines et pour le métabolisme des lipides.

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et magnésium. Il n'est pas évidant de définir un niveau entre ce qui constitue une eau dure et une eau douce. L'expression « dureté eau » semble venir de ce qu'il était « dure » de laver avec une telle eau (**Rodier et al ., 2005**). Les résultats trouvés à partir notre étude sont de 33.2°F au minimum et de 62.8°F au maximum. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui indiquent une valeur maximale de 50°F sauf les deux sources (S3, S8) (**JORA., 2006**). Pour l'eau destinée à la consommation humaine, l'OMS indique qu'une dureté élevée peut provoquer la formation des dépôts tandis qu'une faible dureté peut engendrer des problèmes de corrosion. Ces valeurs concordent avec les valeurs élevées trouvées pour la conductivité et la dureté. La majorités des eaux naturelles contiennent une quantité de calcium et de magnésium, leurs teneurs dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (**Nouayti et al ., 2015**).

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (**Humbert et Pommier, 1988 in Tarik, 2005**). Les concentrations en chlorures enregistrées au niveau des sources étudiées n'expriment pas des variations notables **tableau n°10 (Annexe)**. Les teneurs varient entre une valeur minimale de 56 mg/l et une valeur maximale de 123.3 mg/l, ces valeurs demeurent inférieures aux normes prescrites par la réglementation algérienne de la qualité des eaux de source qui indiquent un intervalle de 200 à 500 mg/l (**JORA., 2006**). Ce paramètre présent à l'état naturel dans les eaux souterraines en raison de l'altération météorique et la lixiviation des roches sédimentaires et des sols, ainsi que de la dissolution des dépôts de sel. Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution (**Nechad et al., 2014**).

Les concentrations en bicarbonate enregistrées au niveau des sources étudiées **tableau n°10 (Annexe)** oscillent entre une valeur minimale de 317.9 mg/l et une valeur maximale de 405.6 mg/l (**JORA, 2006**). En effet quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée (**Sari., 2014**). La teneur en bicarbonates dans l'eau dépend essentiellement des terrains traversés. L'eau des huit sources à une teneur élevée en bicarbonates par rapport aux ions considérés (**Rodier et al., 2005**).

Le TAC (titre alcalimétrique complet) est la grandeur utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau, il traduit le caractère basique d'une eau ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-$), son unité est le mg/l de CaCO_3 . L'augmentation le pH des eaux est accompagnée par une augmentation du titre alcalimétrique complet et une diminution du titre alcalimétrique. Les résultats obtenus TAC dans cette étude compris entre 26 mg/l et 32.6 mg/l et l'eau des sources de RCZ est conformé aux la norme Algérienne d'eau potable ≤ 500 mg/l.

Le manganèse accompagne généralement le fer dans les roches et dans les eaux. Naturellement, les concentrations en manganèse des eaux souterraines sont en moyenne 10 fois moins élevées que les concentrations en fer. Les teneurs en manganèse des eaux analysées 0 mg/l à tout les sources de RCZ. Les eaux présentant des concentrations supérieures selon **JORA en 2006** (0,05mg/L).

L'aluminium peut affecter de manière négative les écosystèmes terrestres et aquatiques. la concentration en aluminium que l'on retrouve régulièrement dans les eaux souterraines est d'environ 0,4 ppm. (**Mexent.,2016**)

Les teneurs en Aluminium des eaux analysées 0 mg/L à tout les sources de RCZ. La norme JORA qui est de 0.2 mg/L.

Parmi les éléments métalliques en trace qui ont été étudiés dans l'eau des huit sources de RCZ, ce sont le zinc et le cuivre, plomb, mercure. Ce sont des paramètres très faibles par rapport aux études de et conformes aux normes algériennes, sauf la valeur de fer limite donnée par la réglementation algérienne est de 0.3 mg/l et les résultats obtenus pour notre eau étudiée sont conformes aux normes prescrites (1, 2, 4, 5), et les sources (3 ; 6 ; 7 ; 8) sont présentes des valeurs dépassant la norme **tableau n°12 (Annexe) (JORA., 2006 ; Rodier et al., 2005)**. Le fer se classe au 4ème rang des éléments de la croûte terrestre. Les eaux naturelles peuvent contenir quelques mg/l de fer ayant pour origine la lixiviation des terrains traversés ou les pollutions industrielles ; dans les eaux de distribution, il provient le plus souvent de la corrosion des conduites d'amenées ou de l'emploi de sels de fer pour les traitements. Les eaux oligo-minérales sont riches en fer, sont utilisées pour le traitement de l'anémie (**Grimm et Schmit., 2004**).

Certains polluants métalliques peuvent être hautement toxiques, persistants et sujets à bioaccumulation. (**Gautier et Fellous., 2008**)

Résultats des analyses Bactériologiques :

Concernant les eaux des huit sources, les analyses bactériologiques ont permis d'en déduire les résultats suivants : **figure n° 33**

□ Nous constatons la présence de coliformes fécaux au niveau de 1ère et 3ème source prélevement à raison d'une colonie /100ml ; ces derniers dépassent les normes algériennes de la qualité des eaux de source qui recommandent une valeur maximale de 0 germes /100ml (**JORA., 2006**).

Selon **Hade en 2002** Les coliformes forment le groupe de bactéries le plus fréquemment utilisé comme indicateur de contamination bactérienne de l'eau, tant pour détecter un éventuel risque pathogène que pour apprécier l'efficacité d'un traitement. Cette famille de bactéries se divise en deux composantes principales : les coliformes totaux et les coliformes fécaux, qui peuvent être analysés distinctement.

Ce sont des bactéries qui sont sensibles à la désinfection et qui se développent difficilement à l'intérieur d'un réseau donc leur présence indique qu'une contamination fécale s'est introduite dans le réseau (**RQEP., 2006**).

□ Nous avons remarqué une absence totale des *E.coli* dans toutes les sources, donc elle est conforme aux normes algériennes de la qualité des eaux de source qui indiquent une valeur maximale de 0 colonie/100 ml (**JORA., 2006**).

Concernant les Streptocoques fécaux ; nous avons noté une absence de sept (07) sources et une présence respectivement au niveau de la 4ème source à raison de 10 colonies /100 ml ; donc elle dépasse la norme algériennes de la qualité des eaux de source qui recommandent une valeur maximale de 0 germe /100 ml d'eau (**JORA., 2006**).

Selon **Sandre en 2015**, la recherche ou le dénombrement de l'ensemble des espèces appartenant au groupe des Streptocoques fécaux englobant le genre « Enterococcus » et qui comprend une vingtaine d'espèces qui se retrouvent dans différents habitats et chez différents hôtes. On les retrouve souvent dans le tractus gastro-intestinal des humains et de plusieurs animaux. Les streptocoques du groupe D susceptibles de contaminer les eaux d'approvisionnement sont plutôt typiques des déjections animales, comme *Streptococcus bovis* .

Parmi les streptocoques et les entérocoques , seules les espèces de streptocoques du groupe D constituent des indicateurs témoins de contamination fécale dans les eaux . ils constituent également des marqueurs pour certains aliments et des indicateurs pour l'hygiène alimentaire .(**Camille .,2010**)

La plupart des microorganismes à l'origine des grandes épidémies historique d'origine hydrique dont le risque toxique est dans la presque totalité des cas un risque chronique. Au contraire le risque microbiologique est un risque aigue correspondant à une pollution essentiellement intermittente (**Rodier J et al ., 2009**). Les maladies qui transmettent sont surtout des dermatites, des otites et des gastro-entérites. Dans la grande majorité des cas, ce sont les baigneurs eux-mêmes qui sont responsable de la présence de ces microorganismes dans l'eau des bassins (**El Yamani ., 2006**).

Conclusion

Conclusion

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but de suivre de la qualité physique chimique et bactériologique de huit (08) sources aux niveaux de la réserve de chasse de Zéralda, en répondant aux hypothèses que nous avons posées au par avant.

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont des caractéristiques très variées. Ces résultats confirment que les huit sources ont une conductivité importante avec un taux élevée de sels dissouts à l'exception de source (07), donc sont des eaux fortement minéralisées, le compte tenu de la teneur très élevée en fer dans les sources 3, 6,7 et 8, son origine peut être naturels selon la roche mère, soit anthropique d'origine industrielles. Une forte demande chimique en oxygène dissout ce qui explique que les matières polluantes peu ou pas biodégradables. En peut dire qu'il existe une différence du point de vue qualitative de nos paramètres étudié et selon les espèces de plantes déterminer au niveau des sources 1, 2,4 ,5 qui sont potable, on peut dire qu'il n'existe pas un phénomène de phytoremédiation.

Du pont de vue bactériologique les résultats obtenus montrent la présence des germes indicateurs de pollution telle que les coliformes fécaux, *E.coli* et streptocoques, donc les huit sources sont suspectes d'être polluées.

Pour conclure, nous considérons que le problème d'eau potable en Algérie mérite une très grande importance afin de protéger le citoyen du risque sanitaire lié à l'utilisation d'une eau qui n'est pas conforme aux normes.

Certaines recommandations sont nécessaires doivent d'être prises en considération :

- Réalisation des travaux d'aménagements
- Un contrôle rigoureux et régulier des sources
- Faire périodiquement des analyses microbiologiques afin de détecter les contaminations et les pollutions accidentelles
- Réalisations des petits traitements de chlorations

Références

Référence bibliographique

Agdai.,Faculté des sciences Rahat, Maroc., pp:300

Anctil. F. 2017., L'eau Et Ses Enjeux .,2^{ème} Ed Revue Et Augmentée Deboeck Supérieure., pp:85

Anctil. F., Rousselle.J et Lauzon.N., 2012 ., hydrologie cheminements de l'eau .,2^{ème} Ed presses internationales polytechnique., pp : 2-4.

Andriamiradis L., 2005.,Mémento technique de l'eau. 2^{ème} Ed., Degremont., pp:8

Avril J. L , Dabernat H, Denis F et Montiel H ., 1992 Bactériologie clinique ., Ed Ellipses , paris., pp:800

Axler .O ., 1985., Microbiologie ., Ed Heure de France., Paris., pp:533

Baubet E.,1998., Biologie du sanglier en montage : biodémographie,occupation de l'espace et régime alimentaire.Thèse doctorat,Université Claude Bernard,Lyon I.,pp:285

Barry G.S. 1989. Sodium sulphate. Canadian minerals yearbook – 1988. Mineral Resport, n° 37. Division des ressources minérales, énergie, mines et ressources. Ottawa

Behar S., 1997., definition of water quality parameters., testing the water chemical and physical vital signs of river

Belkhiri L., 2011., caractérisation and evaluation of the factors affecting the geochemistry of surface water of koudiat Medouar basin. Algéria African journal of Environnementale science and technology 5 ., pp : 355-362

Bensaâd.A., 2006- L'eau et ses enjeux au Sahara, Ed karthala,pp:7

Bengoumi M., Traoure A. Bouchriti N., Bengoumi D 2004.,Qualité de l'eau en aviculture .Revue trimestrielle d'information scientifique et technique – Volume 3 – N°1, Maroc, pp:5-25

Bern.Fet Jean.C.,1991., traitement des eaux., Ed Tchnip., pp:306

Boualem R., 2009., contributions à l'étude de la qualité des eaux des barrages., article de recherche, pp : 20-33.

Boukhreris G., Soukehel H., 2007 ., L'eau dans l'environnement rural hydraulique et cycle de l'eau., l'alimentation en eau potable, l'assainissement des agglomérations., Ed Johanet., pp:105

Bouziani M ., 2002 ., « L'eau dans tous ses états », Ed Dar Elghrbam, pp87.

- Brémaud C., Leulier.F.T., Hibanlt.J et Ulrich.E., 2006, Alimentation santé qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, Ed educagri., pp :215.
- Briandet R, Fechner L, naiitali M et Dreanno C.,2012.,. Biofilms, quand les microbes s'organisent. Ed Quae., pp :152
- Brière .G.F.,2012., Distribution et collecte des eaux ., 3^{ème} Ed presse international polytechnique ., pp: 5-6.
- Calamari D et Naeve H., 1994., revue de la pollution dans l' environnement aquatique africain ., Ed organisation des nation unies pour l 'alimentation et agriculture ., pp:38
- Calvet Rl.,2003., le sol propriétés et fonctions ., Ed France agricole ., pp :104
- Camille.D., 2010 ., Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux., 2^{ème} Ed Lavoisier ., pp :100-169.
- Cambers G et Diamond P., 2011., Sandwatch (surveillance des plages): S'adapter au changement climatique et éduquer pour le développement durable ., Ed par organisation des nations unies pour l'éducation , la science et la culture .,pp: 72
- Caudron.A., 2006 ., Thèse de doctorat en structure et dynamique des systèmes réactifs ., université des sciences et technologie de lille.,pp:116
- Catherine G,2009 la qualité chimique de l'eau, 3^{ème} Éd paris.,pp: 10
- Dajoz., 2006.,Précis d'écologie.,Ed.Dunod Paris.,pp:631.
- Demerges D et Bachlard P., 2002 Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans Réserves Naturelles de France., Ed Réserves Naturelles de France., Paris., pp:35
- Derradji.F ., Bousnoubra.H .,Kherici.N., Romeo.M Et Caruba.R.,2007., impact de la pollution organique sur la qualité des eaux superficielles dans le nord-est algérien., journal scientifique Sécheresse ., pp: 23.
- Devillers J., Squilbin M et Yourassowsky C ., 2005., qualité physicochimique ., diplôme de magister ., université Hassiba Ben Bouali De Chlef ., pp:186
- Directives de l'OMS 1993, pour la qualité de l'eau de boisson, 2^{em}Ed ., pp:49-50.
- Dreux.P.,1980., Précis d'écologie., Ed. Presses universitaire de France .,pp:231
- Ducloux .D.,2004 ., Guide du pêcheur à la mouche ., Ed Artémis .,pp :10-11
- Dajoz., 2006.,Précis d'écologie.,Ed.Dunod Paris.,pp:631
- Dussart B.,1966., Limnologie : Etude des eaux continentales, Gauthier-Villars., Ed.Paris
- El Hammoumi N., Sinan M ., Lekhlif B et El Mahjoub L., 2012., Evaluation de la qualité des eaux souterraines pour l'utilisation dans l'eau potable et l'agriculture : plaine de Tadla ., Maroc ., Afrique Science pp: 221.

Emaleu.S.B., 2017 ., Prévention des infections en milieu hospitalier Ed sociétés des écrivains ., pp: 41

Engalenc M., 2004.,Eaux minérales : Quand le mieux est l'ennemie du bien

Faou. A., 2012 ., Virologie humaine., Ed pradel., Chapitre 23., Virus, infections nosocomiales et infections en milieu hospitalier

Faurie. C., Ferra .C ., Medori .P ., Deraux J et Hemptinne. L. J ., 2012 ., Ecologie: Approche scientifique et pratique., 6^{em} Ed Lavoisier ., pp:335.

Fortin .J ., 2007., Comprendre le climat et l'environnement., Ed quebec Amerique .Inc ., pp:115.

Gaujour D., 1995 ., La pollution des milieux aquatiques Aide mémoire. 2^{em} Ed Lavoisier., pp:49

Gautier C et Fellous L J .,2008., Eau, pétrole, climat : un monde en panne sèche., Ed Odile Jacob ., pp :164

Gartet A., Gartet J et Garcias C.C. , 2001., Hydrochimie des eaux ., dissolution spécifique et salinité des cours d'eau dans le bassin de l'oued Lbène, Papeles de géographia., pp:34, 146 - 161

Genin.B., Chauvin.C et Menard.F., 2003, Cours D'eau Et Indices Biologiques ,Pollution – Méthodes-IBGN2^{em} Ed , Educagri ,Dijon., pp: 18-19.

Goudet .P et Kowalski.A., 2011 ., Physique et chimie., Ed educagri., pp:18.

Grimm A., Schmit T., 2004 ., Fiche Eco-consommation 9 ., les propriétés de l'eau

Grosclaude .G.,1999., L'eau : Tome 2: Usages et polluants Ed institut national de la recherche agronomique., pp :118.

Guergazi.S et Achour.S., 2005., caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra pratique de la chloration., Journal scientifique ., Larhyss.,n° 04.,pp :119.

Hade.A., 2002 ., Nos lacs: les connaître pour mieux les protéger., Ed ., Fides., pp: 291-325

Hammer. O. Harper D.A.T et Ryan. P.D, 2001. Past : Paleontological Statistics Software Package for education and Datz Analysis. Palacontologia Electronica PP :4(1): 9.Http: Palaco-electronica.org 12001-1/ past/ issue 1- 01.ntm.

Hamzaoui A., Etfellah M ., 2014., Qualité de l'eau destinée à la production de lait IFKI Ben Badis (Sidi Bel Abbés). Mémoire d'ingénieur université aboubekr belkaid – tlemcen., pp:59

Hasley.C.C., Leclerc.H., 1993., Microbiologie des eaux d'alimentation., Ed Lavoisier Tec et Doc., Paris., pp:908

Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification., (Hceflcd), 2006.,Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, pp:201

HCEFLCD.,2007.,Etude diagnostique de la zone humide AL Massira-Faija, cercle d'EL Brouj et Cercle de Settat Maroc.,pp 242

Hébert.S et Légaré. S, 2000- Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Ed Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec.,pp: 3

Henry.T et Beaudry.J.P., 1992 ., chimie des eaux., Ed le griffon d'argile., pp:537 .

Hingray. B., Picoue.C et Musy .A ., 2009., Hydrologie 2 Une science pour l'ingénieur., 1^{er} Ed ., presse polytechnique et universitaire romandes., pp:1.

Journal Officiel De La Republique Algerienne N°27.,2006

Journal Officiel De La Republique AlgerienneN°03.,2016

Kourradi. R, 2007 ; Evaluation du degré de pollution anthropique de l'estuaire de Bou Regreg et impact sur la biologie et dynamique de *Scrobieularia plana.*, Thèse de doctorat d'état en biologie, spécialité écologie animale. Université Mohammed V-

AGDAI.,Faculté des sciences Rahat, Maroc.,PP: 300

Leclerc .H ., Hoestland.H, Villars.G., 1981., Dynamique des populations et qualité de l'eau ., Ed DOIN., Paris., pp:554

Leminor .H., Veron.M., 1989., Bactériologie médicale Ed Flammaraison., Parie.,pp:1107.

Levefre J.C., 1993 ., Les zones humides espaces en voie de disparition. Colloques sur les zones humides du littoral aquitain., Ed drae d'aquitaine., paris., pp:27

Loroux .N., Depontanel.H.,1991., Collection :les soins infirmiers « les maladies infectieuses » pp: 113.

Maiga.A.S., 2005 ., Thèse de doctorat en pharmacie., Faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie., université de Bamako .,pp:117.

Makhoukh. M ., Sbaa M ., Berrahou A., Clooster. A-Van., 2001 ., contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc orientale) Larhysse Journal ., 9 . pp : 145-162

Mebarki A.,1982.,Le bassin de Kabîr Rimmel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie thèse doctorat 3^{ème} cycle, Université de Nancy 2 ., pp:303

Mebarki A., 2005., Hydrologie des bassins de l'est algérien : Ressources en eau, Aménagement et environnement., thèse de doctorat d'Etat., Université M'entouré de Constantine., faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du Territoire., pp:360 .

Melquiot P., 2003 ., 1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable., Ed recycansult., pp:156

Mexent Z .M.,2016., Préparation et caractérisation des charbons actifs obtenus à partir des coques de noix de coula edulis .,Ed GRIN Verlag.,pp: 16

Ministere De Developpement Durable, Environnement Et Parcs .MDDEP., 2012., critères de qualité de l'eau de surface., Québec canada., pp:230 .

Miquel.G et Revol.H., 2003 ., La qualité de l'eau et de l'assainissement en France., Ed TOMI., Paris., pp:215 .

Mollo.P et Noury.A., 2013., Le Manuel Du Plancton., Ed Charles Leopold Mayer., PP :57.

Mulhauser **B et** Monnier **G., 1995 .,** Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe., Ed Delachaux et Niestlé, Lausanne.

Nechad I., Elharchli E., Fadil F.,2014 ., Caractérisation physicochimique des eaux de la source Tataw à Imouzzer Marmoucha (Maroc)., Science Lib., Ed Mersenne., Vol. 6, n° 140103.

Nouayti N., Khattach D.et Hilali M ., 2015 ., Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haute Atlas central, Maroc)., ISSN : 2028-2508

Olivier. A 2015, Chimie et pollutions des eaux souterraines. Ed TEC &DOC ., pp : 16-17.

l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).,2012.,qualité de l'eau et agriculture un défit pour les politiques publique.,Ed OCDE., pp:48

Organisation Mondial De La Santé .,1993- Pour la qualité de l'eau de boisson, 2^{ème} Ed . pp : 49-50.

Parriaux A.,2009.,géologie base pour ingénieur., 2^{ème} Ed revu et augmentée presse polytechnique universitaire romandes., pp:213.

Peck H.D. 1970., sulphur requirements and metabolism of microorganisms. proceedings of a symposium on sulphur in nutrium. d.h. muth & j.e. oldfields. ari publishing co., wespost, ct

Perry.J., Staley.T.J et Lory.S., Microbiologie cours et questions., Ed Dunod ., pp:842

Picoux.B., 2010.,Les maladies infectieuses exotiques ., Ed lavoisier pp : 96-97.

Prescott.M., Harley.J.P et Klein.D.,2003.,Microbiologie., Ed DE BOECK.,pp:1137

Quevauviller .P ., 2010 ., protection des eaux souterraines législation européenne et avancées scientifiques 1^{ère} Ed., TEC &doc ., pp: 2

Ramade .F ., 2011., Introduction à l'écochimie les substances chimiques de l'écosphère à l'homme ., Ed TEC &DOC., pp :418.

- Ramade F., 2003 ., Eléments d'écologie appliquée., 3^{ème} Ed Dunod Paris., pp: 690
- Ramade.F., 2009., Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale., Ed Dunod Paris., pp: 689
- Raven.P.H., Berg L.R et Hassenzahl D.M., 2009., environnement., 6^{ème} Ed de boeck., pp:327
- Remini B ., 2010- La problématique de l'eau en Algérie du nord., Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08., pp : 27-46.
- Rodier J., 1996 l'analyse de l'eau, eaux naturelles, Eaux Résiduaire, 8^{ème} Ed Dunod., pp:1335
- Rodier J., Legube B., Merlet N Et Coll., 2009 ., Analyses de l'eau., Ed. DUNOD., 9^{ème} Ed., Paris., pp:1526
- Roulet . A.C., 2004., Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments ., 1^{er} Ed presse polytechnique universitaire romande ., pp :39.
- Sadeq. T. H., 2006 ., Du droit de l'eau au droit à l'eau au Maroc et ailleurs ., Ed A.Retnani., pp: 84.
- Samake H. 2002., Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, pp :77
- Sari H., 2014 ., Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de source ATTAR (Tlemcen)., pp:56.
- Schudddeboom J., 1993., nitrates et nitrites dans les denrées alimentaires., Ed conseil de l'Europe Strasbourg., pp:11
- Sigg. L ., Behra .P et Werner.S., 2014., Chimie des milieux aquatiques., 5^{ème} Ed Dunod., pp:1.
- Stellman .M . J., 2000., Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, Volume 2 ., Ed organisation international du travail ., pp :27.
- Tardat H. M., 1992., chimies des eaux, 2^{ème} Ed griffon d'argile., pp : 213-215.
- Tarik A. 2005 ., Qualité physico-chimique de l'eau de boisson et la solubilité de certains médicaments utilisés chez la volaille dans certaines Région du Maroc. Thèse pour l'obtention du doctorat vétérinaire IAV Hassan II. Rabat. Maroc, pp:183
- Terret .M , Figrella.J et Leyral.G., 1998., Microbiologie appliquée., Ed Jaque Lanore-Henri Laurens., pp:500
- Thomas O., 1995 – Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Lavoisier TEC et DOC., pp: 191
- Thomas J. D., 1993- biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments Journal of natural history n°27, pp: 795-806.
- Touré.G ., 2006 ., La politique de l'environnement dans les capitales africaines: le cas de la cote d'Ivoire ., Ed pulibook ., pp :159

Annexe

Annexe

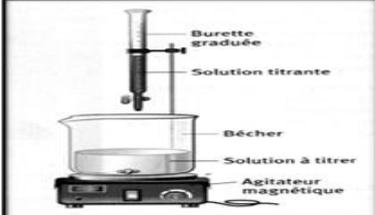
Matériel pour les analyses physico-chimiques:

❖ Matériels pour échantillonnage

<ul style="list-style-type: none">-Bouteille en plastique-flacon stérile en verre-Glacière	
--	--

■ Appareillage

<ul style="list-style-type: none">- Turbidimètre	
<ul style="list-style-type: none">- pH mètre (inolab pH 7110)	
<ul style="list-style-type: none">- Conductimètre (inolab Cond 7110)	
<ul style="list-style-type: none">- Oxymètre (inolab Oxi 7310)	
<ul style="list-style-type: none">- Spectrophotomètre	
<ul style="list-style-type: none">- Titration de TAC avec un agitateur	
<ul style="list-style-type: none">- Plaque chauffante	

<ul style="list-style-type: none"> - Titration de Ca^{+2} et Mg^{2+} 	
<ul style="list-style-type: none"> - Balance analytique 	
<ul style="list-style-type: none"> - DCO-mètre 	
<ul style="list-style-type: none"> - DBO- mètre 	
<ul style="list-style-type: none"> - Four à moufle 	

■ Verrerie

<ul style="list-style-type: none"> - Fiole - Erlen - Béchers - Pipettes Pasteur - Pipettes graduées - Eprouvettes - Burettes - Entonnoir - Tubes à essais 	
--	--

❖ Matérielle pour l'analyse microbiologique :

■ Appareillage

<p>- Rampe EZ-Fit™</p>	
<p>- Distributeur de filtre EZ-Pak® Curve</p>	
<p>- Bec benzène</p>	
<p>- Flamme</p>	
<p>- Etuve à 105°C</p>	
<p>- Incubateur à 37°C et 44°C</p>	

Préparation des milieux de cultures

- **Préparation de la gélose Tergitol lactosée au TTC et au tergitol 7 (pour les coliforme)**
 - Faire fondre de gélose lactose au tergitol 7 contenu dans un flacon de 250 ml ;
 - Le refroidir dans un bain marie à 45°C
 - Puis ajouter 20 gouttes d'additif de Triphényl Tétrazolium Chlorure (TTC)
 - Le faire couler dans des boites de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse.
- **Préparation de la gélose Slanetz et Bartley (Pour les streptocoques fécaux)**
 - Faire fondre la gélose slanetz et bartley (milieu de base)
 - Laisser refroidir à la température 45°C.
 - Rajouter l'additif (20gutttes de TriphénylTétrazolium Chlorure SLANETZ)
 - Le faire couler dans des boites de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse.
- **Préparation de la gélose BEA (milieu de confirmation pour les streptocoques fécaux)**
 - Préchauffer la boite de gélose BEA à 44°C pendant 10à 15 mn
 - Couler en boites de pétri stériles
 - Laisser solidifier sur pailleasse

■ Additifs

- Alun de fer
- Sulfite de sodium
- Réactifs de kovacs

■ verrerie

- Tuber à essai stériles
- Les boites de pétri
- Réfrigérateur
- Flacons en verre de 250ml stériles
- Portoirs
- Anse de platine

Les listes préparation des réactifs :

Paramètres	Référence	Les Réactifs	Quantité	volume d'eau
Nitrite NO ₂ ⁻	Norme :ISO 6777	Réactif colore : *Sulfanilamide *Acide Ortho phosphorique 85 % *Di chlorhydrate (N-Naphtyl-1)diamino1-2ethane	10 gr 25 ml 0,5gr	250 ml
		Solution mère de nitrite de Sodium * Nitrite de Sodium	0,15 gr	1000 ml
Phosphate PO ₄ ⁻³	Norme :ISO6878	Réactifs Heptamolybdate d'ammonium *Molybdate d'ammonium tetrahydrate (A) *Tartrate de potassium et d'antimoine hémi hydraté (B) *Acide Sulfurique à 4,5 Mole /l (C) OBS:Melangé (A+B) + C	6,5 gr 0,175 gr 150 ml	50 ml 50ml
		Acide Ascorbique 10g/l	10 gr	100 ml
		*Solution mère de Dihydrogénophosphate de potassium(100 mg/l) * Acide sulfurique à 4,5 mole/l	0,143 gr 10 ml	1000 ml
Ammonium NH ₄ ⁺	Norme :ISO 7150/1	Réactifs Dichloroisocynute de Sodium *Dichloroisocynute dihydrate * Hydroxyde de Sodium	0,2 gr 3,2 gr	100 ml
		Réactif Coloré : * Citrate Tri sodique dihydrate * Salicylate de Sodium * Nitroprusside de Sodium dihydrate	13 gr 13 gr 0,097 gr	100 ml
		Solution mère d'ammonium (100 mg/l) *Chlorure d'ammonium	0,297 gr	1000 ml
Nitrate NO ₃ ⁻	J.Rodier 1971	Solution de tartrate double de sodium et de potassium *Hydroxyde de sodium *Tartrate double de Sodium et potassium	100 gr 15 gr	250 ml
		solution de salicylate de Sodium 0,5%	0,5 gr	100 ml
		Acide sulfurique à 96%		
		Hydroxyde de Sodium à 30%		
		Solution mère de Nitrate (100 mg/l) * Nitrate de Potassium * chloroforme	0,722 gr 1 ml	1000 ml
Indice de Permanganate	ISO 8467 1993	Acide Sulfurique Conc 7,5 mole/l	105 ml de d=1,18	250 ml
		Acide Sulfurique Conc 2,0 mole/l	27,5 m a parti d =1,18	250 ml

		solution de Oxalate de Sodium 0,05 mole/l	1,675 gr	250 ml
		Solution de Oxalate de Sodium 5 millimole/l	25 ml	250 ml
		Permanganate de Potassium à 20 millimoles/l	0,32 gr	100 ml
		Permanganate de Potassium à 2 millimoles/l	50 ml a Parti de 20 millimol/l	500 ml
		Solution mère de Résorcinol		
		Résorcinol	0,1 gr	1000 ml
Chlorure Cl-	Norme :NF ISO 9297	* Solution de Nitrate d'argent 0,02 mole/l	0, 8492 gr	250 ml
		* Chromate de potassium 10%	10 gr	100 ml
		* Solution mère de Chlorure de Sodium 0,02 mole/l		
		Chlorure de Sodium	0,2922 gr	250 ml
TH Calcium et Magnésium	Norme :ISO 6058 NA 1655	Solution Hydroxyde de Sodium 2 N	0,25 gr	250 ml
		EDTA 0,01 mole/l	0,931 gr	250 ml
		Solution Tampon PH 10		
		Chlorure d'ammonium	13,5 gr	250 ml
		Solution ammoniacale à 25%	114 ml	
		Solution de Calcium 100 mg/l		
Sulfate SO₄⁻²	J.Rodier	<u>Solution déstabilisante</u>		
		Acide Chlorhydrique pur	6 gr	100 ml
		Ethanol	20 ml	
		Chlorure de sodium	15 gr	
		glycérol	10 ml	
		* Solution de chlorure de baryum 0,01 N chlorure de baryum Acide Chlorhydrique pur	15 gr 0,5 ml	100 ml
		<u>*Solution mère de sulfate 1 g/l</u> Sulfate de Sodium	0,3697 gr	500 ml
Manganèse		* Acide Nitriques 69 %	2 volumes	1 volume

Mn+2			d'acide	d'eau
	Méthode au	*Nitrate de Mercure 0,1 N	1,623 gr	100 ml
	Persulfate	* Nitrate d'argent à 100 gr/l	10 gr	100 ml
	d'ammonium	*Acide Phosphorique à 85% (commerciale)		
		* Solution de persulfate d(ammonium à 10%	10 gr	100 ml
		*Solution mère de manganèse 1 g/l		
		*Solution fille à 10 mg/l	1 ml (solution mère)	100 ml
		*Thiosulfate de sodium 0,028 N	28,2 ml	1 000 m
	Méthode à	Acide sulfurique 0,04N	40 ml	1000 ml
Fer		*Peroxydisulfate de Potassium à 40 gr/l	4 gr	100 ml
Fe	AN 2422	* Chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 gr/l	10 gr	100 ml
	ISO 6332	*Solution de phénanthroline à 5 gr/l	0,5 gr	100 ml
		* solution Tampon Acétate		
		Acetated'ammonium	4 gr	100 ml
		Acide Acétique ©	0,5 ml	
		*Solution mère de Manganèse 1 g/l		
		* Solution fille 10 mg/l	1 ml (solution mère)	100 ml

Les Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques et des traces métalliques des huit sources RCZ :

Les paramètres physiques :

Turbidités :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0,24	0,98	0,17	0,12	0,48	7,19	0,1
2	0,12	0,93	0,2	0,1	0,1	0,11	0,12
3	0,12	0,15	0,4	0,32	0,12	0,14	0,09
4	0,14	0,13	0,25	0,11	0,17	1,12	0,1
5	0,36	0,33	3,6	3,4	0,45	0,6	
6	0,95	0,1	0,25	0,11	0,14	0,11	0,13
7	0,31	0,9	0,17	0,13	0,14	0,12	0,12
8	0,31	0,14	0,8	0,14	0,26	0,19	0,13

Potentiel d'hydrogène :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	7,14	7,18	7,3	7,13	7,27	7,09	7,18
2	7,27	7,29	7,36	7,27	7,29	7,24	7,39
3	7,28	7,1	8	7,37	7,28	7,27	7,34
4	7,09	7,11	8,03	7,05	7,13	7,11	7,11
5	7,4	7,35	8,07	7,3	7,39	7,42	7,48
6	7,91	7,09	7,18	7,11	7,18	7,21	7,25
7	7,2	7,57	7,62	7,59	7,6	7,61	7,59
8	7,59	7,88	7,93	7,38	7,84	7,9	7,9

Conductivité :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	1465	1476	1971	1412	1449	1434	1365
2	1537	1858	1537	1490	1503	1526	1521
3	1536	1711	1297	1281	1311	1340	1316
4	1635	1659	1695	1679	1649	1699	1641
5	1457	1456	1282	1380	1429	1535	1613
6	2110	1119	1105	1078	1078	1116	1109
7	1075	935	876	868	877	908	930
8	873	2350	1970	1893	1857	1898	1831

Taux de Sels Dessous :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	683	680	907	649	667	660	631
2	717	863	717	685	692	702	700
3	716	789	595	589	604	616	605
4	762	762	780	772	759	781	755
5	675	674	589	635	655	707	742
6	985	511	508	496	496	664	510
7	501	428	403	399	403	416	428
8	401	1085	906	871	853	874	843

Températures :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	16,6	11,1	17	13,9	13,4	18,8	17,7
2	16,6	15,7	16,5	13,9	13,8	18,5	16,7
3	16,7	15,9	13,1	14	12,5	18,9	18,7
4	17,1	16	15,3	14,1	13,8	18,5	18,3
5	16,3	16,7	13,7	14	13,9	18,9	18,2
6	16,5	17,9	17,1	14,2	12,6	18,2	17,9
7	17,7	17,9	17,4	14	11,6	18,4	18,6
8	17,1	17	17,3	14,1	13,4	18	18,7

Oxygène Dissous :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	2,53	5,29	5,65	3,39	3,76	4,19	3,66
2	3,13	4,37	5,95	4,3	5,55	5,08	5,21
3	3,33	3,2	4,9	4,23	5,32	4,69	4,61
4	2,73	2,83	5,49	3,38	4,28	4,38	3,31
5	2,6	2,86	5,47	4,57	5,33	5,93	4,67
6	3,28	3,19	5,4	2,47	3,31	4,03	3,15
7	1,99	3,46	6,3	5,61	5,49	5,41	4,45
8	3,17	3,58	2,88	4,61	5,51	6,12	5,05

Paramètres chimique :

Nitrat :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	1,15	0,05	2,3	1,9	1,5	1,75	14,5
2	0,45	0,05	2,2	1,7	1,14	1,15	6,35
3	15,65	12,9	11,4	9,5	17,94	20,05	49,45
4	8,35	6,6	10,05	10,3	13,18	15,6	50,65
5	0,05	0,05	4,2	12,03	3,12	3,7	13,6
6	19,75	5,05	9,45	6,1	11,28	11,15	42,3
7	9,45	5,15	10,45	8,5	7,51	9,1	79,05
8	10,1	16,85	20,15	18,3	26,57		50,85

Ammonium :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	-0,09	-0,09	-0,03	0,03	-0,05	-0,05	-0,05
2	0,18	-0,12	0,01	0,02	-0,07	-0,06	-0,04
3	-0,07	-0,12	-0,04	0,02	-0,07	-0,08	-0,05
4	0,03	-0,07	0,01	0,03	-0,05	-0,04	-0,05
5	0,18	0,19	0,1	0,03	-0,06	-0,05	-0,04
6	-0,01	0,16	0,09	0,02	-0,07	-0,04	-0,03
7	-0,05	0,1	-0,01	0,02	-0,06	-0,05	-0,05
8	-0,09	0,14	-0,01	0,03	-0,07	-0,06	0,04

Nitrite :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	<0,02	-0,21	0	0	-0,01	0	0
2	<0,02	-0,2	0	1	0	0	0
3	0,08	-0,19	0,02	3	0,02	0,02	0,03
4	0,02	-0,21	0	0	0	0	0,01
5	0,01	-0,21	0,01	7	0,01	0,06	0,04
6	0,02	-0,2	0	1	0,02	-0,01	0
7	0,02	-0,21	0,01	0	0	0	0
8	<0,02	-0,21	0,01	1	0,02	0	0,08

Phosphate :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0,09	0,09	0,09	0,05	0,002	-0,01	0,09
2	0,09	0,09	0,09	0,07	0,004	-0,01	0,08
3	0,09	0,09	0,09	0,04	0,003	0,01	0,05
4	0,09	0,09	0,09	0,02	0,003	0	0,07
5	0,09	0,09	0,09	0,07	0,009	0,01	0,05
6	0,09	0,09	0,09	0,05	0,005	0,02	0,03
7	0,09	0,09	0,09	0,09	0,006	0	0,01
8	0,09	0,09	0,09	0,09	0,007	0,04	0,05

Matière Organique :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	1	1	1,6	1,5	0	0,8	1,7
2	1,3	1,2	1,4	1,8	0,08	1,2	1,8
3	2,3	2	2	2,4	0,16	1,9	2
4	1,7	1,6	1,3	2	0,25	1,3	1,6
5	1,9	1,3	1,9	1,8	0,08	1,08	1,9
6	1,6	1,7	2	1,9	0,16	1,4	2,1
7	1,3	1,5	1,7	2,1	0,25	0,25	1,8
8	1,4	2	2,3	2,2	0,16	0,2	2,4

Titre Titre Hydrotimétrique (Dureté calcique) TH (CaCo3) :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	49	57	44	42	46	46	45
2	50	50	49	44	51	54	52
3	48	56	50	54	55	51	50
4	43	49	50	46	50	45	46
5	44	30	26	50	30	30	28
6	71	40	40	38	45	45	39
7	38	33	30	22	35	38	35
8	34	72	71	64	70	62	65

Calcium :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	120	140	152	102,1	124,26	140,28	140,29
2	128	148	160	120,25	136,28	144,28	172,36
3	100	160	168	140,29	152,32	163,2	152,32
4	128	120	128	120,25	104,21	132,26	124,26
5	129	44	68	164,34	64,13	68,13	72,15
6	112	124	120	108,22	132,27	132,26	116,24
7	100	92	100	60,126	104,21	104,2	100,21
8	128	188	188	164,4	168,35	188,37	172,36

Magnésium :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	45,5	52,8	14,4	40,8	36	26,4	24
2	43,2	31,2	21,6	33,6	40,8	43,2	21,6
3	55,2	38,4	19,2	45,6	40,8	26,4	28,8
4	26,4	45,6	43,2	62,4	57,6	28,8	36
5	27,4	45,6	26,5	21,6	33,6	31,2	24
6	84	21,6	24	26,4	28,8	28,8	24
7	24	24	12	16,8	21,6	28,8	28,8
8	21,6	60	57,6	55,2	67,2	36	52,8

Sulfate :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	125,25	143,6	25,85	173,5	130,1	94	26
2	171,65	95,95	91,2	200	161,9	99,5	164,5
3	128,7	83,5	73,35	162,5	74,5	110	16,5
4	303,2	108,2	151,5	404	102,5	201,5	95,8
5	69,5	68,5	43	235	70,3	189,5	126,5
6	383,85	55,35	100,75	298	182,3	147	29
7	192,3	86,8	46,25	83	82,4	39	32
8	80,25	247,8	107,55	144,5	114	20	83,5

Titre Alcanométrique compli :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	125	30	0	25	36	37	31
2	2,5	28,5	32,5	25	39	38	22,5
3	4	28,5	29	20,5	32,5	32,5	27
4	12,5	23	25	24,5	27	30	24,5
5	13,5	26	25,5	24	35	32	26,5
6	3,5	30	31,5	27,5	35	34,5	34
7	12,5	29	29	28	31,5	37	35
8	2,5	29,5	31	28	36,5	36,5	33,5

Bicarbonate :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	366	366	390,4	305	439,2	451,4	378,2
2	305	347,7	396,5	305	475,8	463,6	475,8
3	488	347,7	353,8	250,1	396,5	396,5	329,4
4	366	280,6	305	298,9	329,4	366	298,9
5	427	317,2	311,1	292,8	427	390,4	323,3
6	427	366	384,3	335,5	427	420,9	414,8
7	366	353,8	353,8	341,6	384,3	451,4	427
8	305	359,9	378,2	341,6	445,3	445,3	408,7

Chlorure :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	113,6	142	99,4	149,1	120,7	99,4	113,6
2	142	142	113,6	99,4	127,8	113,6	71
3	106,5	99,4	85,2	71	71	63,9	56,8
4	142	75,1	113,6	113,6	106,5	127,8	99,4
5	143	127,8	106,5	99,4	85,2	113,6	127,8
6	227,2	63,9	113,6	35,5	35,5	42,6	71
7	42,6	56,8	99,4	28,4	28,4	28,4	42,6
8	49,2	170,4	177,5	106,5	99,4	127,8	127,8

Mn :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018			22/04/2018
1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
8	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Fer :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0,1	0,09	0,03	0,05	0,08	0,11	0,09
2	0,2	0,08	0,05	0,04	0,18	0,1	0,11
3	0,2	0,2	0,12	0,18	0,2	0,18	0,19
4	0,09	0,11	0,1	0,09	0,11	0,09	0,1
5	0,11	0,21	0,17	0,19	0,13	0,19	0,2
6	0,17	0,09	0,13	0,13	0,15	0,11	0,14
7	0,2	0,1	0,15	0,1	0,17	0,13	0,16
8	0,14	0,14	0,12	0,15	0,15	0,11	0,15

Aluminium :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0,02	0,02	-0,03	-0,01	0,02	-0,03	0,02
2	-0,03	-0,03	-0,01	-0,02	-0,03	-0,01	-0,01
3	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02
4	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01	-0,03	-0,03	0,02
5	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0
6	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03
7	-0,04	-0,02	-0,04	-0,02	-0,03	-0,04	-0,2
8	-0,05	-0,04	-0,05	-0,03	-0,06	-0,05	0

Paramètres Bactériologie :

Coliforme Fécaux :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0	0	0	22	113	1	0
2	9	300	0	11	40	0	22
3	280	80	22	15	180	5	25
4	5	10	35	25	0	6	50
5	10	16	0	1	0	0	0
6	8	0	2	0	180	0	0
7	0	3	0	0	210	0	6
8	3	1	2	0	5	1	0

E-COLI :

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0	0	0	0	0	0	0
2	9	0	0	0	0	0	22
3	280	80	22	0	180	0	0
4	5	0	0	25	0	0	0
5	10	16	0	1	0	0	0
6	8	0	0	0	180	0	0
7	0	3	0	0	0	0	0
8	0	1	2	0	0	0	0

Streptocoques Fécaux:

	janvier		février		Mars		avril
	03/01/2018	28/01/2018	12/02/2018	25/02/2018	15/03/2018	28/03/2018	22/04/2018
1	0	0	0	0	12	50	0
2	0	0	0	0	18	7	2
3	12	85	20	55	40	30	20
4	0	14	11	15	3	19	6
5	0	0	0	0	0	2	1
6	0	0	0	0	7	6	1
7	0	0	0	0	2	2	4
8	0	0	0	0	18	3	2

Tableau N° 9 : les moyennes des paramètres Physiques

	TURBIDITE	Ph	CONDUCTIVITE	TDS	T°	O ₂ DISSOUS
source1	1.17	7.18	1492.1	688.5	15.7	3.9
source2	0.22	7.31	1561.6	722	16	4.8
source3	0.71	7.28	1388.5	639.8	16	4.3
source4	0.26	7.09	1662.2	765.7	16.4	3.6
source5	2.06	7.40	1470.6	677.3	16.2	4.4
source6	0.23	7.27	1228	585	16.5	3.4
source7	0.25	7.55	924.8	425.75	16.7	4.6
source8	0.26	7.79	1812.8	834.5	16.7	4.4

Tableau N° 10: les moyennes des paramètres Chimiques

	NO3-	NH4+	NO2-	PO4-	MO	CaCo3	Ca+	Mg	SO4-	TCA	Hco3	Cl-	Mn	Al
source1	4.7	0.04	0.02	0.01	1.2	46.7	132.3	32.9	139	31.5	384.3	118.9	0	0.003
source2	2.3	0.01	0.02	0.01	1.3	50.2	147.6	32.1	179.9	29.1	405.6	110	0	0
source3	23.2	0.2	0.02	0.005	1.8	51.7	148.5	35.4	112.1	28.5	348.4	76.3	0	0
source4	20.6	0.09	0.02	0.01	1.3	46.8	122.6	42	142.6	26	317.9	109.6	0	0
source5	6.2	0.07	0.002	0.005	1.4	33.2	85.2	29.2	156.3	28.8	351.5	116.3	0	0
source6	18.4	0.01	0.02	0	1.5	40.6	120.1	25.5	169.6	32.6	398.7	82.5	0	0
source7	26	0.07	0.02	0.005	1.6	33.2	95.1	23.1	168.7	31.8	388.1	56	0	0
source8	27	0.01	0.002	0.005	1.6	62.8	171.2	43.6	122.6	31.6	386.5	123.3	0	0

Tableau N°11 : les moyennes des paramètres Bactériologie

	COLIFORME FECAUX	E.COLI	STREPTOCOQUES FECAUX
source1	17	0	7.7
source2	50.5	6.6	3.6
source3	79	70.2	35.2
source4	22.6	3.7	9
source5	3.3	3.3	0.5
source6	23.7	23.5	1.8
source7	28.1	0.3	1.5
source8	1.5	0.3	3.1

Tableau N° 12 : les métaux lourds

	Cu	Zn	Pb	Fe	Hg
source1	-0,0593	-0,1618	0,1657	-0,1693	0,5677
source2	-0,0601	-0,1656	0,1385	-0,0182	0,1815
source3	-0,0496	-0,1863	0,156	1,3794	0,0222
source4	-0,0506	-0,1649	0,2123	-0,3419	-0,0237
source5	-0,0533	-0,153	0,1921	-0,3001	-0,0926
source6	-0,0519	-0,1629	0,1904	1,0134	-0,1235
source7	-0,0532	-0,1643	0,1734	1,4642	-0,1512
source8	-0,0466	-0,1653	0,165	1,4693	-0,2132

Tableau N° 13 : Méthodes des différentes analyses.

Paramètres	Méthodes
Température	Mesure à pH-mètre
pH	pH-mètre
Conductivité	Conductimètre
Oxygène dissous	Oxymètre
Calcium ; Magnésium et dureté totale	Titrimétrie à l'EDTA
Sulfates	Spectrophotomètre UV Visible
Chlorure	Colorimétrique
TAC	Volumétrique
Bicarbonates	Volumétrique
DCO	DCO-mètre
DBO ₅	Respirométrique
Matière Organique	Oxydabilité au permanganate
Azote ammoniacal	Colorimétrique
Nitrate	Colorimétrique
Nitrite	Colorimétrique
Ortho-Phosphate	Colorimétrique