

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Sciences Biologiques"

Spécialité: "Pathologie des écosystèmes"

Présenté et soutenu publiquement par :

-M^{lle} LAALILI CHOMAISSA

-M^{lle} RABIA OUAHIB

- M^{lle} SEMGHOUNE GHANIA

Thème

**Contribution à l'évaluation de la pollution de l'eau du
barrage de Bougara (W.Tissemsilt)**

JURY:

-Président: M^r. TADJ A.E.K.

MAA, Faculté SNV Tiaret

-Promoteur: M^r. SARMOUM M.

MCB, Faculté SNV Tiaret.

-Examineur: M^r. BOUSSOUM M.O.

MCA, Faculté SNV Tiaret

Année universitaire: 2016–2017

Remerciements

Avant tout, nous remercions **Allah** Le Tout Puissant qu'Il nous a guidé tout au long de nos vie, qu'Il nous a donné de courage et de patience pour passer tous les moments difficiles, qu'Il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail. Tout d'abord, nous tenons à remercier notre encadreur **Mr Sarmoum M** pour la confiance qu'il nous a fait pour réaliser ce mémoire et les moyens qu'il nous a disposés pour sa réalisation. Nous tenons à remercier aussi **Mr Tadj AEK** qui nous a fait honneur de présider le jury de ce mémoire **Mr Boussoum M.O.** qui accepté d'en faire partie en qualité d'examineur.

Nous remercions à toute l'équipe de Barrage Bougara et surtout le directeur **Mr Berrdjem.**

Nous remercions les personnels du laboratoire d'ADE et ONA de Tissemsilt pour l'accueil cordial et pour l'attention avec laquelle ils ont soutenu notre travail. Nous n'aurions pas pouvoir réaliser les expérimentations sans leurs aide.

Nos remerciments vont également à M^{me} Rahmani N. et M^r Gachi N. Pour leur conseils et leur instructions ainsi les bonnes informations.

Finalement, nous Remercions toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie cette travaille A mes parents et mes frères (Mohamed, Ilias, Hichem, Djalil et Adam)
Mes sœurs (Souad et Ritadj) et surtout mon grand père et ma grand-mère et toute ma famille
Rabia et Ghouat, qui m'a aidé dans ma vie. Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter.

En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre

D'atteindre

cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.

Je dédie ce travail A mes amies d'enfance Assia, Amel et Nassima et à leurs familles.

A mes camarades et tous ceux de la faculté de biologie et à leurs familles.

À mes amies proche Hayet et Zahra, Maroua, Fatima, Choumaissa, Ghania et soumia
Que nous avons adoptées un bon moment avec certains événements pleins de bonheur
et joie et je pas oublier les bonne souvenirs dans les 5 années que je n'oublierai pas.

A tous et toutes un grand merci.



Dédicace

*A Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de
m'encourager*

À la réalisation de ce modeste travail

A mes frères: Farouk, Abd el Karim, Younesse abd el Madjid.

A mes sœur: Sabrina, Roukia

*A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille Sif sortons Ghania,
Fatiha, Naima et la famille Semghoune.*

*A tous les amies Ouissem, Faiza, Ouahiba, Chomaïssa, Soad, Hanan
Amira, Halima, Fatiha, Imane, Somia.*

*A tout les personnes qui ont aidé et qui nous ont encouragés dans ce
travail.*

A tous et toutes un grand merci.

Ghania

Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire

à

Mes très chères parents qui ont soutenu et encouragé.

Mes frères : Brahim et Abd raouf

Mes sœurs : Nadjiba et son marie, Haizia, Oum saàd

*Mes toutes les fleurs de mon cœur : Hourhan, Narimen
Israa, Amira, Rahik, Abrar, Hadil, Jana, aya, Anfal, Douaa,*

A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille.

A tous mes chères amies

*Mimouna, Fatiha, Sara, Bochra, Dalal, Djamilia
Asmae, Naaima, Khalida, Narimen, Soumia, Hadjer.*

A mon encadreur Sarmoum Mohamed.

A mes collègues Wahiba et Ghania

*A mes amies merci pour vos conseils
et vos encouragements, mais aussi pour les bons moments qui ont contribué à
rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.*

Thomaissa

Liste des figures

Fig.1 : Cartographie de Barrage colonel de Bougara.....	11
Fig.2 : Photo originale de Barrage colonel de Bougara (2017)	14
Fig.3 : Protocole expérimentale.....	18
Fig.4 : Variation des valeurs de T° au niveau des sites étudiés	30
Fig.5 : Variation des valeurs de pH au niveau des sites étudiés.....	31
Fig.6 : Variation des valeurs de conductivité électrique au niveau des sites étudié.....	32
Fig.7 : Variation des valeurs de turbidité au niveau des sites étudiés.....	33
Fig.8 : Variation des valeurs de salinité au niveau des sites étudiés.....	34
Fig.9 : Variation des valeurs d'oxygène dissous au niveau des sites étudiés	35
Fig.10 : Variation des valeurs de matière en suspension au niveau des sites étudiés.....	36
Fig.11 : Variation des valeurs de demande chimique en oxygène au niveau des sites étudiés.....	37
Fig.12 : Variation des valeurs de demande biologique en oxygène au niveau des sites étudiés.....	38
Fig.13 : Variation des valeurs de nitrite au niveau des sites étudiés.....	39
Fig.14 : Variation des valeurs de nitrate au niveau des sites étudiés.....	40
Fig.15 : Variation des valeurs d'azote ammoniacal au niveau des sites étudiés.....	41
Fig.16 : Variation des valeurs de phosphate au niveau des sites étudiés.....	42
Fig.17 : Variation des valeurs de matière oxydable au niveau des sites étudiés.....	43
Fig.18 : Variation des valeurs de sulfate au niveau des sites étudiés.....	44
Fig.19 : Variation des valeurs de magnésium au niveau des sites étudiés.....	45
Fig.20 : Variation des valeurs de calcium au niveau des sites étudiés.....	46
Fig.21 : Variation des valeurs de chlorure au niveau des sites étudiés.....	47
Fig.22 : Variation des valeurs d'alcalinité au niveau des sites étudiés.....	48
Fig.23 : Variation des valeurs de résidus secs au niveau des sites étudiés.....	49
Fig.24 : Variation des valeurs dénombrements des coliformes totaux au niveau des sites étudiés.....	50
Fig.25 : Variation des valeurs dénombrements des Streptocoques fécaux au niveau des sites Etudiés.....	51

Liste des tableaux

Tableau.1 : Origine et maladies provoquées par les micro-organismes présents dans l'eau..	05
Tableau.2 : Levé bathymétriques du Barrage colonel de Bougara.....	12
Tableau.3 : Distribution annuelle moyenne de la précipitation mensuelle à la station climatologique de colonel Bougara.....	13
Tableau.4 : Distribution annuelle moyenne de l'évaporation mensuelle à retenue de colonel Bougara	14
Tableau.5 : Points de prélèvement.....	16
Tableau.6 : Matériels et réactifs utilisés	17
Tableau.7 : Gamme étalonnage	22

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Première partie: partie bibliographique

Chapitre I: Généralité sur la pollution des eaux

Introduction.....	01
I-1-Définition.....	02
I-2-Origine de la pollution.....	02
I-3-Principaux types de pollution.....	03
I-4- Effets de pollution.....	04
I-5- Paramètre de la détermination de la qualité de pollution de l'eau.....	05
I-5-1-paramètres organoleptiques.....	05
I-5-1-1-Couleur.....	05
I-5-1-2-Odeur.....	06
I-5-2-Paramètres physiques.....	06
I-5-2-Temperature.....	06
I-5-2-2-Potentiel d'hydrogène.....	06
I-5-2-3-Conductivité électrique.....	06
I-5-2-4-Turbidité.....	06
I-5-2-5-Salinité.....	07
I-5-2-6-Oxygène dissous (O ₂).....	07
I-5-2-7-Matières en suspensions MES.....	07
I-5-3-Paramètres chimiques.....	07
I-5-3-1-Demande chimiques en oxygènes (DCO).....	07
I-5-3-2-Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	07
I-5-3-3-Nitrite (NO ₂ ⁻).....	07
I-5-3-4-Nitrate (NO ₃ ⁻).....	08
I-5-3-5-Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	08
I-5-3-6-Phosphate (PO ₄ ⁻³).....	08
I-5-3-7-Matière oxydable (MO).....	08
I-5-3-8-Sulfate (SO ₄ ⁻²).....	08

I-5-3-9-Magnésium (Mg^{+2}).....	08
I-5-3-10-Calcium (Ca^{2+}).....	08
I-5-3-11-Chlorure (CL^-).....	08
I-5-3-12-Alcalinité (HCO_3^-).....	09
I-5-3-13-Résidu Sec (RS).....	09
I-5-4-Paramètres bactériologiques	09
I-5-4-1-Coliformes (totaux, féaux, E. Coli).....	09
I-5-4-2-Streptocoques féaux.....	10
I-5-4-3-Clostridium Sulfito-réductrices perfengens.....	10

Chapitre II : Barrage Colonel de Bougara

II- 1-Présentation du Barrage Colonel de Bougara.....	11
II-2- Topographie.....	12
II-3- Caractéristiques techniques.....	12
II-4 – Hydrologie.....	12
II-5-Pédologie du barrage.....	15
II-6- Flore.....	15
II-7- Faune.....	15

Deuxième partie: partie expérimentale

Chapitre III : matériels et méthodes

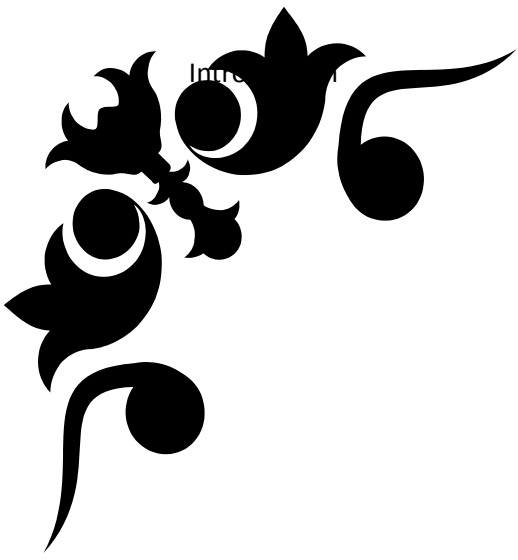
III-1-Objectif.....	16
III-2-Méthodologie de travail.....	16
III-3-Matériels et produits chimiques utilisés.....	17
III-4-Méthodes d'analyses.....	18
III-4-1-Protocole expérimentale.....	18
III-4-2-Les analyses physiques.....	19
III-4-3- Les analyses chimiques.....	21
III-4-4-Analyses bactériologiques.....	27

Chapitre IV : Résultats et discussions

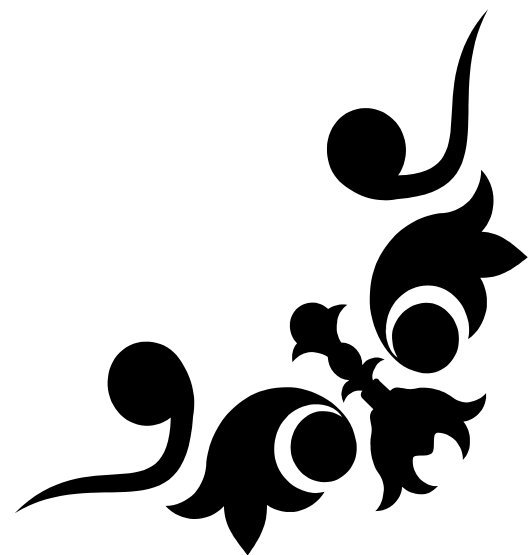
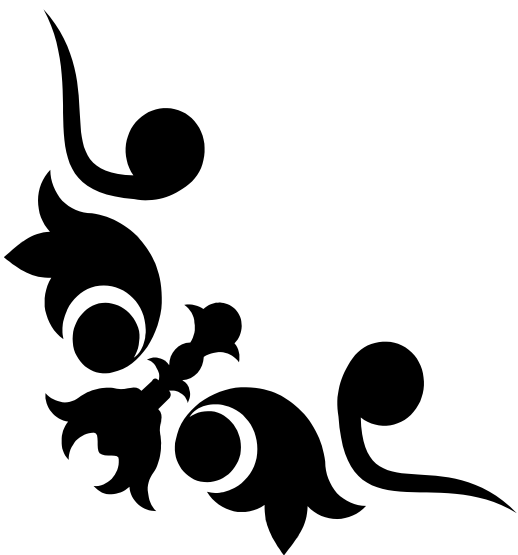
IV-1-1-Résultats des paramètres physiques.....	30
IV-1-2-Résultats des paramètres chimiques.....	37
IV-1-3- Résultats des paramètres bactériologiques.....	50
Conclusion.....	53

Référence bibliographique

Annexes



Introduction



L'eau recouvre approximativement 70% de la surface de la terre (**Werner et al, 2010**). Elle représente aussi le constituant le plus important de tous les êtres vivants, en donnant à la matière vivante sa fluidité ce qui permet et facilite les échanges et les mouvements dans la cellule (**Charles et al, 2008**).

Les zones humides représentent les meilleurs exemples d'écosystème du point de vue de leurs fonctions biologiques : productivité biologique, habitat et richesse écologique pour les espèces animale et végétale, leur fonctions écologique et hydrologique et de leur importance socio-économique (**Hubert et Marin, 2001 in Mokdadi, 2015**).

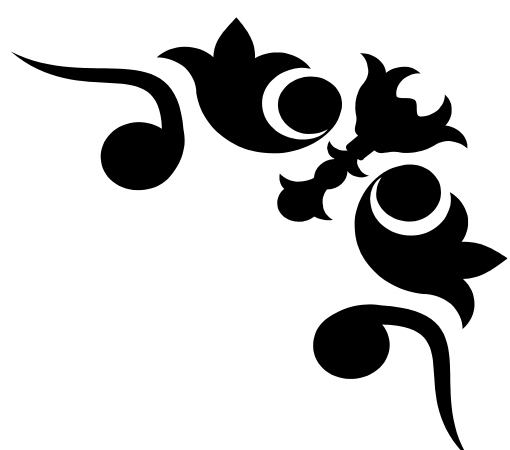
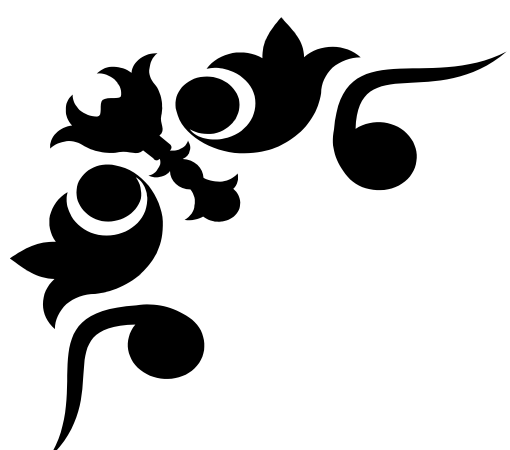
La pollution des eaux de diverses natures et diverses origines se manifeste généralement sous quatre formes principales : elle peut être d'origine microbiologique, organique, toxique (minérale et organique) ou enfin être uniquement d'origine minérale par le rejet, par exemple de produits fertilisants. A chacune de ces formes de pollution correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu (**Gaid, 1984**).

A cet effet le contrôle des pollutions de la qualité des eaux devienne nécessaire afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant (**Lazhar, 2008 in Mokdadi, 2015**).

Le présent travail s'inscrit dans ce contexte, il vise d'étudier les qualités physico-chimiques et bactériologiques des eaux de Barrage Colonel Bougara.

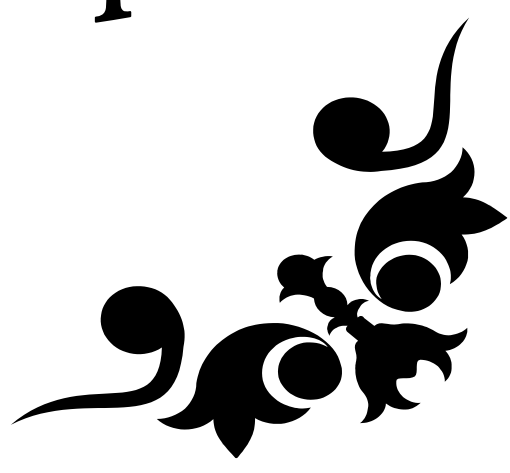
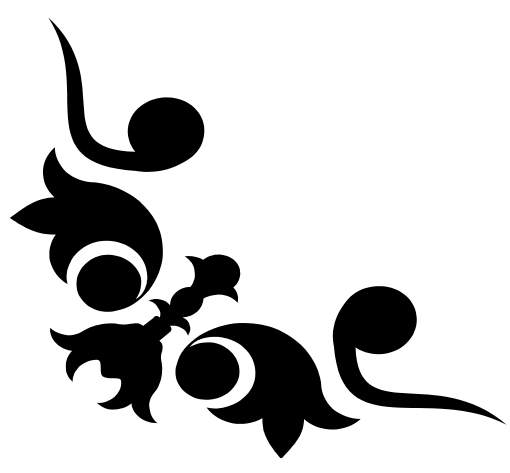
Cette étude est répartie comme suit :



- Une partie théorique consacrée aux généralités sur la pollution des eaux, la qualité physicochimique et bactériologie des eaux de Barrage de colonel Bougara et la norme Algérienne d'eau d'irrigation et la valeur limité de rejet.
- Une étude quantitative et qualitative des analyses physico-chimiques et bactériologiques.
- Une partie réservée à l'interprétation et la discussion des résultats.
- Enfin, une conclusion générale est donnée à la lumière des résultats obtenus.



Première Partie

Synthèse bibliographique





Chapitre I

Généralités sur la pollution des eaux

1-Définition

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physique-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivants (**Ramade, 2005**).

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines (**Métahri, 2012**).

2-Origine de la pollution

Suivant l'origine des substances polluantes nous distinguons :

2-1-Pollution d'origine domestique

Les eaux usées provenant des habitations sont généralement véhiculées par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (**Pedoya ,1993 in Taiba et Kabour, 2014**).

La pollution domestique se caractérise par :

- des germes fécaux.
- des fortes teneurs en matières organiques.
- des éléments minéraux.
- des détergents.

Selon **Hamed et al (2012)**, dans les eaux domestiques on distingue les eaux ménagères et les eaux vannes :

2-1-1-Eaux ménagères

Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Les eaux des cuisines contiennent des matières insolubles (terre, débris divers), des matières extraites des aliments (organiques ou minérales) ainsi que les graisses provenant de la cuisson, par exemple : les eaux des salles de bains, les eaux des machines à lessiver qui renferment des savons et des détergents et des eaux de lavages des locaux qui sont riches en particules solides (terre, sable,...etc.) et surtout en détergents et désinfectants (eaux de javel, produit de base de chlore ou d'ammoniaque,...).

2-1-2-Eaux des vannes

Il s'agit des rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et des germes fécaux.

2-2-Pollution d'origine pluviale

Elles peuvent constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielles), puis en ruissellent, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles des vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) (**Hamed et al ,2012**).

2-3-Pollution d'origine agricole

D'après **Dupont (1981)**, l'agriculture est une source non négligeable de pollution des eaux. Elle est due à l'utilisation massive des engrais chimiques, qui sont particulièrement riche en nitrates chlorures, potassium et dont l'excès peut passer dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Il y a également l'utilisation des pesticides et insecticides pour la destruction des mauvaises herbes et des insectes.

2-4-Pollution d'origine industrielle

Les industries constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. La pollution d'origine industrielle varie selon le type d'industrie, qui peut être agroalimentaire, de textile, de métaux et autre .Généralement, les eaux usées des industries sont des eaux d'échanges thermiques et des eaux des lavages (**Bellal et Mechour, 2010**).

3-Principaux types de pollution

Les pollutions peuvent être classées selon leur nature en quatre catégories : Minérale, organique, microbiologique et pollution par les métaux lourds :

3-1-Pollution organique

La pollution organique liée aux matières organiques et selon **koller (2004)**, tous les déchets carbonés tels que la cellulose produite par les papeteries, le sucre ou lactosérum des industries agroalimentaires, ces matières constituent une nourriture de choix pour les micro-organismes de l'eau et provoquent leur prolifération.

3-2-Pollution minérale

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tel que : les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le chrome, le cuivre et le chlore. Selon **Hamed et al(2012)**, ces substances suscitées :

- peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu ;
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration ;
- affectent sérieusement les cultures.

3-3-Pollution microbiologique

Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origines diverses. La nature de la pollution bactérienne est très variée, les streptocoques, *Escherichia coli*, Coliformes, sulfite-réductrices... etc. Ces bactéries jouent le rôle de témoins de la pollution. Cette pollution devient très dangereuse, si les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant être utilisé comme moyen de loisir (lacs, rivière) (**Gaid, 1984**).

3-4-Pollution par les métaux lourds

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le chrome. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. L'arsenic et le cadmium, par exemple peuvent causer le cancer. Le mercure peut provoquer des mutations et des dégâts génétiques, tandis que le cuivre, le plomb et le mercure peuvent causer des lésions aux os (**Hamed et al ,2012**).

4-Les effets de la pollution

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eau usée sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants continus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire (**Mekkakia, 2001 in Bellal et Mechour, 2010**).

4-1-Effets sanitaire

La conséquence sanitaire d'une pollution est manifestée par les maladies à transmission hydrique (MTH) (**Gaid, 1984**).

Tableau.01 : Origine et maladies provoquées par les micro-organismes présents dans l'eau

Micro-organismes	Maladies	Origine
Schigelles	Dysenterie bacillaire	Eaux usées
Brucellea	Brucellose	Eaux usées, lait
M.tuberculosis	Tuberculose	Eaux des sanatoriums et des hôpitaux
Entamoeba Hystolitica	Fièvre typhoïde	Eaux usées
Vibrio choléra	Choléra	Eaux usées
Virus : -Entérovirus -Echo	Poliomyélite Diarrhées	Eaux usées
Insectes vecteur	Filariose urbaine	Eaux usées

4-2-Effets environnementales

D'après **Bellal et Mechour (2010)**, les déversements des polluants peuvent modifier profondément les composantes physico-chimiques des milieux aquatiques récepteurs ainsi que les biocénoses aquatiques peuplant ces milieux (la faune et la flore)

La présence de la matière en suspension peut provoquer :

- Le trouble de l'eau.
- Le dépôt des matières fermentescibles.
- Le blocage de mécanisme de photosynthèses.
- La perturbation des conditions d'aération des eaux

5-Les paramètres de la détermination de la qualité de pollution de l'eau

La quantité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques et bactériologiques qui définissent leur degré de pureté.

5-1-Paramètres organoleptiques

5-1-1-Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle due aux seules substances en solution .Elle est dite apparente quand les substances en suspensions y ajoutent leur propre coloration .Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier, 2005**).

5-1-2-Odeur

L'odeur peut être définie comme : l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ; la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (**Rodier, 2005**).

5-2-Paramètres physiques

Les matières pondérales présente dans l'effluent se subdivisent en diverses formes que l'on peut représenter par :

-les matières en suspensions MES, Température T°, PH, conductivité électrique CE, turbidité, l'oxygène dissous (**Gaid, 1984**).

5-2-1-Température (T°)

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 2009**).

La température de l'eau est un paramètre de confort pour l'usage, elle doit être mesuré in site à l'aide d'un thermomètre, elle est exprimée en degré Celsius (°C) (**Rodier, 2005**).

5-2-2-Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH d'une solution ionisée est le logarithme de base 10.Chargé de signe, de la concentration en ions hydrogène (H⁺).Le pH varié entre 0et14 (borne exclues). Un pH compris entre 0et 7 caractérises une solution acide, un pH compris entre 7 et 14 une solution basique, et un pH voisin de 7 une solution neutre (**Serge et al, 2004**).

5-2-3-Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrode métallique de 1cm² de surface et sépare l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée (µS/cm) (**ADE, 2008**).

5-2-4-Turbidité

D'après **Hamed et al (2012)**, la turbidité d'une 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'important dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

5-2-5-Salinité

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture (**Maitagoua, 2012**).

5-2-6-Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène dissous est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques (**Khemici, 2014**).

5-2-7-Matières en suspensions MES

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante : $MES = 30\% MMS + 70\% MVS$ (**Métahri, 2012**).

5-3-Paramètres chimiques

5-3-1-Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent. La DCO se fait à l'aide d'un oxydant énergétique comme le bichromate de potassium, en milieu acide, et la chauffe pendant deux heures (**Gaid, 1984**).

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. Elle est exprimée en mg/l (**Rodier, 2005**).

5-3-2-Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La Demande biochimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par l'eau usée pendant une certaine durée. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques de l'eau usée (**Gaid, 1984**).

DBO₅ est défini comme la quantité d'oxygène consommé dans les conditions de l'essai (**Rodier, 2005**). On a normalisé les mesures de demande d'oxygène en adoptant une durée de cinq jours à 20°C (**Jacques, 1982**).

5-3-3-Nitrite (NO₂⁻)

Selon **Hamed et al (2012)**, les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrite (supérieure à 1mg/l d'eau) les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boissons, sont de 0.1 mg/l pour les pays de l'union européenne et algériennes et des doses inférieure à 1mg/l pour l'OMS.

5-3-4-Nitrate (NO₃⁻)

Ce sont des sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (**Ramade, 2000**).

5-3-5-Azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (**Rodier, 2005**).

5-3-6-Phosphate (PO₄⁻³)

D'après **Rodier (2005)**, les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence naturel dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversé et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0.5mg/l doivent constituer un indice de pollution.

5-3-7-Matière Oxydable (MO)

Selon **Taïba et kabour (2014)**, les MO susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par les produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes.

5-3-8-Sulfate (SO₄²⁻)

D'après **Abboud et Belahmer (2009)**, la plupart des sulfates excepté ceux du plomb et du baryum, sont hydrosolubles. Cette solubilité est considérée comme permanente bien que certains microorganismes peuvent les réduire en sulfure.

5-3-9-Magnésium (Mg²⁺)

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Son abondance géologique et sa grande solubilité ainsi que sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques milligrammes à plusieurs de milligrammes par litre (**Taïba et Kabour, 2014**).

5-3-10-Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates (**Hamed et al, 2012**).

5-3-11-Chlorures (CL⁻)

Selon **Bouziani (2000)**, les ions chlorures sont présents dans toutes les eaux à des concentrations différents et sous forme des sels : chlorure de sodium, chlorure de potassium ou chlorure de calcium, introduits par apports naturels ou d'origine humaine .les eaux ne doivent pas être agressives.

5-3-12-Alcalinité (HCO₃⁻)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrocarbonates, carbonates et hydroxydes (**Rodier, 2005**).

5-3-13- Résidu Sec (RS)

D'après **Hamed et al (2012)**, le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux).suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l.

5-4-Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme (**Rodier, 2005**).

Les analyses bactériologique des eaux prélevés a été effectué en sous basent sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants sur la membrane filtre :

5-4-1-Coliformes (totaux, féaux, E. Coli)

Le terme coliforme selon **Rodier (2005)** , correspond à des organismes en bâtonnet, non sporogones , Gram négatifs , oxydase négatifs, facultativement anaérobies , capables de croitre en présence de sels biliaires ou d'autre agent de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires , et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48heures ,a des température de 35 à 37 °C .

Le dénombrement de ces organismes à 35-37 °C est souvent désigné sous l'expression de dénombrement des coliformes totaux.

A la définition précédente des coliformes, il convient d'ajouter les trois définitions suivantes :

-Le terme coliformes fécaux ou de coliforme thermo-tolérants correspond à des coliforme qui présentent les même propriétés après incubation à la température de 44°C.

-Le terme E. coli : correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir tryptophane et ont les caractères biochimique propre à cette espèce.

-Le terme E. coli présume : correspondant à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane, à 44°C.

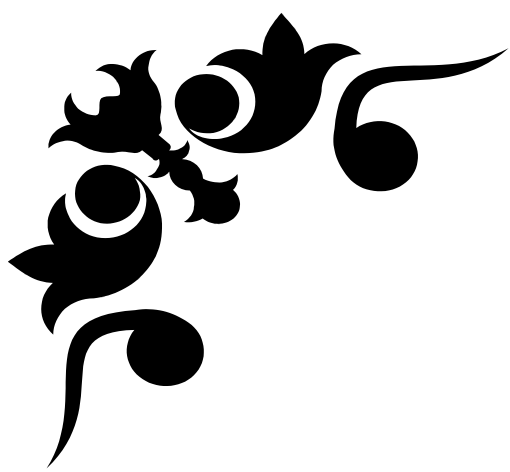
5-4-2-Streptocoques fécaux

Selon **Rodier (2005)**, 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, a gram positif, capable de se développer en 24 à 48 à 37°C, sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium (Slanetz et Bartley). Réduisant le chlorure de 2, 3, 5- triphenyl-tetrazolium (T.T.C) en donnant des colonies caractéristiques de couleur rose, rouge .Ces bactéries de plus, hydrolysent l'esculine à 44°C pendant 2h.Elles forment généralement des chaînettes à catalases négatifs, possédant l'antigène D.

5-4-3-Clostridium Sulfito-réductrices perfengens

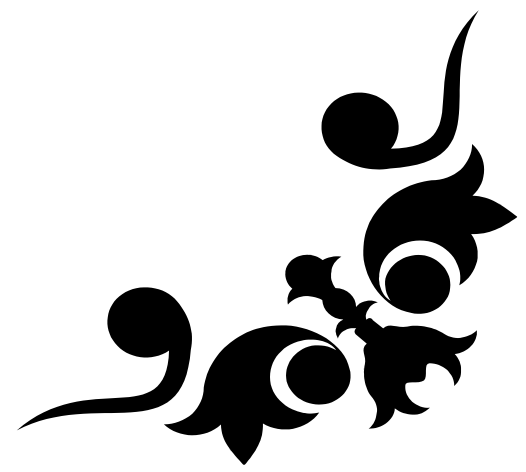
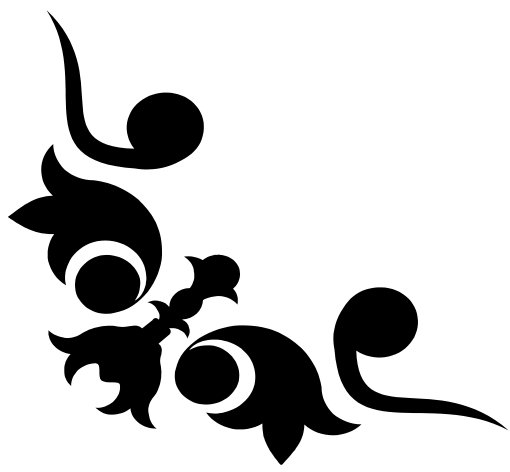
D'après **Rodier (2005)**, les Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et du streptocoque fécal, permettait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente.

Sans débattre de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de pollution, il faut cependant considérer que si les Clostridium sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux.



Chapitre II

Zone d'étude



1-Présentation du Barrage Colonel de Bougara :

D’après ANBT(2017), le Barrage Colonel Bougara se situe sur l’Oued Nahr Ouassel à 2 km du village du même nom. Ce barrage a été conçu pour l’irrigation des plaines au sud du site, en même temps que la retenue devrait régulariser les apports liquides, dont la variabilité saisonnière et interannuelle est assez forte.

La retenue, dont la capacité utile est de $11 \times 10^6 \text{ m}^3$, assure, en effet, la régularisation interannuelle d’un volume de $5,0 \times 10^6 \text{ m}^3$, destiné à l’irrigation de 1000 ha.

Le barrage exécuté comprend :

- Une digue homogène avec un drain cheminé.
- Un ouvrage bétonné unique, assurant les fonctions multiples d’évacuateur de crues, de prise d’eau et de vidange de fond, d’où le nom d’ouvrage groupé.

Les travaux d’exécution ont démarré en 1987 et ce sont terminés en 1990, la réception provisoire du barrage a été prononcée le mai 1991.

Les coordonnées U.T.M suivantes :

X = 403781.86 m

Y = 3936192.251m

Z = 818.226 m.

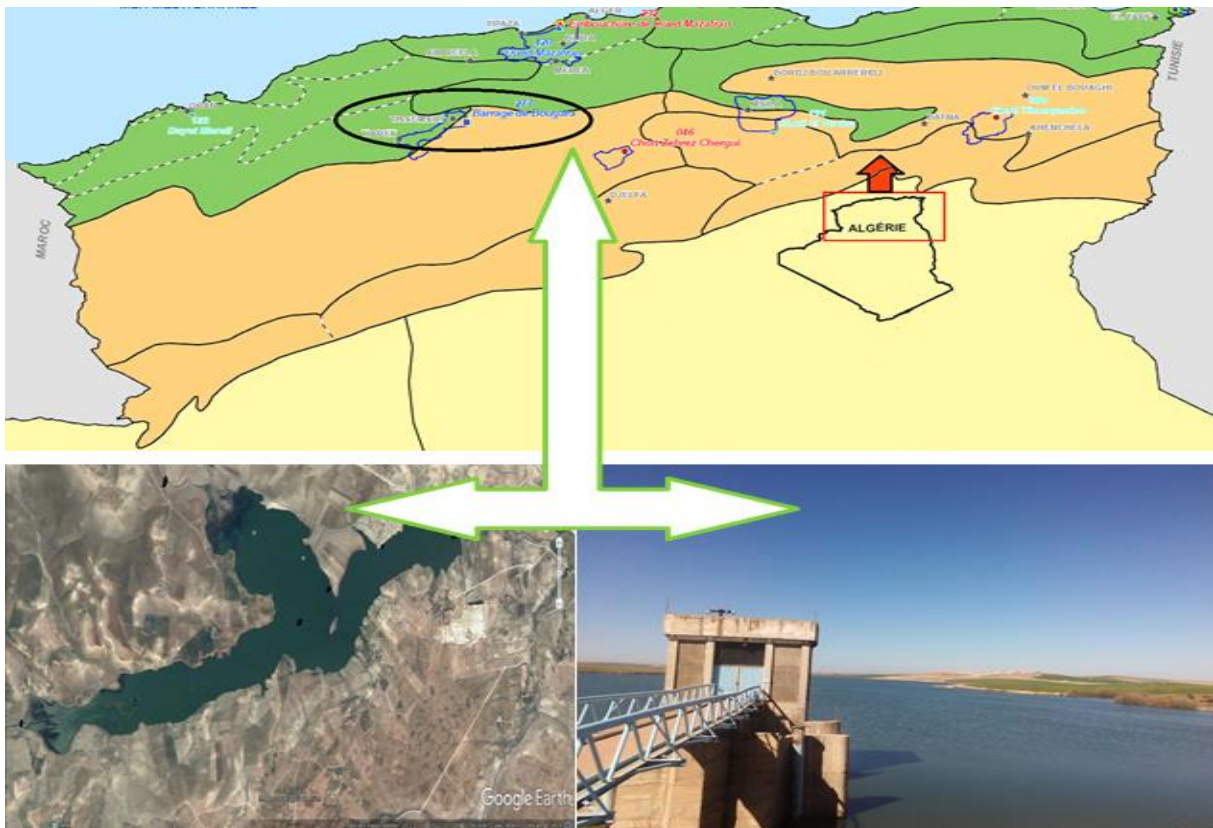


Fig.01 : cartographie de Barrage Colonel de Bougara

2- Topographie

Les ensembles géographiques les plus importants au sein du grand bassin versant du Barrage Bougara sont les plateaux du Sersou et de Beni Leent, situés respectivement sur les rives droite et gauche de l'Oued Nahr Ouassel, de même que le Djebel Ghezoul se trouvant dans la portion du bassin versant.

La dénivelée maximale du bassin atteint 579 m, en débutant à 797 m au Barrage Bougara, pour culminer à 1 244 m sur la limite sud du bassin dans la commune de Sougueur. Le Barrage Dahmouni est situé à 925 m d'altitude (**Anonyme, 2010**).

3-Caractéristiques techniques :

Selon **Ladjal (2013)**,

- Hauteur de la digue : 20 m
- Longueur de la crête : 30

Tableau.2 : levé bathymétrique du barrage colonel Bougara

Années	situation	Nombre d'années d'exploitation	Capacité (Hm3)	Perte annuelle(H m3)	Taux envasement (%)
1989	Mise en eau	16	12.92	0.1	12
2005	Levé bathy	16	11.31	0.1	12

4 - Hydrologie

4-1- Bassin versant

D'après **ANBT (2017)**, l'aire du bassin versant total de l'oued Nahr Ouassel à Colonel de Bougara (station hydrométrique) est de 993Km².

Cependant, la partie amont de ce bassin est déjà dominée par la retenue du barrage de Dahmouni, dont la capacité utile est de 36×10⁶ m³, Permettant de régulariser entièrement l'apport moyen de 11×10⁶m³ (selon le projet du barrage de Dahmouni).

Ainsi, la retenue du barrage de Colonel Bougara se destine uniquement à régulariser le bassin intermédiaire, avec une aire d'environ 454 Km² et un apport annuel moyen estimé de 9×10⁶ m³.

La longueur de l'oued Nahr Oussel entre les deux barrages est d'environ 40 Km, son thalweg descendant de la cote 900 à Dahmouni jusqu'à la cote 799 à Colonel Bougara.

Les cotes les plus hautes du bassin intermédiaire sont atteintes sur le versant gauche où se situe une couronne de reliefs de culminant à des altitudes comprises entre 1100et 1200.

4-2- Température

Selon les données de la station météorologique de Tiaret (1990-2002), la température moyenne annuelle observée sur le bassin versant est d'environ 14,7 °C. Les valeurs mensuelles maximales et minimales moyennes sont respectivement de 9,8 °C et 25,9°C.

Le mois de janvier présente les plus basses températures alors que le mois de juillet est le plus chaud (**Abderrahim, 2016**).

4-3-Le vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, et la connaissance de son intensité et de sa direction s'avère très important. Le vent dominant de la zone d'étude a une direction nord-ouest. La période estivale est caractérisée par siroco (**Abderrahim, 2016**).

4-4-Pluviométrie

Selon **ANBT(2017)**, la distribution annuelle moyenne de la précipitation mensuelle à la station climatologique de Colonel Bougara, conduisant à un total annuel de 355 mm est la suivante :

Tableau.3 : La distribution annuelle moyenne de la précipitation mensuelle à la station climatologique de Colonel Bougara.

Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
25	36	28	44	51	37	41	36	28	17	6	6

Les précipitations d'automne (septembre et octobre) sont les plus intenses au bassin intermédiaire. En hiver une partie considérable de la précipitation tombe sous la forme de neige.



Fig.2 : photo original de Barrage Colonel de Bougara (2017)

4-5-Evaporation

D'après ANBT(2017), la distribution annuelle moyenne de l'évaporation mensuelle a retenue de Colonel Bougara, conduisant à un total annuel de 1167 mm, est la suivante :

Tableau.4 : La distribution annuelle moyenne de l'évaporation mensuelle exprimé en mm a retenue de Colonel Bougara,

Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
152	80	41	8	-1	18	44	64	111	165	243	242

Ces valeurs correspondant à l'évaporation nette, la pluie qui tombe directement sur la retenue ayant été déduite à l'évaporation réelle.

4-6-Qualité de l'eau

Selon ANBT(2017), l'eau de la retenue de Colonel Bougara est de qualité médiocre (un à deux grammes par litre de sels en solution), cela devant être tenu en compte en cas d'utilisation pour l'irrigation. Outre cela, on a constaté le rejet d'eaux usées urbaines dans les oueds du bassin versant, en particulier à l'aval de la ville de Tissemsilt.

Ces rejets sont dilués en périodes de hautes eaux et disparaissent par infiltration et évaporation en période estivale. Les dépôts ainsi accumulés à la fin de l'été dans le lit des oueds sont repris par les premières crues d'automne.

5-Pédologie du barrage

Une carte pédologique d'après **Anonyme (2010)**, elle a été produite à une échelle grossière (1 : 100 000) lors de l'étude Pédologique de la région du Plateau du Sersou menée par l'ANRH en 1973. Une autre étude a Cependant été réalisée à une échelle plus fine (1 : 20 000) sur une superficie de 1 700 ha en amont du Barrage Bougara (ANRH, 1989) dans le but d'évaluer l'aptitude des sols de la plaine à l'irrigation.

Selon la carte pédologique de Durand (1954) produite à une échelle grossière (1 : 500 000), on trouve sur les versants essentiellement des sols calcaires, des sols organiques (marais) près de Tiaret et des sols alluviaux le long de l'Oued Nahr Ouassel.

6-Flore

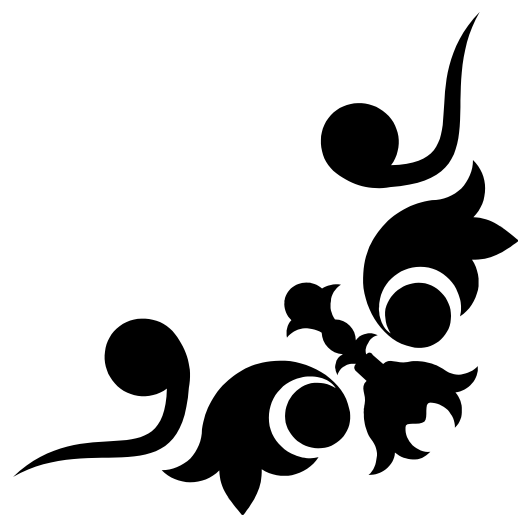
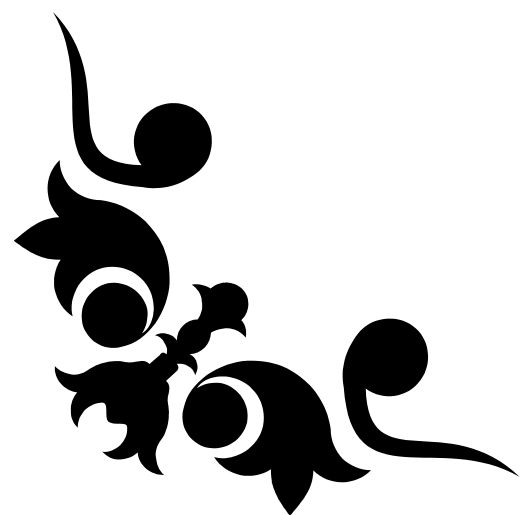
D'après **Anonyme (2010)**, l'inventaire de site de Barrage Bougara en mai 2009, mettre en exergue la composition floristique de la zone humide .Au total ,19 espèces appartenant à 16 familles botanique ont été recensées dans la zone humide du barrage bougara classé en végétation annuelle riveraine (roseau commun, picidé, chardonà feuilles épineuses, chardon lancéolé, Alysse).Végétation pérenne riveraine : jujube, Massette à feuille étroite, et Tamaris commun.

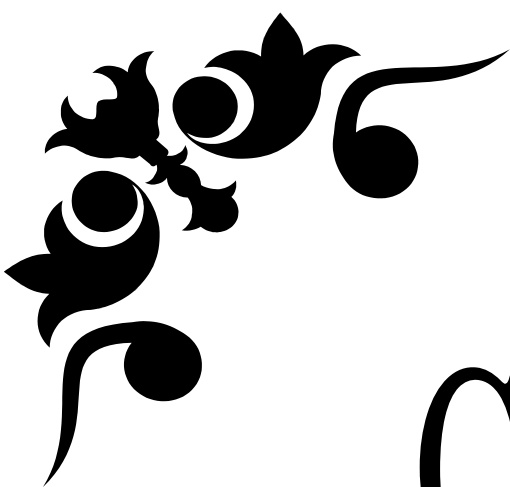
7- Faune

Selon **Anonyme (2010)**, la faune du barrage bougara riche et diversifiée est composée principalement, de mammifères (Chacal doré, Mangouste, Chat sauvage...etc.), de reptiles et amphibiens (Cistude d'Europe, Tortue mauresque, Rainette vert, etc.) , de poissons (Carpe herbivore, Carpe royale et Barbeau).Et d'oiseaux (Flamant rose, Echasse blanche et Avocette élégante...etc.).



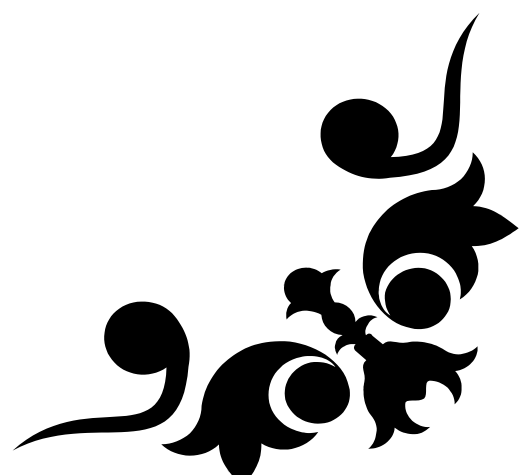
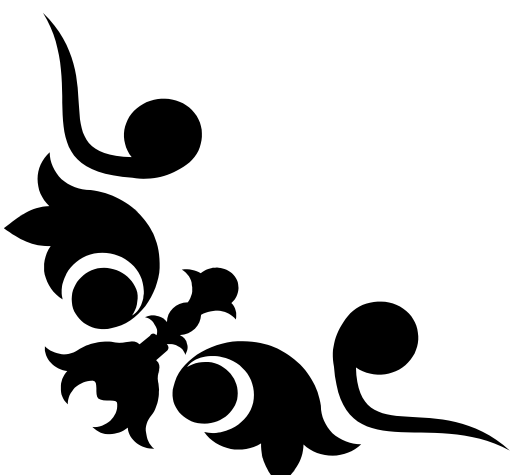
Douzième Partie
Etude Expérimentale





Chapitre III

Matériels et Méthodes



1-Objectif

Objectif de cette expérimentation est d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de Barrage colonel de Bougara.

2-Méthodologie de travail

2-1-Choix des points du prélèvement

Ces derniers vont subir des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Les dix sites de prélèvements sont illustrés dans le tableau 5.

Tableau. 5 : caractéristiques des points de prélèvements

Sites	Points du prélèvement
A1	Se trouve au tour de prise du barrage et reçoit des eaux de drainage (irrigation)
A2	Se trouve à 300m de tour de prise du barrage (à l'extrémité de barrage).
A3	Se trouve à 600m du tour de prise du barrage (à l'extrémité de barrage).
B1	Se trouve au niveau de station d'épuration de Tissemsilt (l'eau de sortie).
B2	Se trouve à l'Oued Boukaala.
B3	Se trouve au niveau de Barrage c'est le point contact de Oued Boukaala et Nahre Ouassel.
C1	Se trouve au niveau de Nahre Ouassel avant l'usine de cimenterie.
C2	Se trouve au niveau de Nahre Ouassel après l'usine de cimenterie (1000m entre C1etC2).
C3	Se trouve au niveau de barrage (c'est le point contact entre le barrage et Nahre Ouassel).
M	Se trouve au milieu de barrage (à 1300m de tour de prise de barrage).

2-2-Echantillonnages et prélèvements

Le prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière qui s'adapte avec le type d'analyses de procédé comme suivant: pour analyses physico-chimiques, les prélèvements doivent se faire dans des flacons en plastiques (PET ou PEHBD) de capacité de 1,5L, par contre, pour analyses bactériologiques, les prélèvements doivent se faire dans des flacons en verre stérilisé de capacité de 200 ml. Après le prélèvement des échantillons, les flacons sont fermés pour éviter l'évaporation et transporté au laboratoire dans une glacière à 4 et 6°C (Rodier, 2005).

3-Matériels et produits chimiques utilisés

Tableau.6 : Matériels et réactifs utilisés

Matériels		Réactifs utilisés	
Sur le terrain	Au niveau de laboratoire	Pour l'analyse physico-chimique	Pour l'analyse bactériologique
-Des bouteilles de 1,5 litre bien nettoyés. -Des flacons de verre à 250 ml stérilisés. -Appareil photo numérique. -Glacier	Bêchers de différent volume -Tubes à essai -Eprouvettes -Etuve universelle d'incubation -Balance analytique Spectrophotomètre UV visible DR 3900et 012- Turbidimètre 2100N HACH - Conductivité mètre -pH mètre - Boîtes de pétri - Pipettes de pasteur - Bec benzène -rampe de filtration -Bec benzène -Oxotope -oxymètre - -DCO mètre DRB 200 -multi-paramètre. -centrifugeuse (ARC)	- Eau distillée - EDTA -Acide chlorhydrique (HCl). - NaOH -K ₂ CrO ₄ - Acide ascorbique - Silicate de sodium - Nitrate de potassium -Solution mixte -Noire Eriochrome T (NET) -chlorure d'ammonium -Murexide -Hydroxyde d'ammonium(NH ₄ OH) -chromate de potassium -Solution nitrate d'argent (AgNO ₃ -) à 0,01 -Inhibiteur - Réactifs (cuvettes) LCK , 314, 341,238 , 339,348.	milieu TSI - milieu Tergitole -Reactive de Kowacs - milieu slanetz -Milieu VF - Milieu gélose -Milieu Shouber.

4-Méthodes d'analyses

4-1-Protocole expérimental

La figure 3: représente le protocole expérimental général que nous avons adopté durant notre travail. A noter que les prélèvements ont été effectués le 20 mars 2017.

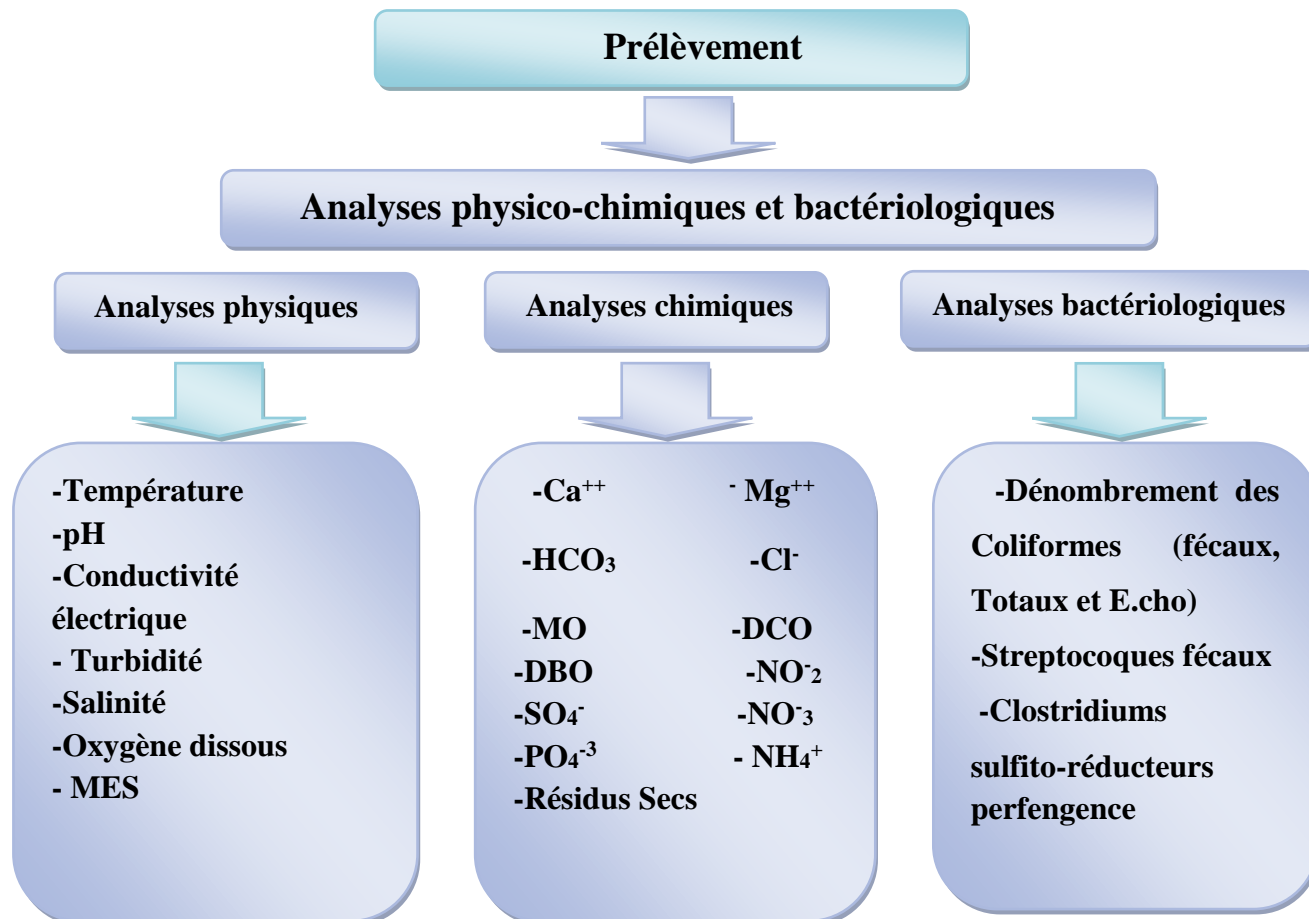


Fig.3 : Protocole expérimental

4-2- Analyses physiques

4-2-1- Température

✓ Principe

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Elle est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Rodier, 2005).

✓ Mode opératoire

- Allumer multiparamètre.
- Brancher l'électrode de T°.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.

4-2-2- Potentiel d'hydrogène (pH)

✓ Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel – KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du PH de celle – ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ (**NF T 90-008**)

✓ Mode opératoire

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment.
- Puis noter le pH.

4-2-3-Conductivité électrique (CE)

✓ Principe

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platines (Pt) (ou couverte de noir de platine) maintenues parallèles .Si R est la résistance de la colonne d'eau en Ohms .S sa section en cm^2 et l sa longueur en cm (**NF T 90-031**).

✓ Mode opératoire

- D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec de l'eau distillée.
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platines soient complètement immergées.
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant .Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes .Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule .La température du liquide de devra en aucun cas varier pendant la mesure.

4-2-4-Turbidité

✓ Principe

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

✓ Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure(NF T90-033)

4-2-5-Salinité

✓ Mode opératoire

- prendre 25ml l'eau d'analyse dans un bicher.
- faire plonger l'électrode de conductimètre dans le bicher.
- faire la mesure.

4-2-6-Oxygène dissous O₂

✓ Principe

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

La méthode potentiométrique permet des mesures rapides. Elle est à la fois utilisable sur le terrain et au laboratoire (Rodier, 2005).

✓ Mode opératoire

- verser 25ml l'eau d'analyse dans un bicher.
- faire plonger l'électrode de oxymètre dans le bicher.
- faire la mesure.

4-2-7-Matiere en suspension MES

Principe

L'eau est filtrée et le poids des matières retenus par le papier filtre est déterminé par pesée différentielle.

✓ Mode opératoire

- prendre une capsule préalablement séchée à **105 °C**, refroidie au dessiccateur et pesée.
- prendre 25ml de l'eau analyses.
- Ensuite, fait le filtrage de l'échantillon avec un membrane filtre de 0.45 de porosité à l'aide d'un appareil (Vidra Fob 21/7).
- Sécher la capsule dans l'étuve à 105°C pendant 2h.

-Laisser refroidir en dessiccateur pendant 15mn, ensuite pesée

La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = (\text{P}_1 - \text{P}_0) * 1000 / \text{V} \quad \text{en mg.l}^{-1}$$

P_0 : Poids vide de capsule.mg/l.

P_1 : Poids de membrane après la filtration e. mg/l.

V : le volume d'échantillon.

4-3- Analyses chimiques

4-3-1 Demande chimique en oxygène (DCO)

✓ Principe

Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non. La DCO est exprimée par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ et nécessaire à l'oxydation de substances organiques pendant 2 heures à l'ébullition, en milieu acide et en présence de catalyseur ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HgSO}_4$).

✓ Mode opératoire

-Prélever 2ml de l'eau à analyser et le rajouter au tube de réactifs (LCK 114) à DCO à l'aide d'une transpipette.

-Refermer le tube et bien agiter.

-Laisser refroidir pendant 15mn, puis placer le tube dans le DCO mètre pendant 2 h à 148°C. Après refroidissement.

- Lire directement la DCO sur le spectrophotomètre (DR-5000).

4-3-2-Demande biologique en oxygène DBO₅

✓ Principe

Son principe est la mesure de l' O_2 consommé en 5 jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une étuve thermostatée à 20°C(Rodier,2005).

✓ Mode opératoire

-Choisir le volume de l'échantillon (DCO mg/l*7) qui correspond à la gamme de mesure adéquate (tableau des volumes et des facteurs).

-Verser le volume d'échantillon dans le flacon DBO.

-Ajouter à chaque 50ml une goutte de Nitrification –inhibiteur et 3ou4 de la base de NaOH.

-Ajouter un barreau magnétique pour assurer l'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO.

-Après cinq jours, lire la valeur qui correspond au cinquième jour.

-Calculer la concentration en DBO_5 par la formule suivante

$$[\text{DBO}_5] = V \cdot f \quad \text{mg.l}^{-1}$$

V : correspond à la valeur indiquée après cinq jours sur l'afficheur du flacon DBO

f : est le facteur qui correspond au volume de l'échantillon choisie.

Tableau .7: Gamme étalonnage

Volume d'échantillon	Plage de mesure	Facteur
432	0-40	1
365	40-80	2
250	80-200	5
164	200-400	10
97	400-800	20
43,5	800-2000	50

4-3-3-Nitrite (NO_2^-)

✓ Principe

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 naphtyléthylénediamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm (ADE, 2008).

✓ Mode Opérateur

- Enlever délicatement la feuille de protection du dosicap détachable.
- Ouvrir le tube de réactif (LCK 341) et verser 2ml de l'eau d'analyse à l'aide d'un transpippete.
- Renfermer et agiter bien le tube.
- Laisser pondant 10mn, puis fait la lecture en spectre

4-3-4-Nitrate (NO_3^-)

✓ Principe

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

3-4-2- Mode Opérateur

- Enlever délicatement la feuille de protection du dosicap détachable.
- Ouvrir le tube de réactif (LCK339) et verser 1ml de l'eau d'analyse à l'aide d'une transpippete, ensuite verser 0.2ml de solution A.
- Renfermer et agiter bien le tube.

-Laisser pondant 15mn, puis fair la lecture en spectre.

4-3-5-Azote ammoniacal (NH_4^+)

✓ Principe

Mesure spectrométrique à environ 655 nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

✓ Mode Opérateur

-Enlever délicatement la feuille de protection du dosicap détachable.

-Ouvrir le tube de réactif (LCK 238) et verser 0.2ml de l'eau d'analyse à l'aide d'une transpippete.

-Renfermer et agiter bien le tube.

-Laisser pondant 15mn, puis fait la lecture en spectre.

4-3-6-Phosphates (PO_4^{3-})

✓ Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique que en un complexe coloré bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm (ISO N° 6878).

✓ Mode Opérateur

- 40 ml d'eau à analysée

- 1 ml d'acide ascorbique

-2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 min le développement de couleur bleu.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm

4-3-7-Matières oxydables en milieu acide (MO)

✓ Principe

Oxydation par un excès de permanganate potassium, en milieu acide et à ébullition (10 min), des matières oxydables contenues de l'échantillon. Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium (T 90-050).

✓ Mode Opérateur

-prendre 100 ml d'eau analysé.

-Ajouter 5ml H_2SO_4 dilué et porter à ébullition pendant 1 minute.

-Ajouter 15ml de KMnO_4 à 0,01 N sur d'ébullition régulière et douce pendant 10 min.

-Ajouter 20 ml d'acide oxalique à 0,01 N.

-Titrer à chaude avec KMnO_4 à 0,01 N jusqu'à coloration rose claire qui persiste.

4-3-8-Sulfate SO_4^-

✓ Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfates de baryum en présence de BaCl_2

$$\text{BaCl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \longleftrightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{Cl}^- \text{ (Rodier ,2005)}$$

✓ Mode opératoire

- prendre 20 ml de l'eau à analyser.
- Ajuster par 100 ml de l'eau distillée.
- Ajouter 5ml de la solution stabilisante
- Ajouter de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant une minute.
- Lire au spectrophotomètre à 420 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en SO_4^{2-} mg/l.

4-3-9-Calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})

✓ Principe :

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel di sodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH 10. Le noir Eriochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur(**NF-T 90-033**).

✓ Mode Opératoire

(V1) Ca^{2+} :

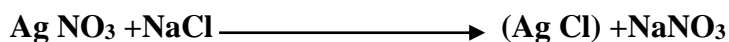
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

(V2) $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$:

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1).
- Ajouter noir Eriochrome.
- Et titrer jusqu'au virage (bleu).

4-3-10-Chlorure (Cl⁻)✓ **Principe**

Réaction des ions de chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit d'excès d'ions d'argent et formation de chromate d'argent brun-rouge avec des ions de chromates qui en été ajoutée 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 (**NF-T90-014**).

✓ **Mode opératoire :**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de K₂CrO₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec AgNO₃ à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

4-3-11-Alcalinité (HCO₃⁻)✓ **Principe**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH =8.3 et 4.3 le volume d'eau à analyser .La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC)(**NF TO -036**).

✓ **Mode opératoire**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- Noter son pH puis titrer avec Hcl à 0.1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4.4
- Ajouter 2 gouttes de méthyle orange (indicateur coloré)

4-3-12-Résidus secs✓ **Principe**

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.la détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension. C'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure .le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. (Méthode élaborée par le laboratoire central.)

✓ Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée. Rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- porter cette dernière à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- laisser refroidir pendant % d'heure au dessiccateur.
- peser immédiatement et rapidement.

Expression des résultats :

Les résultats sont donnés en mg/l

$$(PP-PV) 10*1000=mg/de RS$$

D'où PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule.

4-4-Méthodes bactériologiques**4-4-1-Recherche et dénombrement des coliformes (totaux, féaux, E. Coli)****✓ Principe**

Le dénombrement des Coliformes est basé sur la filtration d'un volume donné d'échantillon d'eau bien homogénéisé à travers une membrane filtrante de porosité 0,45µm.

La membrane est transférée sur un milieu de culture sélectif de gélose lactosée content du chlorure de triphényl -2,3,5 tétrazolium comme indicateur coloré .Ce dernier est réduit en jaune par les Coliformes .

Incubation de la membrane pendant 24heures : soit à 36°C pour la recherche des bactéries coliformes, soit à 44°C pour la recherche des coliformes thermorésistants.

Dénombrement direct des colonies caractéristiques formées sur la membrane, et repiquage sur milieux de confirmation.

Calcul du nombre d'organismes susceptibles de se trouver dans minimum 100 ml d'échantillon. (O.M.S).

✓ Mode opératoire

- Stérile la rampe de filtration
- Saisir une membrane stérile de porosité 0,45µm, ouvrir son emballage et extraire la membrane avec la pince stérilisée préalablement par flambage.
- Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi.
- Fixer l'entonnoir sur le support.
- Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.

- Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
- Verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100ml).
- Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.
- Dès que la quantité d'eau est filtrée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose lactosée au Terigitol et au T.T.C)
- Incubation à 37°C pendant 24 h, le couvercle vers le bas.
- A partir des colonies formées dans les boîtes de pétri, nous réalisons des prélèvements à l'aide de pipettes pasteur stérilisées.
- En première lieu nous enfonçons la pipette au fond de tube rempli de milieu TSI, après nous ensemençons sur ce milieu en pratiquant des striés. Le tube est porté à une température de 37°C pendant 24 h.
- Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : dégagement de gaz, un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia coli de 2a3 goutte du réactif de Kovac.

Expression de résultats :

La présence des coliformes fécaux est donnée par dégagement des gaz et changement de couleur (trouble) et la présence d'E.COLI est donnée par la couleur rouge vers jaune.

4-4-2- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

✓ Principe

L'objet du présent est décrire une méthode de recherche et de dénombrement des Entérocoques fécaux présent dans l'eau après filtration sur membrane, suivie d'une culture sur milieu sélectif et calcul de leur nombre dans l'échantillon(O.M.S).

✓ Mode opératoire

On filtre la même quantité d'eau selon la même technique Après filtration les membranes sont disposées sur le milieu Slanetz et Bantley (T.T.C) préalablement séché sur une plaque histologique en s'assurant que des bulles d'air ne soient pas emprisonnées sous la membrane.

4-4-3-Recherche et dénombrement de clostridium Sulfito-réducteurs

✓ Principe

D'après **Rodier(2005)**, la recherche des spores de C.S.R permet de mettre en évidence un groupe de bactérie anaérobies caractérisé par la résistance de leur spores et un équipement enzymatique réduisant les C.S.R.

-un chauffage de l'échantillon de l'eau pour détruire les formes végétatives des, bactéries, tout en laissant subsister les spores dans un milieu revivifier.

- Après cette destruction à 80°C, l'échantillon de l'eau est incorporé a un milieu de culture composés de : milieu viande foi +sulfite de sodium+alun de fer

-Après solidification et incubation du milieu, la présence de germes Sulfito-réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies

✓ Mode opératoire

-On met les flacons qui contiennent l'échantillon au bain marie pendant 10 minutes à 80°C Puis en refroidies au dessous de l'eau de robinet (on fait le choc thermique).

-On fait la méthode de filtration de membrane.

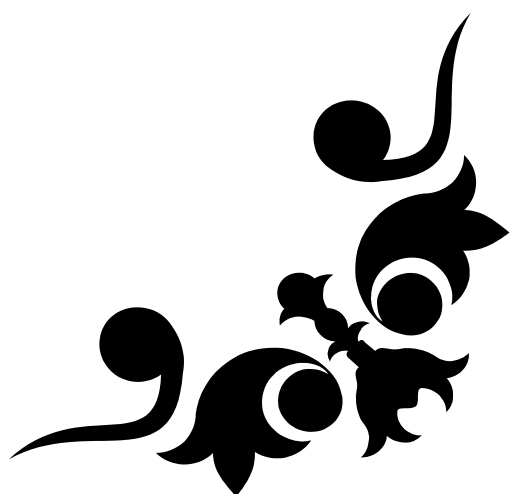
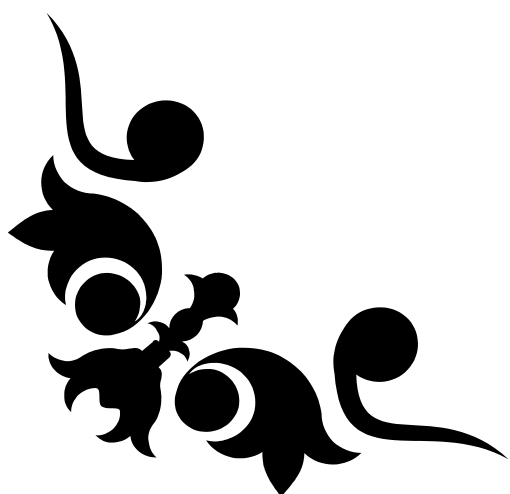
-déposer la membrane filtre sur le milieu VF et fermer bien la poite de pétrie

-incubation pendant 72 h a 36°C.



Chapitre IV

Résultats et Discussion



Dans ce chapitre, nous étudierons les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques qui influents sur la qualité des eaux, à savoir :

1-Paramètres physiques

1-1-Température (T°)

Les variations des températures au niveau des sites étudiés sont présentées dans la figure 4

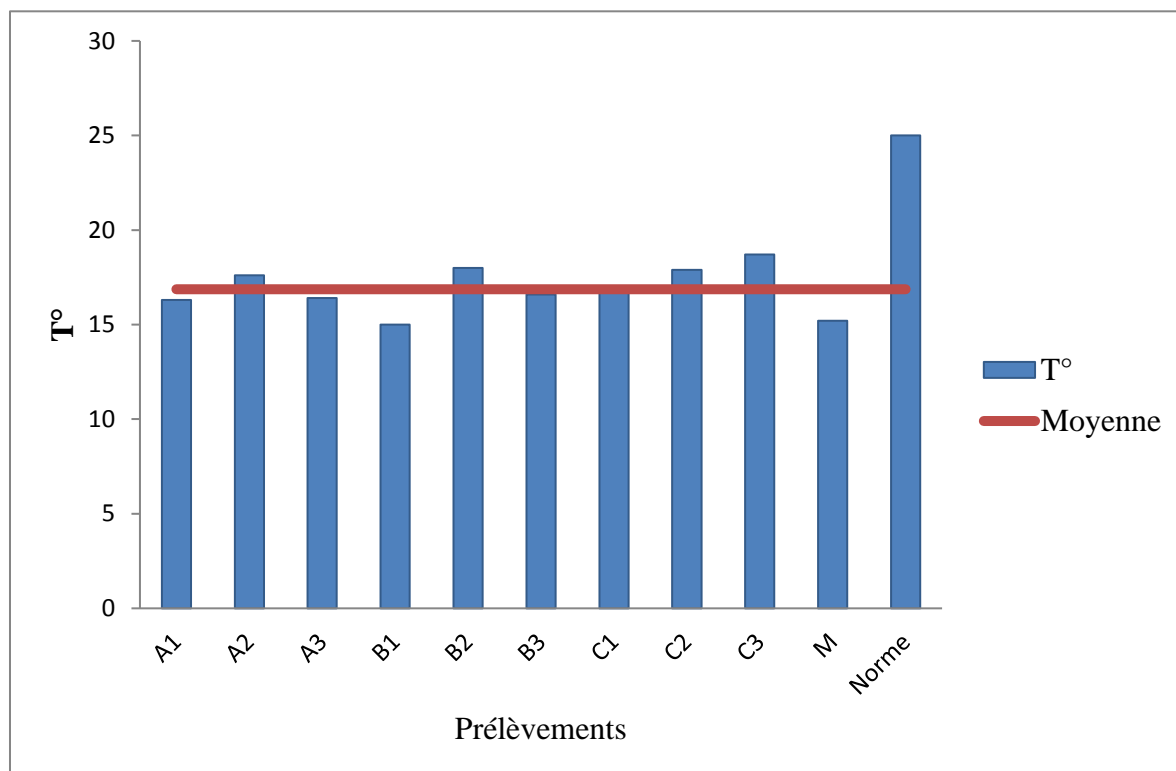


Fig.4 : Variation des températures de l'eau des différents prélèvements effectués

Les variations des températures dans les dix prélèvements sont comprises entre 15 et 18,7°C, leur moyenne est de 16,87 C°. Cette valeur est inférieure à la norme Algérienne d'eau d'irrigation **S.E.E.E, (2007)** (25°C). Les variations de ces résultats sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau.

1-2-Potentielle Hydrogène (pH)

Les variations des potentielles Hydrogènes au niveau des sites d'étude sont présentées dans la figure 5

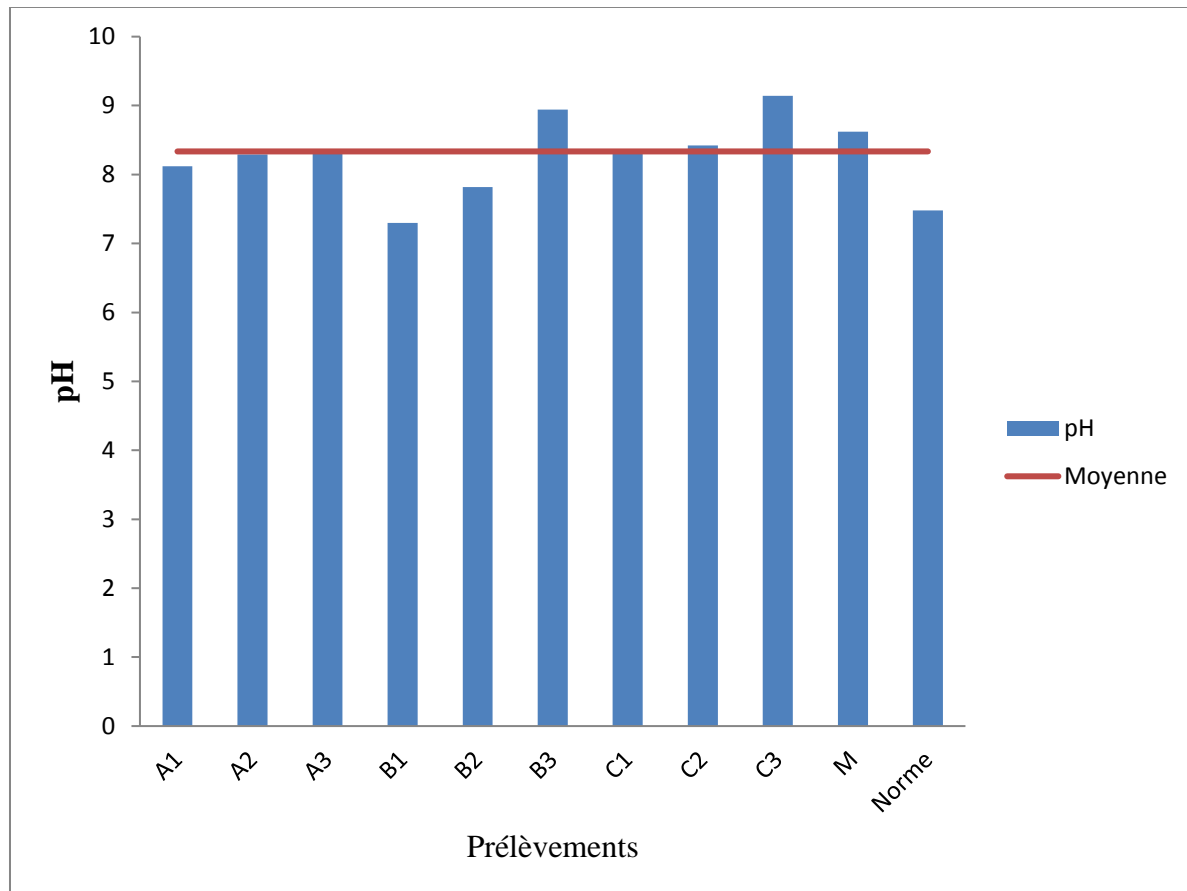


Fig.5: Variation des pH des prélèvements effectués

Les variations des pH sont comprises entre 7,3 et 9,14 avec une moyenne de 8,335. Il en résulte que le pH de nos prélèvements est basique. Cette Valeur est supérieure à la norme Algériennes d'eau d'irrigation **S.E.E.E, (2007), (7,48)**, qui peut être traduite par l'activité des micro-algues.

1-3-Conductivité électrique CE

Les variations des conductivités électriques au niveau des sites d'étude sont présentées dans la figure 6.

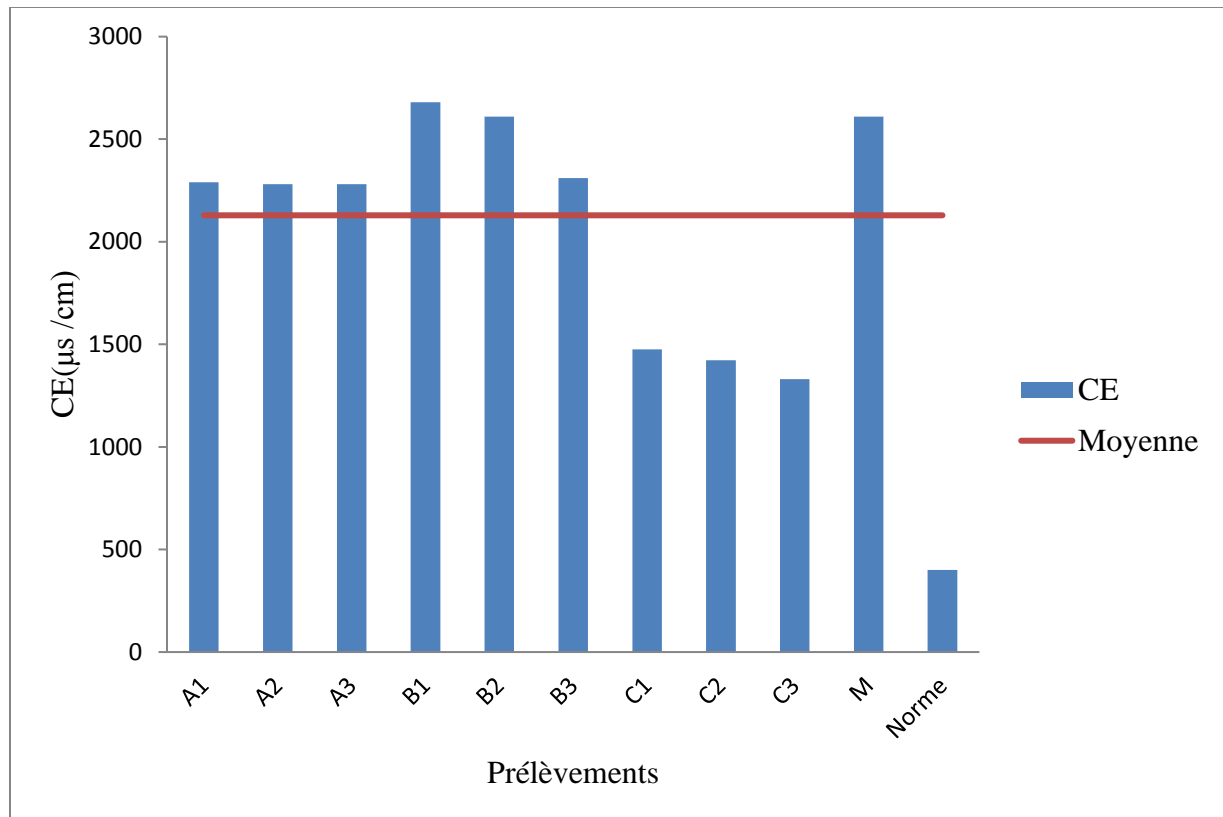


Fig.6 : Variation des conductivités électriques des différents prélèvements effectués

Les résultats obtenus pour ce paramètre ont marqué une valeur élevée au niveau de site B1 (2680 $\mu\text{s/cm}$), et une faible valeur dans le site C3 (1331 $\mu\text{s/cm}$) avec une moyenne 2128,9 $\mu\text{s/cm}$. Ces valeurs sont supérieures la norme Algérienne d'eau d'irrigation **S.E.E.E, (2007)**, (400 $\mu\text{s/cm}$). D'après **El hachemi (2012) in Mokdadi, 2015**, la variation des valeurs de conductivité électrique des eaux est essentiellement contrôlée par l'évaporation de l'eau, une forte conductivité électrique est caractérisée par des températures plus basses.

1-4-Turbidité

Les variations des Turbidités au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 7

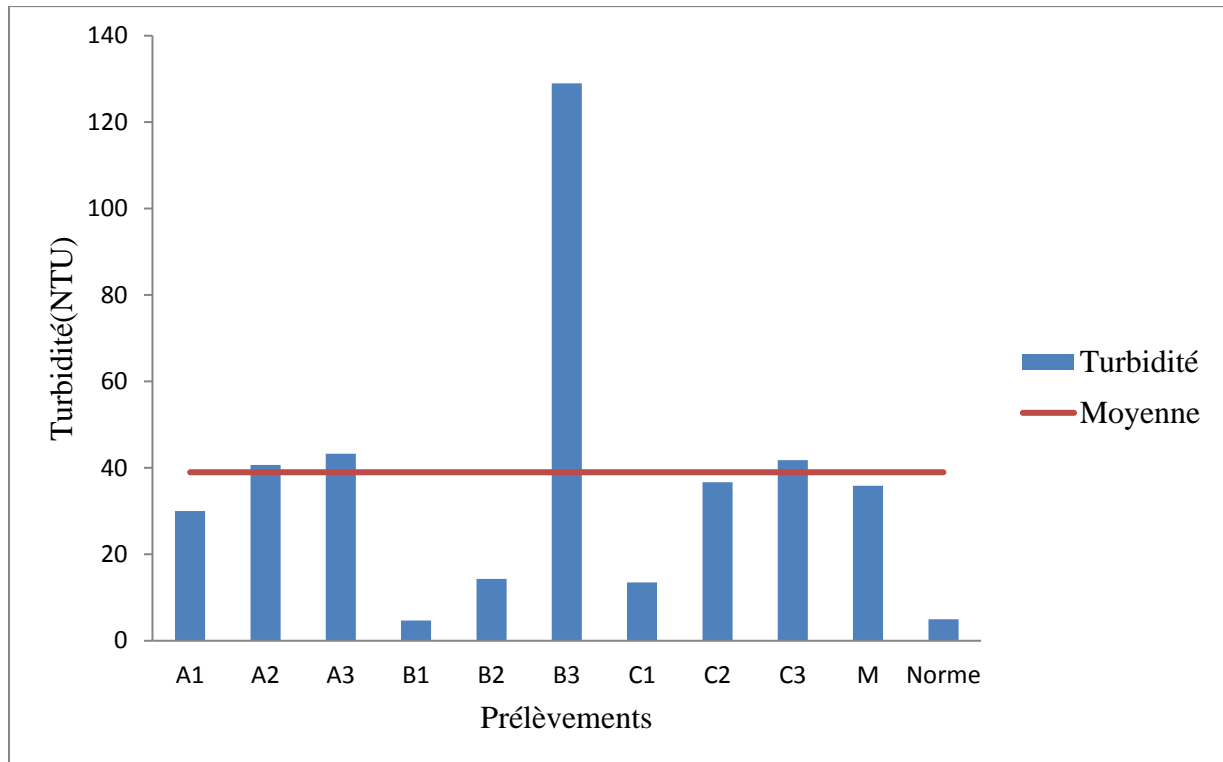


Fig.7: Variation de Turbidités des différents prélèvements effectués

La variation de la turbidité des eaux est différente dans les dix prélèvements entre 4,7 et 129 NTU, et une moyenne 38,99 NTU dépassant la norme Algérienne d'eau d'irrigation (≤ 5 NTU). **Shuval et al ,1986 in Mokdadi , 2015**, ont confirmé que la turbidité d'une eau est due à la présence de matières en suspension finement divisées. C'est le cas de notre d'étude où les valeurs de la turbidité sont assez élevée qui indique la présence des matières en suspensions en quantité importante.

1-5-Salinité

Les variations de salinités au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 8

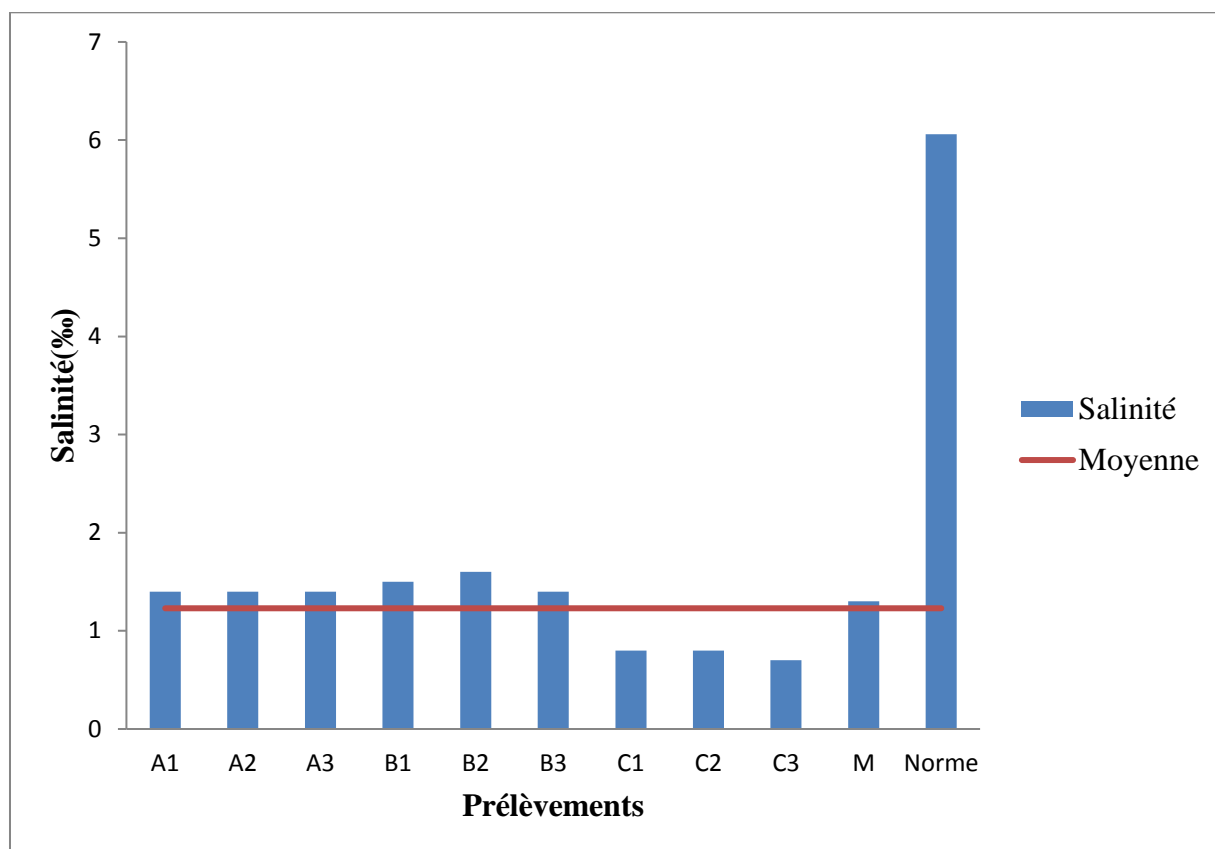


Fig.8 : Variation des Salinité des différents prélèvements effectués

Les mesures de la salinité de dix prélèvements montrent qu'ils sont compris entre 0,8 à 1.6‰ et une moyenne de 1,23 (mg/l) ces valeurs sont inférieures aux normes Algérienne d'eau d'irrigation (6,06 ‰).

Selon Merabet , 2011 in Mokdadi , 2015, la baisse de la salinité peut être favorable la prolifération des espèces aquatiques plus précisément les algues verts qui en se développant empêchent la pénétration des rayons solaires dans l'eau et contribuent à la diminution de l'aération de l'eau, cette dernière présente une menace pour les autres êtres vivants aquatiques.

1-6-Oxygène Dissous O₂

Les variations des Oxygènes Dissous au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 9

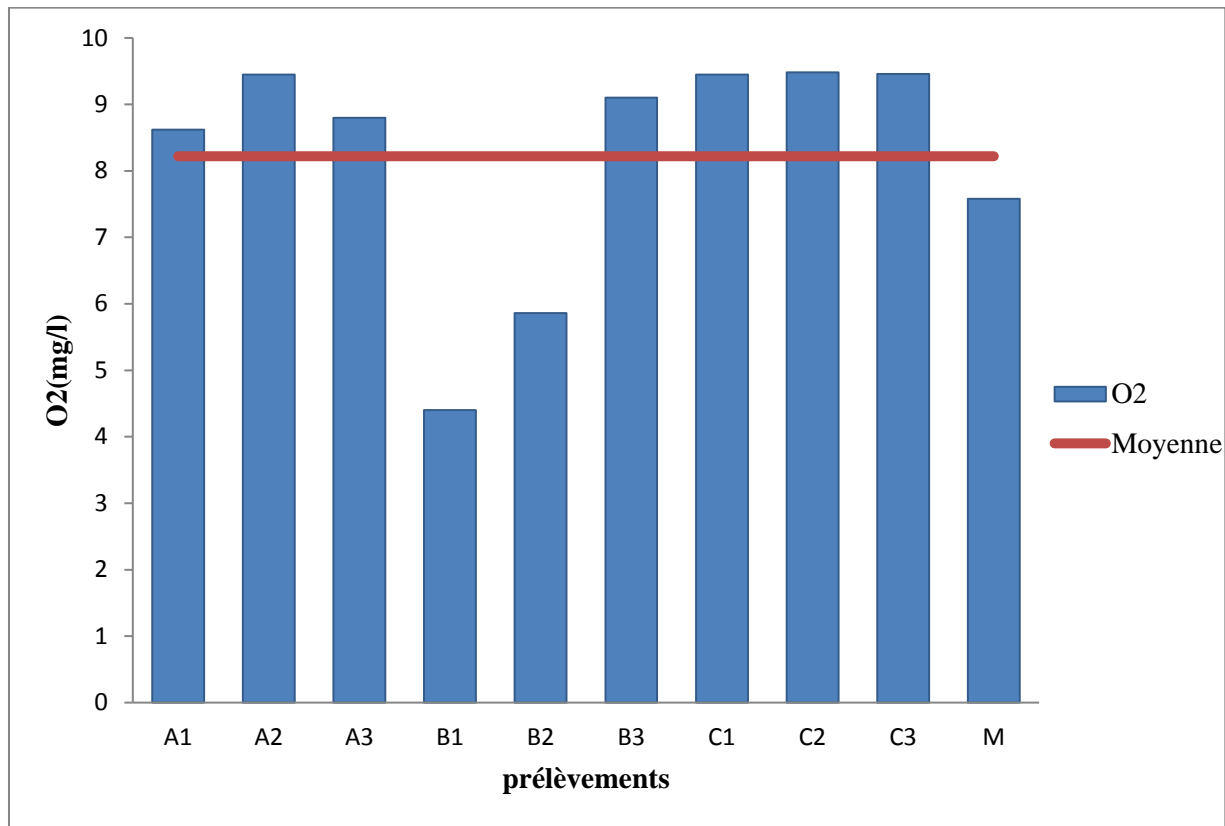


Fig.9 : Variation d'Oxygènes Dissous des différents prélèvements effectués

Des variations importantes de l'oxygène dissous ont été observées entre les sites étudiés en effet la valeur minimal est de 4,4 (C2) et la valeur maximal est de 9,48(B1) mg/l avec une moyenne 8,22mg/l.

Les valeurs montrent que l'eau est bien oxygénée, le phénomène de la photo synthèse s'intensifie pendant les prélèvements A1-A3 et B3 à C1-C3 l'emporte sur les autres phénomènes. Elle entraîne une croissance des végétaux et par conséquent provoque une augmentation de la concentration d'O₂ dissous dans l'eau, ce qui permet aux bactéries aérobies de proliférer et d'assurer en conséquence une meilleure minéralisation et oxydation de la matière organique.

1-7-Matière En Suspension (MES)

Les variations des Matières En Suspensions au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 10

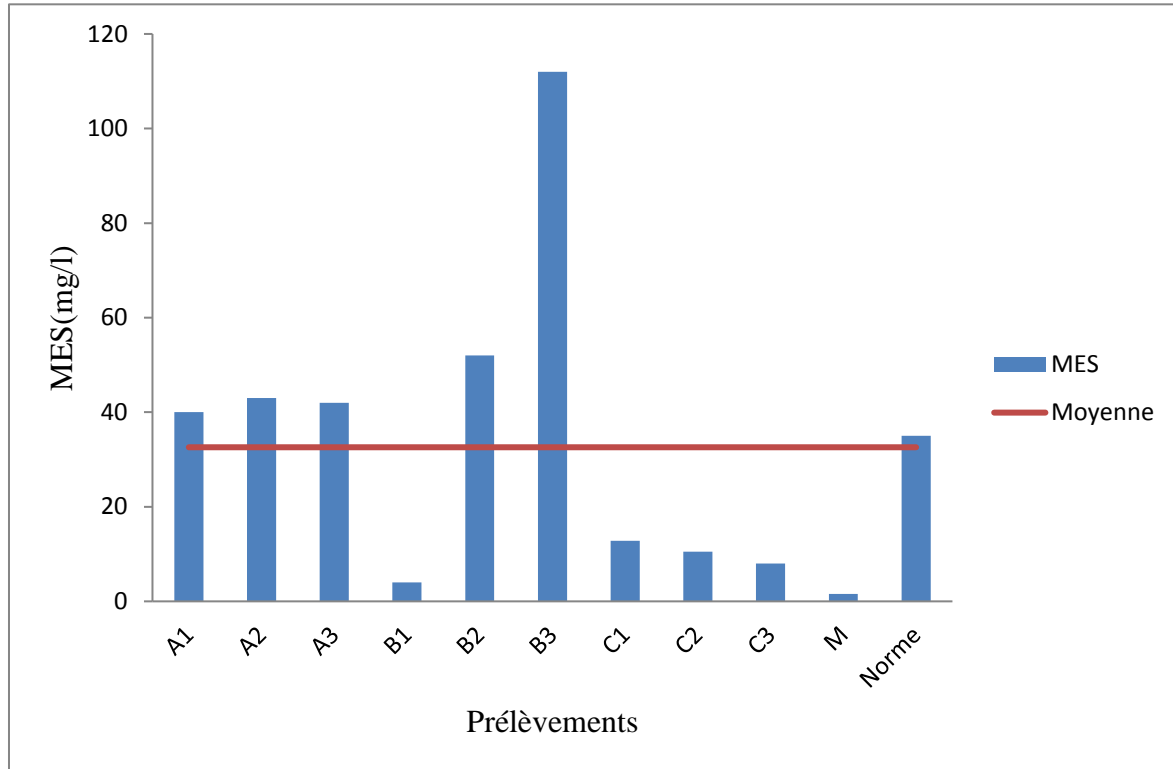


Fig.10 : Variation des Matières En Suspensions des différents prélèvements effectués

Il y a une variation des MES entre les dix prélèvements, elle est comprise entre 1,66(M) et 112(B3), avec une moyenne de 32.59 mg/l. Selon **Rodier (2005)**, cette valeur est inférieure à la norme de rejet (35 mg/l).

D'après **Rodier, 1976 in Lemkhaddem et Telli, 2014**, la teneur en matière en suspension des eaux est très variable selon les cours d'eau. Pour chacun d'eux, elle est fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux et des rejets, etc.

2-Paramètres chimiques

2-1-Demande chimique en oxygène (DCO)

Les variations des Demande chimique en oxygène au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 11

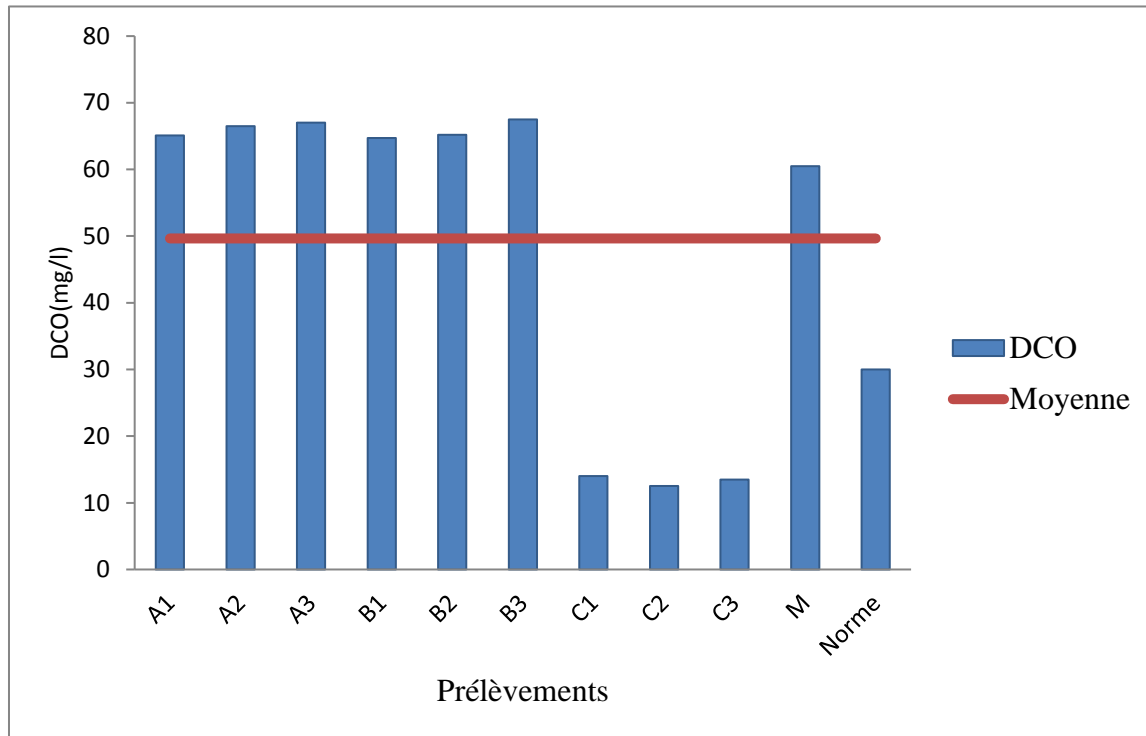


Fig.11: Variation des Demandes chimiques en oxygène des différents prélèvements effectués

Selon les analyses effectuées nous avons remarqué que les valeurs de dix prélèvements sont comprises entre 12,5 mg/l (C2) et 67,5 mg/l (B3) et leur moyenne est 49,65mg/l. Mise à part les sites C1, C2et C3 (Nahr Ouassal), les valeurs enregistrés sont supérieures à la norme (30mg/l). Il résulte la dégradation des charges organiques polluantes sous l'action des micro-organismes.

2-2-Demande biologique en oxygène DBO₅

Les variations des Demandes biologiques en oxygène au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 12

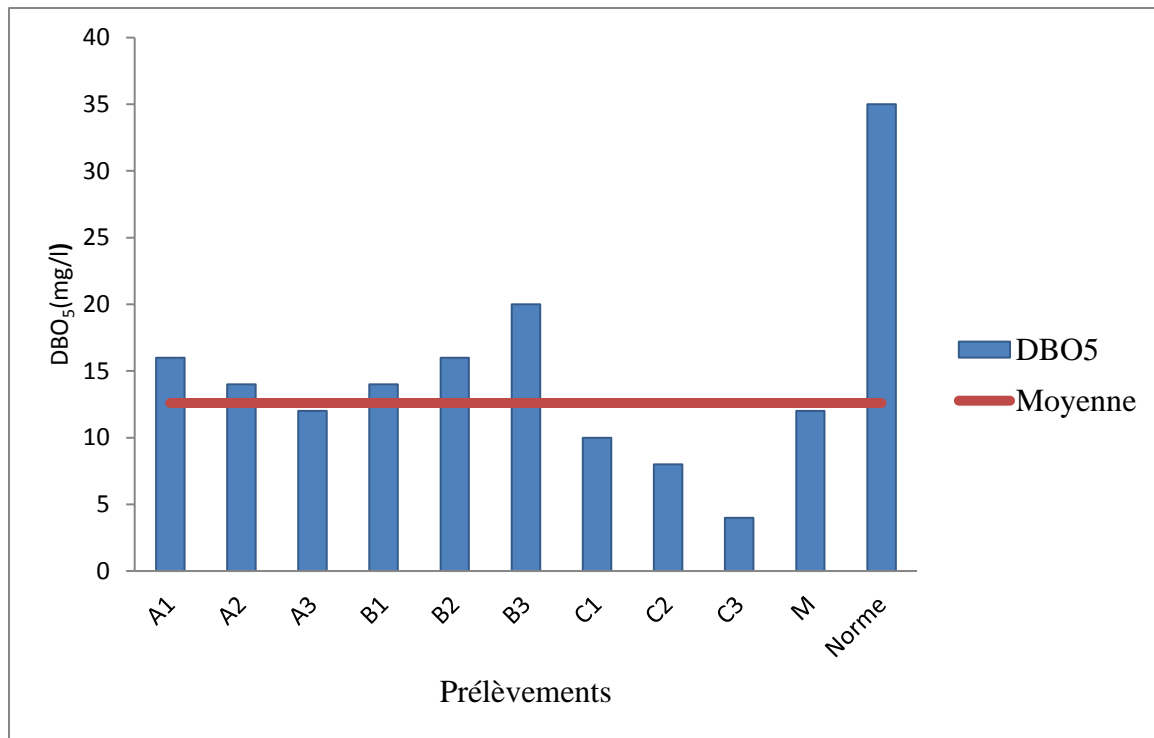


Fig.12: Variation des Demandes chimiques en oxygène des différents prélèvements effectués

D'après les analyses effectuées nous avons remarqué que les valeurs de dix prélèvements sont comprises entre 4 mg/l (C3) et 20 mg/l(B3) et leur moyenne est de 12,6 mg/.cette valeur est inférieure à la norme de rejet 2006 (35 mg/l). Ils résultent de la dégradation des charges organiques polluantes, sous l'action de micro-organismes (**Rodier, 2005**).

2-3-Nitrite NO₂⁻

Les variations des Nitrites au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 13

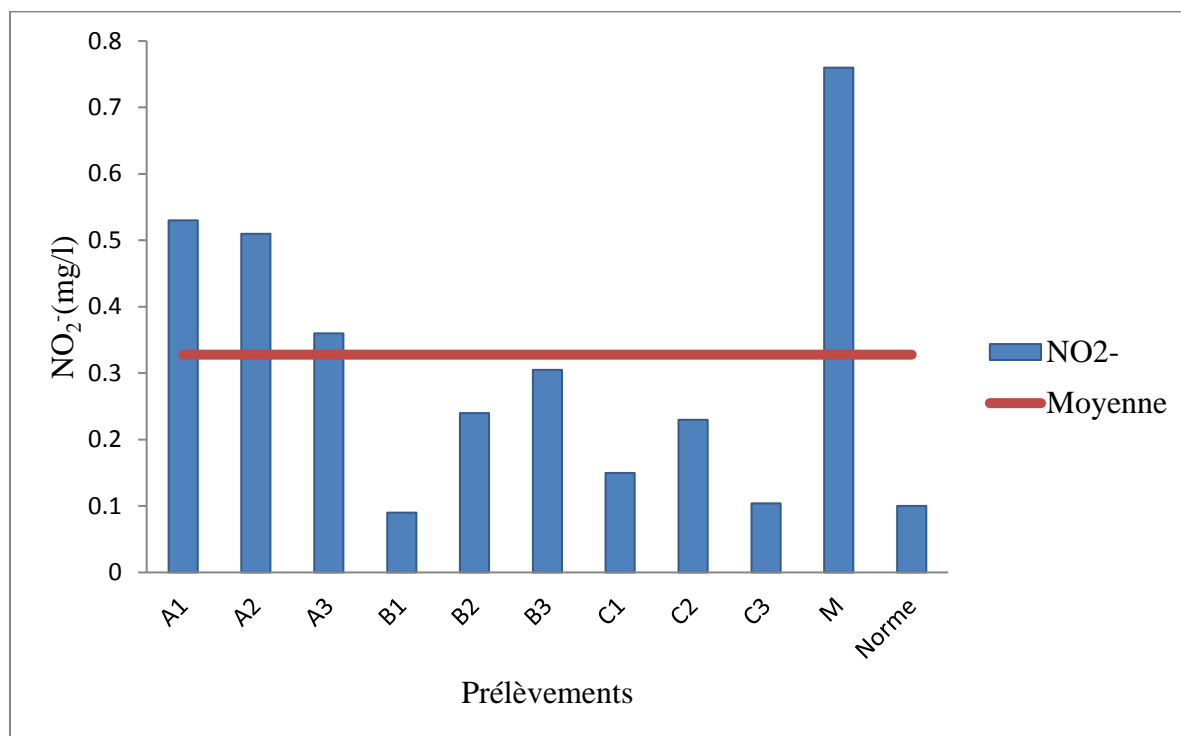


Fig.13 : Variation des Nitrites des différents prélèvements effectués

Les résultats d'analyse effectuée montrent que la teneur en azote nitreux varie entre 0,09 mg/l (B1) et 0,76 (M) et leur moyenne est de 0,327 mg/l. Cette valeur est supérieure à la norme Algérienne d'eau d'irrigation (0,1 mg/l).

Selon **Bengoumi (2004) et Chaibi 2014, in Mokdadi, 2015**, 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. L'augmentation de nitrite peut être expliquée par la présence des êtres vivants aquatiques selon notre constat in situ (des poissons, des bactéries, des plantes.....etc.) qui produisent des matières organiques et par l'activité humaine dont il y a rejeté.

2-4-Nitrate NO_3^-

Les variations des Nitrates au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 14

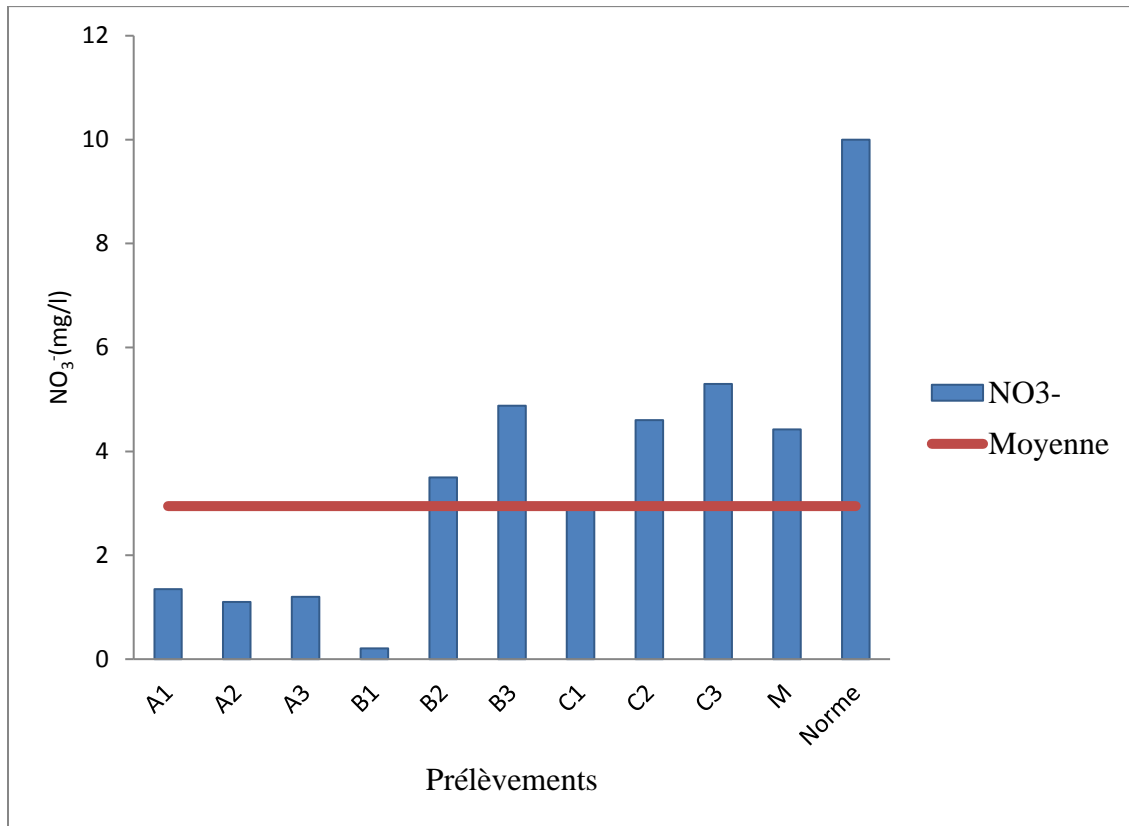


Fig.14 : Variation des Nitrates des différents prélèvements effectués

Les résultats obtenus indiquent la présence de nitrate en quantité assez faibles entre 0,21(B1) et 5,3(C3) mg/l avec une moyenne de 2,946 mg/l .ces résultats sont inférieurs aux normes Algérienne d'eau d'irrigation 10 mg/l.

Selon **Samake , 2002 in Mokdadi, 2015**, 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.

2-5-Azote ammoniacal NH_4^+

Les variations d'Azote ammoniacal au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 15

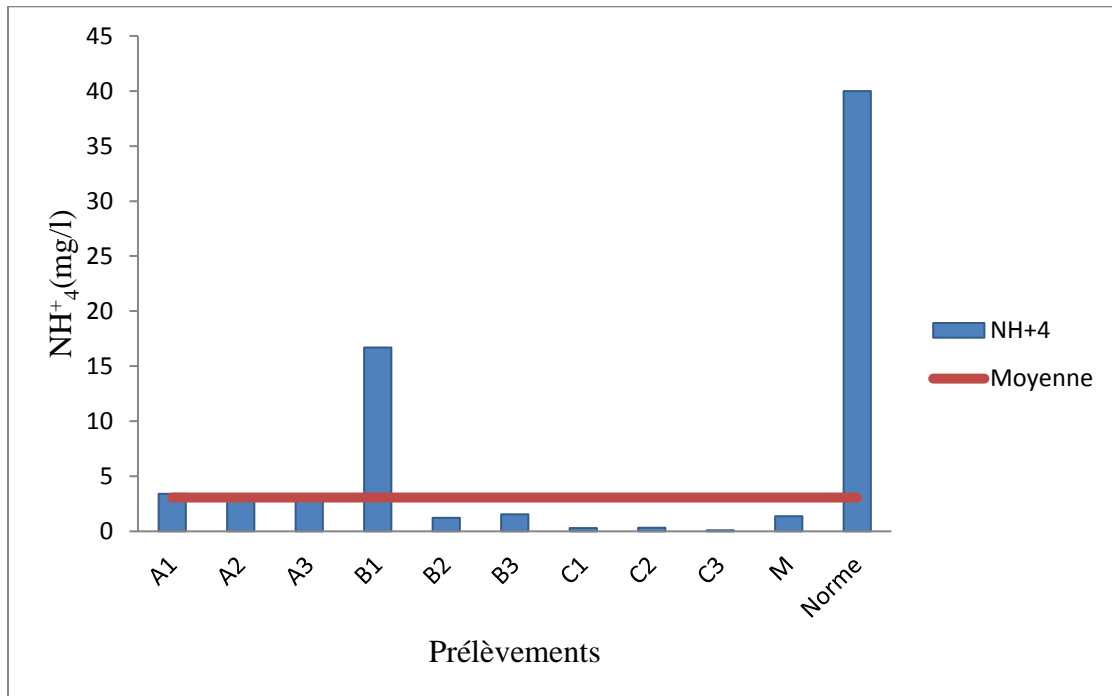


Fig.15 : Variation d'Azotes ammoniacal des différents prélèvements effectués

Les résultats d'analyse effectuée montrent que la teneur en azote ammoniacal varie dans les dix prélèvements entre 0,10 mg/l (C3) et 16,7(B1) et leur moyenne est 3,07 mg/l. Cette valeur est inférieure à les normes de rejet 2014 (40mg/l).ce qui explique la dégradation incomplète de la matière organique.

2-6-Phosphate PO_4^{3-}

Les variations des Phosphates au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 16

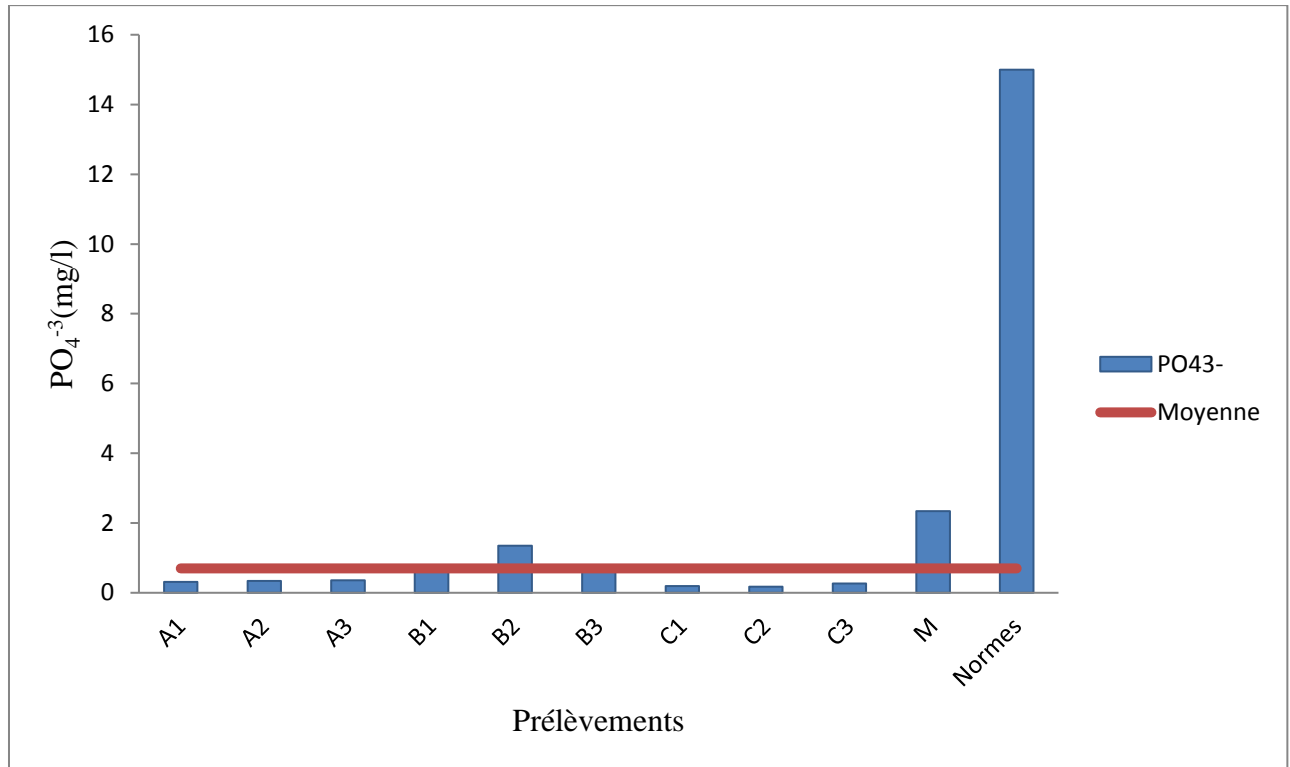


Fig.16: Variation des Phosphates des différents prélèvements effectués

Les concentrations de phosphates au niveau des dix sites étudiées varient entre 0,17 (C2) et 2,34 (M) mg/l avec une moyenne de 0,669 mg/l. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet (15 mg/l). Selon **Rodier (2005)**, le phosphate ont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. Sa présence dans l'eau est liée fortement à la décomposition de la matière organique et également liée à l'utilisation des engrais.

2-7-Matière oxydable MO

Les variations des Matières oxydables au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 17

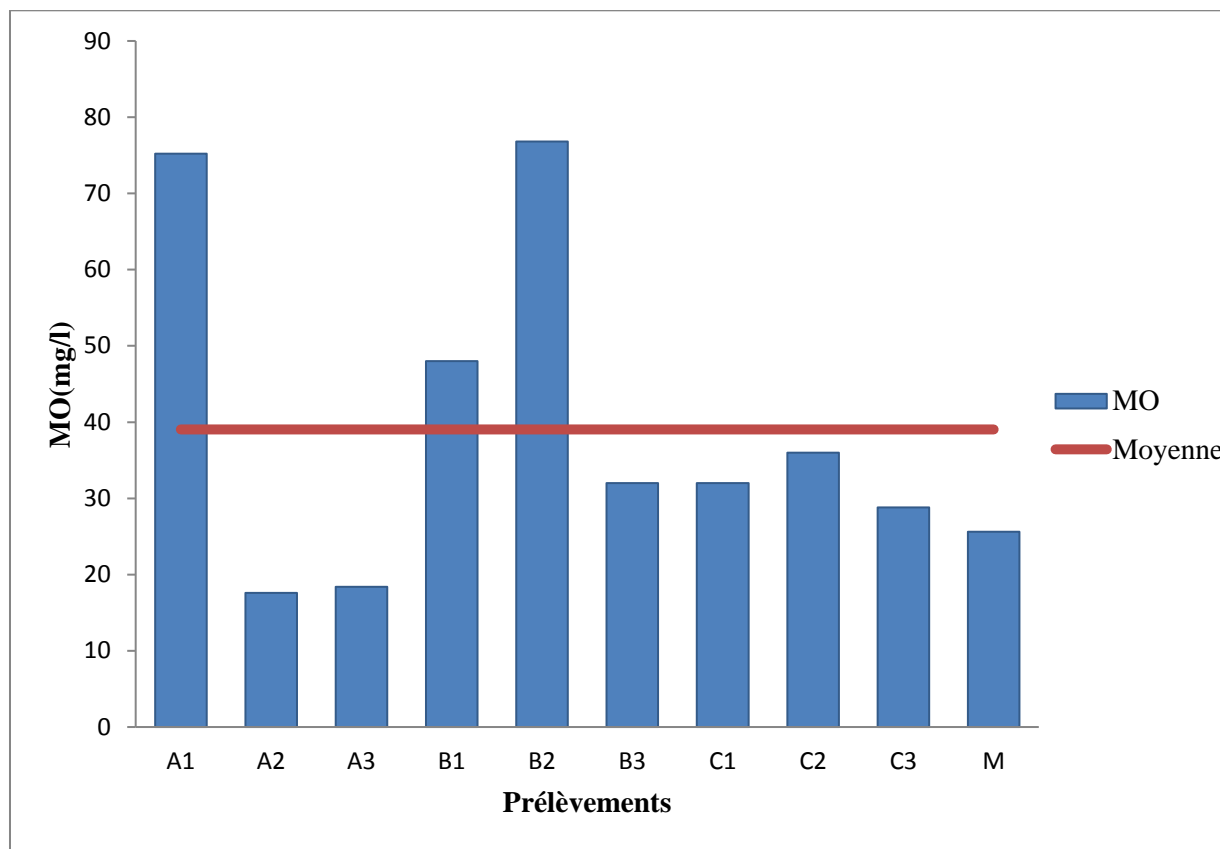


Fig.17: variation des Matière oxydable des différents prélèvements effectués

Remarque d'après les résultats obtenu dans la figure 14, que les valeurs des Matières oxydables sont comprises entre 17,6 (A2) et 76,8 (B2) mg/l et leur moyenne est 39,04 mg/l.

2-8-Sulfate SO_4^{2-}

Les variations des Sulfates au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 18

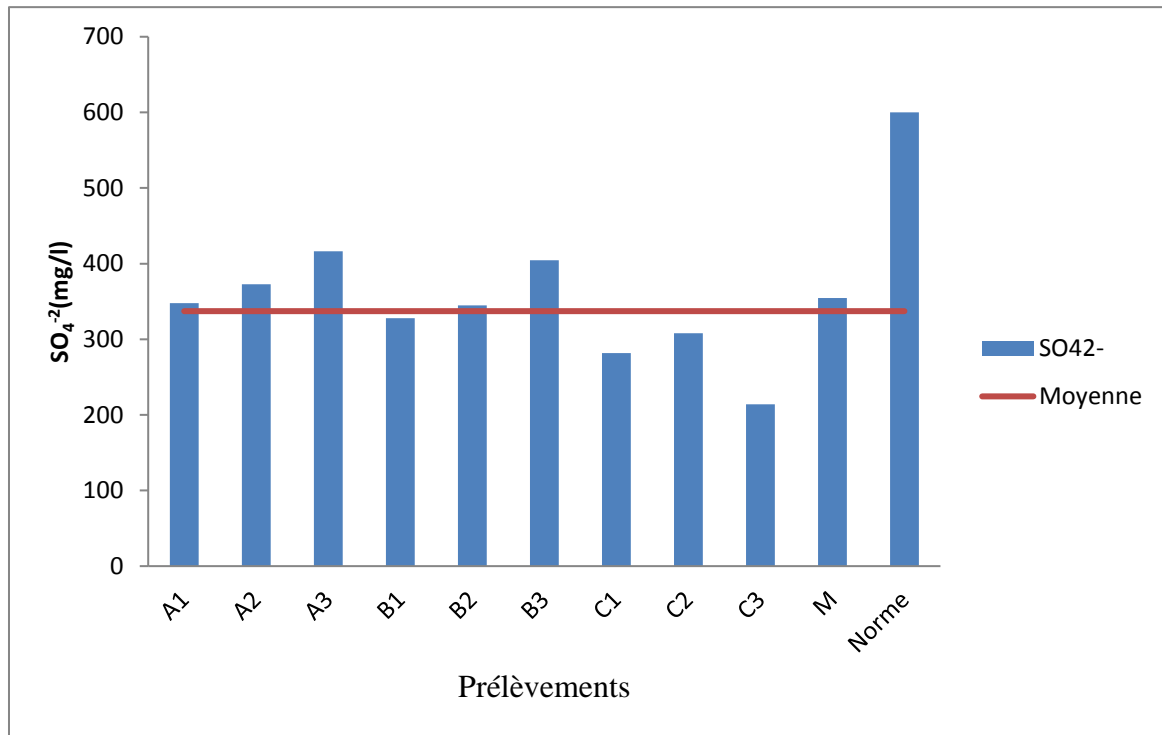


Fig.18: Variation des Sulfate des différents prélèvements effectués

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence de sulfate en quantité entre 214 mg/l (C3) et 416,15 mg/l (A3) avec une moyenne de 337,155 mg/l ces résultats est inférieur à les normes des rejets (600 mg/l). Il est expliqué par la présence des roches sédimentaires.

2-9-Magnésium Mg²⁺

Les variations des Magnésiums au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 19

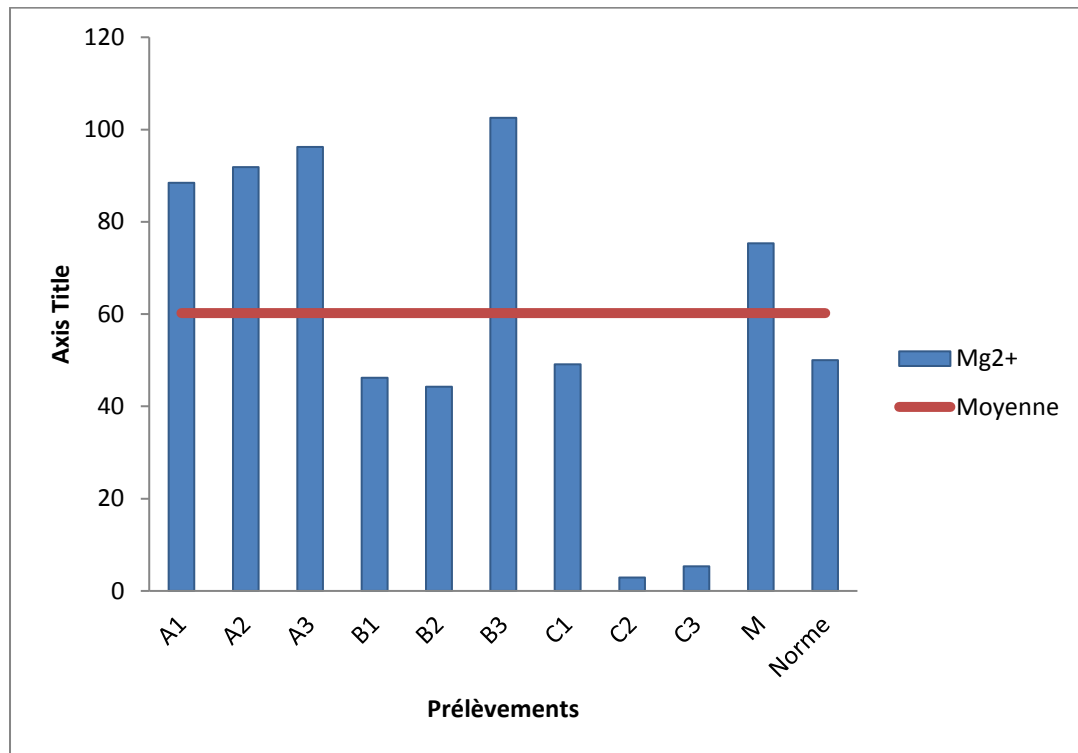


Fig.19: variation des Magnésiums des différents prélèvements effectués

Les valeurs de ce paramètre varient entre 2,91 mg/l (C2) et 102,54 mg/l (B3) avec une moyenne de 60,21mg/l. Ces valeurs sont supérieures à la norme Algérienne d'eau d'irrigation (50 mg/l) et peuvent être expliquée par la nature de la roche sédimentaire (**Rodier, 2005**).

2-10- Calcium Ca^{+2}

Les variations des Calciums au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 20

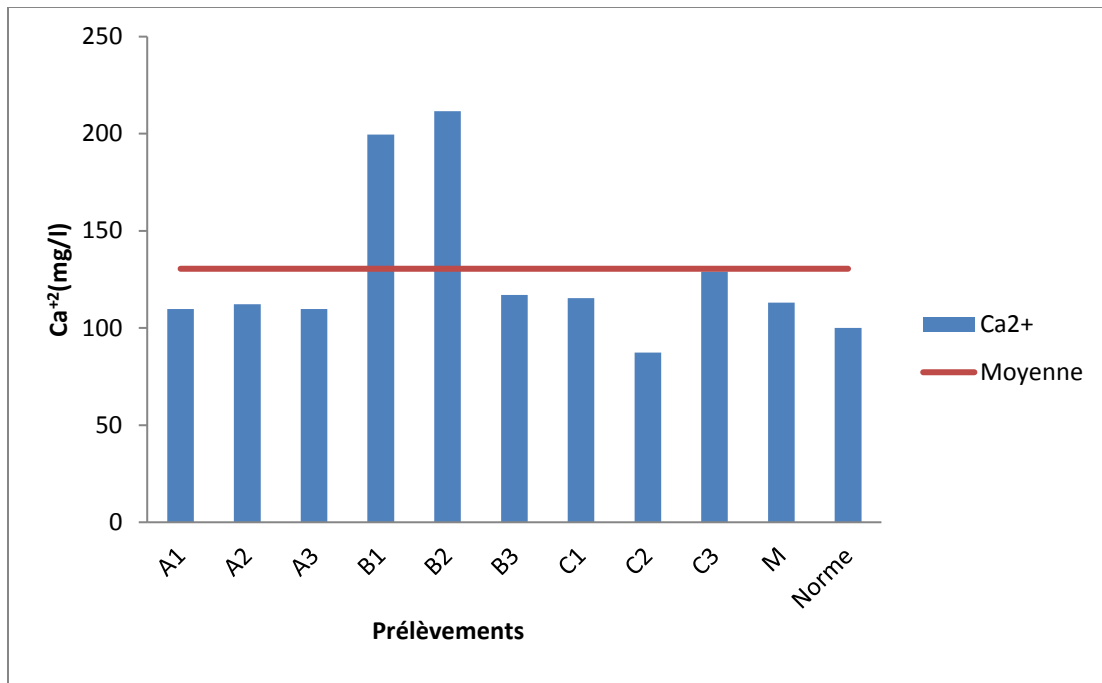


Fig.20 : Variation des Calciums des différents prélèvements effectués

A partir des résultats obtenus, on peut voir la variation moyenne des Ca^{+2} entre les dix prélèvements, ces valeurs sont comprises entre 87,347 (C2) et 211,62 (B2) mg/l avec une moyenne de 130,50 mg/l. En général, ces valeurs sont situées dans la norme Algérienne d'eau d'irrigation 100mg/l à l'exception du site B1 et B2 100 mg/l. Selon **Lechaari, 1990** in **Mokdadi, 2015**, l'origine du calcium parmi lesquelles nous pouvons citer : les roches carbonatées et les roches gypseuses, ou phénomène d'évaporation des eaux sous l'effet des températures.

2-11-Chlorure (Cl⁻)

Les variations des chlorures au niveau des sites d'étude sont présentées dans la figure 21

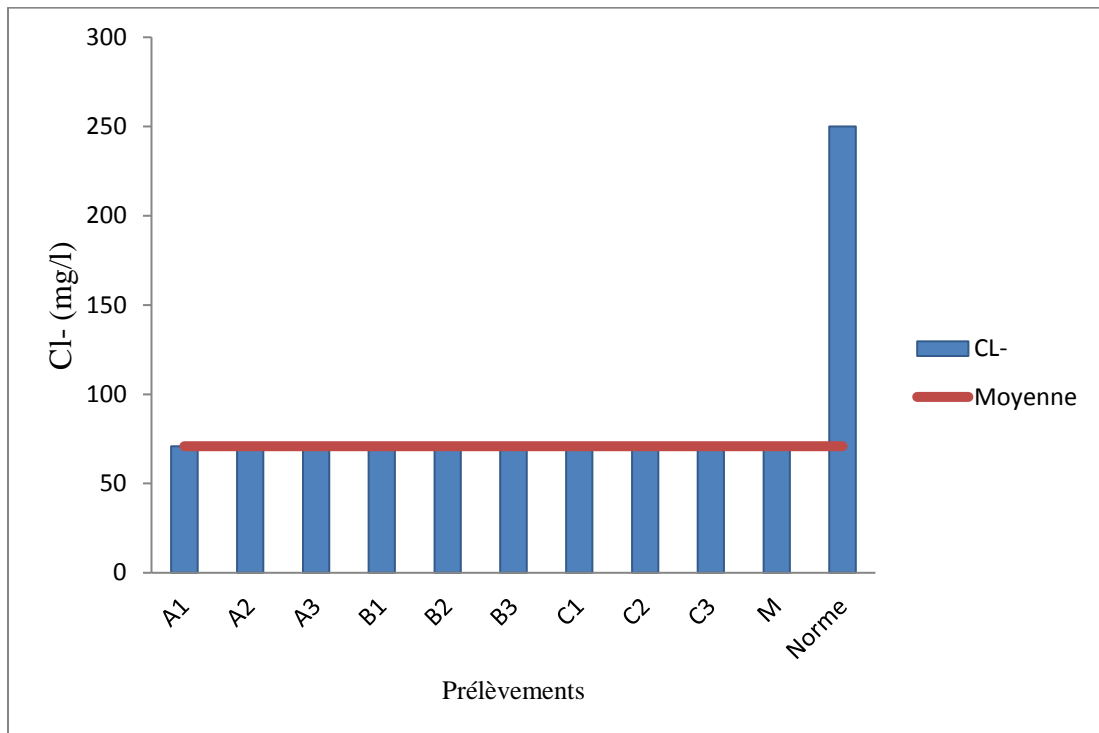


Fig.21: Variation des chlorures des différents prélèvements effectués

Les résultats d'analyses effectuées pour les dix prélèvements, présentent des teneurs en chlorures très variables entre 70,88 mg/l (B1) et 70,99 mg/l (C3) avec une moyenne de 70,92 mg/l. Il résulte que ces valeurs sont inférieures à la norme Algérienne l'eau d'irrigation (250 mg/l).

Selon **Debbakh, 2012 in Mokdadi, (2015)**, les chlorures sont toujours présents dans les eaux naturelles mais à des proportions variables. Ils proviennent essentiellement de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salifères; des rejets des eaux usées d'origine domestique et industrielle.

2-12-Alcalinité HCO_3^-

Les variations des Alcalinités au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 22

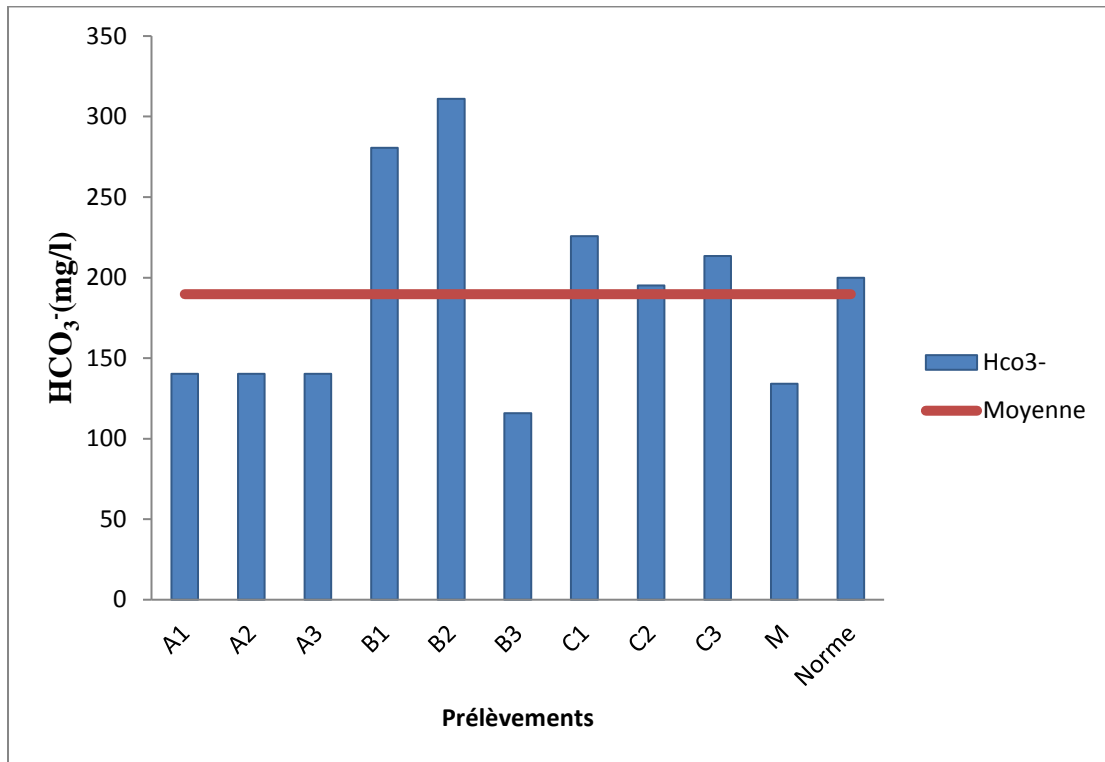


Fig.22 : Variation d'Alcalinité des différents prélèvements effectués

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence d'alcalinité en concentration entre 115,9(B3) et 311,1(B2) mg/ l avec une moyenne de 189,71 mg/l. Cette valeur est inférieure aux normes d'eau d'irrigation (200 mg/l). Il est expliqué par la nature de terrain traversé.

2-13- Résidu sec (RS)

Les variations des Résidus secs au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 23

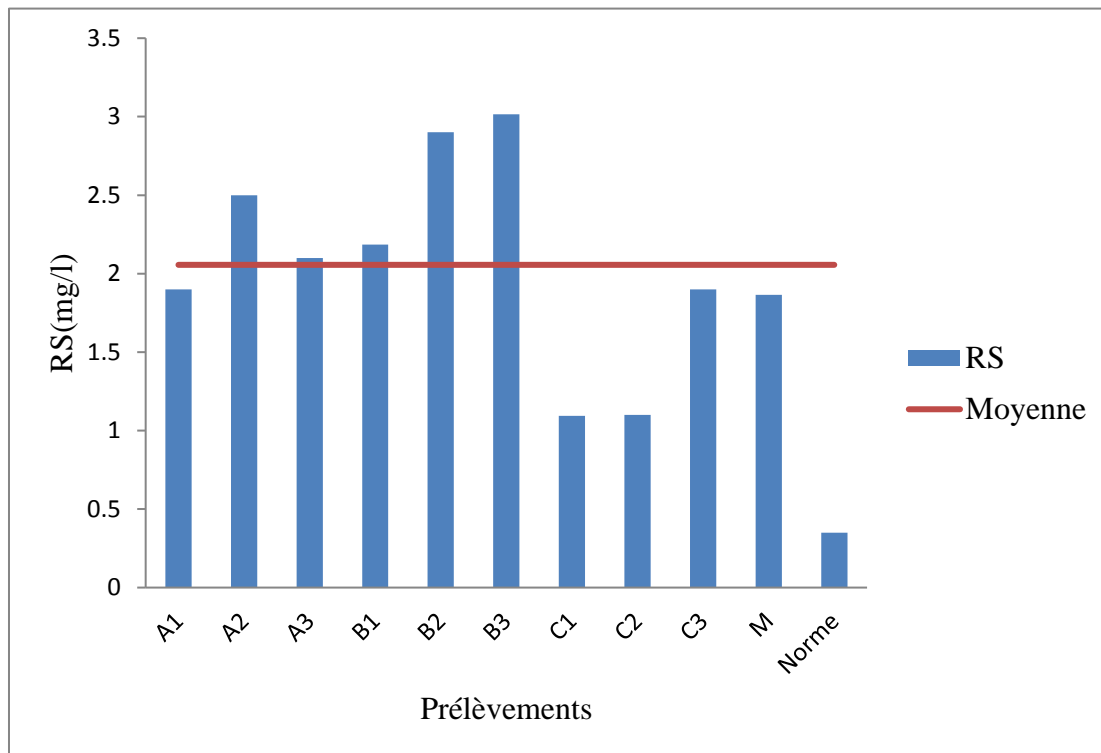


Fig.23: Variation des Résidus sec des différents prélèvements effectués

On remarque que la quantité élevée a été enregistré dans le site B3 (3,01 mg/l) et une faible quantité au niveau de site C1 (1,09 mg/l) avec une moyenne de 2,05 mg/l. Ces valeurs dépassent la norme Algérienne d'eau d'irrigation (0.35 mg/l).

3- Paramètres Bactériologiques

3-1- Dénombrements des coliformes totaux (CT)

Les variations dénombrements des Coliformes totaux au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 24

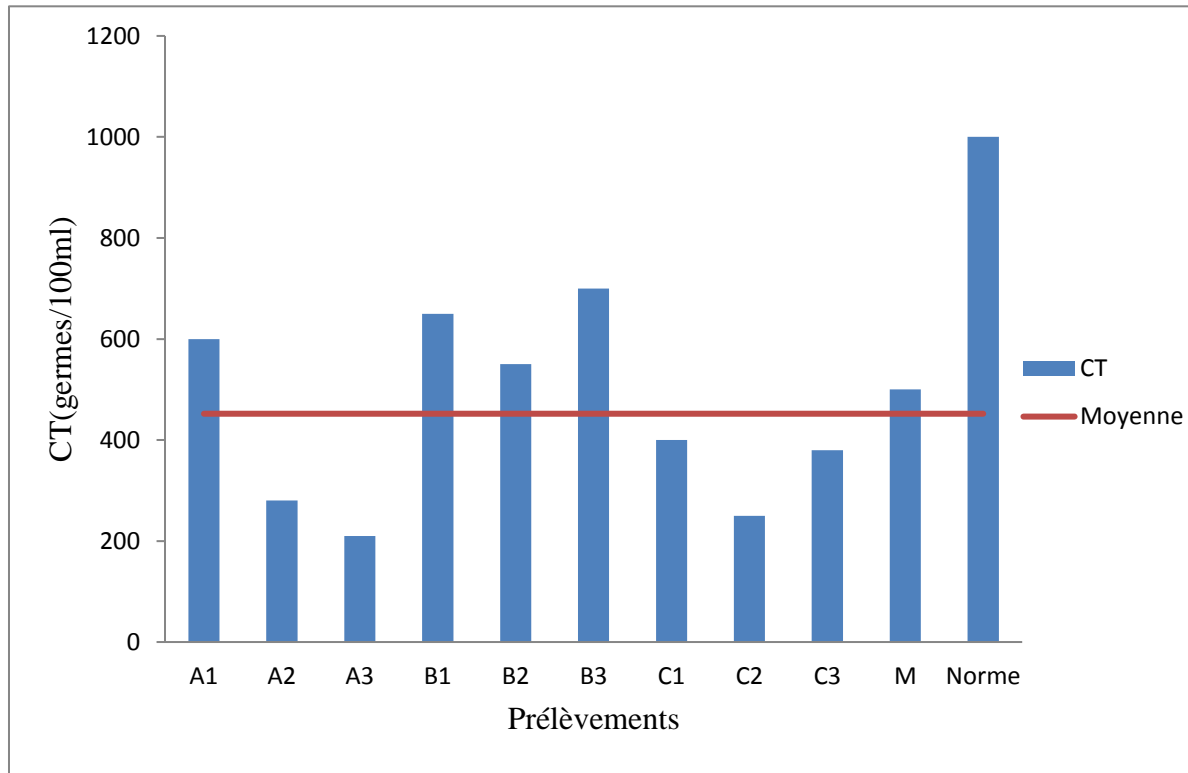


Fig.24 : Variation dénombrements des coliformes totaux des différents prélèvements effectués

Le dénombrement des Coliformes totaux montre que leur nombre varie d'un site à un l'autre. On observe que le site B3 enregistré à la valeur de 700 germes/100ml la valeur faible caractérise le site A3 (210 germes/100 ml). La moyenne 452 germes/100ml. ces valeurs ne sont pas conforme aux normes Algérienne d'eau d'irrigation (1000 germes/100m).

Selon **Chevalier, 2003 in Mokdadi, 2015**, le nombre élevé des Coliformes totaux peut être traduite par la croissance d'espèces anaérobies mésophiles et sa diminution est due à la destruction des germes par l'augmentation de la température. Ces résultats attestent que l'eau de barrage Bougarra est acceptable pour l'irrigation.

3-2- Dénombrements des Streptocoques fécaux (SF)

Les variations des Streptocoques fécaux au niveau des sites d'études sont présentées dans la figure 25

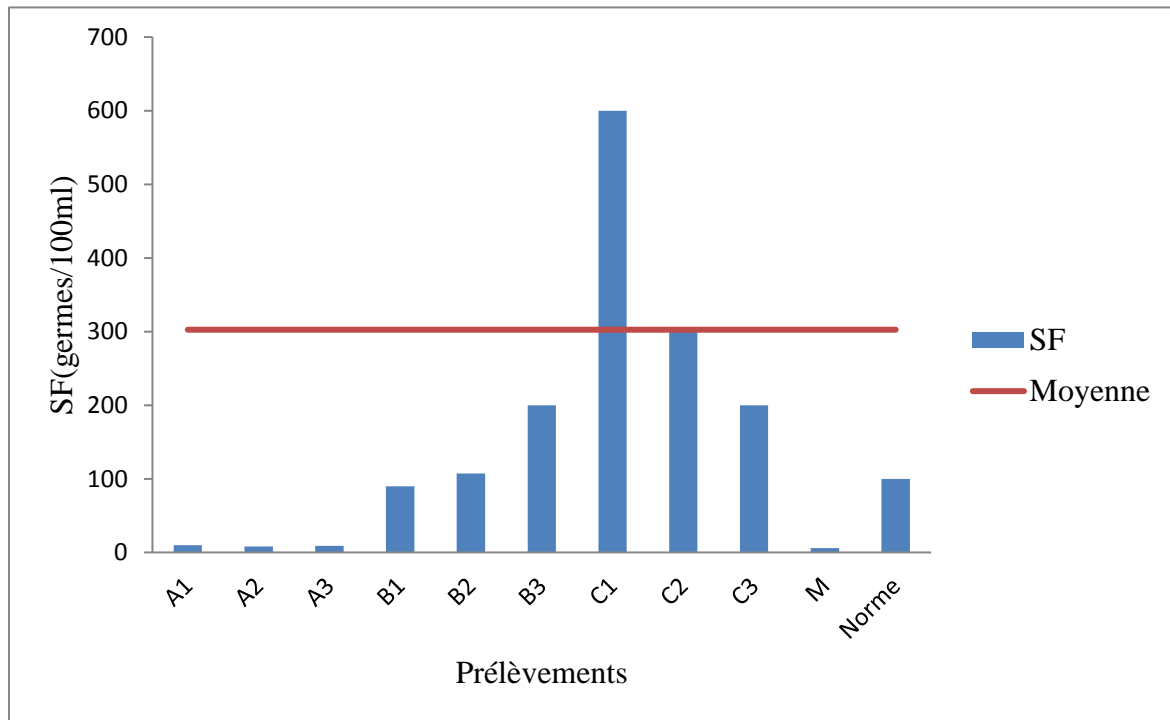


Fig.25: Variation des dénombrements des Streptocoques fécaux des différents prélèvements effectués

Les résultats de Streptocoques fécaux varient d'un site à un autre, mais généralement leur nombre est assez élevé, en particulier dans le site C1 (600germes/100ml), B3, C2 et C3. Cette valeur est supérieure à la norme Algérienne d'eau d'irrigation (100 germes/100ml). La présence de Streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux.

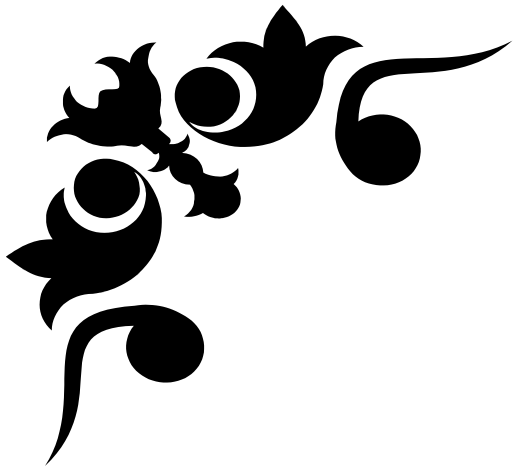
3-3-Dénombrement des coliformes fécaux (CF) et Ech.Coli

On remarque une présence des coliformes fécaux et E. Coli dans les dix prélèvements dans le Barrage de Bougara.

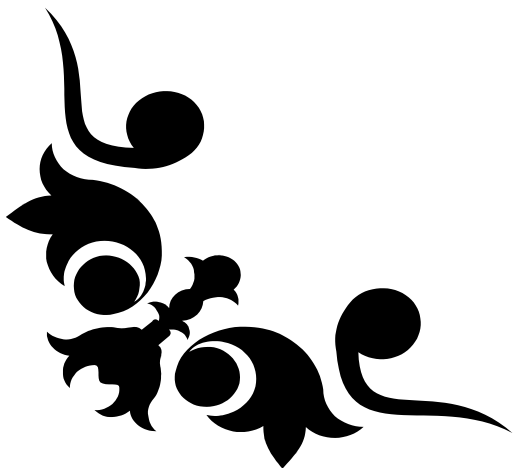
Selon **René, 2010 in Mokdadi , 2015** , les Coliformes fécaux capables de fermenter le lactose à 44°C thermo-tolérant du genre d'Escherichia coli. Les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences sont suffisantes à confirmer qu'il y a effectivement une pollution fécale.

3-4-Clostridium sulfito-réducteurs (CSR)

On remarque une présence de Clostridium sulfito-réducteurs dans les dix prélèvements. Ce 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 (**Hamed et al ,2012**).



Conclusion



Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute de Barrage Colonel de Bougara. A cet effet, dix prélèvements ont été réalisés en mois de mars 2017.

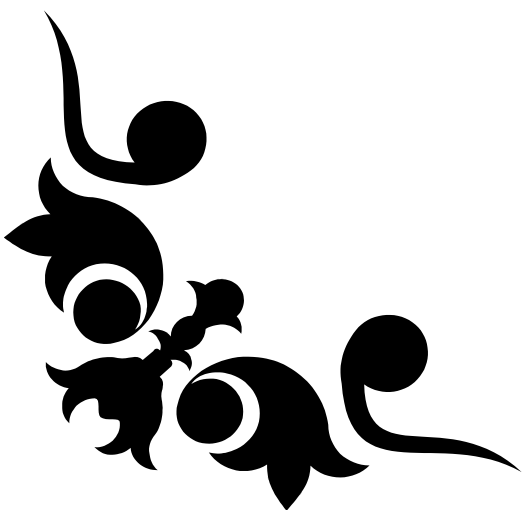
Les résultats obtenus indiquent que la qualité physico-chimique aussi bien que la qualité microbiologique des eaux de Barrage colonel de Bougara, et selon la classification du système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (2003), ont permet de conclure que les eaux de Barrage Colonel Bougara sont de très bonne qualité en ce qui concerne la température, et de bonne qualité pour le pH, les MES , les NO_3^- et Coliforme totaux, mais qui demeurent très polluées pour les NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , les streptocoque fécaux, la DBO5 et la DCO. Les eaux de Barrage colonel de Bougara sont destinées à l'irrigation du fait l'évaluation de différents paramètres analysés qui se situent dans la fourchette de la norme Algérienne des rejets.

Néanmoins, ce site peut être valorisé comme étant un site Ramsar vu la diversité biologique qu'il abrite, dès lors des mesures portant sur la protection de ce périmètre sont à envisager notamment : l'épuration des eaux usées qui se déversent dans le barrage, la dépollution à l'intérieure du barrage et aux périphéries.

Nous espérons enfin que ce travail pourra aider les décideurs et gestionnaires du barrage pour mieux conserver cette richesse naturelle.



Références Bibliographiques



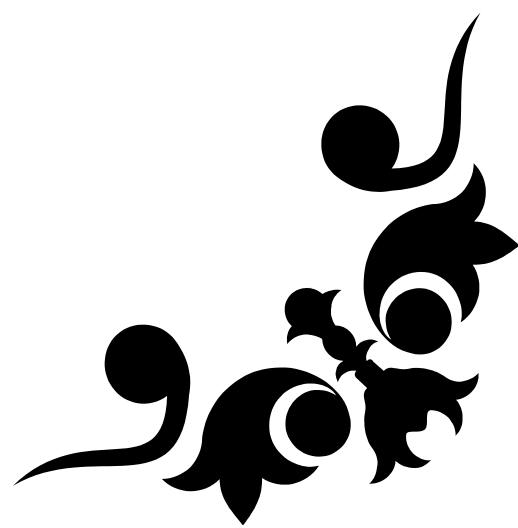
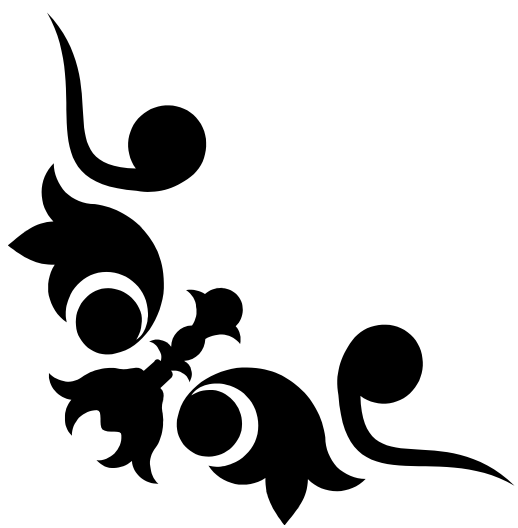
Références bibliographiques

- **ABBOUD B et BELAHMER H, (2009)** : Analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de consommation dans la wilaya de Mostaganem, mémoire d'ingénieur d'état en Nutrition et technologie agro-alimentaire, Université ibn khaldoun-Tiaret 4p.
- **ABD ERRAHIM A, (2016)** : Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation en eau usées épuré de barrage de bougara sur le rendement de l'orge (*hordeum vulgar l*) (Saïda 183) dans le périmètre agricole de Tissemsilet, mémoire de Master académique en Biologie, Université Ibn Khaldoun-Tiaret 15,24p.
- **BELLAL Dj et MECHOUR A, (2010)** : Contribution à l'étude de la qualité des eaux de Barrage Koudiet Rosfa, mémoire d'ingénieur d'état. Université d'Ibn khaldoun-Tiaret. 15,25p.
- **BOUZIANI M, (2000)** : l'eau de la pénurie en maladies, *ISBN: 9961-71-071-1*. Ed Ibn-khaldoun 166-167 P.
- **CHARLES A et al, (2008)** : biochimie alimentaire 6^{ème} Edition de l'abrégé, Dunod, 104 P.
- **GAID AEK, (1984)**: épuration biologique des eaux usées urbaines, Tome I, Ed office des publications universitaires, centrale d'Ibn Aknoun, Alger, 5, 6, 8, 22, 24, 27, p.
- **HAMED M et al, (2012)**: Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba,Bechar,Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie Université de Bechar 07, 08, 10, 11, 18, 19,20, 21, 64,p.
- **I S O** : Organisation International de Standardisation
- **JACQUES B, (1982)** : Aide- mémoire d'hydraulique urbaine, Edition EYROLLES, Paris, 108 p.
- **KHEMICI Y, (2014)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes, mémoire de master professionnel en hydraulique, université d'Ouaregla ,6 P.
- **LADJAL R, (2013)** : Problématique de la mobilisation et de la préservation des ressources hydriques dans le Sersou (Bassin Cheliff amont Boughzoul), Mémoire de magistère.Universté 93p.
- **LEMKHADDEM CH, et TELLI N, (2014)** : Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac lala fatma (méggarine), Mémoire licence en biologie, université Kasdi Merbah - Ouargla 23p.

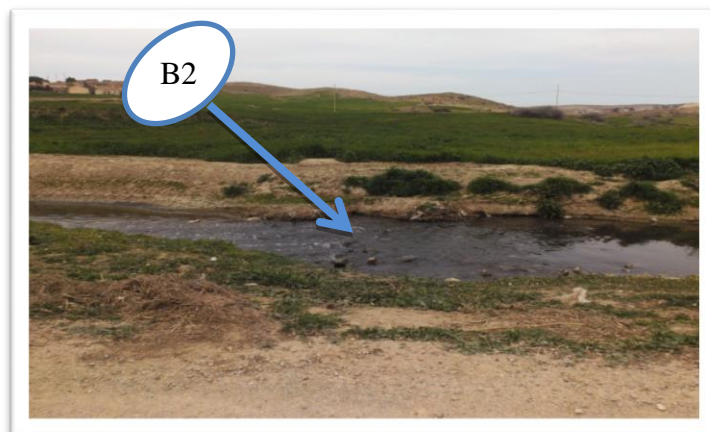
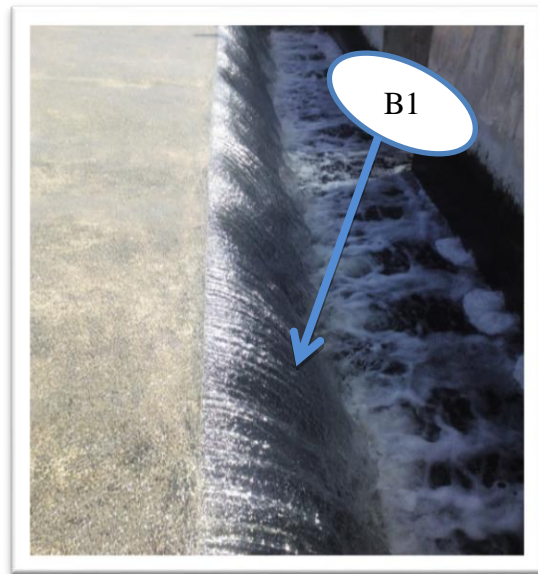
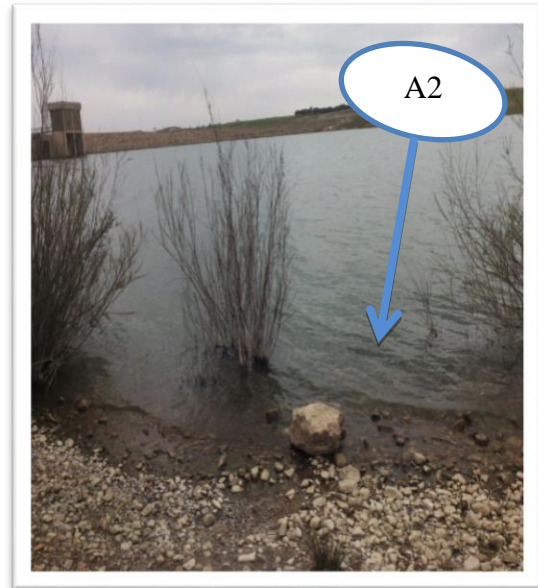
- **MAITAGOUA A, (2012)** : Etude d'équipement d'irrigation goutte à goutte d'une parcelle agricole à DAHMOUNI (W.Tiaret), Mémoire d'ingénieur d'état, Université d'Ibn khaldoun-Tiaret 43 p
- **MOKDADI H ET MESSAI A, (2015)** : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (cas de lac ayata, chott Marouan, lac Sif EL-Menadi et chott Halloufa), mémoire de Master Académique, Université Echahid Hamma Lakhdar- d'El-Oued. 17,68,70,71,77,78,79,81,90,91,93p.
- **(NF T 90 -008, 90-014, 90-031,90-033, TO-036)** : Guide manuelle ADE 2008 Tissemsilet
- **NORME DES REJETS (2014)** : Présentation de la qualité des ressources en eau et lutte contre la pollution, Royaume Maroc.
- **O M S** : Organisation Mondial de la Santé
- **ONA, (2017)** : Organisation national d'assainissement.
- **RAMADE F, (2000)** : Dictionnaire encyclopédique des pollutions, la pollution de l'environnement. Ed, international, paris,
- RAMADE F, (2009)** : Elément d'écologie 4^{ème} Edition, Paris 99 p.
- **RODIER J, (2005)** : l'analyse de l'eau, 8^{ème} Ed, Dunod, Paris, 214, 973,1003, 1045,1064 1384, p
- **SAHRAOUI K et BOUCHNAFA A, (2007)** : Effet du traitement sur les paramètres physico-chimiques et bactériologique des eaux usées de SOTREFIT de Tiaret, mémoire d'ingénieur d'état. Université d'Ibn khaldoun- Tiaret 43p.
- **SERGE et al, (2004)** : Ecosystèmes, 3^{ème} Edition, paris 99 p.
- **(T 90-050)** : Guide manuelle ADE 2008 Tissemsilt.
- TAIBA Dj et KABOUR B, (2014)** : Caractérisation physico-chimique ET microbiologique de la source « Ain Onsor » W.Tissemsilt, Mémoire d'ingénieur d'état. Université d'Ibn khaldoun- Tiaret 35,36p.
- **WERNER J et al, (2010)** : Science et technologie des aliments.Ed, Alain Etournaud, 2 p.

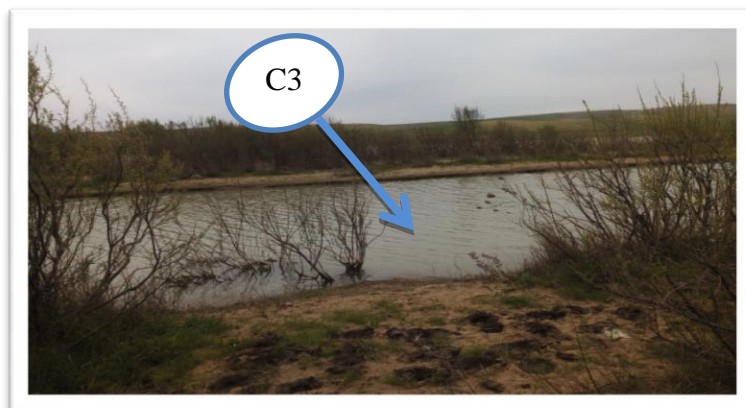
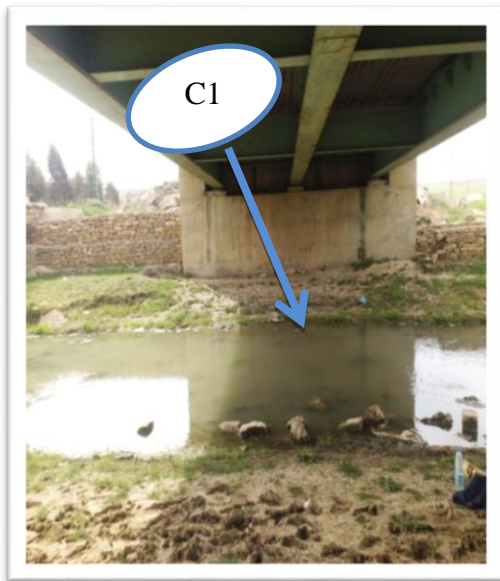
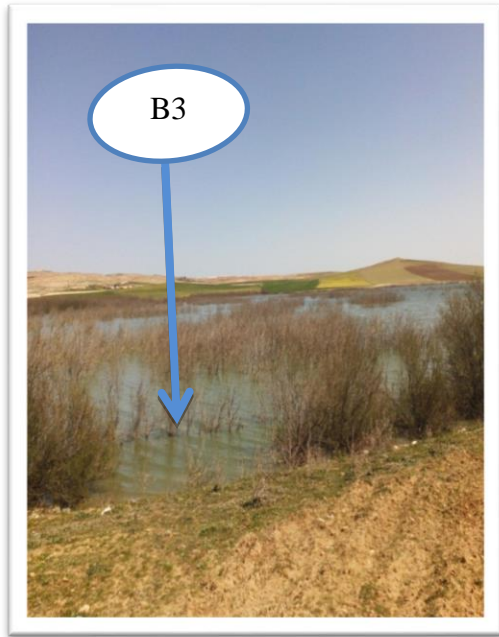


Annexes



Annexe 1 : Les points de prélèvements





Annexe -2 : Principaux appareils et produits utilisés.



- Rampe de filtration



- étuve



- Balance analytique.



- Dessiccateur.



- DCO mètre.



- Vidra fob.



- Oxitop.



- Transpippète.



- Turbidimètre.



- Spèctrophoto mètre UV.



- plaque chauffante.



-Verreries



- produits chimiques.



- Réactives LCK.



-Glacière.

Annexes

Annexes -3 : Les réactifs utilisent.

➤ **Phosphates (PO_4^{-3})**

Réactifs :

- Solution mère à 50 mg / l PO_4^{-3}

- Solution fille à 2 mg / l PO_4^{-3}

➤ **Matières oxydables en milieu acide (MO) :**

-solution d'acide oxalique à 0,1 N :

$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{H}_2\text{O}$ —————> 6,3033 g

H_2SO_4 (d=1,84) —————> 50 ml.

H_2O distillée —————> q.s.p 1000 ml.

- solution d'acide oxalique à 0,01 N :

Acide oxalique 0,1 N —————> 100 ml

H_2SO_4 —————> 50 ml

H_2O distillée —————> q.s.p 1000 ml

Solution d'acide sulfurique diluée :

H_2SO_4 (d=1,27) —————> 1 volume.

H_2O distillée —————> 3 volume.

Solution de permanganate de potassium à 0,1 N :

KMnO_4 —————> 3,1608 g.

H_2O distillée bouillante —————> q.s.p 1000 ml.

-solution de KMnO_4 à 20 mmol/l (0.01N) :

- solution de KMnO_4 à 20 mmol/l à 0,1N —————> 3,1608 g.

- H_2O distillé —————> q.s.p 1000 ml

Réactifs :

Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de NO_2SO_4

Peser 4.43 g de NO_2SO_4 —————> 1000 ml d'eau distillée.

Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique (c) —————> 60 ml

Elhanol —————> 200 ml

Chlorure de sodium —————> 150 g

Glycérol —————> 100 ml

Eau distillée —————> 600ml.

Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum —————> 150 g

Annexes

Acide chlorhydrique → 5 ml

Eau distillée → 1000 ml

➤ Calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})

Réactifs :

-Solution d'EDTA N/50 ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{Na}_2\text{O}_8\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : (0,02N ou 0,01M)

EDTA3,722 g. Après déshydratation à
80°C Pendant 2 h

H_2O distilléeq.s.p 1000 ml

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

NaOH (pastilles)80 g.

H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

-Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) Ph =10,1:

Chlorure d'ammonium67,5 g.

NaOH(25%).....570ml.

HCL Concentrée.....pH=10,1 5ml

H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

Noir Eriochrome

Solution étalon de référence, $c(\text{CaCO}_3) = 0,01\text{mol/l}$

Sécher un échantillon de carbonate de calcium pur pendant 2 heures à 150°C.

-En introduire 1 g dans une fiole conique de 500ml et humidifier avec de l'eau. Ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique à 4mol/l jusqu'à ce que tout le carbonate soit dissous. Eviter un excès d'acide.

-Ajouter 200ml d'eau et porter à ébullition quelques minutes afin d'éliminer le dioxyde de carbone. Refroidir et ajouter quelques gouttes de l'indicateur au rouge de méthyle. Ajouter une solution ammoniacale à 3 mol/l jusqu'à ce que la solution devienne orange.

-Traverser la solution dans une fiole jaugée de 1000ml et compléter au volume avec d'eau distillée.

Annexes

-1ml de la solution contient 0,4008mg (0,01mmol/l) de calcium.

➤ **chlorure (Cl⁻) :**

Réactifs:

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

1,6987 g d'AgNO₃.....1000ml d'eau distillée.

* Solution de chlorures à 71 mg/l.

0,107g de NH₄Cl.....1000ml d'eau distillée.

* Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 %

10g de K₂CrO₄.....q.s.p 100ml d'eau distillée.

➤ **L'alcalinité (HCO₃⁻)**

Réactifs:

*Solution d'acide Chlorhydrique à 1N:

* Solution d'HCl à 1N :

- \$ d'HCl à 1N100 ml.

- H₂O distilléeq.s. P1000 ml.

Electrode ; Electrode de Ph réf .60209000.

Annexes -4 : Résultats d'analyses chimiques.



PO_4^{3-}



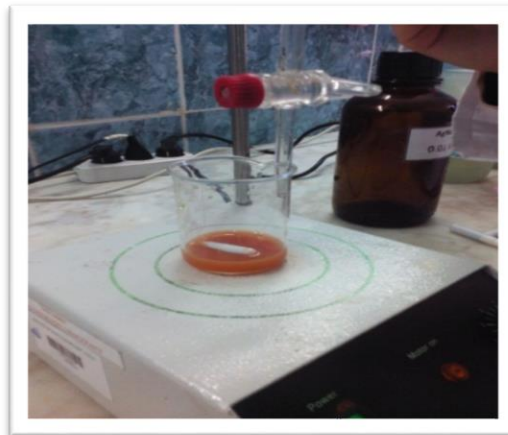
MO



Ca^{+2}



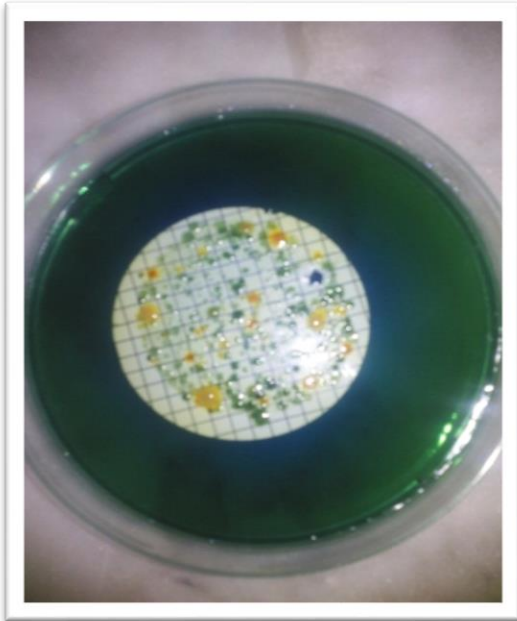
Mg^{+2}



CL^-

Annexes

Annexe -5 : résultats d'analyses bactériologiques.



-Coliforme Totaux.



- Streptocoque fécaux.



- E.colli



- clostridium sulfito -réductrice

Annexe 06 : Liste des analyses bactériologique

germes	Sites								
	A1	A1	A3	B1	B2	B3	M	C2	C3
Coliforme Totaux	600	280	210	650	550	700	500	250	380
Coliformes fécaux	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ech.coli	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Streptocoques fécaux	10	08	9	90	107	200	6	300	200
Clostridium sulfito-reducteur	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Annexes

Annexe 7: Résultats des différents paramètres étudiés

Paramètres	Min	Max	Moyenne	Normes
T° (°C)	15	18,7	16,87	25
pH	8,12	9,14	8,33	7,48
CE (µs/cm)	1331	2680	2128,9	400
Turbidité(NTU)	4,7	129	38,99	<5
Salinité (mg/l)	0,8	1,6	1,23	6,06‰
O ₂ (mg/l)	4,4	9,48	8,22	-
MES (mg/l)	1,66	112	32,59	35
DCO (mg/l)	12,5	67,5	49,65	30
DBO ₅ (mg/l)	4	20	12,6	35
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,09	0,76	0,32	0,1
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,21	5,3	2,24	10
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,10	16,7	3,07	40
PO ₄ ⁻³ (mg/l)	0,17	2,34	0,66	15
MO (mg/l)	17,6	76,8	39,04	-
SO ₄ ⁻² (mg/l)	214	416,15	337,15	600
Mg ⁺² (mg/l)	2,91	102,54	60,21	50
Ca ⁺² (mg/l)	87,34	211,62	130,50	100
CL ⁻ (mg/l)	70,88	70,99	70,92	250
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	115,9	311,1	189,71	200
RS(mg/l)	1,09	3,01	2,05	0,35
CT (germes /100ml)	210	700	452	1000
SF (germes/100ml)	6	600	302,5	100

Annexes

Annexes -8 : Tableau représente Grille de Classification des Eaux de Barrage colonel Bougara (les chiffres entre parenthèses désignent la moyenne des mesures dans cette étude).

paramètres	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Température	<20 (16.87 C°)	20-21.5	21.5-25	25-28	>28
pH	<8	8-8.5 (8.33)	8.5-9	9-9.5	>9.5
MES	<25	25-50 (32.59 mg/l)	50-100	100-150	>150
DBO5	<3	3-6	6-10	10-25 (12.6mg/l)	>25
DCO	<20	20-30	30-40	40-80 (49.65mg/l)	>80
NO ₃ ⁻	<2	2-10 (2.94mg/l)	10-25	25-80	>80
NO ₂ ⁻	<0.03	0.03-0.3	0.3-0.5 (0.32mg/l)	0.5-1	>1
NH ₄ ⁺	<0.5	0.5-1.5	1.5-4 (3.07mg/l)	4-8	>8
PO ₄ ⁻³	<0.1	0.1-0.5	0.5-1 (0.66mg/l)	1-2	<2
CT	<50	50-500 (452 germes/100ml)	500-5000	5000-50000	>50000
SF	<20	20-200	200-1000 (302.5germes/100ml)	1000-10000	>10000

Annexes

La qualité de l'eau est évaluée par la qualité physico-chimique et la qualité biologique. Elle est calculée à l'aide du système d'évaluation de la qualité des eaux littorales (SEQ Littoral, 2003) et a été adoptée en Algérie par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) :

Classe I : Eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière, elle est représentée graphiquement par la couleur bleue.

Classe II : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement, représentée en vert.

Classe III : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé elle est représentée en jaune.

Classe IV : Polluée, ne peut être utilisée qu'après un traitement spécifique, elle est représentée en orange.

Classe V : Pollution excessive, elle est représentée en rouge.

Notre travail de recherche consiste tout d'abord à déterminer la qualité de l'eau brute du barrage Colonel de Bougara par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques de dix prélèvements.

Nous avons étudié l'effet de quelques paramètres physico-chimiques qui sont principalement : la température, le pH, MES, DCO, DBO₅, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻³ ; ainsi que les paramètres bactériologiques, ceux-ci sont basés sur la recherche et le dénombrement des germes totaux (coliformes totaux et thermo-tolérant, Streptocoques fécaux).

D'après les résultats obtenus, l'eau brute de barrage Colonel de Bougara est de qualité physico-chimique et bactériologique acceptable car ces résultats sont conformes aux normes Algériennes d'eau d'irrigation. , cette qualité résulte du fait que le barrage Colonel Bougara est loin d'être pollué avec les rejets directs soit industriels ou des eaux usées domestiques.

Malgré que nous ayons constaté des contaminations bactériologiques qui sont d'origine fécale issue des animaux vivants et pâturés à proximité du barrage, mais qui restent toujours inférieur aux valeurs fixées.

Mots clés : Barrage Colonel de Bougara, eau brute, qualité physico-chimique, bactériologie et analyses.

الملخص

أنجز هذا العمل أولاً لتحديد نوعية سد بوقرة عن طريق التحليل الفيزيوكيميائي و البكتيري لعشرة نقاط

تمت دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، الناقلية الكهربائية ، المواد الصلبة الذائبة الملوحة، التعكر.... الخ . والخصائص البكتيرية التي تتسند على البحث عن الجراثيم الكلية و عن الجراثيم الملوثة الخ.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن ماء سد بوقرة ذو نوعية فيزيوكيميائية و بكتيرية مقبولة لأن هذه النتائج تتفق مع المعايير الجزائرية للري هذه النوعية ناتجة على ان سد بوقرة ملوث قليلا بواسطة مياه الصرف الصناعي و مياه الصرف المنزلية. رغم أنه يوجد تلوث بكتيري ناتج عن براز الحيوانات التي تعيش في أو بالقرب من السد الا انها تظل اقل من القيم التي وضعتها الانظمة الجزائرية .

الكلمات المفتاحية: سد بوقرة - ماء السد - النوعية الفيزيوكيميائية- النوعية البيكتيرية- التحاليل.

Abstract

Our research consists first of all in determining the quality of the raw water of the Colonel de Bougara dam by performing the physicochemical and bacteriological analyzes of ten samples. We have studied the effect of some physicochemical parameters which are mainly: temperature, pH, MES, COD, BOD₅, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻³; As well as the bacteriological parameters, are based on the research and the count of the total germs (total coliform and thermo-tolerant, fecal Streptococci).

According to the results obtained, the Colonel Bougara dam water is of acceptable physicochemical and bacteriological quality, as these results are in line with Algerian irrigation water standards. , This quality results from the fact that the Colonel Bougara dam is far from being polluted with direct discharges either from industrial or domestic wastewater.

Although we have found bacteriological contaminations that are of fecal origin from living animals and grazed in the vicinity of the dam, but are still below the values fixed.

Keywords: Colonel Bougara dam, raw water, physicochemical quality, bacteriology and analyzes.

