



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux

Thème :

**Etude des caractéristiques physico-chimiques et
bactériologiques des eaux de lac inférieur de
barrage de la réserve de chasse de Zéralda
(W. d'Alger)**

Présenter par :

M^{elle} AICHI Amina

Soutenue le : 15/09/2015

Devant le jury composé de :

**Madame Hamaidi F.
Madame Radi N.
Madame Kheddami H.**

**Maître de Conférences UB1
Maître Assistant UB1
Maître Assistant UB1**

**Présidente de Jury
Examinatrice
Promotrice**

Promotion 2014/2015

Remerciements

Avant tout, je remercie **Allah** tout puissant qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, je tiens à remercier ma promotrice **Mme Kheddoum**, Qui a confiance en moi et elle m'a permis de travailler sur un sujet de mémoire, et qu'elle a mis à ma disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation.

Je remercie par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Mes sincères et grâces s'adressent à **Mme Hamaidi** d'avoir fait l'honneur de présider la séance de ma soutenance tout en lui adressant mes respectueuses considérations.

Je tiens à remercier l'examinatrice **Mme Radî** qui a aimablement accepté de faire partie de mes jurys de thèse. Sincères remerciements.

Je remercie **Mr Boukrabouza** le directeur de la réserve de chasse de Zéralda qui m'a accepté de travailler sur le barrage et les personnes de la réserve de chasse de Zéralda qui m'a aidé à effectuer les prélèvements et les mesures de terrain et qui m'ont fait part de leurs connaissances et leur expérience.

Bien sûr, je remercie **Mme Kheddar** conservatrice divisionnaire des forêts à la réserve de chasse de Zéralda, Pour ses conseils et ses instructions ainsi les bonnes informations.

Je remercie tous les membres de laboratoire d'e Seaal surtout **Mme Radia** et **Mme Hawa**.

Je tiens à remercier tous les enseignants de département de biologie qui j'ai l'honneur de les rencontrés et être parmi eux pendant mes études.

Finalement, je remerciais toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Amina

Dédicaces

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille au sens large et à tout mon entourage mais tout particulièrement :

à

Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.

« Je vous remercie, mes parents »

Mes chers frères : Youcef, Ishak et Abderrahmane et mes adorables sœurs : Meriem et Naïma dont je suis si fière.

Mes belles-sœurs, qui ne m'ont pas cessé de m'encourager.

Mes nièces et mes neveux : Ibtihale, Sarah, Salah-Eddine, Mohamed El Hadi, Anfel et Hoyame.

Mes meilleures amies, tout particulièrement :

Amina, Zoulikha, Nour El Houda, Meriem, Fella, Rahma et Yousra ... merci pour vos conseils et vos encouragements, mais aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à toutes.

Tous qui m'ont enseigné durant mes études et à toute la promotion de restauration des milieux aquatiques 2014/2015.

Amina

Résumé

Cette étude consiste à déterminer la qualité de l'eau de lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda, en réalisant des analyses physico-chimiques et bactériologiques sur trois stations d'études qui ont été choisies selon en fonction de morphométrie du plan d'eau.

Nous avons étudié quelques paramètres physico-chimiques tels que : la température, le pH, la conductivité électrique, les sels minéraux et les matières en suspension; ainsi que les paramètres bactériologiques, notamment la recherche et le dénombrement : germes contaminants d'origine fécale, et des germes pathogènes.

L'analyse physico-chimique effectuée au laboratoire de la Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger, a révélé que la température de l'eau est saisonnières, un pH alcalin, et des éléments minéraux ne dépassant pas les normes recommandées par le **J.O.R.A (2011)** pour les eaux superficielles.

L'analyse bactériologique a indiqué qu'elle renferme une charge importante en germes contaminants d'origine fécale, et des germes pathogènes mais cette charge reste inférieure aux normes établies par le **J.O.R.A (2011)**.

Mots clés :

Lac inférieur, Barrage de Zéralda, Analyse physico-chimique, Analyse bactériologique, Normes algériennes.

Sammury

This study consists of determining the quality of the lower lake water of the game reserve's dam of Zéralda, producing physiochemical and bacteriological analysis by three stations chosen study based morphometry plan water.

We studied some physico-chemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity, and suspended solids; and bacteriological parameters, including the detection and enumeration: fecal germs and pathogens.

The physico-chemical analysis in the laboratory of the Company for Water and Sanitation in Algiers, found that the temperature of the water is seasonal, alkaline pH, and minerals not exceeding the recommended standards the **J.O.R.A (2011)** for surface water.

The bacteriological analysis showed that it contains a significant charge on fecal germs and pathogens but this charge still below the standards established by the **J.O.R.A (2011)**.

Keywords:

Lower Lake, Dam of Zéralda, physico-chemical analysis, bacteriological analysis, Algerian Standards

المخلص

أنجزت هذه الدراسة لتحديد نوعية المياه للسد السفلي لمحمية المحافظة على تكاثر الصيد بزرالدة عن طريق تحاليل فيزيائية وكيميائية و بكتيرولوجية لثلاثة عينات, واختيرت الدراسة وفقا للمجسم المائي.

قمنا بدراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية: درجة الحرارة, درجة الحموضة, التوصيل الكهربائي, الأملاح المعدنية والمواد العالقة, وايضا بعض الخصائص البكتريولوجية, تستند على كشف و تعداد مجموع القولونيات, المكورات المعوية, الكلوستريديات والمكورات العنقودية.

اجرينا التحاليل الفيزيائية والكيميائية على مستوى مخابر شركة المياه و التطهير للجزائر التي اظهرت أن درجة حرارة المياه موسمية, درجة الحموضة قاعدية, و وجود معادن التي لا تتجاوز المعايير الجزائرية 2011.

أظهرت التحاليل البيكتولوجية عن وجود بكتيريا ملوثة و ممرضة لكنها لا تتجاوز المعايير الجزائرية

جور 2011.

الكلمات المفتاحية:

البحيرة السفلية لزرالدة, التحاليل الفيزيوكيميائية, التحاليل البكتريولوجية, المعايير الجزائرية.

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau I : Principaux Oued alimentant dans la réserve de chasse de Zéralda.	Annexe I
Tableau II : Paramètres morphométriques du bassin inférieur.	Annexe I
Tableau III : Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouali durant la période (2001-2010).	Annexe I
Tableau IV : Moyennes mensuelles et annuelles de la température de la station de Staouéli durant la période (2001-2010).	Annexe I
Tableau V : Dates de prélèvement et quelques conditions climatiques.	18
Tableau VI : Résultats de mesure de la température en (C°) de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau VII : Résultats de mesure du pH de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau VIII : Résultats de mesure de la conductivité électrique en $\mu\text{s}/\text{cm}$ de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau IX : Résultats de dosage du Bicarbonate en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau X : Résultats de dosage de Chlorure en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XI : Résultats de dosage de sulfate en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XII : Résultats de dosage du Calcium en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XIII: Résultats de dosage du Magnésium en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XIV : Résultats dosage des Nitrates en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XV : Résultats de dosage des Nitrates en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XVI : Résultats de dosage d'Orthophosphate en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XVII : Résultats de dosage d'azote ammoniacal en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II

Tableau XVIII : Résultats de mesure des Matières en suspension en mg/l de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda.	Annexe II
Tableau XIX : Résultats des analyses bactériologiques de deux lacs du barrage Zéralda.	Annexe III
Tableau XX : Table NPP IDEX Quanti-Tray*/2000.	Annexe IV
Tableau XXI : Normes des eaux de surfaces.	Annexe V
Tableau XXII : Grille de qualité des eaux de surface.	Annexe V

Liste des figures

Figure	Page
Figure 1 : Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (Encarta 2009 ; Google Earth 2015).	5
Figure 2 : Situation géographique de barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda (Google Earth 2015)	5
Figure 3 : Réseau hydrographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (R.C.Z, 2005).	6
Figure 4 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Zéralda (2001-2010) (A représenté la période sèche et B la période froid).	8
Figure 5 : Localisation de la réserve de chasse de Zéralda sur le climagramme d'EMBERGER.	10
Figure 6 : Station 1	16
Figure 7 : Station 2	16
Figure 8 : Station 3	17
Figure 9 : Localisation des stations d'études sur les deux lacs de barrage de Zéralda	17
Figure 10 : Variation de la température de l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.	30
Figure 11: Variation du pH des eaux de lac inférieur de barrage inférieur de Zéralda.	31
Figure 12: Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	31
Figure 13 : Variation des teneurs en bicarbonate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	32
Figure 14 : Variation des teneurs en Chlorure (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	33
Figure 15: Variation des teneurs en Sulfate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	34
Figure 16: Variation des teneurs en Calcium (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	34
Figure 17 : Variation des teneurs en Magnésium (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda	35

Figure 18 : Variation des teneurs en Nitrate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	36
Figure 19 : Variation des teneurs en Nitrite (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	37
Figure 20 : Variation des teneurs en Orthophosphate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda	38
Figure 21 : Variation des teneurs en Azote ammoniacal (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	38
Figure 22 : Variation de MES (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	39
Figure 23 : Variation des Coliformes totaux recherché dans les eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	40
Figure 24 : Variations d' <i>Escherichia coli</i> dans l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.	41
Figure 25 : Variations des Entérocoques intestinaux recherché dans les eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.	41
Figure 26 : Variations des <i>Clostridium sulfito-réducteur</i> recherché dans l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.	42
Figure 27 : Variations des Staphylocoques recherché dans les eaux de lac inférieur de barrage Zéralda.	43
Figure 28 : Etapes de recherche et dénombrement des bactéries coliformes, d'E. coli et d'entérocoques intestinaux Méthode Alternative IDEXX.	Annexe IV
Figure 29 : Recherche et dénombrement des spores de bactérie anaérobies sulfito-réductrices « méthode par filtration sur membrane ».	Annexe IV
Figure 30 : Recherche et dénombrement des Staphylocoques à coagulase positive « Méthode par filtration sur membrane ».	Annexe IV
Figure 31 : Différentes bactéries identifiant dans l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda (photos originales, 2015).	Annexe IV
Figure 32 : Appareils utilisé dans les analyses (photos originales, 2015).	Annexe IV

Liste des abréviations

A.N.B.T : Agence National de Barrage et Transfert.

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

BGN : Bacilles Gram Négatifs.

CE : Conductivité électrique.

CF : Coliformes Fécaux.

CFA : Analyse avec Flux Continu.

CT : Coliformes Totaux.

D.G.F : Direction Générale des Forets.

E.coli : *Escherichia coli*.

EC : Conductivité électrique.

EU : Encyclopaedia Universalis.

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

MES : Matières en suspension.

NGL : Azote Global.

NT : Azote Total

OMS : Organisation mondiale de la Santé.

P : Prélèvement.

PCB : Polychlorobiphényles.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

R.C.Z : Réserve de chasse de Zéralda.

S : Station.

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

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Alcalino-terreux : série de six éléments chimiques du groupe 2 (ou IIa) du tableau périodique. Ce sont de puissants agents réducteurs : ils cèdent facilement des électrons.

Bilharziose : EN PATHOLOGIE maladie tropicale grave, due à la pénétration dans l'appareil circulatoire de vers parasites et transmise par contact avec de l'eau infestée.

Dracunculose : le ver de Guinée, ou filaire de Médine, provoque la Dracunculose, endémique dans certaines régions d'Afrique (Sahel notamment) et d'Asie. La Dracunculose se traduit par l'apparition de cloques et d'ampoules (correspondant à la perforation de la peau par la femelle au moment de la ponte), qui peuvent être le siège d'une surinfection bactérienne.

Furoncle : infection localisée de la peau par un staphylocoque doré.

Impétigo : est une infection de la peau d'origine bactérienne (staphylocoque aureus et streptocoque bêta hémolytique du groupe A), ayant tendance à suppurer, contagieuse, auto-inoculable (le patient se contamine lui-même, en se grattant).

Sommaire

Glossaire	
Introduction	1

Chapitre I : Partie bibliographique

I- Eau de surface.....	3
I.2-Présentation de la réserve de chasse de Zéralda.....	3
I.2.1- Historique.....	3
I.2.2- Situation géographique.....	4
I.2.3- Caractéristique du bassin inférieur de barrage.....	6
I.2.4- Topographie.....	6
I.2.5- Géologie.....	7
I.2.6- Pédologie.....	7
I.2.7- Caractéristique climatique.....	7
I.2.8- Faune et flore du lac de barrage.....	10
I.3- Paramètres physico-chimiques et bactériologiques.....	11
I.3.1- Paramètres physiques.....	11
I.3.2- Paramètres chimiques.....	12
I.3.3- Paramètres bactériologiques.....	14

Chapitre II: Matériels et méthodes

II.1- Choix et localisation des stations d'étude.....	16
II.2- Description et localisation des stations d'étude.....	16
II.3- Echantillonnage.....	17
II.4- Matériels.....	18
II.5- Méthodes.....	18
II.5.1- Prélèvement de l'eau à analyser.....	18
II.5.2- Transport des échantillons.....	19
II.5.3- Paramètres physico-chimiques.....	19
II.5.3.1- Paramètres physique.....	19
II.5.3.2- Paramètres chimiques.....	20
II.5.4- Paramètres bactériologiques.....	26

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1- Paramètres physico-chimiques.....	30
III.1.1- Paramètres physique.....	30
III.1.1.1-Température.....	30
III.1.1.2- Potentiel d'hydrogène (pH).....	31
III.1.1.3- Conductivité électrique.....	31
III.1.2- Paramètres chimiques.....	32
III.1.2.1- Bicarbonates.....	32
III.1.2.2- Chlorures.....	33

III.1.2.3- Sulfates.....	33
III.1.2.4- Calcium.....	34
III.1.2.5- Magnésium.....	35
III.1.2.6- Nitrates.....	36
III.1.2.7- Nitrites.....	37
III.1.2.8- Orthophosphate.....	37
III.1.2.9- Azote ammoniacal.....	38
III.1.2.10- Matières en suspension (MES).....	39
III.2- Paramètres microbiologiques.....	39
III.2.1- Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (CT).....	40
III.2.2- Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> (E. coli).....	40
III.2.3- Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux.....	41
III.2.4- Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	42
III.2.5- Recherche et dénombrement des staphylocoques.....	43
Conclusion.....	44
Perspectives.....	45
Références bibliographiques	
Annexe	

Les eaux de surface regroupent toutes les eaux s'écoulant à la surface du sol, des versants jusqu'aux cours d'eau, en passant par les mares, les étangs et les lacs (**Laurent et Dupont, 2001**).

L'Algérie est un pays aux ressources en eau très limitées ; une situation qui est aggravée par la faiblesse des précipitations, l'insuffisante mobilisation de cette ressource et la forte concurrence entre les différentes consommations (domestique, industrielle et agricole) (**E. U., 2014**). Pour faire face à cette pénurie, la construction de barrages semble être la solution la plus adaptée pour répondre aux différents besoins (**Dorioz et al., 2006**).

Ces eaux sont susceptibles de contenir des substances diverses, de nature physicochimique (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et de nature biologique (bactéries, virus, parasites, ...). Certains de ces éléments peuvent non seulement dégrader la qualité organoleptique de ces eaux mais aussi créer des problèmes de santé publique (**Beaudry, 1984**). Il est donc indispensable de caractériser précisément la composition de ces eaux pour cerner les paramètres à corriger et prévoir le traitement adéquat.

Les contaminants qui atteignent le milieu aquatique constituent toujours un problème environnemental majeur. En effet, la concentration de la plupart de ces contaminants s'élève parfois jusqu'à des niveaux qui sont toxiques pour la vie aquatique – poissons, invertébrés et plantes aquatiques – tant dans la colonne d'eau que dans les sédiments. De plus, plusieurs de ces contaminants sont persistants et bioaccumulables, ce qui signifie qu'ils peuvent entraîner des effets nuisibles à tous les maillons de la chaîne alimentaire, incluant la faune terrestre et aviaire ainsi que l'humain, du fait que les contaminants sont transmis d'un maillon à l'autre par la consommation d'organismes aquatiques contaminés. D'autres contaminants, comme les substances nutritives, lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées, interfèrent dans l'équilibre naturel des écosystèmes. Finalement, certains contaminants peuvent altérer le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau ou de la chair des organismes ou augmenter les coûts associés à la production d'eau potable (**Guay et Roussel, 2013**).

Nous avons choisi l'étudier les eaux superficielles de point de vue diversité microbienne et de pollution. Le site ciblé au cours de notre étude est les eaux de lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail consiste à faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques pour déterminer la qualité de l'eau de lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda.

Ce travail est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique qui définit la zone d'étude et les paramètres physico-chimiques et bactériologiques réalisés.

Le deuxième chapitre traite les démarches et les méthodes utilisées;

Le troisième chapitre traite les résultats obtenus ; suivis d'une conclusion générale.

I- Eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux océaniques (océans et mers) et en eaux continentales (lacs, étangs, marais, cours d'eau, milieux aquatiques créés par l'homme : canaux, barrages, retenues collinaires et réservoirs) (**Chevallier, 2007**).

D'après **Degrémont (2005)**, la composition chimique des eaux de surface continentales dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours.

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement. Elles sont généralement polluées bactériologiquement. De plus, elles peuvent présenter d'autres pollutions :

- D'origine urbaine: rejets urbains provenant du métabolisme de l'homme, du confort domestique après leur traitement en station d'épuration ;
- D'origine industrielle: polluants et micropolluants organiques (hydrocarbures, solvants, produits de synthèse, phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniac, produits toxiques) ;
- D'origine agricole: engrais et produits pesticides ou herbicides entraînés par les eaux de pluie et le ruissellement, rejets organiques dus à la présence d'élevages importants.

I.2- Présentation de la réserve de chasse de Zéralda

I.2.1- Historique

La forêt domaniale de oued El-Haggar, dénommée jadis forêt de Saint-Ferdinand fait partie de domaine forestier en vertu des dispositions de la loi du 16 juin 1851, corroborée par l'arrêté ministériel de soumission au régime forestier du 20 avril 1852. Sa superficie est de 460ha 82are, composée essentiellement de Pin d'Alep, de caroubier, d'olivier et d'arbousier (**R.C.Z, 1998**).

Elle fut classée comme parc national par l'arrêté gouvernemental du 08 novembre 1928. La forêt domaniale a connu des extensions successives des parcelles de son territoire de 1922 jusqu'au 1959 au profit de la commune de Zéralda. Son superficiel actuel est de 407,51 ha (**R.C.Z, 1998**).

En 1969, elle a été choisie pour la création d'un territoire de chasse présidentiel, car elle présente des bonnes conditions naturelles et elle est située aux alentours immédiats de la capitale (**R.C.Z, 1998**).

Parallèlement à ces actions, dès le printemps de 1971 et 1972, d'autres travaux ont été réalisés comme par exemple le pavillon de chasse suivi par des aménagements au profil de l'introduction de plusieurs espèces à savoir (**R.C.Z, 1998**):

- Faisan commun (*Phasianus colchicus*) : 500 espèces ;
- Cerf de berbérie (*Cervus elaphus barbarus*) : 04 espèces ;
- Cerfs d'Europe (*Cervus elaphus*) : 06 espèces ;
- Daim (*Dama dama*) : 10 espèces ;
- Chevreuil (*Capreolus capreolus*) : 10 espèces ;
- Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) : 500 espèces.

En 1980, les instances supérieures ont ordonné la réalisation de quatre 04 résidences officielles au sein de la forêt domaniale qui est devenue zone de souveraineté. Dès lors, la situation cynégétique commença à se rétrograder (blocage de l'activité technique, circulation, chasse abusive...ets.) à tel point que plusieurs gibiers introduits ont disparu : le chevreuil, le daim, la perdrix rouge et le faisan commun (**R.C.Z, 1999**).

La réserve de chasse fût créée officiellement par le décret n° 84-45 du 18/02/1984, modifié et complété par le décret n° 07-09 du 11/01/2007 (**J.O.R.A, 2007**).

La réserve avant la date de sa création, était rattachée à l'inspection générale des forêts et dont la mission principale est la protection et le développement de la faune et de la flore. Malheureusement avec la multitude d'infrastructures officielles de la présidence et militaire, une nouvelle orientation a été donnée à sa vocation principale et ce au profil des résidences et un site touristique situé à Sidi Fredj d'une superficie de 44 ha (**R.C.Z, 2000**). Après la modification de son décret, la réserve de chasse de Zéralda s'étale dans ses nouvelles limites sur une superficie globale de 1078 ha (**R.C.Z, 2005**).

I.2.2- Situation géographique

La réserve de chasse de Zéralda (réserve de chasse et de résidences officielles de la présidence), s'étend sur une superficie de 1034 ha. Elle est située à 30 km à l'ouest d'Alger, à 50 km à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tipaza et à 2 km de la mer (**R.C.Z, 2000**). Elle est comprise entre les coordonnées Lambert suivent :- 36°42'15.92'' Nord ; - 2°52'50.01'' Est.

Elle est limitée au Nord par Staouéli, au Nord-Ouest par Zéralda, au Nord-Est par Souidania et au Sud-Est par Rahmania.

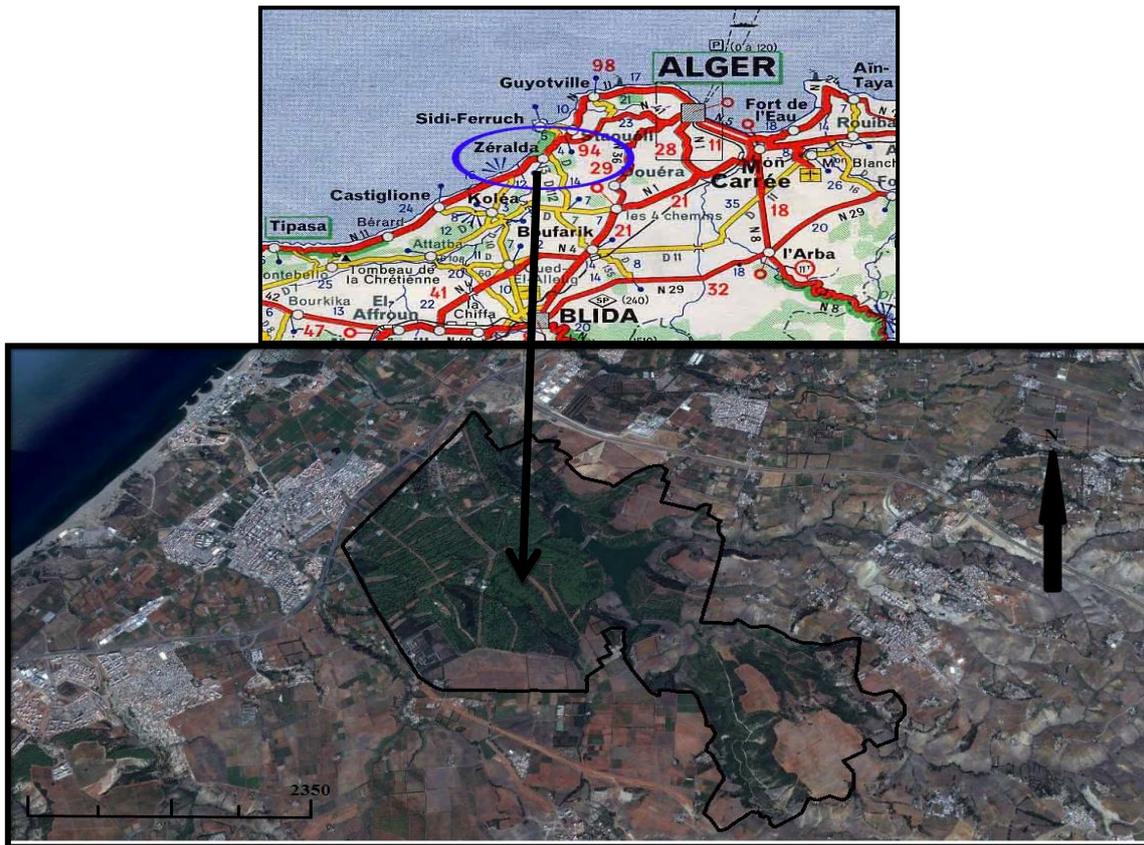


Figure 1 : Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (Encarta 2009 ; Google Earth 2015).

Le barrage de la réserve de chasse de Zéralda (**Fig2**) qui se trouve à une altitude de 30m est situé au sud de la ville qui porte le même nom, sur la route de Mahelma, il est formé de 2 bassins : un supérieur naturel, délimité au nord par une digue et doté d'un déversoir de crue qui alimente le deuxième bassin inférieur (**Hocini. N et al., 1999**).



Figure 2 : Situation géographique de barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda (Google Earth 2015).

Le barrage de Zéralda couvre une superficie de 25 ha, il est alimenté par cinq principaux oueds dont la longueur de la surface est représentée sur Tableau I (annexe I) et Figure 3.

D'après les données fournies par le service technique de la réserve, on recense :

- Neuf (09) sources non aménagées au niveau de la zone d'extension ayant un débit faibles à moyen dont certaine se tarissent en été ;
- Deux (02) sources appartenant à la forêt des planteurs dont une est aménagée a un débit fort ;
- Quatre (04) puits et un barrage d'une capacité de 1.600.000 m³ occupent une superficie de 27,31 ha.

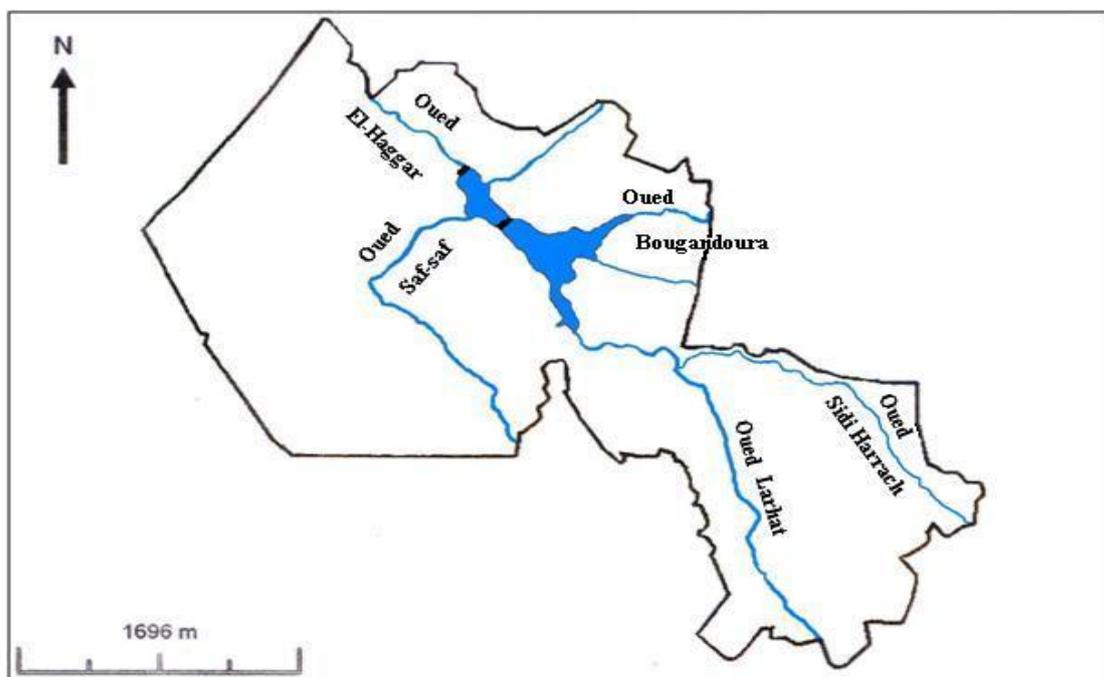


Figure 3 : Réseau hydrographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (R.C.Z, 2005).

I.2.3- Caractéristiques du bassin inférieur du barrage

Dans notre travail nous s'intéressons uniquement à l'étude du bassin inférieur. Les paramètres essentiels de ce dernier sont résumés dans le tableau II (annexe I).

I.2.4- Topographie

Le territoire de la réserve est formé d'un relief relativement accidenté (mamelonné), plaine, collines et de vallons, la plaine constitue la caractéristique topographique de la forêt d'Oued El-Haggar (R.C.Z, 2000).

L'altitude culminant est de 190 m et la plus basse est de 10 m au-dessus du niveau de la mer, généralement, il est constituée de plusieurs versants, à exposition multiple (Sud, Nord, Est, Nord-est, etc.) entre lesquelles se dessinent des vallons collectant les eaux de réception dévalant des pentes environnantes ; ces dernières vont de zéro jusqu'à 25% (R.C.Z, 2000).

I.2.5- Géologie

La zone d'étude se développe sur une roche mère hétérogène qui a donné naissance à des grès, sables, poudings du quaternaire, dépôts caillouteux du pliocène, argiles et marnes du miocènes (Cornet et al., 1939).

I.2.6- Pédologie

Les principaux types de sols rencontrés sont les sols bruns forestiers sous les peuplements de Pin d'Alep et des sols rouges méditerranéens sur des grès et les sables qui sont des sols du groupement du chêne liège, ce sont en générale des sols profonds caractérisés par trois (03) horizons (A.B.C) (R.C.Z, 1999).

I.2.7- Caractéristique climatique

Le climat de Zéralda reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen caractérisé par deux grandes saisons (A.N.B.T, 2002).

- une saison hivernale peu rigoureuse et jusqu'au début du printemps;
- une saison estivale, chaude et sèche qui s'étend de la fin du printemps jusqu'à la fin de l'été (A.N.B.T, 2002).

I.2.7.1- Précipitations

Les précipitations constituent un des facteurs climatiques qui conditionnent la répartition des espèces végétales croissance de ces dernières (D.G.F, 2002).

Les données climatiques sont celle de la station météorologique la plus proche de notre zone d'étude (Staouali). (Tab III)(O.N.M. (2001-2010)).

Selon le tableau précédent, la pluviosité moyennée annuelle de période (2001-2010) est de 686,6 mm.

I.2.7.2- Température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (DAJOZ, 2000).

D'après le Tableau IV (annexe I), Durant la période (2001-2010), la moyenne annuelle des températures est de 17,4°C. Les plus fortes températures sont enregistrées durant la période estivale avec un pic de 25,2°C durant le mois d'Août, alors que les plus fraîches sont enregistrées durant la période hivernale, le mois de Février étant plus frais avec 11,2°C.

I.2.7.3- Synthèse des données climatiques

Les précipitations et les températures sont utilisées pour la réalisation du diagramme Ombrothermique de BAGOULS et GAUSSEN (1957) et du climagramme d'EMBERGER (1971).

I.2.7.3.1- Diagramme Ombrothermique de BAGOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique permet de déterminer les périodes sèches et des périodes humides d'une région d'étude, en faisant la relation entre les précipitations **P** et les températures moyennes annuelle **T** (BAGOULS et GAUSSEN, 1957).

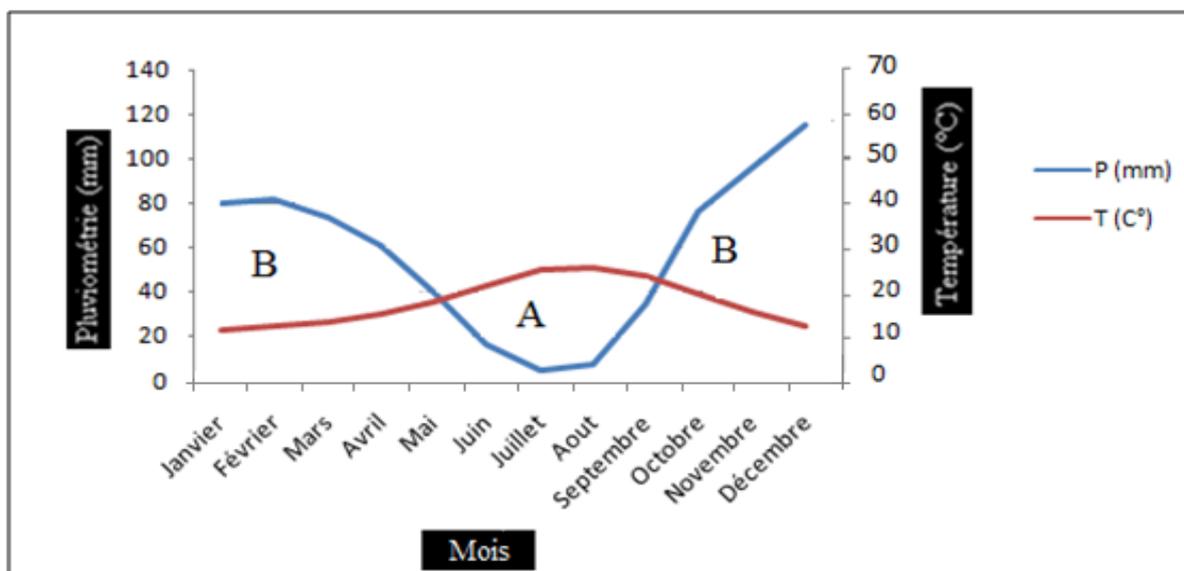


Figure 4: Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Zéralda (2001-2010)
(A représenté la période sèche et B la période humide).

Le climat est considéré sec si les précipitations exprimées en millimètres sont inférieures au double des températures exprimées en degrés Celsius ($P < 2T$).

Pour tracer la courbe, les mois doivent être portés en abscisse, l'échelle des précipitations en ordonnées à droite et à gauche, les températures à un double de celle des précipitations.

A partir du diagramme Ombrothermique de la région de Zéralda on peut distinguer deux (02) périodes différentes (**Fig 4**):

- une période sèche qui s'étale sur quatre (04) mois, de mi-mai jusqu'à la mi-septembre, marquée par un taux de pluviosité faible durant les mois de juin et juillet ;
- une période froide et humide durant le reste de l'année (mi-septembre jusqu'à mi-mai).

I.2.7.3.2- Quotient pluviométrique et Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

Le climagramme d'Emberger permet le classement des différents types de climat (**DAJOZ, 1971**). Il permet de définir un quotient pluviothermique permettant de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen (**MUTIN, 1977**). Il est donné par **STEWART (1969)**.

$$Q2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

- **Q** : le quotient pluviothermique d'EMBERGER.
- **P** : la somme des précipitations annuelles exprimées en mm.
- **M** : la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en Kelvin.
- **m** : la moyenne des températures minima du mois le plus froid en Kelvin.
- **(M - m)** : Amplitude thermique en C°.

Cet indice est simplifié par **STEWART (1969)** pour l'Algérie et le Maroc dont :

$$Q3 = 3.43 P / (M - m)$$

M et m en degrés Celsius.

Donc : **Q3=93.08**

En rapportant la valeur du quotient pluviométrique Q3 calculé et qui est de 93,08 ainsi que la température minimale du mois le plus froid qui est de 5,9C° sur le climagramme d'EMBERGER, on déduit que notre zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud (**Fig5**).

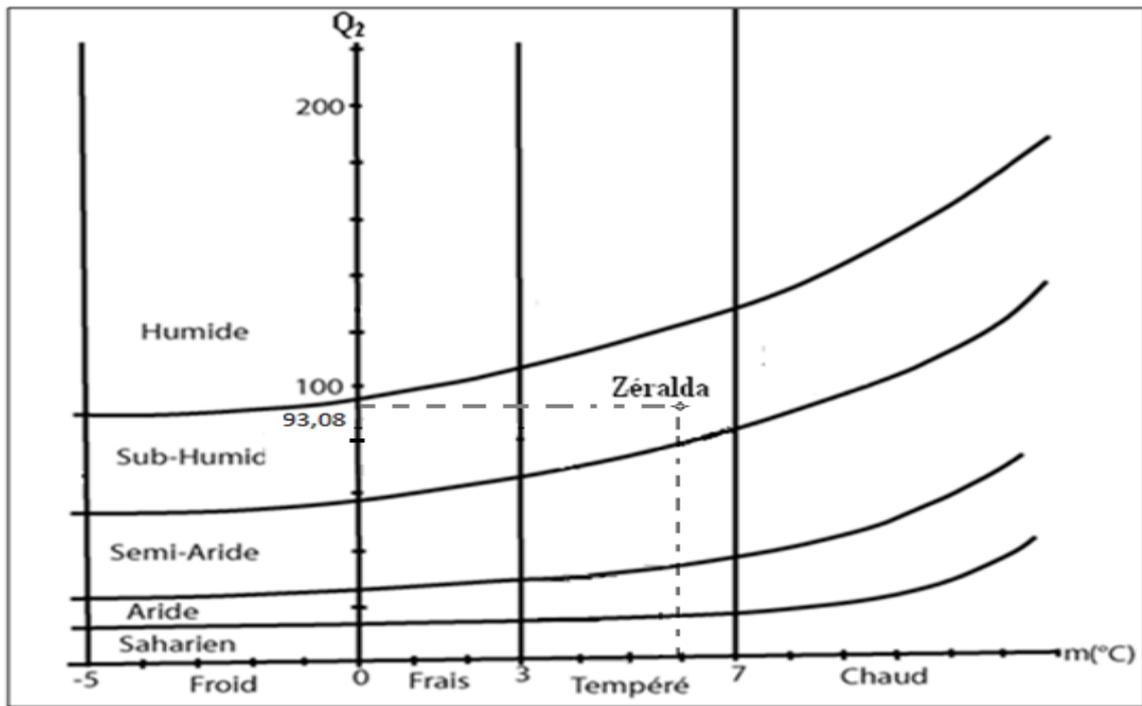


Figure 5: Localisation de la réserve de chasse de Zéralda sur le climagramme d'EMBERGER.

I.2.8- Faune et flore du lac de barrage

I.2.8.1- Flore

Selon la **D.G.F(2002)**, plusieurs associations végétales ont été déterminées dans la zone du barrage de la réserve de chasse de Zéralda.

Cette végétation sert de refuge aux oiseaux d'eau, participe à la fixation du sol, au moment des crues en hiver et se compose des espèces suivantes :

- *Eucalyptus sp.* (Gommier bleu) ;
- *Tamarix gallica* (Tamarix de France);
- *Typha latifolia* (massettes) ;
- *Scirpus sp.* (Scirpe) ;
- *Cyperus papyrus* (Papyrus) ;
- *Phragmites communis* (Roseaux commun).

I.2.8.2-Faune aquatique (D.G.F, 2002)

Le lac de barrage est caractérisé par une faune ichtyologique importante tels que :

- *Cyprinus carpio* (la carpe commune) ;
- *Cyprinus carpio* (la carpe royale);
- *Mugil cephalus* (le mullet).

C'est aussi un milieu d'accueil de plusieurs espèces d'oiseaux tels que :

- *Anas platyrhynchos* (le colvert) ;
- *Anas clypeata*(le souchet);
- *Anas strepera* (le chipeau) ;
- *Anas penelope* (le siffleur) ;
- *Anas acuta* (le pilet) ;
- *Gallinula chloropus* (la poule d'eau) ;
- *Anas crecca*(la sarcelle d'hiver) ;
- *Ardea cinerea* (le héron cendré) ;
- *Phalacrocorax carbo* (le cormorant).

I.3- Paramètres physico-chimiques et bactériologiques

Les méthodes qui permettent l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques sont schématiquement réparties en trois catégories distinctes : les méthodes d'analyse physico-chimique de l'eau, celles de diagnostic du milieu physique et les méthodes biologique (Merot, 2006).

La mise en œuvre de l'approche physico-chimique constitue la démarche la plus ancienne et la plus utilisée pour apprécier la qualité des eaux il s'agit de comparer les valeurs obtenues avec des valeurs seuils ou des valeurs de références (Merot, 2006).

L'eau doit présenter également une potabilité du point de vue bactériologique, en effet celle-ci étant destinée à la consommation humaine, une eau potable doit satisfaire les conditions bactériologiques suivantes : Ne pas contenir dans le cas d'une eau traitée des coliformes totaux et fécaux ni de clostridium sulfite-réducteur, qui constituent des indicateurs de pollution par les matières fécales (LEYRAL. G et al., 2002).

I.3.1- Paramètres physiques

I.3.1.1- Température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont , entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique (DEVILLERS et al., 2005).

La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique.

En fait, la majorité des paramètres physico-chimiques et biochimiques sont dépendants de la température (Nemoraw, 1985).

L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît (DEVILLERS *et al.*, 2005).

I.3.1.2- Potentiel d'hydrogène

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺) (DEVILLERS *et al.*, 2005).

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique (OMS, 1998).

I.3.1.3- Conductivité électrique

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique (DEVILLERS *et al.*, 2005).

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Les mesures de conductivité et de solides dissous totaux sont importantes pour leur effet sur la corrosion de l'eau. En général, plus ces facteurs sont élevés, plus l'eau est corrosive (Montgomery, 1985).

I.3.2- Paramètres chimiques

I.3.2.1- Bicarbonate (HCO₃⁻)

Les bicarbonates proviennent des phénomènes de la respiration et du lessivage des roches au contact de l'eau, ces carbonates se transforment en bicarbonates (Rodier, 1996).

I.3.2.2- Chlorure (Cl⁻)

Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂). La présence de l'ion chlorure (Cl⁻) dans l'eau peut avoir diverses origines, telles que le passage à travers des terrains salés, l'exploitation des puits de pétrole (Pettyjohn, 1971).

I.3.2.3- Sulfate (SO_4^{2-})

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**).

I.3.2.4- Calcium (Ca^+)

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... (**BERNE et JEAN, 1991**).

I.3.2.5- Magnésium (Mg_2^+)

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 (**BERNE et JEAN, 1991**).

I.3.2.6- Nitrate (NO_3^-)

Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique ($N_{\text{inorganique}}$) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique ($N_{\text{organique}}$) (**Rodier et al., 2009**).

I.3.2.7- Nitrite (NO_2^-)

Les nitrites NO_2^- proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (**BOUALEM, 2009**). Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable (**Rodier et al., 2009**).

I.3.2.8- Orthophosphate (PO_4^{3+})

Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faibles quantité, il est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatique. Les phosphates font partie des anions facilement fiés par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (**Sarkar et al., 2007**).

I.3.2.9- L'azote ammoniacal (NH_4^+)

L'ammonium se traduit habituellement par un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'origine de l'azote ammoniacal dans les eaux superficielles peut être de la matière végétale des cours d'eau, de la matière organique animale ou humaine, des rejets industriels (engrais, etc...) (**Cornaz, 2004**).

I.3.2.10- Matière en suspension (MES)

C'est la matière minérale ou organique qui reste en suspension du fait de la turbulence de l'eau ou de sa densité trop voisine de celle de l'eau (**Valiron et Tabuchi, 1992**).

Ces matières en suspension posent des problèmes particuliers qui sont d'une grande importance (**Kneese, 1967**), car des teneuses élevées dans les eaux limitent la pénétration de la lumière, diminuent l'oxygène dissous et nuisent au développent de la vie aquatique créant ainsi des déséquilibres entre les diverses espèces (**Potellon et al., 1998**).

I.3.3- Paramètres bactériologiques

I.3.3.1- Coliformes totaux (CT)

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles Gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C (**LEYRAL. G et al., 2002**).

I.3.3.2- Coliformes fécaux(CF)

Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C (**Rodier et al., 2009**).

On cite là l'exemple de *Escherichia coli* qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (LEYRAL. G et al., 2002).

I.3.3.3-Entérocoques intestinaux

Les entérocoques intestinaux sont des hôtes de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Ce sont des bactéries en forme de cocci ou ovoïdes, à gram positif (ISO 7899,2000), anaérobies facultatifs, ils fermentent le glucose. Ce sont des espèces commensales du tube digestif de l'homme et des animaux. Ils sont recherchés dans les eaux et les aliments comme germe de test de contamination fécale (Delarras, 2000).

I.3.3.4- *Clostridium sulfito-réducteur*

En dehors des streptocoques fécaux et *E. coli* qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les clostridiiums sulfito-réducteurs représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, ils sont résistants aux conditions défavorables grâce à la sporulation, ils sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, Gram positif réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile (GREGORIO et PIERRE-MARIE, 2007).

I.3.3.5- Staphylocoques

Les staphylocoques sont des cocci Gram positif qui donnent de grosses colonies sur gélose ordinaire ; à la coloration de Gram, ils apparaissent disposés en grappe de raisin (Schaechter et al., 1999). Les staphylocoques sont des germes ubiquistes qui peuvent vivre :

- En bactérie saprophytes dans la nature (sols, air, eaux, aliments...) ;
- En bactérie commensales sur la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux (mammifère) ;
- En bactérie pathogène, agents d'infections humaines ou animales qui peuvent être redoutables (Delarras, 2014).

Selon Delarras (2014), Parmi les espèces des staphylocoques, le staphylocoque doré (*staphylococcus aureus*) est celui qui est responsable du plus grand nombre d'infections. Il peut être responsable d'infection cutanées (impétigo, furoncles...), d'infection diverses et d'infection septicémiques redoutables...

II.1- Choix et localisation des stations d'étude

Afin d'avoir des résultats représentatifs et de pouvoir cerner toute la superficie du lac de barrage, 03 stations ont été choisies selon :

- ❖ la morphométrie de la cuvette du lac ;
- ❖ la profondeur ;
- ❖ la couverture végétale ;
- ❖ l'aération.

II.2- Description et localisation des stations d'étude (Fig. 9)

Station 1 : localisée sur le côté Est du partie inférieur du barrage, elle est caractérisée par une végétation abondante et très variée.



Figure 6 : Station 1

Station 2 : localisée au centre de lac inférieur de barrage.



Figure 7 : Sation 2

Station 3 : localisée à proximité d'un aérateur. Elle est située en aval de la partie inférieure de barrage.



Figure 8 : Station 3



Figure 9 : Localisation des stations d'étude sur le lac inférieur de barrage de Zéralda.

II.3- Echantillonnage

Six prélèvements ont été faits durant l'année 2015, pour l'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac inférieur de barrage de Zéralda (**Tab V**).

Tableau V : dates de prélèvement et quelques conditions climatiques.

Station \ date		19/04/15	03/05/15	17/05/15	31/05/15	14/06/15	28/06/15
Station 1	Temps	9 :12	10 :45	10 :02	10 :05	9 :20	9 :30
	Vent	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé
Station 2	Temps	9 :15	10 :50	10 :10	10 :13	9 :30	9 :38
	Vent	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé
Station 3	Temps	9 :30	10 :58	10 :15	10 :20	9 :45	9 :44
	Vent	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé

II.4- Matériels

Nous avons suivi la qualité de l'eau à travers des analyses qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de SEAAL « Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger ». Et cela pour une durée estimée de 3 mois.

Le matériel (appareillages, verreries, solutions, réactifs, indicateurs colorés) utilisé lors de nos analyses physicochimiques et bactériologiques est regroupé dans l'annexe III.

II.5- Méthodes

II.5.1- Prélèvement de l'eau à analyser

Nous avons procédé à des prélèvements bimensuels aux niveaux des trois stations choisies en surface.

Pour les paramètres physico-chimiques, les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastiques d'une capacité d'un litre. La bouteille est remplie d'eau, après un rinçage répété avec l'eau du point de prélèvement. Chaque échantillon est soigneusement identifié grâce à une étiquette. Cette dernière doit toujours porter le numéro de la station, la date et le type d'analyse auquel le prélèvement est destiné.

Notre échantillon a porté sur deux modes d'analyse, l'une sur le terrain au moment de la prise des échantillons (température) et l'autre au niveau du laboratoire de SEAAL « Société des eaux et de l'assainissement d'Alger ».

Pour les paramètres microbiologiques, nous avons utilisé des flacons en verre stériles d'une capacité de 250 ml. Ces derniers ont été stérilisés à 120°C durant 20 mn dans un autoclave.

- nous avons introduit le flacon verticalement et renversé ;
- nous avons retourné l'ouverture jusqu'à ce qu'elle soit légèrement plus haute que le fond;
- nous avons rempli presque entièrement le flacon puis nous fermons avec le bouchon ;
- une fois le prélèvement terminé, nous inscrivons sur l'étiquette les indications nécessaires à l'identification du prélèvement.

II.5.2- Transport des échantillons

Les échantillons ont été conservés dans une glacière de terrain à 6 °C avant leur acheminement au laboratoire.

II.5.3- Paramètres physico-chimiques

II.5.3.1- Paramètres physique

II.5.3.1.1- Détermination de la Température

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre de terrain et les valeurs obtenues sont estimées en degré Celsius °C.

II.5.3.1.2- Détermination du Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH a été mesuré au laboratoire à l'aide d'un automate Metrohm muni d'une électrode de mesure de pH combinée à un capteur de température.

- **Expression des résultats**

Un rapport détaillé est affiché sur l'écran.

II.5.3.1.3- Détermination de la Conductivité électrique

- **Principe**

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié, de la conductivité électrique de solutions aqueuses. La conductivité électrique découle de la mesure du courant conduit par les ions présents 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 d'opération**

Conductivimètre : mettler tolédo Seven Easy équipé d'une électrode de mesure, d'une sonde de température et d'un convertisseur fourni par le fabricant.

II.5.3.2- Paramètres chimiques

II.5.3.2.1- Détermination des Bicarbonates

- **Principe**

Détermination des concentrations en ions bicarbonates (HCO_3^-), par mesure de l'acide chlorhydrique nécessaire pour amener à pH 8.3 et 4.5 l'échantillon à analyser.

- **Mode opératoire**

- Prendre 100 ml de l'échantillon et mesurer le pH.
- Le pH est inférieur à 8.3 verser lentement de l'acide chlorhydrique 0.01N pour obtenir 4.5 Noter volume V_1 (ml) d'acide lu au dosimat.

- **Expression des résultats**

La concentration en carbone et bicarbonate, exprimés en mg/l sont données respectivement par les expressions :

$$[\text{HCO}_3^-] \text{mg/l} = \frac{(V_1 \times N \times 100 \times M_1)}{V}$$

Avec :

- M_1 : masse molaire des bicarbonates = 64g
- V : volume en millilitres, de la prise d'essai (100)ml.
- V_1 : volume total d'acide chlorhydrique en millilitre lu au dosimat.
- N : normalité de la solution acide.

Donc :

$$[\text{HCO}_3^-] = V_1 \times 61$$

II.5.3.2.2- Détermination des Chlorures

- **Mode opératoire**

- ✓ Prélever 10 ml de l'eau à analyser dans une fiole de 100ml
- ✓ Remplir jusqu'à trait de jauge au l'eau distillée et ajouter 1 ml de l'indicateur chromate de potassium
- ✓ Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre.

- **Expression des résultats**

La concentration en chlorure C_{Cl^-} , exprimée en milligramme par litre, est donnée par la formule suivante :

$$C_{Cl^-} = \frac{(V_s - V_b)C \times F \times F_c}{V_a}$$

- ✓ V_s : est le Volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage de l'échantillon.
- ✓ V_b : est le volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage du blanc.
- ✓ V_a : est le volume en millilitres, de l'échantillon pour essai (prendre en compte des dilutions s'il y en a).
- ✓ C : est la concentration réelle exprimée en mole par litre, de la solution de nitrate d'argent, éventuellement corrigée du coefficient correcteur.
- ✓ f : 35453 (masse molaire du Cl x 1000, exprimé en mg/mol).
- ✓ F_c : facteur de correction de la solution d'AgNO.

II.5.3.2.3- Détermination des Sulfates

- **Principe**

L'ion sulfate réagit dans une solution acide avec du chlorure de baryum pour former du sulfate de baryum. L'excès de chlorure de baryum réagit avec le bleu de méthylthymol dans une solution alcaline pour former un complexe chélaté de baryum – bleu de méthylthymol.

- **Mode d'opération**

- Verrerie courante du laboratoire (Fioles jaugées de 100ml et 1000ml de classe AS, Pipettes graduées de capacité 2ml et 10ml de classe AS, Bêchers de 1000ml).
- Echantillonneur : pour une introduction reproductible de l'échantillon.

- Pompe péristaltique, munie de tubes adaptés à la pompe, inertes vis-à-vis des réactifs utilisés.
- Détecteur photométrique à flux
- Système d'affichage de données
- **Expression des résultats**

Le logiciel indique des résultats en mg/l en sulfates.

II.5.3.2.4- Détermination du Calcium

- **Principe**

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH compris entre 12 et 13, le Murexide ,qui forme un complexe rose avec la calcium est utilisé comme un indicateur , lors du titrage, l'indicateur réagit d'abords avec les ions calciums libres, ensuite avec les ions calcium combinés à l'indicateur qui vire de la couleur rose vers le violet .

- **Mode opératoire**

Prélever 10 ml de l'eau à analyser dans une fiole de 50ml et on remplit jusqu'à trait de jauge au l'eau distillée et ajouter 2 ml de la solution hydroxyde de sodium et une pincée de l'indicateur (Murexide), bien mélanger : la prise d'essai doit se colorer alors en rose. Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage Violet.

- **Expression des résultats**

La concentration totale en ions calcium Ca^{+2} exprimée au mg/l le plus proche, est donnée par la formule :

$$[Ca^{+2}] = [(C_1 \times V_1 \times A) / V_0] \times Fc \times 1000 \times F... (mg)/L$$

Avec :

- ✓ $[Ca^{+2}]$: La teneur en calcium exprimé en mg/l ;
- ✓ C_1 : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/L) ;
- ✓ V_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml) ;
- ✓ V_1 : est le volume, en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage ;
- ✓ A : est la masse molaire du calcium (40.08 g/mol) ;

- ✓ Fc : facteur de correction du titre ;
- ✓ F: facteur de dilution.

II.5.3.2.5- Détermination du Magnésium

- **Principe**

Titration par complexométrie du calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH10, lors du titrage, 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 10 ml de l'eau à analyser dans une fiole de 50ml et on remplit jusqu'à trait de jauge au l'eau distillée, ajouter 4 ml de solution tampon à pH 10 et une pincée de l'indicateur bien mélanger : la prise d'essai doit se colorer en rouge brun. Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage bleu.

- **Expression des résultats**

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

$$[Mg^{+2}] = [(C_1 \times (V_2 - V_1) \times A) / V_0] \times Fc \times 1000 \times F \quad (\text{mg/L})$$

Avec :

- ✓ TH : dureté exprimé en °F ;
- ✓ Mg^{+2} : La teneur en magnésium exprimé en mg/l ;
- ✓ V_2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du TH ;
- ✓ V_1 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium selon le mode opératoire « Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA » ;
- ✓ Fc : facteur de correction de l'EDTA ;
- ✓ F : facteur de dilution ;
- ✓ A' : est la masse molaire du magnésium (24.31 g/mol) ;

- ✓ V_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml) ;
- ✓ C_1 : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/L).

II.5.3.2.6- Détermination des Nitrites et Nitrates

- **Principe**

Avec l'analyse avec flux continu (CFA), l'échantillon est continuellement mélangé à une solution tampon à écoulement continu, le nitrate contenu dans l'échantillon est réduit en nitrite par du cadmium métallique, ensuite, une solution de réactif d'acide phosphorique à écoulement également continu est introduite.

- **Expression des résultats :**

- Les résultats pour les nitrites sont exprimés directement par lecture de la valeur sur le logiciel .ils sont exprimés par deux chiffres significatifs au plus.
- Les résultats pour les nitrates sont exprimés par la différence de nitrite/nitrate – nitrites. Ils sont exprimés à deux chiffres significatifs au plus pour le domaine de 2-10mg/l en nitrates, et au mg/l près pour les concentrations >10mg/l.

II.5.3.2.7- Détermination d'Orthophosphate

- **Principe**

L'échantillon est mélangé avec une solution d'agent de surface, puis avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine. Le complexe phospho-antimoine –molybdate obtenu est réduit par l'acide ascorbique en bleu de molybdène.

- **Expression des résultats**

Le logiciel indique des résultats en mg/l.

II.5.3.2.8- Détermination d'azote ammoniacal

- **Principe**

La détermination de l'azote ammoniacale est basée sur la formation d'un complexe coloré (vert) entre l'ion ammonium (NH_4^+), le salicylate de sodium ($\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$) et du chlore en milieu alcalin.

- **Mode opération**

- ✓ Prélever 10 ml de l'eau à analyser dans une fiole de 50ml

- ✓ Remplir jusqu'à trait de jauge au l'eau distillée puis enlever 10 ml de chacun (pour ne laisser que 40ml comme prise d'essai).
- ✓ Sur 40 ml d'eau à analyser bien homogénéisé on rajoute dans l'ordre :
 - 4ml de réactif coloré ;
 - 4ml de réactif de dichloro-isocyanurate de sodium.
 - Laisser agir pendant 60 min.

L'apparition d'une couleur verdâtre indique la présence d'ammoniaque, la lecture sera effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 655 nm, la concentration est donnée directement en mg/L d'ammonium.

II.5.3.2.9- Détermination des matières en suspension (MES) par filtration

- **Principe**

Filtration sous vide de l'échantillon sur un filtre en fibres de verre, séchage à 105°C et pesée.

- **Mode d'opérateur**

- Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante.
- Peser le filtre à 0,100mg. Evier soigneusement de contaminer le filtre par des poussières, par exemple en utilisant un dessiccateur non nettoyé.
- Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans l'entonnoir du dispositif de filtration et insérer l'entonnoir sur la fiole à vide.
- Agiter vigoureusement le flacon contenant l'échantillon et transférer immédiatement et d'un seul trait 200ml sans une fiole jaugée.
- Le résultat doit, pour être correct, être obtenu à partir d'un résidu sec (après filtration) d'au moins 2 mg.
- Verser les 200 ml d'échantillon dans l'entonnoir, puis rincer la fiole jaugée avec un peu d'eau distillée, et verser également dans l'entonnoir.
- Démarrer la filtration en enclenchant la pompe d'aspiration. Une fois l'échantillon filtré, rincer les parois internes de l'entonnoir avec un peu d'eau distillée et filtrer cette eau.
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec.
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. Si nécessaire, le filtre peut être plié. Placer le filtre dans le creuset et le sécher dans l'étuve à (105±2] C pendant au moins 2h.

- Retirer le tout de l'étuve, passé au dessiccateur environ 30 min puis peser (masse M1).

- **Expression des résultats**

Calculer la teneur en matière en suspension d'après l'expression :

$$p = (M_1 - M_0) \times 1000/V$$

- p : teneur en matière en suspension, en milligrammes par litre ;
- V : volume, en millilitres, de la prise d'essai ;
- M₀: masse, en milligrammes, de capsule vide ;
- M₁: masse, en milligrammes, du creuset et de son contenu après séchage à 105°C et dessiccation.

Les résultats sont reportés sur le cahier de poste puis sur trame informatique de saisie.

II.5.4- Paramètres bactériologiques

II.5.4.1- Recherche et détermination des bactéries coliformes, d'*Escherichia coli* et d'entérocoques intestinaux

- **Principe**

Coliformes et d'*Escherichia coli* : ce test est basé sur la quantité de coliformes et la présence de substrats chromogénique et permet la détection de la quantité de coliformes et la présence de la bactérie *E. coli*.

Les coliformes utilisent leur enzyme la bêta galactosidase pour métaboliser l'ONPG « ortho-nitrophényl β-D galactopyranoside » qui vire alors de l'incolore au jaune.

La bactérie *E.coli* utilise la bété glucuronidase pour métaboliser le MUG « 4-mthyl-umbelliferyl β-glucuronide » et produire une fluorescence.

Entérocoques : ce test est basé sur l'utilisation de substrat fluorogénique qui permet la détection de la quantité total d'entérocoque. Les entérocoques utilisent leur enzyme la bêta glucuronidase pour métaboliser le MUD « 4-mthyl-umbelliferyl β-glucosidee » et produire une fluorescence.

Principe du dénombrement : la technique du NPP « Nombre le Plus Probable » fondée sur la méthode statistique du maximum de vraisemblance permet une estimation de la concentration bactérienne d'eau.

Pour faire, l'échantillon à analyser est fragmenté en série de sous-échantillons qui sont mis en culture dans un milieu liquide.

Après incubation, un sous échantillon dans lequel une croissance (révélée par une coloration ou une fluorescence) est observée et compté comme positif. L'examen de la totalité des sous-échantillons permet d'estimer, par un calcul statistique, la probabilité de la concentration en bactéries dans l'échantillon de départ par l'intermédiaire d'une table NPP.

- **Mode d'opération**

- Prélever 100ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter le réactif à l'échantillon
- Verser les 100 ml de mélange réactif/ échantillon dans le plateau Quanti-Try/2000.
- Sceller avec le conditionneur Quanti-Try (sceller) et placer dans une étuve à 36°C ± 2 pendant 18h \pm 4h pour Colilert18 et pendant 24h \pm 2 pour Enterolert-E.

- **Expression des résultats**

Dénombrer les puits positif selon l'interprétation ci-dessus :

➤ Pour les plateaux de réactif Colilert18

✚ Puits jaunes = coliformes totaux

✚ Puits jaunes/fluorescents = *E. coli*

➤ Pour les plateaux de réactif Enterolert-E

✚ Puits bleus/ fluorescents = Entérocoques intestinaux

Se reporter à table NPP (annexe III) le nombre de puits positifs permet d'extrapoler le nombre le plus probable des bactéries recherchées à partir du nombre de grands et de petits puits positifs.

II.5.4.2- Recherche et détermination des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices

- **Principe**

- Rétention des spores de bactéries sur le filtre de porosité 0.22 μ m. après destruction des formes végétatives par chauffage de l'échantillon à 75 \pm 5°C (bain- marie) pendant 15 min ;
- Incubation de la membrane sur milieu gélose Viande-Fois (ou milieu gélose Tryptose sulfite) additionné d'une ampoule de sulfite de sodium et une ampoule d'alun de fer pendant 22 \pm 2h et 44h à 37°C ;

- Dénombrement des colonies noires, cette coloration est due à la réduction des sulfites en sulfures par action des bactéries, ces sulfures réagissent avec le fer et donnent la couleur noire.
- **Mode d'opération**
 - Avant de procéder à l'essai, l'échantillon à analyser doit être chauffé dans un bain marie à 75°C pendant 15mn à partir du moment où cette température a été atteinte.
 - Refroidir immédiatement sous l'eau du robinet jusqu'à température ambiante.
 - Filtration de 100 ml sur une membrane de 0.22µm.
 - Après filtration, enlever la membrane avec une pince stérile et placer, face supérieure tournée vers le bas dans le fond d'une boîte de Pétri en s'assurant qu'il ne reste pas de bulles d'air sous la membrane.
 - Ensuite verser soigneusement le milieu de culture liquide avec additifs, jusqu'au rebord la boîte de Pétri.
 - Incubation à 37±1 °C pendant 22±2h (1^{ère} lecture) et 44±4 (2^{ème} lecture).

- **Dénombrement**

Une première lecture (dénombrement des colonies) après 22±2h d'incubation doit être impérativement faite, pour éviter un développement trop important de bactéries. En effet, en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme de la membrane, rendant le dénombrement impossible en 48h.

Toute colonie noire entourée d'un halo noir est considérée comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice.

II.5.4.3- Recherche et détermination des staphylocoques à coagulase positive

- **Principe**
 - Filtration de la prise de l'échantillon à travers une membrane filtrante d'une porosité de 0.45µm.
 - Dépôt de cette dernière sur un milieu sélectif, gélose Chapman au mannitol.
 - Incubation à 36±2 °C pendant 44 ± 4h.
 - Dénombrement des colonies caractéristiques formées sur la membrane filtrante par comptage. Ils apparaissent sous forme de petites colonies lisses, légèrement bombée à contours réguliers et pigmentées soit en jaune (fermentation du mannitol) ou en blanc qui seront soumis ensuite aux tests de confirmation.
 - La confirmation est basée sur la recherche de l'enzyme catalase.

- Et sur la recherche de l'enzyme coagulase.
- **Mode d'opération**
 - Stériliser la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme).
 - Laisser refroidir.
 - Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile.
 - La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
 - Agiter soigneusement le flacon d'eau analysé.
 - Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100 ml).
 - Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
 - Dès que la membrane sur le milieu sélectif (gélose au Chapman) en prêtant attention a ne pas piégé de bulles d'air.
 - Incubation à 36 ± 2 °C pendant 44 ± 4 h les boîtes de pétri, le couvercle ver le bas.
 - Après la période d'incubation procédé aux tests de confirmation.
- **Dénombrement et confirmation**
 - Après la période d'incubation spécifiée, on dénombre les colonies caractéristiques (Staphylocoques à coagulase positive ou plus particulièrement staphylococcus aureus), qui apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées soit en jaune (fermentation du mannitol) ou en blanc.
 - Prend 3 à 5 colonies au hasard, pour confirmation.
- **Test à la catalase**
 - Placer une goutte d'une solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) à 20 volumes sur une lame de microscope.
 - Prélever une demi-colonne avec une pipette pasteur ou en plastique et l'émulsionner doucement dans la goutte d' H_2O_2 .
 - Observer immédiatement s'il y a apparition de bulle d'oxygène (catalase positive) ou absence (catalase négative).
 - Les observations peuvent se faire macroscopiquement ou à l'aide d'un microscope à faible grossissement.

III.1- Paramètres physico-chimiques

III.1.1- Paramètres physiques

III.1.1.1- Température

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau VI (Annexe II) et représenté par la figure10.

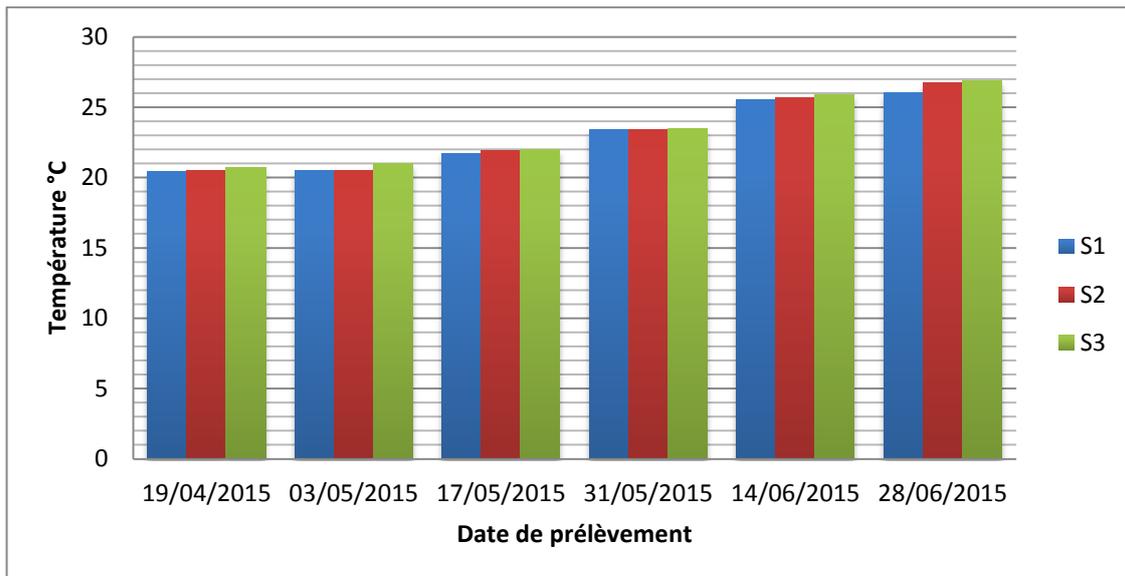


Figure10 : Variation de la température de l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.

D'après les résultats obtenus durant les trois mois de prélèvement, nous avons remarqué une légère variation de la température pour les trois stations.

Les valeurs de la température fluctuent entre une valeur minimale de 20.4°C enregistrée au niveau de la S₁ durant le P₁ et une valeur maximale de l'ordre de 26.9°C notée au niveau de la S₂ pendant le P₆. Ces résultats prouvent que l'évolution dans le temps de la température est sous la dépendance des conditions climatiques. Selon **Rodier (1996)**, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond. Ces valeurs ne dépassent pas les normes algériennes recommandées par le **J.O.R.A (2011)** et qui se situent entre 25 et 30.

Les petites différences de la température entre les différentes stations d'études sont peut être liées : au temps émis entre chaque relevé de la température. Cette perte de temps dû aux déplacements peut induire aux possibilités de renouvellement des eaux par le courant (**Bouzidi et al., 2010**).

III.1.1.2- Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau VII (annexe II) et représentés par la figure 11.

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (ABDESSELEM, 1999).

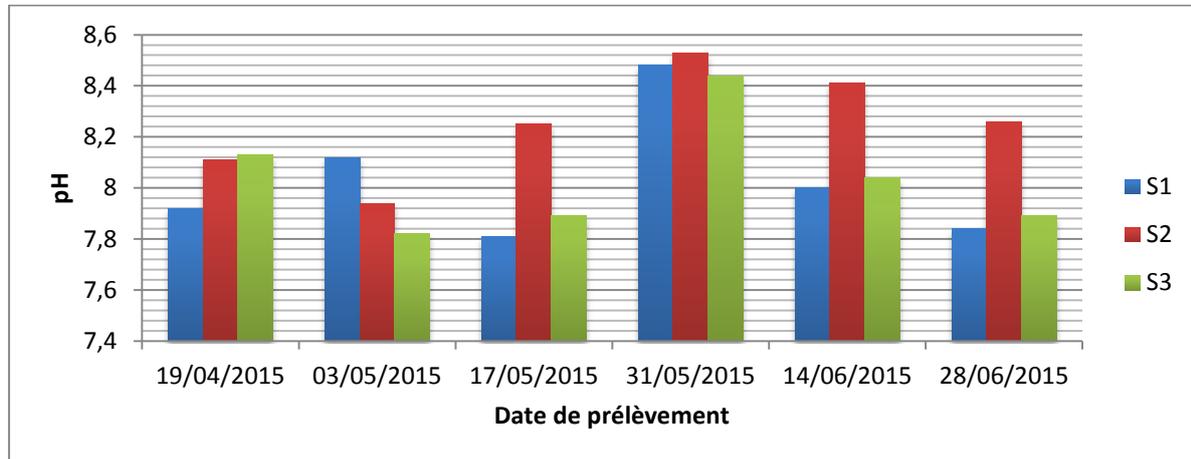


Figure 11 : Variation du pH des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs du pH mesurées dans les différentes stations durant tous les prélèvements montrent que toutes les valeurs s'échelonnent entre 7.81 et 8.53, ce qui indique que les eaux de lac inférieur de barrage sont légèrement alcalines et ne dépassent pas les normes algériennes recommandées par le J.O.R.A (2011) et qui se situent entre 6,5 et 9.

III.1.1.3- Conductivité électrique (EC)

Les valeurs de la conductivité électrique sont regroupées dans le tableau VIII (annexe I) et représentées par la figure 12.

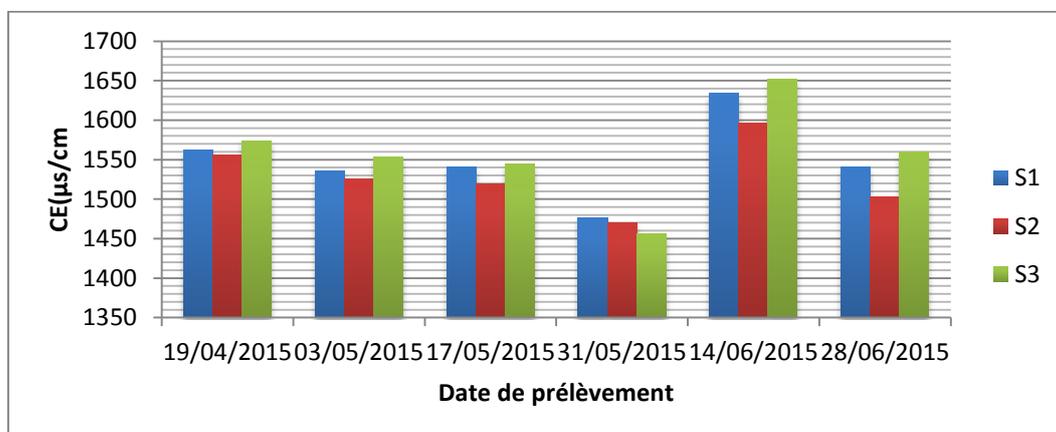


Figure 12 : Variation de la C.E (µs/cm) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs de la conductivité électrique varient entre un minimum de 1456 $\mu\text{s}/\text{cm}$ noté durant le P₄ à la station 3 et un maximum de 1652 $\mu\text{s}/\text{cm}$ relevé durant le P₅ au niveau de même station. Ces valeurs ne dépassent pas les normes algériennes de 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ recommandées par le **J.O.R.A (2011)**.

III.1.2- Paramètres chimiques

III.1.2.1- Bicarbonate

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau IX (annexe II) et représentés par la figure 13.

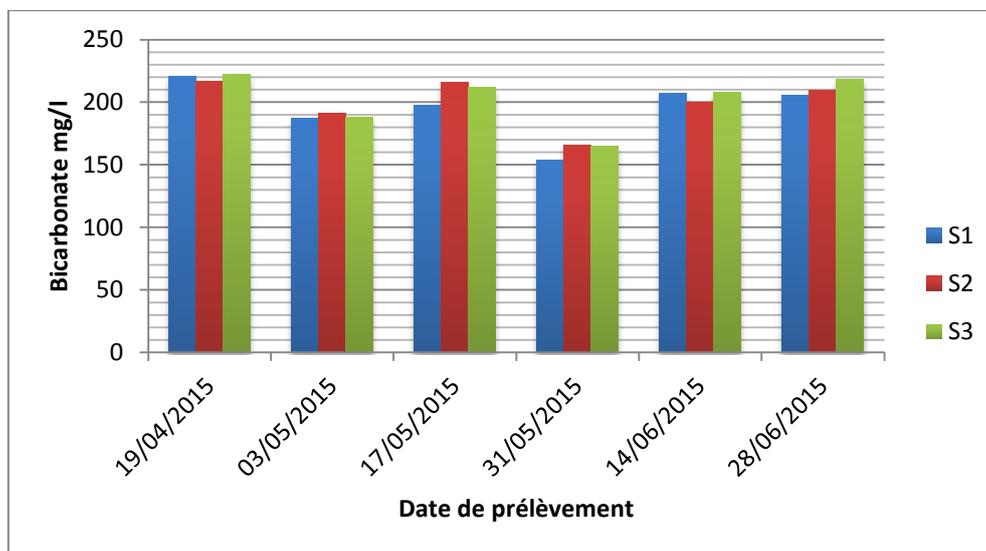


Figure 13 : Variation des teneurs en bicarbonate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs des bicarbonates enregistrées durant les 6 campagnes de prélèvement varient entre 154 mg/l et 222mg/l. Ces valeurs peuvent être expliquées par :

- L'érosion hydrique de la couche superficielle arable des sols qui contient des quantités de carbonates de : potassium, chaux et magnésium qui sous l'effet des réactions chimiques se transforment en bicarbonates (**Buckman et Brady, 1965**) ;
- L'augmentation du CO₂ et aussi la dissolution du calcaire pendant les fortes pluies (**Rodier, 1984**) ;
- La photosynthèse consommatrice du CO₂ dissous en période de forte production primaire (**Rodier, 1984**).

Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée. Ces eaux sont considérées non bicarbonatées ($\text{HCO}_3 < 600 \text{ mg/l}$) (CEE, 2009).

II.1.2.2-Chlorure

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau X (annexe II) et représentés par la figure 14.

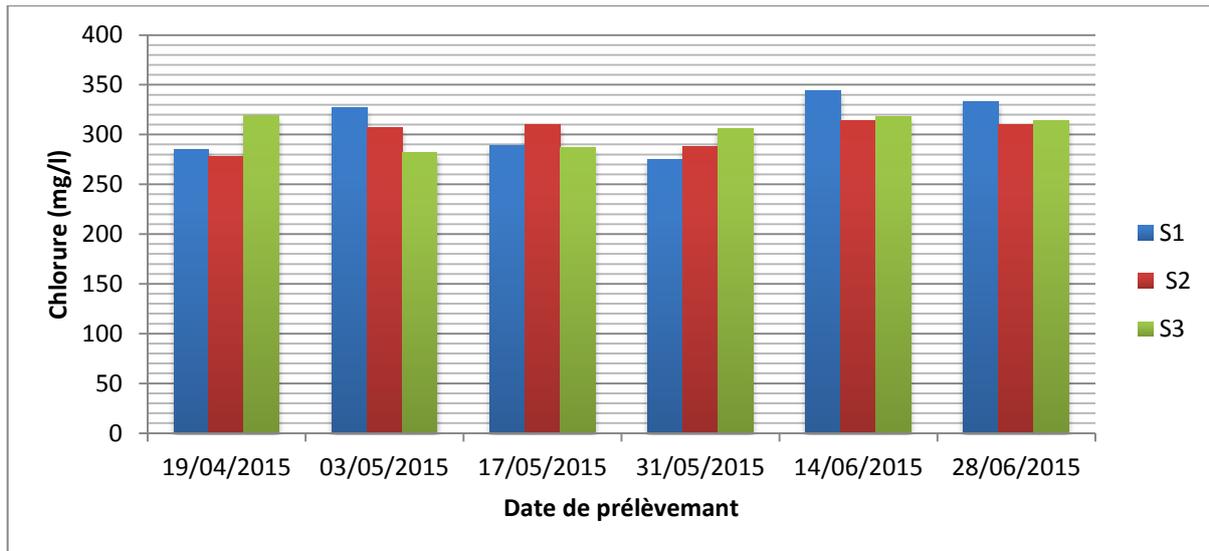


Figure 14 : Variation des teneurs en Chlorure (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs des chlorures des eaux du lac inférieur de barrage de Zéralda varient entre une valeur minimale de 274.84mg/l enregistrée au niveau de la S_1 durant le P_4 et une valeur maximale de 343.6mg/l notée au niveau de la S_1 durant le P_5 . Ces valeurs ne dépassent pas les normes algériennes de 600 mg/l recommandées par le **J.O.R.A (2011)**. Selon **Remond et Perrodon (1976)**, les chlorures proviennent d'une part, du lessivage pendant les fortes pluies et d'autre part, des eaux usées urbaines et industrielles chargées en Chlorures.

III.1.2.3-Sulfate

Les sulfates sont des composés provenant de la dissolution du gypse ou des effluents urbains, ou encore de la nature pétrographique de substrat (**Rodier, 1996**).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XI (annexe II) et sont représentés par la figure 15.

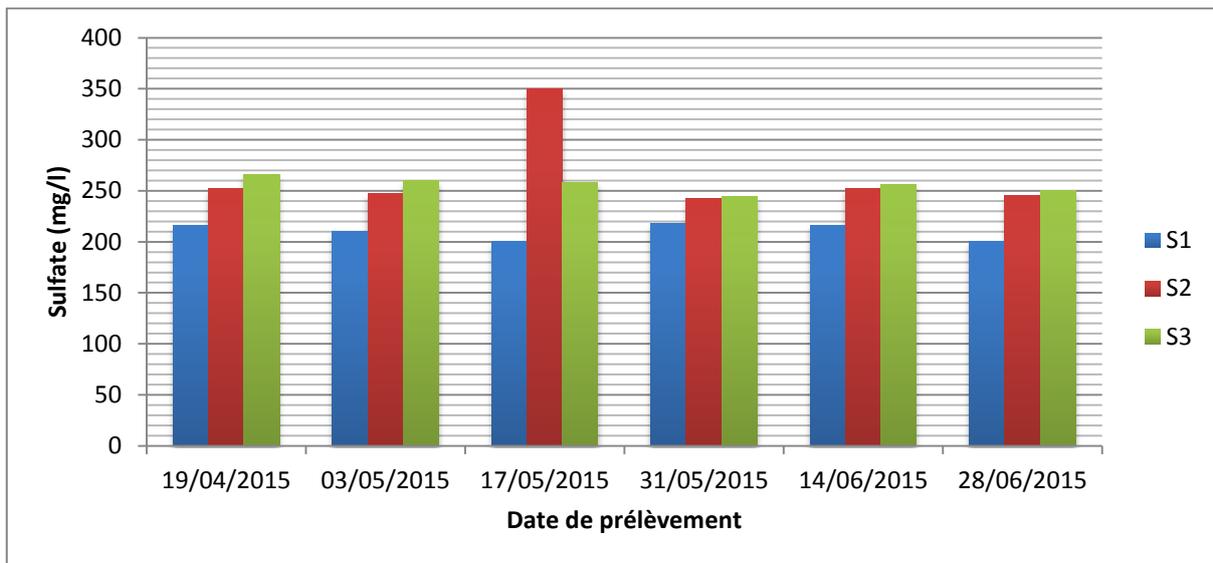


Figure 15: Variation des teneurs en Sulfate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs obtenues durant les 6 campagnes de prélèvement varient entre un minimum de 200.15 mg/l enregistrée au niveau de la S_1 durant le P_6 et un maximum de 350.18 mg/l notée au niveau de la S_2 durant le P_3 . Ces concentrations ne dépassent pas la norme algérienne de 400mg/l préconisée par le **J.O.R.A (2011)**.

III.1.2.4- Calcium

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XII (annexe II) et représentés par les figures 16.

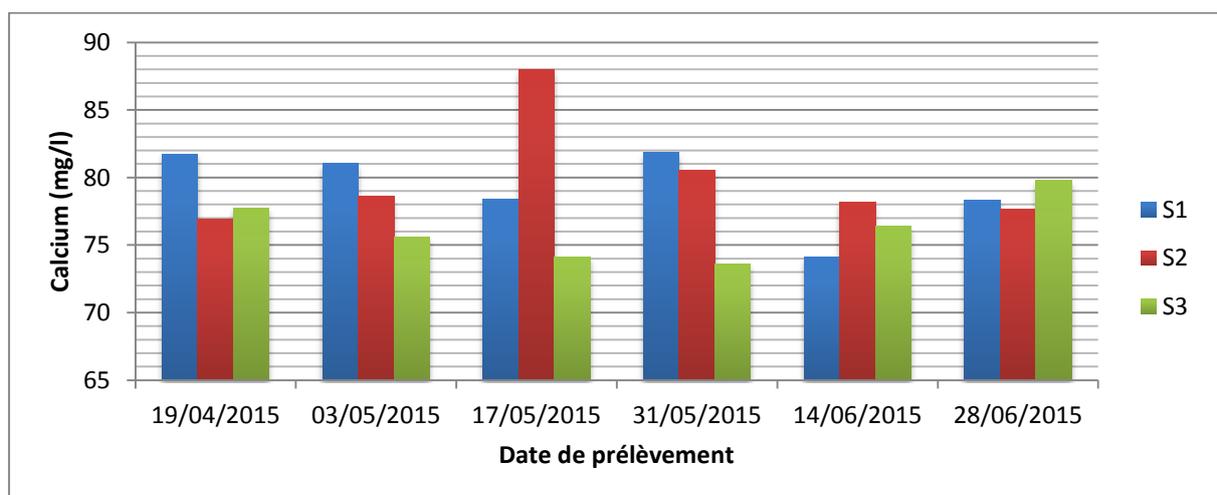


Figure 16: Variation des teneurs en Calcium (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les teneurs en calcium varient entre une valeur minimale de 73.63mg/l notée au niveau de la S_3 durant le P_4 et une valeur maximale de 87.96 mg/l enregistrée au niveau de S_2 pendant le P_3 . Rodier (1996), considère qu'une eau ayant une teneur en calcium supérieure à 30 mg/l comme étant une eau dure. Étant donné que nos valeurs sont élevées, donc nous pouvons dire que l'eau du lac de barrage est dure. Ces concentrations sont largement supérieures à 50 mg/l, norme recommandée par le **J.O.R.A. (2011)**.

III.1.2.5- Magnésium

Le magnésium est un élément que l'on trouve abondamment dans le sol et la roche (**Benamer et al., 2011**).

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XIII (annexe II) et représentés par la figure 17.

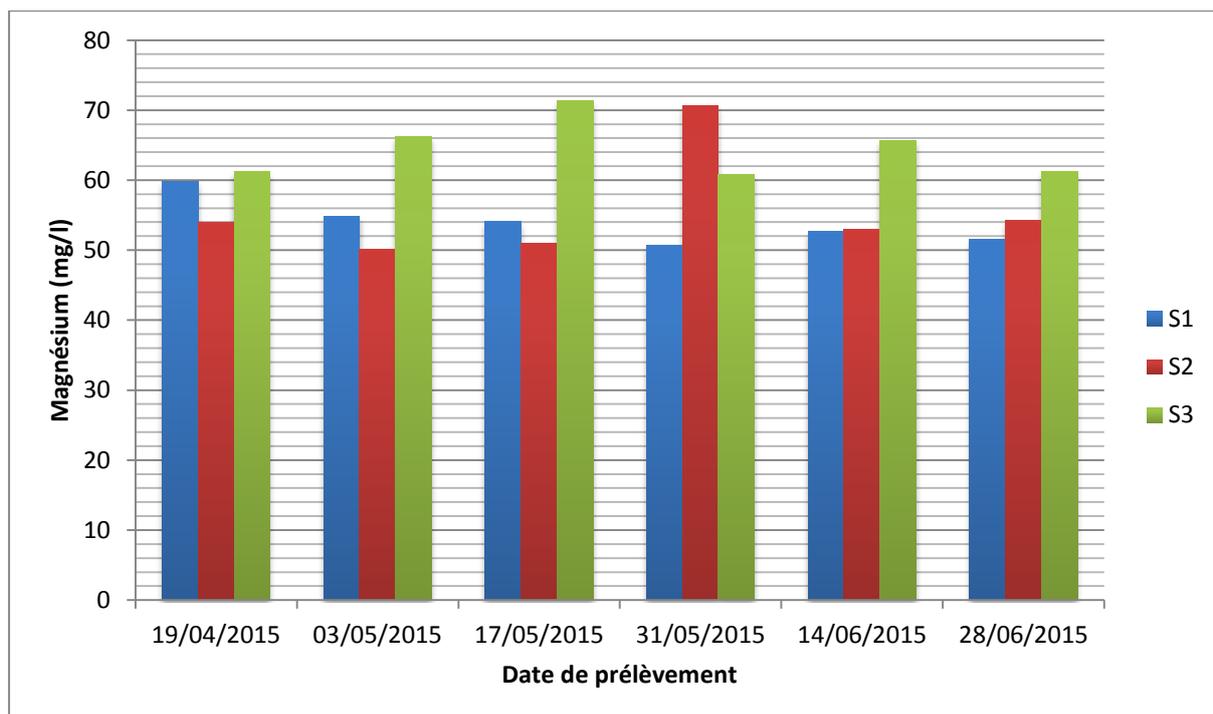


Figure 17 : Variation des teneurs en Magnésium (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda

Nous remarquons que les valeurs du magnésium des eaux du lac inférieur de barrage de Zéralda varient entre une valeur minimale de 50.11mg/l enregistrée au niveau de la S_2 durant le P_2 et une valeur maximale de 71.42 mg/l notée au niveau de la S_3 pendant le P_3 . En

effet d'après, **Rodier (1996)**, le magnésium est très réparti dans la nature, il constitue à peu près 2% de l'écorce terrestre. Ces concentrations sont largement inférieures à 150 mg/l, norme recommandée par le **J.O.R.A. (2011)**.

III.1.2.6-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 (**SCHUDEBOOM, 1993**).

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XIV (annexe II) et représentés par la figure 18.

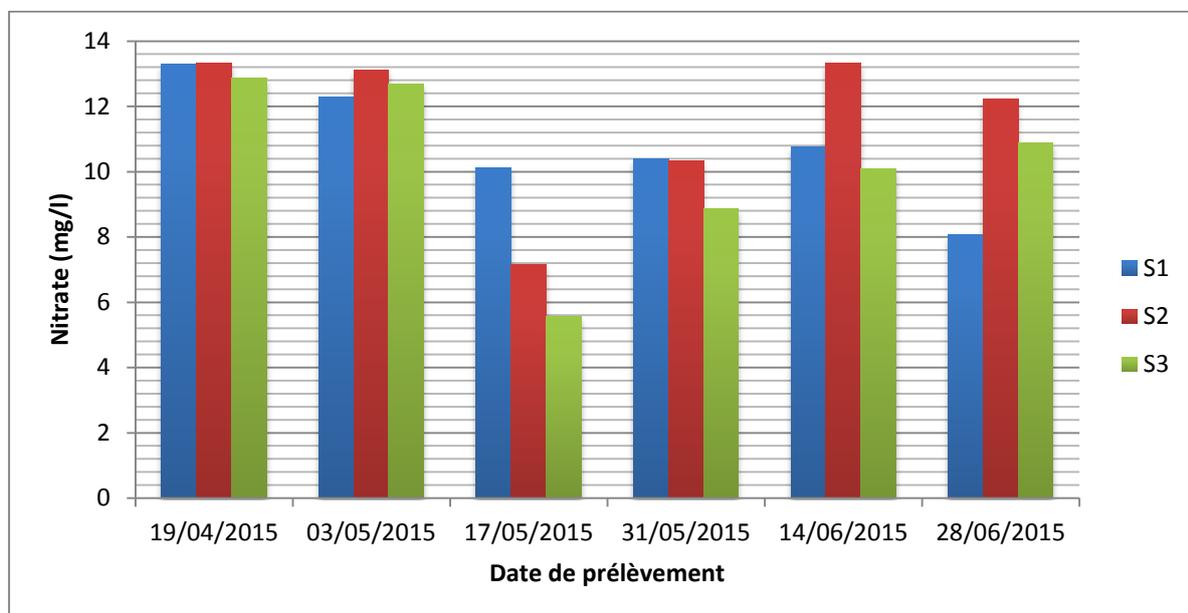


Figure 18 : Variation des teneurs en Nitrate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les valeurs des nitrates obtenues sont faibles, elles varient entre 5.5mg/l notée au niveau de la S_3 durant le P_3 et 13.28mg/l enregistré au niveau de la S_1 pendant le P_1 . Nous constatons que ces teneurs sont inférieures à la norme de 50 mg/l recommandée par le **J.O.R.A (2011)**. Selon **Gaujous (1995)**, les nitrates dans l'eau proviennent de la minéralisation de la matière organique, les engrais azotés, les résidus d'animaux, les fumiers, le purin et les eaux usées, donc nous pouvons conclure que les sources de provenance de cet élément sont en faibles quantités dans le barrage.

III.1.2.7-Nitrite

Les nitrites NO_2 -proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (BOUALEM, 2009).

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XV (annexe II) et représentés par la figure 19.

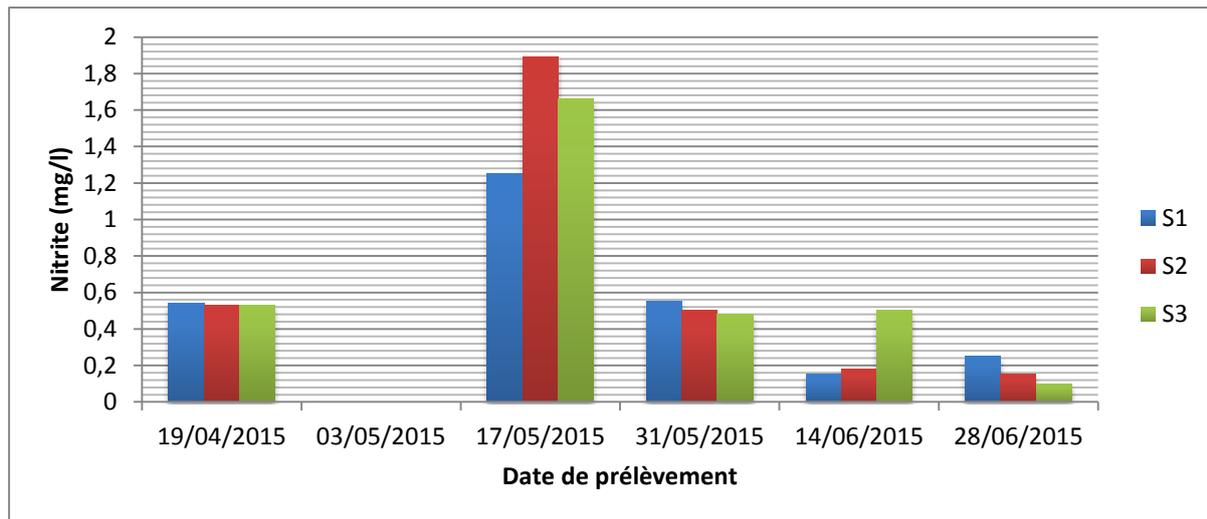


Figure 19 : Variation des teneurs en Nitrite (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que les teneurs en nitrite varient entre un minimum de 0 mg/l (absence totale) noté au niveau des trois stations durant le P₂ et un maximum de 1.89 mg/l enregistré au niveau de la S₂ pendant le P₃. Ces teneurs sont largement supérieures à la norme de 0.1 mg/l exigée par le J.O.R.A, (2011), donc les eaux de lac inférieur de barrage sont riches en nitrites.

III.1.2.8- Orthophosphate

Selon Barroin (1988), plus la teneur en ortho-phosphate est élevée, plus l'activité photosynthétique est importante.

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XVI (annexe II) et représentés par la figure 20.

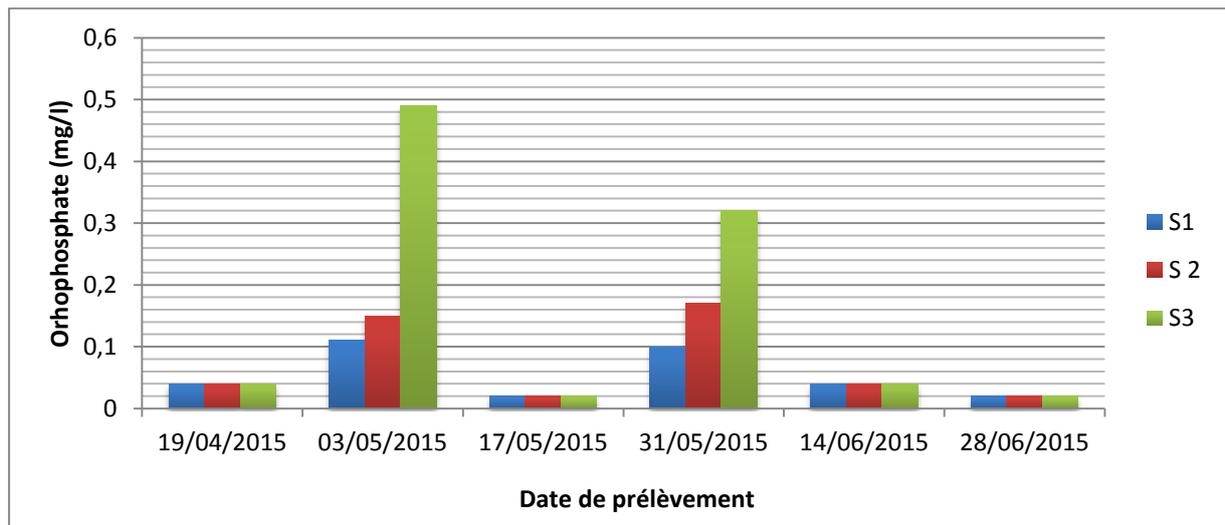


Figure 20 : Variation des teneurs en Orthophosphate (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Les valeurs obtenues sont faibles et fluctuent entre 0.02 mg/l notée durant le P₃ et le P₆ au niveau des trois stations et 0.49 mg/l enregistrée au niveau de la S₃ pendant le P₂. Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne de 10mg/l exigée par le **J.O.R.A (2011)**.

III.1.2.9-Azote ammoniacal

Il constitue un bon indicateur de pollution des cours d'eau par les effluents urbains (**Chapman et al., 1996**).

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XVII (annexe II) et représentés par la figure 21.

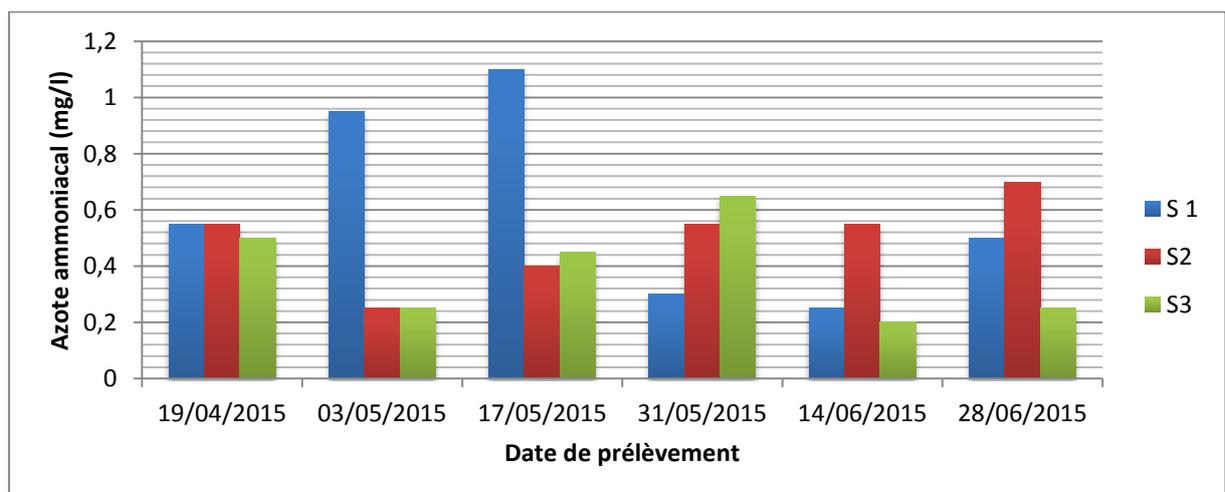


Figure 21 : Variation des teneurs en Azote ammoniacal (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Les teneurs de l'azote ammoniacal montrent une valeur minimale de 0.2 mg/l notée au niveau de S₃ durant le P₅ et une valeur maximale de 1.1 mg/l enregistrée au niveau de S₁ pendant le P₃. Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne de 4mg/l exigée par le **J.O.R.A (2011)**. Ces teneurs peuvent être expliquées par la dégradation de la matière organique (**Plement, 1993**).

III.1.2.10- Matières en suspension (MES)

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau XIII (annexe II) et représentés par la figure 22.

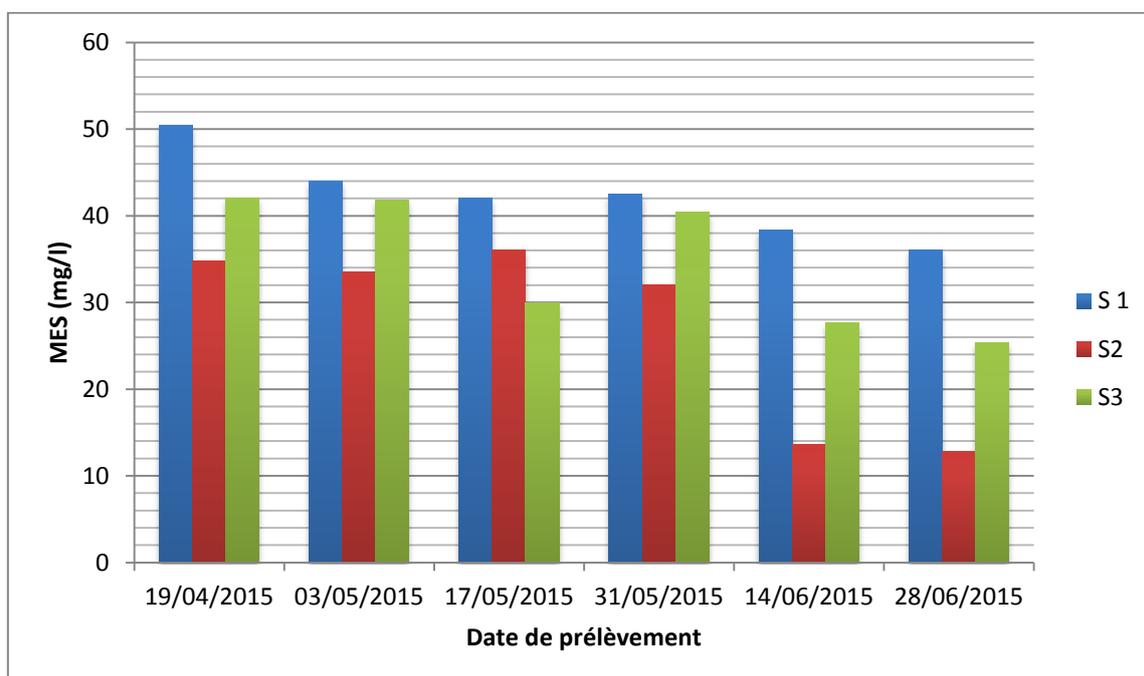


Figure 22 : Variation des MES (mg/l) des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

La variation de la matière en suspension montre que les valeurs varient entre 12.8 mg/l notée au niveau de S₃ durant le P₆ et 50.4mg/l enregistré au niveau de S₁ pendant le P₁.

III.2- Paramètres bactériologiques

Les résultats de l'analyse bactériologique des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda sont regroupés dans le tableau XIX en annexe III.

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher celles qui sont susceptibles d'être pathogènes ou celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre, en particulier,

dans l'intestin de l'homme et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale (Rodier et al., 2005).

III.2.1- Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (CT)

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. (Leyral G et al., 2002)

Les résultats obtenus sont représentés par la figure 23.

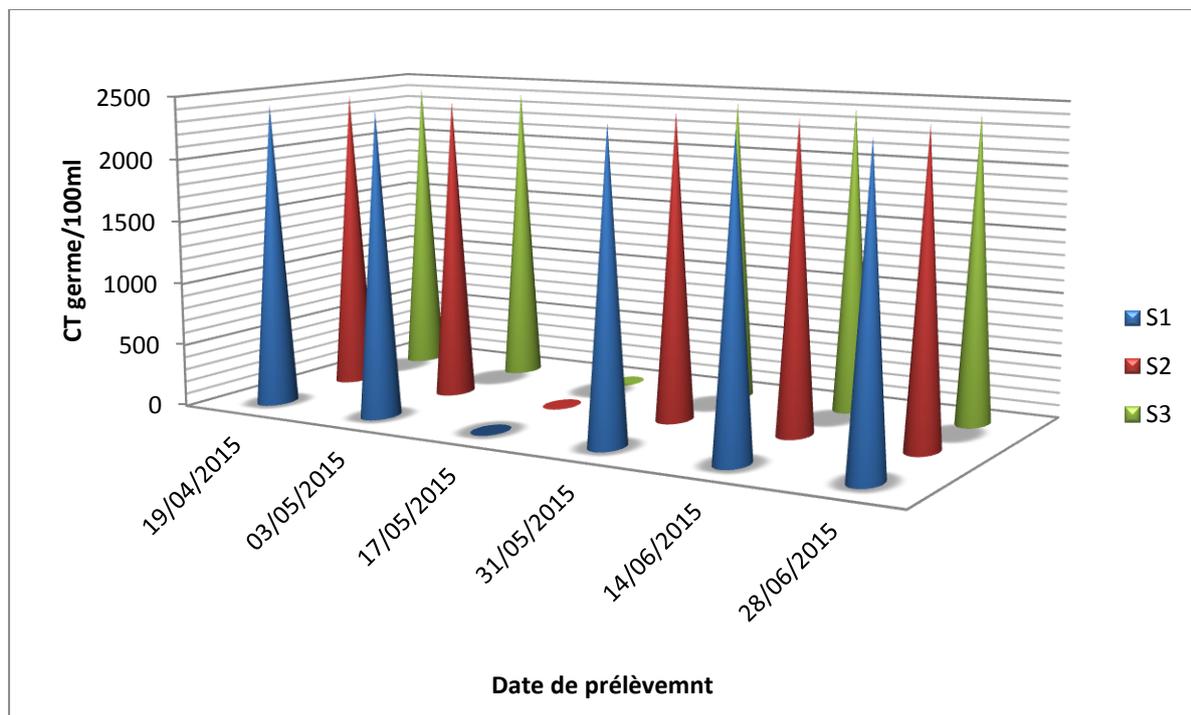


Figure 23 : Variation des Coliformes totaux recherché dans les eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous observons que le taux des coliformes totaux (CT) est stable et supérieure à 2420 UFC /100ml, sauf pour les échantillons de P₃ où nous avons remarqué une absence totale des coliformes totaux après une période de pluie. Le J.O.R.A (2011), recommande une norme inférieure à 0,5 x 10³UFC/ml.

III.2.2- Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 24.

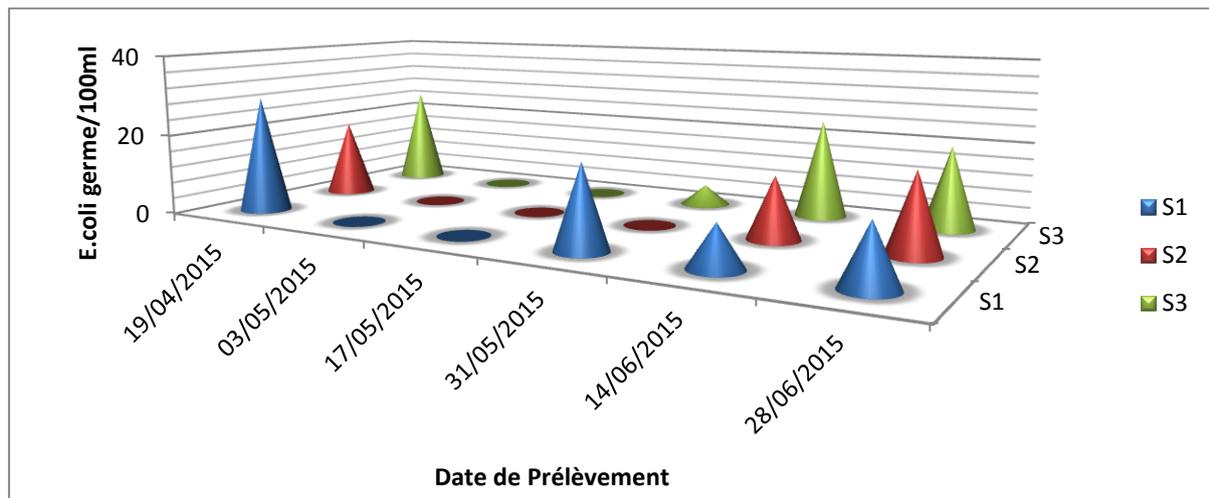


Figure 24 : variations d’E. coli dans l’eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Les valeurs obtenues durant les 6 campagnes de prélèvement varient entre un minimum de 0 UFC /100 ml (une absence totale) enregistré au niveau des trois stations durant le P₂ et P₃ et au niveau de S₂ pendant le P₄ et un maximum de 29 UFC /100 ml enregistré au niveau de S₁ durant le P₁. Selon **John et Donald (2010)**, à présence de ce germe dans l’eau indique une contamination récente par des matières fécales.

Nos résultats sont largement inférieurs à la norme algérienne **J.O.R.A. (2011)**, qui recommande une norme inférieure à 20× 10³ UFC/100 ml.

III.2.3- Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 25.

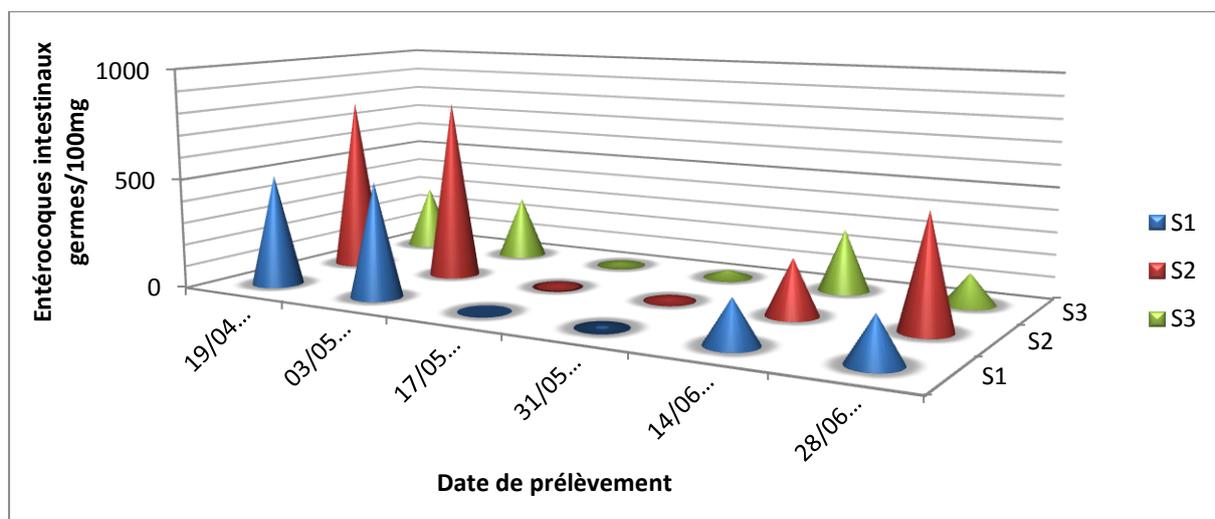


Figure 25 : Variations des Entérocoques intestinaux recherché dans les eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Les valeurs obtenues varient entre un minimum de 0 UFC /100 ml (une absence totale) enregistré au niveau de S₁ pendant le P₃ et un maximum de 816 UFC /100 ml enregistré au niveau de S₂ durant le P₂. La présence des entérocoques intestinaux dans l'eau de barrage de Zéralda indique qu'il y a une contamination fécale mais ces valeurs ne dépassent pas les normes algériennes (J.O.R.A, 2011) qui est 10×10^3 UFC/100 ml.

III.2.4- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteur*

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (George et Pierre, 2002).

Le groupe d'ASR se compose de microorganisme d'origine tellurique et normalement présente dans les fèces mais en nombre moins que les coliformes (Evens, 2004).

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 26.

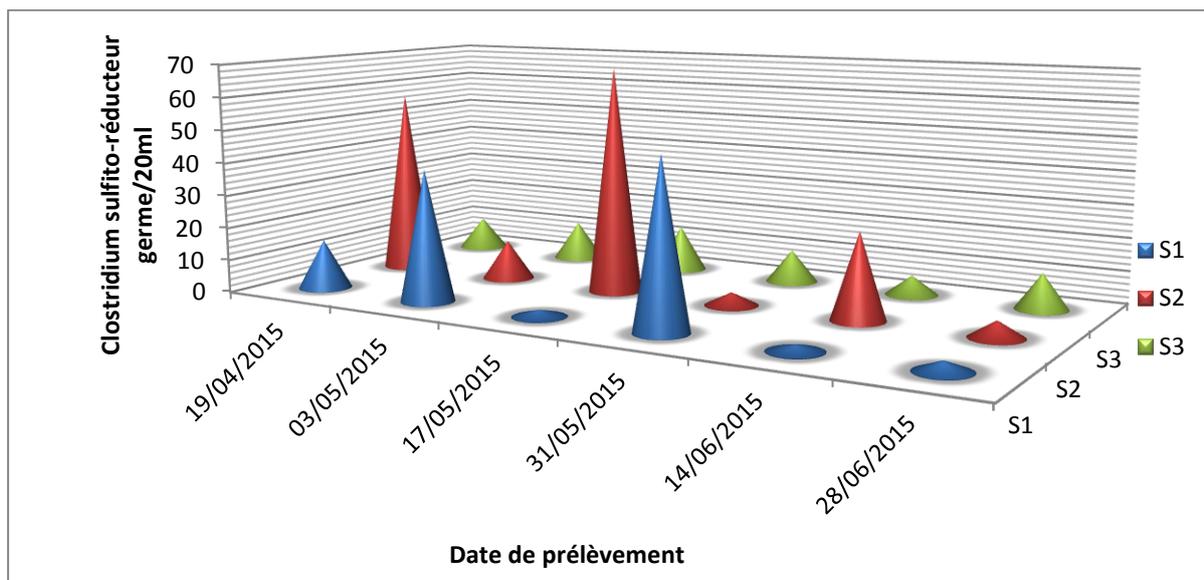


Figure 26 : Variation des *Clostridium sulfito-réducteur* recherché dans l'eau de lac inférieur de barrage de Zéralda.

Nous remarquons que le nombre de spores dans ces eaux varient entre 2 UFC /20 ml enregistré au niveau de S₁ durant le P₃ et P₅ et 69 UFC /20 ml enregistré au niveau de S₂ pendant le P₃. Selon Prevost et al. (1997), la charge microbienne en ASR est moins que celle des coliformes totaux dans l'effluent brute.

III.2.5- Recherche et dénombrement des Staphylocoques

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 27.

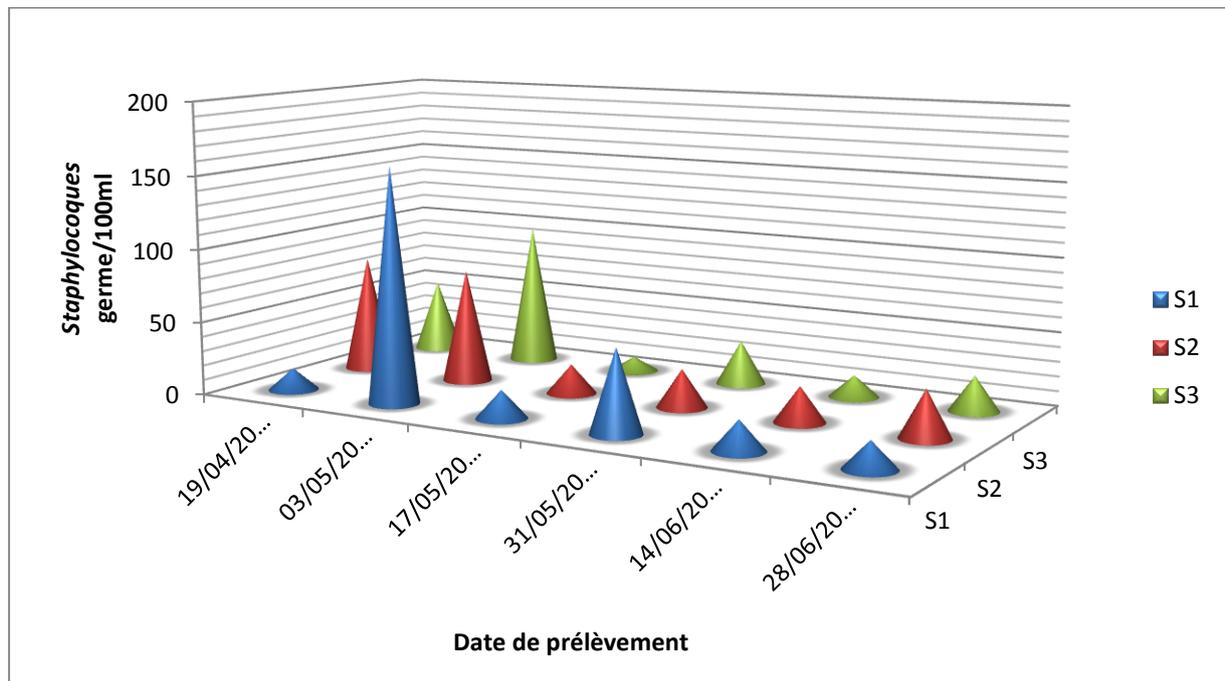


Figure 27 : Variations des Staphylocoques recherchés dans les eaux de lac inférieur de barrage Zéralda.

Les valeurs obtenues varient entre un minimum de 10 UFC / 100ml enregistré au niveau de S₃ durant le P₂ et un maximum de 160 UFC / 100 ml enregistré au niveau de S₁ pendant le P₃. Ces germes sont pathogène et sont responsables aux différentes maladies humaines.

Notre étude a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda, pendant une durée de trois mois.

Six prélèvements ont été réalisés sur trois stations d'études qui ont été choisis selon la morphométrie du lac de barrage.

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux, a révélé que la température de l'eau reflète des variations saisonnières, un pH basique qui se situe entre 7.81 et 8.53, une valeur de 1456 μ s/cm à 1652 μ s/cm pour la conductivité électrique, les concentrations en magnésium, nitrate, chlorures, orthophosphates, azote ammoniacal et les sulfates ne dépassant pas les normes recommandées par le **J.O.R.A (2011)** des eaux superficielles.

L'analyse bactériologique de l'eau a indiqué qu'elle renferme une charge importante en germe totaux, ainsi que pour les germes contaminants d'origine fécale (*Coliformes totaux*, *E.coli*, Entérocoques intestinaux et *Clostridium sulfito-réducteurs*), et des germes pathogènes (*Staphylocoque*) mais cette charge reste inférieure aux normes établies par le **J.O.R.A (2011)**.

Ces résultats obtenus nous permettent de déduire que les eaux ont une qualité physico-chimique et bactériologique acceptable.

- ✚ Favoriser la concertation et les partenariats entre les pouvoirs locaux et la population.
- ✚ Inculquer à l'ensemble des acteurs une connaissance réelle du milieu et des Problèmes de la pollution de l'eau.
- ✚ Faire évoluer les habitudes et les réflexes acquis par la population, et modifier le style de vie de celle-ci, en favorisant le développement de nouvelles valeurs qui intègrent la notion du respect de l'eau dans toute action humanitaire.
- ✚ Sensibiliser les habitants à la protection de cette ressources, et de montrer comment chacun dans son travail peut contribuer à sa préservation et à son amélioration