

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة سعد دحلب البليدة

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA



FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUES

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

*de Master en Sciences de la Nature et de la Vie*

OPTION : Restauration des écosystèmes aquatiques continentaux

Thème :

**Contribution à l'étude physico-chimique et  
microbiologique du barrage Boukourdane et ses  
oueds**

Soutenu par :

*SITOUAH Amatallah*

Date de soutenance :

03 / 07 /2013

Présenté devant les Jury

M<sup>lle</sup> KHETTAR.....Maître assistant A-USDB .....Présidente du jury

M<sup>me</sup> OUDDAH.....Maître assistant A-USDB.....Examineur

M<sup>lle</sup> BOUJEMEAA.....Maître assistant A-USDB.....Examinatrice

Mr OUMOUNA.....Professeur.....Promoteur

Mr FEKHAR.....Invite.....SEAAL

Promotion :2012-2013

## REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de m'avoir donné le courage, la volonté et la force pour effectuer ce travail.*

*Mes vifs remerciements à mon oncle et promoteur Monsieur Oumouna Mustapha d'avoir accepté de m'encadrer et m'orienter pour mener à bien ce présent mémoire, et d'avoir mis à ma disposition son savoir, ses conseils précieux et ses orientations tout au long de cette recherche.*

*C'est un plaisir autant qu'un devoir d'exprimer ma gratitude à toutes les personnes ayant contribué, chacune à sa manière, pour le bon déroulement de ma formation.*

*Mes remerciements les plus chaleureux et respectueux au président du jury, M<sup>me</sup> KHETTAR,*

*Mes remerciements vont aussi à M<sup>me</sup> OUDDAH d'avoir accepté, de lire et de juger ce travail. Qu'elle trouve ici mes sincères sentiments de gratitude et de respect.*

*Je tiens à remercier également M<sup>me</sup> BOUJEMEA d'avoir eu l'amabilité d'accepter volontairement et aimablement de critiquer et de juger ce travail.*

*J'exprime ma gratitude à toute l'équipe de SEAAL qui a mis à ma disposition ses documentations, son matériel et produits. Plus particulièrement Mr DIA pour son aide, ainsi que M FEKHAR M, pour ses conseils et sa gentillesse, ainsi qu'à son épouse et qui mon apporté tous leurs connaissance tout au long de mon étude, sans oublier OUERDA, RABIA et HADJER ainsi que FEIZA, MOURAD et tous les personnes qui m'ont aidés au niveau de ce laboratoire.*

*Je témoigne ma gratitude à l'ensemble de l'équipe de laboratoire d'hygiène de Tipaza, plus particulièrement ABDESSELAMAYN A, pour ses conseils et sa gentillesse, ainsi qu'à son épouse M<sup>me</sup> fatme-zohera qui mon apporté tout leurs connaissance tout au long de mon étude, sans oublier tous les personnes qui m'ont aidés au niveau de ce laboratoire*

*J'exprime tout autant mon profonds respects et chaleureux remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation de l'école primaire jusqu'à nos jours, en particulier, tous les enseignants du département de Biologie,*

*Enfin, je remercie tous ceux qui mon aidés de près ou de loin.*

*Merci pour vous !*

## DEDICACES

*Je dédie ce projet de fin d'étude*

*A la prunelle de mes yeux: mes parents;*

*Ceux qui m'ont veillé jours et nuit, pour m'avoir éduqué, orienté et guidé mes pas sur les sentiers de la réussite, aux prix de multiples sacrifices;*

*Ceux qui ont toujours cru en moi ;*

*Ceux qui ont été à mes côtés dans les moments les plus délicats de ma vie ;*

*A mon cher frère « Maamar » ainsi que son épouse « Nawel » ;*

*A mon cher frère « Chafik » ainsi que son épouse « Latifa » et ses deux petits-enfants « Imadédine » et « Abdelwahab » ;*

*A mon cher frère « Slimane » pour son soutien qui m'a apporté ;*

*A mon fameux frère « Abd el Karim » et sa fiancée « Djazia » que dieu vos protège. ;*

*A mes chers grands parents qui m'ont pas cessé de m'encourager et de prier sur moi, puisse Dieu les préserver et les accorder santé, bonheur, et longue vie ;*

*A mon oncle et mon professeur ; et promoteur Oumouna Mustapha, sans lequel mon travail n'aurait pas pu ce réalisé ;*

*A mon oncle et Docteur Oumouna Mhammed, je te souhaite que du bonheur et réussite ;*

*A mes tantes et mes oncles que j'aime énormément; surtout Dalila ;*

*A chacun de mes cousins*

*A chacune de mes cousines : Ikram ; fatimazahera ; Amira ; Imen ; Asema.*

*A mon Co-promoteur M; Guedioura.*

*A Cher Hayet qui m'a beaucoup aidée, je te souhaite que du bonheur et réussite.*

*A mes cheramiés ; Imen ; meriem ; waffa ; Monna ; Hadjer ; Amina ; Fella ; Zina ; djahida ;*

*khadédja ; Aicha ; Romaiissa ; Amel ; Samah ; Sabrina ; Soumaya ; ma plus grande source de bonheur, j'espère que la vie leurs réserve que le meilleur ;*

*A toute la promo et surtout : Afeff ; Fethia ; Yasemine ; Nessma, Imen*

*A tous ceux qui m'ont soutenus et encouragés ;*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je tiens à leur exprimer ma grande reconnaissance.*

*« Amat allah »*

## ***Résumé***

Les changements climatiques de ces dernières décennies ont engendré un stress hydrique qui s'est répercuté négativement sur la végétation mais aussi sur le niveau des barrages et les retenues collinaires. A cette situation, s'ajoute la qualité de l'eau qui se trouve bien dégradée suite aux multiples facteurs de pollution aussi bien domestique qu'industrielle. En effet la qualité des eaux des barrages doit impérativement faire l'objet d'un control rigoureux et un suivi régulier afin de prévenir des répercussions néfastes aussi bien sur la santé de l'homme et les animaux mais aussi sur l'agriculture, engendrant ainsi des problèmes de santé publique et économique.

L'objectif de notre travail est d'évaluer les caractéristiques de la qualité d'eau, son état de pollution organique et métallique au niveau du barrage Boukourdane (TIPAZA) et ses oueds (menacer et fadajna) ainsi que de déterminer l'efficacité de la station de traitement de Sidi amer. Cette approche a nécessité un suivi de quatre mois (Février-mai 2013) au niveau de différentes stations du barrage ainsi que les oueds. Ce travail a permis de déterminer les caractéristiques minéralogique, physico-chimique et métallique des eaux continentales, ainsi que les principales sources de contamination (naturelles, domestiques et industrielles) et leur impact sur la qualité des milieux aquatiques.

Les analyses minéralogiques réalisées sur le barrage Bourkourdane et ses bassins versants ont permis d'établir une carte de distribution de faciès dans la zone d'étude. Notre étude nous aussi permis de démontré qu'au niveau des oueds, l'évolution de ses paramètres est influencée par une activité anthropique (domestique et/ou industrielle).

L'analyse physico-chimique effectuée sur le barrage et ses bassins versants a révélé que la qualité des eaux des oueds et l'état relativement critique particulièrement celles se trouvant en aval des rejets domestiques et des terres agricoles. La mauvaise qualité des eaux notamment des oueds Menacer et Fadjana est bien marquée ; et elle est traduite par des valeurs de T, MES et O<sub>2</sub> Dis.

La qualité de l'environnement aquatique continental a été corroborée par des analyses chimiques enéléments majeurs (Al et Fe) des eaux da barrage est ses bassins versants, ainsi que pour l'eau traitée de la station. Les eaux montrent une bonne qualité pour les éléments majeurs.

Ainsi, pour les analyses microbiologique effectuées, l'étude a montré une qualité moyenne d'eau du barrage, et modérément polluée pour les eaux des oueds et cela serait dû principalement aux rejets des deux villages de Menacer et Fadjana.

**Mots clés** : Eaux continentales, Barrage Boukourdane, oued menacer, oued fadjana, pollution, qualité des eaux, Environnement.

## **Abstract:**

In recent decades, climate changes have caused a hydric stress which had a negative impact on vegetation but also on dams. In addition, water quality is much worse because of multiple polluting factors both domestic and industrial. Indeed, dam's water quality must be submitted to regular rigorous control to prevent adverse impact on both human and animal health but also on agriculture, thus generating economic and public health problems.

The aim of our study was to evaluate the characteristics of water quality and the condition of organic and metal pollution of Boukourdane dam (TIPASA) and its watersheds (wadi Menacer and wadi Fadajna); and also to determine the effectiveness of the water treatment station of Sidi Amer. This approach required a follow-up of four months (February-May 2013) at different stations of the dam and the watersheds. This work has permitted to determine the mineralogical, physico-chemical and metal inland waters, as well as the main sources of contamination (natural, domestic and industrial) and their impact on the quality of aquatic environments.

Mineralogical analyzes of Bourkourdane dam and its watersheds have permitted us to establish a distribution map of facies in the study area. Our study also allowed us to demonstrate that in wadis, the evolution of its parameters is influenced by a human activity (domestic and / or industrial).

The physico-chemical analysis of the dam and its watersheds revealed that wadis' water quality is relatively in critical condition especially those located downstream of domestic waste and agricultural lands. The poor quality of water in particular that of Menacer and Fadjana wadis is well marked, and it is translated in the values of T, MES and O<sub>2</sub> Dis.

The quality of continental aquatic environment was confirmed by a chemical analysis of the major elements (Al, Fe) of the dam's and its watersheds water, as well as treated water from the station. Waters show a good quality for major elements.

As for microbiological analyzes, the study showed an average quality of the dam's water, and a moderately polluted water of wadis; and this is mainly due to the domestic wastes of the two villages Menacer and Fadjana.

**Key words:** Continental water, Boukourdane Dam, Menacer wadi, Fadjana wadi, pollution, water quality, Environment.

## ملخص

أحدثت التغيرات المناخية في العشريات الأخيرة تذبذباً في كمية المياه و نوعيتها؛ و الذي انعكس سلباً على الغطاء النباتي و على السدود أيضاً. زيادة على هذا، نسجل تدهوراً في نوعية المياه بسبب عوامل التلوث المتعددة المنزلية منها و الصناعية. و عليه، يجب أن تخضع مياه السدود لمراقبة دقيقة، بصفة منتظمة من أجل الوقاية من العواقب السيئة - لهذا التلوث - على صحة الإنسان و الحيوان وكذا على الزراعة، مسببةً بذلك مشاكل صحية و اقتصادية.

الهدف من وراء هذا العمل هو تقييم خصائص نوعية الماء و معدل تلوثه العضوي و المعدني على مستوى سد بوقردان (تبيازة) و أحواضه (وادي مناصر و وادي فجانة)، و كذا تحديد مدى فعالية محطة معالجة المياه بسيدي عمر. اقتضت هذه الدراسة متابعةً لمدة أربعة أشهر (فيفري - ماي 2013) على مستوى عدة محطات للسد و أحواضه، استطعنا من خلالها أن نحدد الخصائص المعدنية و الفيزيوكيميائية للمياه القارية، و كذا أهم مصادر التلوث (الطبيعية، المنزلية و الصناعية) و آثارها على نوعية الأوساط المائية.

سمحت التحاليل المعدنية التي أجريت على مياه سد بوقردان و أحواضه، بوضع خريطة توزيع للأسطح في المنطقة المدروسة. من جهة أخرى، برهنت الدراسة - على مستوى الوديان - أن نشوء و تطور هذه المعالم متأثر بالنشاط البشري (منزلي و/أو صناعي).

كما أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية أن نوعية مياه الوديان في حالة حرجة نسبياً، خاصة المياه التي تلي أماكن طرح النفايات المنزلية و الأراضي الزراعية. نوعية المياه الرديئة، لا سيما مياه وادي مناصر و فجانة، مُترجمة بقيم  $O_2$  Dis، DES، T خارج حدود النفايات المباشرة و غير المباشرة.

عُرِز فحص نوعية المحيط المائي للسد و أحواضه و كذا الماء المعالج في المحطة بتحليلات كيميائية للعناصر الأكثر أهمية (الألمنيوم و الحديد) و الذي كشف عن نوعية جيدة للمياه بالنسبة لهذه العناصر.

أما التحاليل الجرثومية، فقد كشفت عن نوعية متوسطة لمياه السد، و مياه ملوثة - بمعدل متوسط - بالنسبة للأودية، و يعود هذا بصفة خاصة للنفايات التابعة لقريتي مناصر و فجانة.

**الكلمات المفتاحية:** مياه قارية، سد بوقردان، وادي فجانة، تلوث، نوعية المياه، المحيط.

## *Listes des figures*

<b>Figure 1:</b> Vue par satellite des stations d'étude du barrage deP9 Boukourdane, ses bassins versants et la station de sidi amer.	
<b>Figure 2 :</b> Vue par satellite de stations 1	P19
<b>Figure 3 :</b> Vue par satellite de stations 2	P19
<b>Figure 4 :</b> Vue par satellite de stations 3	P20
<b>Figure 5 :</b> Vue par satellite de stations 4	P20
<b>Figure 6 :</b> Vue par satellite des deux stations 5,6	P21
<b>Figure 7 :</b> Vue par satellite des deux stations 7.8	P21
<b>Figure 8 :</b> Les variations mensuelles de la température.	P33
<b>Figure 9 :</b> Les variations mensuelles de la conductivité électrique.	P34
<b>Figure 10 :</b> pollution de la station 5 (barrage coté fadjana).	P35
<b>Figure 11 :</b> la nature de cette zone morte (Sol, eau stagnante).	P35
<b>Figure 12 :</b> Les variations mensuelles du potentiel d'Hydrogène	P36
<b>Figure 13 :</b> Les variations mensuelles de la turbidité.	P37
<b>Figure 14 :</b> barrage le côté fadjana S <sub>5</sub>	P38
<b>Figure 15 :</b> Les variations mensuelles de la matière organique.	P39
<b>Figure 16 :</b> Les variations mensuelles de l'ammoniac.	P39
<b>Figure 17 :</b> Les variations mensuelles du nitrite	P40
<b>Figure 18 :</b> Les variations mensuelles du nitrate.	P41
<b>Figure 19 :</b> Oued mencaer (S <sub>4</sub> )	P42
<b>Figure 20 :</b> Terre agricole et envasement oued fadjana (S <sub>6</sub> )	P42
<b>Figure 21 :</b> Les variations mensuelles du phosphore.	P43

<b>Figure 22</b> : Les variations mensuelles del'oxygène dissous.	P44
<b>Figure 23</b> : pollution de barrage coté fadjana.	P45
<b>Figure 24</b> : pollution oued menacer.	P45
<b>Figure 25</b> : Les variations mensuelles du calcium	p46
<b>Figure 26</b> : Les variations mensuelles du magnésium.	P46
<b>Figure 27</b> : Les variations mensuelles du chlorure.	P47
<b>Figure 28</b> : Les variations mensuelles des sulfates.	P47
<b>Figure 29</b> : Les variations mensuelles du fer.	P48
<b>Figure 30</b> : Les variations mensuelles du CT.	P50
<b>Figure 31</b> : Les variations mensuelles CF.	P51
<b>Figure 32</b> : Les variations mensuelles du SF.	P52
<b>Figure 33</b> : Les variations mensuelles des CSR.	P53

## Liste des tableaux

Tableau 1: Grille de qualité

Tableau 2: Donnée sur la faune du barrage

Tableau 3 : Morphométrie de bassin versant :

Tableau 4 : Morphométrie de la retenue :

Tableau 5: Evolution mensuelle de la température (°C)

Tableau 6 : Evolution mensuelle de la conductivité (us/cm)

Tableau 7: Evolution mensuelle du pH.

Tableau 8: Evolution mensuelle de la turbidité

Tableau 9: Evolution mensuelle de la matière organique.

Tableau 10: Evolution mensuelle de l'ammoniac.

Tableau 11 : Evolution mensuelle du nitrite.

Tableau 12 : Evolution mensuelle du nitrate

Tableau 13 : Evolution mensuelle du phosphore..

Tableau 14 : Evolution mensuelle de l'oxygène dissous.

Tableau 15 : Evolution mensuelle des concentrations du calcium (mg/l).

Tableau 16 : Evolution mensuelle des concentrations du magnésium (mg/l).

Tableau 17 : Evolution mensuelle des concentrations du chlorure (mg/l).

Tableau 18 : Evolution mensuelle des concentrations des sulfates (mg/l).

Tableau 19 : Evolution mensuelle des concentrations de l'aluminium (mg/l).

Tableau 20 : Evolution mensuelle des concentrations de fer (mg/l).

Tableau 21 : Evolution mensuelle de la Coliformes Totaux.

Tableau 22 : Evolution mensuelle de la Coliformes Fécaux

Tableau 23 : Evolution mensuelle de la Streptocoques Fécaux.

Tableau 24 : Evolution mensuelle de *Clostridium* sulfito-réducteurs .

## *Liste des abréviations*

A : Avril

ANBT : Agence nationale des barrages et transferts,

ARNH : Agence nationale des ressources hydrique

CSR : Clostridium sulfito-réducteur

BCPL : bouillon lactose au pourpre de bromocrésol

C° : Degré celcius

CE : Coliformes Fécaux.

Cm :centimètre

CT : Coliformes Totaux

D/C : Double concentration

EPA : Eaupeptonnée alcaline

GNAB : Gélose nutritive alcaline et biliée

H : Heure

Ha : Hectare

Hm<sup>3</sup> : Hectomètre

km : Kilomètre

km<sup>2</sup> : Kilomètre au carré

km<sup>3</sup> : Kilomètre au cube

log : Logarithme

M : Mars

M : Mai

m : Mètre

m<sup>2</sup> : Mètre au carré

m<sup>3</sup> : Mètre au cube

um : Micromètre

umol : Micromole

MES : Matière en suspension.

mg/l : Milligramme par litre

ml : Millilitres

mm : Millimètre

mn : Minute

MO : Matière organique

NO<sub>3</sub> : Nitrates

NO<sub>2</sub> : Nitrites

nm : Nanomètre

ms/cm : milliseimens par centimètre

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

P : Prélèvement

PFE : Projets de fin d'étude.

PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: phosphore minérale dissous

pH : Potentiel d'Hydrogène

OMS : Organisation mondiale de la santé

S : Station

S/C : Simple concentration

SF : Streptocoque Fécaux

SFB : Bouillon au sélénite de sodium

T° : température

tr/mn: Tours par minute

USA: United stat of America

UV: ultra violet

VF : Gélose viande foie

# Sommaire

## **Résumé**

## **Liste des abréviations**

## **Liste des tableaux**

## **Liste des figures**

## **Introduction I**

### **Chapitre I : Généralités.**

I.1. Généralités sur les eaux de surface.....	1
I.1.1 Cycle de l'eau.....	1
I.1.2 Eau de surface.....	1
I.1.3 Les différents usages de l'eau.....	3
I.1.4 Pollution de l'eau.....	3
I.1.5 Qualité de l'eau.....	4
I.2. Description du site et de ses oueds.....	5
I.2.1 Situation géographique, morphométrie, géologie et hydrologie.....	5
I.2.2 Caractéristiques climatiques.....	11
I.3. Les paramètres physico-chimiques de barrages et de ses oueds.....	11
I.3.1 Les paramètres physiques.....	12
I.3.2 Les paramètre de pollution.....	12
I.3.3 La minéralisation globale.....	14
I.3.4 Les paramètres indésirables.....	15
I.4. Les paramètres microbiologiques des eaux de barrage et de ses oueds.....	16
I.4.1 Groupe des Coliformes Totaux.....	16
I.4.2 Groupe des Coliformes fécaux.....	16
I.4.3 Groupe des Streptocoques Fécaux.....	16
I.4.4 Groupe des Clostridium Sulfito-réducteur.....	17
I.4.5 Groupe des salmonelles.....	17
I.4.6 Groupe des vibrions Cholériques.....	17

### **Chapitre II: Matériel et Méthodes**

II.1 Choix et description des stations.....	18
II.2 Matériel.....	22
II.2.1 Matériels de physico-chimie.....	22
II.2.2 Matériels de microbiologie.....	22
II.3. Méthodes.....	22
II.3.1 Les paramètres physico-chimiques.....	22
II.3.1.1 Mode de prélèvement et Transport.....	23
II.3.1.2 Les paramètres physiques.....	24

II.3.1.3 Les paramètrede pollution.....	25
II.3.1.4La minéralisation globale .....	29
II.3.1.5 Les paramètres indésirables.....	31
II.3.2 Les paramètres microbiologiques.....	32
II.3.2.1 Matériel et Mode de prélèvement.....	33
II.3.2.2 Méthodes d’examens microbiologiques des eaux.....	33
II.3.2.2.1 Le groupe des Coliformes Totaux et fécaux.....	33
II.3.2.2.2 Le groupe des Streptocoques Fécaux.....	35
II.3.2.2.3 Le groupe des Clostridium Sulfito-réducteur.....	36
II.3.2.2.4 Le groupe des salmonelles.....	37
II.3.2.2.5 Le groupe des vibrions Cholériques.....	38
II.2.3 Etude statistique des paramètres physico-chimiques et microbiologiques....	38
II.2.3.1 par teste de l’anova1 avec logiciel statiqtica .....	38

### **Chapitre 3 : Résultats et discussion**

III.1 Les paramètres physico-chimiques.....	39
III.1.1.Les paramètres physiques .....	3
III.1.2 Les paramètrede pollution .....	44
III.1.3 La minéralisation globale .....	53
III.1.4 Les paramètres indésirables.....	56
III.2 Les paramètres microbiologiques.....	57
III.2.1 Le groupe des Coliformes Totaux.....	58
III.2.2 Le groupe des Coliformes fécaux.....	59
III.2.3 Le groupe des Streptocoques Fécaux.....	59
III.2.4 Le groupe des Clostridium Sulfito-réducteur.....	60
III.2.5 Le groupe des salmonelles.....	62
III.2.6 Le groupe des vibrions Cholériques.....	62

### ***Conclusion***

### ***Références bibliographiques***

### ***Annexes***

## *Introduction*

L'eau n'est pas seulement indispensable à la vie, c'est également une grande présence culturelle, elle inspire les artistes, fait l'objet de recherches scientifiques et, dans beaucoup de traditions et de religions, elle est un élément indispensable du rituel (ANNAN, 2006).

Malgré son importance et son caractère souvent sacré, l'eau continue partout dans le monde à être gaspillée et souillée, dans les villes comme dans les campagnes. À ce jour, 18% de la population mondiale n'a pas l'eau potable; 40% n'ont pas de moyens d'hygiène élémentaires; chaque jour, les maladies causées par l'eau souillée font 6 000 morts, surtout des enfants (ANNAN, 2006).

Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clé du développement, en particulier pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie, des transports et du tourisme. En outre, l'eau est vitale pour tous les écosystèmes du monde. Cependant, dans les faits, nous faisons face à une crise mondiale de l'eau (PAINCHAUD, 1997).

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines.

L'activité humaine dans les pays industrialisés entraîne depuis plusieurs années le rejet de phosphore et d'azote dans l'environnement : on assiste alors à l'eutrophisation de nombreux écosystèmes aquatiques et à la prolifération d'algues. Aujourd'hui. En Europe, en Asie et aux USA, plus de 40% des lacs sont eutrophes (SILVANO, 2005).

Dans le monde au cours des dernières décennies de nombreux barrages ont été construits sur les fleuves, le plus souvent à des fins hydroélectriques, et aussi pour l'irrigation ou pour la consommation urbaine. De plus, ces ressources en eau ont pu constituer des sites et des milieux aquatiques favorables au développement d'espèce autochtones et/ou introduites, adaptée aux eaux dormantes (LEVEQUE et PAUGY, 1999). Parmi ces sites, les lacs de barrages qui constituent des plans d'eau artificiels, dont la construction contribue de façon considérable au développement de l'aquaculture dite « **continentale** ».

En Algérie, face aux caractéristiques climatiques, l'irrégularité de la pluviométrie et des grands écarts de température, les lacs de barrages apparaissent comme un excellent moyen pour le stockage des eaux de pluies et des eaux provenant des oueds. A l'origine, ces retenues d'eau sont destinées à l'irrigation des terres agricoles avoisinantes ou à l'alimentation de la population en eau potable (SEAAL).

L'objectif de notre travail est d'évaluer les caractéristiques de la qualité d'eau, son état de pollution organique et métallique au niveau du barrage Boukourdane (TIPASA) est ses oueds (menacer et fadajna) ainsi que de déterminer l'efficacité de la station de traitement de Sidi amer. Cette approche a nécessité un suivi de quatre mois (Février-mai 2013) au niveau de différentes stations du barrage ainsi que les bassins versants. Ce travail a permis de déterminer les caractéristiques minéralogique, physico-chimique et métallique des eaux continentales, ainsi que les principales sources de contamination (naturelles, domestiques et industrielles) et leur impact sur la qualité des milieux aquatiques.

## ***Conclusion***

## ***Chapitre II***

---

### ***Matériel et Méthodes***

## ***Chapitre III***

---

### ***Résultats et discussion***

### II. Matériel et Méthodes :

#### II.1 Choix et description des stations :

Selon LAVAGNE 1983 les stations d'étude doivent être choisies en fonction de différents critères à savoir :

- Avoir un échantillonnage aussi complet que possible.
- Les stations doivent être toutes suffisamment accessible pour être mesurées simultanément.
- Elles doivent être situées à des endroits variables.

En se référant aux résultats de travaux antérieurs effectués dans ce domaine (Amirouche et Ouldali, 2002 ; Tidadini et Amdoun, 2003 ; Zourez-Ouadda et ferhani, 2003 et Lourguioui., 2006) après une opération de prospection des lieux, la stratégie d'échantillonnage a été définie en fonction des caractéristiques morphométriques du barrage et de ses bassins versant.

Pour cela le choix des zones d'échantillonnage s'est fixé sur huit stations représentées comme suit :

Station 1 : Située en aval du barrage près de la digue (figure 2) ;

Station 2 : Située au barrage à côté d'oued nadour (figure 3) ;

Station 3 : Située près de l'emboucheur de l'oued menacer (figure4) ;

Station 4 : Oued menacer (figure5) ;

Station 5 : Située près de l'emboucheur de l'oued fedjana(figure 6) ;

Station 6 : Oued fadjana (figure6) ;

Station 7 : L'eau brute de la station de sidi amer (figure7) ;

Station 8 :L'eau traitée de la station de sidi amer (figure7) ;



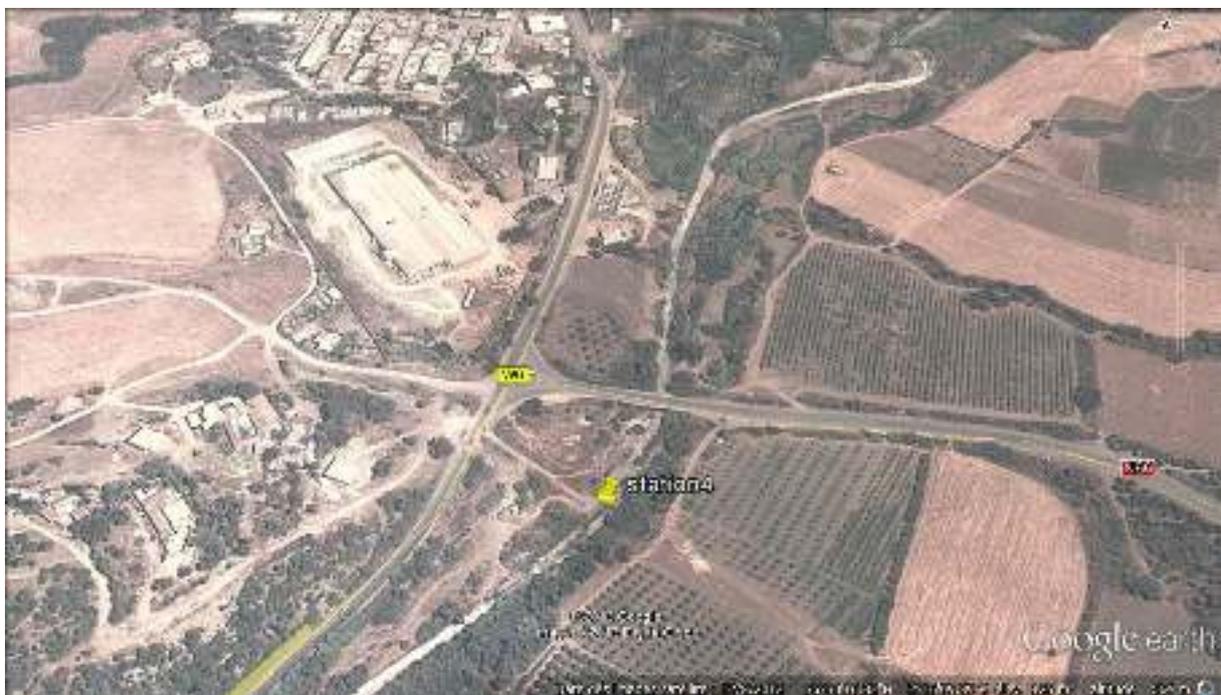
**Figure 2 :** Vue par satellite de stations 1



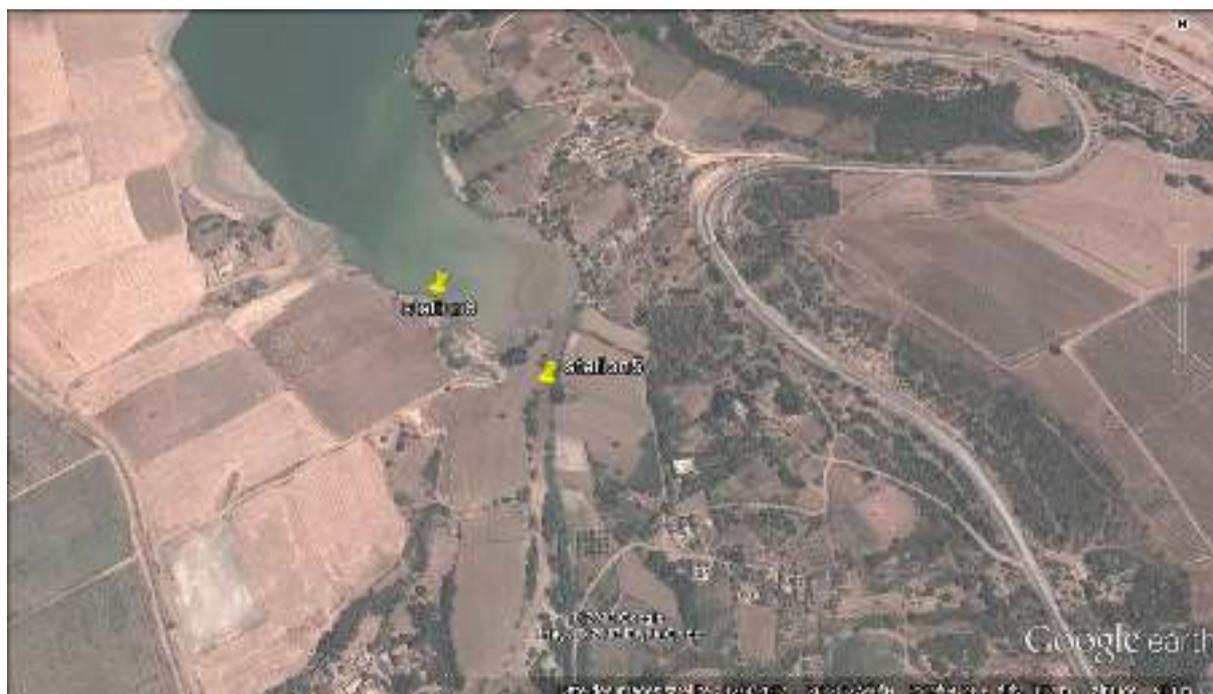
**Figure 3 :** Vue par satellite de stations 2



**Figure 4** : Vue par satellite de stations 3



**Figure 5** : Vue par satellite de stations 4



**Figure 6 :** Vue par satellite des de stations 5,6



**Figure 7 :** Vue par satellite des de stations 7,8

### II.2. Matériel :

La surveillance de la conformité de la qualité de l'eau est une activité fondamentale de Laboratoire au niveau de la Station de Traitement des Eaux Potables de Sidi Amar (Wilaya de Tipaza) dans laquelle j'ai effectué mon stage pendant une période de quatre mois dans le Laboratoire Central SEAAL au niveau de la wilaya de Tipaza qui contrôle le bon déroulement de la surveillance, le laboratoire d'hygiène de Tipaza et le laboratoire central de Kouba SEAAL, ainsi que la station de traitement de Sidi Amar.

#### II.2.1 Pour les analyses physicochimiques:

- Fioles
- Erlenmeyers
- Bêchers
- Pipettes
- Eprouvettes
- Burette
- pH-mètre
- Turbidimètre
- Conductimètre
- Balance
- Agitateur
- Spectrophotomètre
- Comparimètre

#### II.2.2 Pour les analyses bactériologiques :

- Rampe de filtration
- Pompe à vide
- Un flacon aspirateur
- Pincettes stériles
- Membranes filtrantes (0,45µm)
- Compteur des colonies
- Incubateur, capable de maintenir une température de  $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Incubateur, capable de maintenir une température de  $44^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$

### II.3. Méthodes

#### II.3.1 Les paramètres physico-chimiques :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. On utilise des flacons de 500 mL.

### II.3.1.1 Mode de prélèvement et Transport :

Pour les prélèvements au niveau du barrage Boukourdene, on utilise un préleveur. Pour les analyses chimiques, les flacons seront rincés avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air.

Pour les analyses qui s'effectuent au niveau du Laboratoire Central de Tipaza, on transporte les échantillons isotherme dans une glacière portative (+ 4°C) à l'abri de la lumière et les analyses seront faites dans 2 heures au maximum qui suivent les prélèvements.

On a utilisé deux types de méthodes

#### ✓ Méthodes volumétriques:

##### • Mode opératoire:

On place dans un bêcher un volume d'un réactif auquel on ajoute un indicateur coloré puis on y verse, à l'aide d'une burette, un second réactif jusqu'au changement de la couleur.

Au point d'équivalence, on a :  $N_1V_1 = N_2V_2$ , les deux membres de l'égalité représentent les quantités du premier et du deuxième réactifs, respectivement.

On utilise cette méthode pour déterminer les paramètres suivants :

- Demande de chlore,
- Degré de chlore,
- Dosage  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$
- Dosage des chlorures,
- Détermination de la matière oxydable,
- Dosage des bicarbonates.

#### ✓ Méthode spectrophotométrique:

On utilise cette méthode pour déterminer les paramètres suivants :

- Dosage de l'ammonium,
- Dosage des nitrites,
- Dosage des nitrates,

- Dosage du fer,
- Dosage d'aluminium,
- Détermination du phosphate.
- Dosage des sulfates.

### II.3.1.2 Les paramètres physiques:

#### ➤ **Température:**

##### • **Principe :**

La mesure de la température se fait avec un thermomètre. On introduit la sonde et on prendra la valeur en °C après la stabilisation.

#### ➤ **pH:**

##### • **Mode opératoire :**

La lecture s'effectue à l'aide d'un pH-mètre portatif (à l'extérieur, barrage ou station de traitement d'eau). Après rinçage à l'eau distillée des électrodes, introduire dans l'échantillon à analyser l'électrode de mesure.

##### • **Expression des résultats :**

La lecture se fait après la stabilisation de la valeur du pH. Les mesures sont exprimées en unités de pH, à la température de 20°C.

#### ➤ **Turbidité:**

##### • **Mode opératoire :**

Après agitation de l'échantillon, remplir la cuve de mesure et passer là pour la lecture.

##### • **Expression des résultats :**

Les résultats s'expriment en unité NTU.

#### ➤ **Conductivité:**

##### • **Mode opératoire :**

La mesure de la conductivité se fait par un conductimètre. Après rinçage de l'électrode par l'eau distillée, on la plonge dans un récipient contenant de l'eau à examiner, et sous une faible agitation on fait la lecture.

- **Expression des résultats :**

Les résultats sont donnés en uS cm<sup>1</sup>.

### II.3.1.3 Paramètres de pollution:

- **Matière organique:(ISO, 1984)**

- **Principe:**

Ce test a pour but d'approcher la teneur en matière organique présente dans l'eau. On oxyde l'échantillon par un excès connu de permanganate de potassium, en milieu acide et à chaud :



- **Réactifs:**

- Acide oxalique C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> IN,
- Acide de permanganate de potassium KMnO<sub>4</sub> 0,01 N ,
- Acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluée 1/3.

- **Mode opératoire :**

On ajoute 5 ml d'acide sulfurique dilué à 100 ml d'eau à analyser. Porter à l'ébullition pendant une minute. On ajoute 15 ml de permanganate de potassium 0,01 N et on laisse à une ébullition régulière et douce pendant 10 min, puis on ajoute 15 ml d'acide oxalique 0,01 N ; en fin, on titre avec de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une couleur rose claire qui persiste 15 à 20 secondes.

On fait toujours un essai à blanc (eau distillée).

- **Expression des résultats :**

$$\text{MO} = (V - V_0) \cdot F \cdot 80 / \text{PE} (100)$$

Avec :

$V_0$  : ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N nécessaire pour le dosage du blanc,

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

V : ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N nécessaire pour le dosage d'échantillon,

F : Facteur de correction,

80 : 1 ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0,001 N correspond à 5 mg d' $\text{O}_2$  L<sup>-1</sup>

### ➤ Oxygène dissous:(ISO, 1984)

#### • Réactifs:

- Solution de sulfate manganéux  $\text{MnSO}_4$
- Solution indicatrice à l'empois d'amidon K 1
- Solution mère de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  à 0,5 N
- Solution fille de thiosulfate de sodium à 0,0125 N
- Solution d'iodate de potassium à 0,01 N
- Solution d'iodure de potassium à 0,6 M
- Solution d'acide sulfurique 1/5

#### • Mode opératoire :

- On remplira complètement avec de l'eau à analyser un flacon de 125 ml à col rodé.
- On ajoute rapidement à l'aide d'une pipette plongeant sous la surface du liquide : 1 ml de sulfate manganéux et 1 ml de réactif à l'iodure de potassium.
- On rebouche sans emprisonner de bulles d'air et agiter.
- Quand le précipité formé se dépose, introduire de la même manière 2 ml d'acide sulfurique dilué au 1/5, et agiter.
- Quand tout le précipité s'est dissous, prélever 103 ml de la solution (3 ml pour tenir compte du volume déplacé par les réactifs) et les mettre dans un erlenmeyer.
- Doser l'iode formé par la solution de thiosulfate à 0,0125 N.
- Ajouter d'abord le thiosulfate jusqu'à obtention d'une couleur jaune clair, puis ajouter 5 ml d'indicateur à l'empois d'amidon. Continuer le titrage jusqu'à décoloration complète.

#### • Expression des résultats :

Chaque équivalent de  $\text{I}_2$  a été formé par un équivalent de  $\text{O}_2$  dissous. Au point équivalent, on a en équilibre :

- 100 ml d'échantillon de titre x en  $\text{I}_2$ , donc en  $\text{O}_2$  dissous

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

- V (ml) de thiosulfate de titre T
- $100 \cdot X - V \cdot T$

L'échantillon contient donc  $x = \frac{VT}{100}$  équivalent/litre de O<sub>2</sub> dissous.

Soit :  $8000 \cdot X \cdot V \cdot J - 80 \cdot \frac{VT}{100}$  mg /1 de O<sub>2</sub> dissous

Si T = 0,0125 N, l'expression ci-dessus devient :

V mg /1 de O<sub>2</sub> dissous

- **Nitrites** : ( ISON°6777, 1984)

- **Réactifs :**

- Acide sulfanilique (réactif 1),
- N - 1 Naphtyle éthylène diamine (réactif 2).

- **Mode opératoire:**

- On ajoute 1 ml du réactif mixte à 50 ml d'eau à analyser, après homogénéisation
- On laisse agir pendant 10 min. L'apparition d'une couleur rose indique la présence des nitrites, la lecture sera effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 543 nm.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg L<sup>-1</sup>.

- **Nitrates:** ( ISON°7890,1988)

- **Réactifs:**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5%
- Solution d'hydroxyde de sodium à 30%
- Acide sulfurique concentré
- Tartrate double de sodium et de potassium

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

- Solution d'azote d'origine nitrique à 5 mg L<sup>-1</sup>

- **Mode opératoire:**

- On ajoute 2 à 3 gouttes de Na OH à 30% et 1 ml de sodium à 10 ml de l'échantillon à analyser

- On évapore à sec au bain-marie ou à l'étuve à 75°C-88°C, puis on laisse refroidir.

- On reprend le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique et on laisse reposer 10 min, puis on ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium ; en dernier lieu on passe au spectrophotomètre à 420 nm.

- **Expression des résultats:**

Les résultats sont donnés directement enmg/l.

- **Azote ammoniacal: ( ISON°7150, 1984)**

- **Réactifs:(voir l'annexe)**

- Réactif (I)
    - Réactif (II) (coloré)

- **Mode opératoire:**

- Sur 40 mld'eau à analyser, on ajoute 4 ml de réactif (I) et 4 ml de réactif (II) et on l'ajuste à 50 ml par l'eau distillée ; après homogénéisation, on laisse agir pendant 90 min.

- L'apparition d'une couleur verdâtre indique la présence d'ammoniaque, la lecture seraeffectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 655 nm.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l.

- **Phosphates: ( ISON°6878,1984)**

- **Réactifs :**

- Réactif mixte.
  - Acide ascorbique.

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

### • Mode opératoire :

Sur 40 ml d'eau à analyser, on ajoute 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif mixte et on l'ajuste à 50 ml par l'eau distillée ; après homogénéisation, on laisse agir pendant 10 min. L'apparition d'une couleur bleue indique la présence des phosphates, la lecture sera effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 880 nm.

### • Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

### III.3.1.4 Minéralisation globale

#### ➤ Calcium et magnésium: ( ISON°6058,1984)

### • Réactifs :

- Solution d'EDTA  $C_{10}H_{14}N_2Na_{208.2}H_{20}$  .N/50
- Solution d'hydroxyde de sodium Na OH 2 N
- Solution d'hydroxyde d'ammonium pH =10,1

### Indicateurs colorés :

- ✓ Murexide
- ✓ Noir d'eriochrome.

### • Mode opératoire :

Sur 10 ml d'eau à analyser, on ajoute 40 ml d'eau distillée, 2 ml de Na OH (2N) et quelques mg de murexide qui donne la couleur rose, après homogénéisation on titre avec l'EDTA jusqu'au virage au violet (on obtient un volume d'EDTA  $V_1$ ). Pour obtenir la quantité des ions de calcium combinés, on suit les mêmes étapes mais on remplace 2 ml de Na OH (2N) par 2 ml  $NH_4OH$  (pH = 10,1) et le murexide par noir d'eriochrome qui vire au bleu (on obtient un volume d'EDTA  $V_2$ ) ..

### • Expression des résultats :

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = \frac{V_1 \cdot N \cdot OEDTA1M \cdot f_{Ca^{2+}} \cdot 1000}{F}$$

PE.2

---

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 \cdot 5 \cdot 8 \cdot F$$

---



Avec:

- CI : Concentration en milligramme par litre de chlore,
- V: Volume en ml de la solution de nitrate d'argent pur utilisée pour le titrage d'échantillon,
- N : Normalité de nitrate d'argent
- M : Masse de chlorures
- PE : Prise d'essai.
- F : Facteur lié au réactif.

➤ **Sulfate:**

• **Réactifs :**

- Solution stabilisante.
- Solution de chlorure de baryum.

• **Mode opératoire :**

On complète les 20 ml d'eau à analyser par l'eau distillée à 100 ml, on ajoute 5 ml de la solution stabilisante et 2 ml de chlorure de baryum. Après une agitation pendant 1 min

On fait la lecture à une longueur d'onde égale à 420 nm.

• **Expression des résultats :**

mg/l  $\text{SO}_4^{2+}$  la valeur lue sur le spectrophotomètre. La dilution (méthode Allemande, Mr KERN).

### II.3.1.5 Paramètres indésirables:

➤ **Aluminium:** (Rodier, 1984)

• **Réactifs :**

- Solution d'ériocyanine
- Tampon acéto-acétique pH = 6
- Acide ascorbique.

- **Mode opératoire :**

Sur 50 ml d'eau à analyser, on ajoute 15 ml de l'ériocyanine, 10 ml de tampon pH 6 et 1 ml d'acide ascorbique ; après homogénéisation, on laisse reposer pendant 20 min. La lecture sera effectuée à l'aide d'Un spectrophotomètre à **une** longueur d'onde de 560 nm.

- **Expression des résultats :**

Les résultats sont donnés directement en mg L<sup>-1</sup>.

- **Fer (ISO N°6332,1988)**

- **Réactifs :**

- Tampon acétate (**CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>**).
- Chlorhydrate d'hydroxylamine (NH<sub>2</sub>OH-HO).
- Solution de phénanthroline 1,10 (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>H<sub>20</sub>).

- **Mode opératoire :**

Sur 40 ml d'eau à analyser, on ajoute 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement. Ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3,5 et 5,5, ajouter enfin 2 ml de solution phénanthroline 1,10 et compléter à 50 ml puis conserver la fiole à l'obscurité pendant 15 min. Un blanc est préparé de la même manière que l'échantillon. La lecture sera effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 510 nm.

- **Expression des résultats:**

Les résultats sont donnés directement en mg L<sup>-1</sup>.

### **II.3.2 Les paramètres microbiologiques :**

Un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (RODIER et al, 2005).

Dans la plupart des examens usuels, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. Ces déterminations sont établies à partir :

- Soit d'un dénombrement direct des colonies après concentration par filtration ou inoculation d'un volume donné de l'échantillon en milieu solide.

- Soit d'une évaluation par calcul statique du Nombre le Plus Probable d'unités infectieuses (NPP), après répartition de l'inoculum dans un certain nombre de tubes de milieu de culture liquide, et en tenant compte du nombre respectif de cultures « positives » ou « négatives » obtenues (RODIER et al, 2005).

Au cours de notre expérimentation, nous avons utilisé le dénombrement direct des colonies par filtration d'un volume en milieu liquide.

### **II.3.2.1 Matériel et Mode de prélèvement :**

On utilise des flacons en verre à 250 ml. Avant l'usage, ces flacons doivent être lavés et rincés ils sont ensuite séchés et stérilisés à autoclave 120°C durant 20 mn dans un autoclave.

- On introduit le flacon verticalement et renversé.
- On retourne l'ouverture jusqu'à ce qu'elle soit légèrement plus haute que le fond.
- On remplit presque entièrement le flacon et on met le bouchon
- Notre prélèvement est terminé, on inscrit sur l'étiquette les indications nécessaires à l'identification du prélèvement.
- On introduit le tout, éventuellement, dans une glacière équipée de pochettes de glaces.

### **II.3.2.2 Méthodes d'examen microbiologiques des eaux :**

L'étude des germes tests de contamination fécale ; les coliformes totaux (C.T), les coliformes fécaux (C.F) et les streptocoques fécaux (S.F) sont dénombrés par la technique de filtration sur la rampe de filtration (annexe 4).

### II.3.2.2.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux (annexe 4, figure 28, 29)

Cette méthode consiste à faire passer un certain volume d'échantillon d'eau ou de ses dilutions à travers une membrane filtrante (par exemple une membrane Millipore ou Sartorius de 47 mm de diamètre et dont la porosité moyenne est de 0,45  $\mu\text{m}$  à 0,22  $\mu\text{m}$ ) sur laquelle sont retenus les microorganismes recherchés.

Selon la Norme NF EN ISO 9308 ; après filtration de l'eau à étudier, le filtre est placé dans un milieu de culture approprié (un milieu gélosé), ceci permet aux colonies de coliformes de se développer préférentiellement et sous un aspect suffisamment caractéristique au cours d'une incubation de 18 à 24 heures à une température de 37 °C pour le dénombrement des coliformes totaux, et 44 °C pour le dénombrement des coliformes fécaux.

- **Mode opératoire :**

- On flamme la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse pour assurer les conditions d'asepsie.

- Pour l'analyse de l'eau, on filtre sur membrane deux prises d'essai de l'eau d'analyse, soigneusement homogénéisée par agitation (chaque prise d'essai présente un volume de 100 ml).

- On ouvre les robinets pour que l'eau s'écoule.

- Dès que les membranes paraissent sèches on enlève les réservoirs et on prélève la membrane avec une pince stérile.

- On place chacun des deux sur une boîte de gélose lactose au TTC et Tergitolé prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air on met l'une de ces boîtes à incuber durant 24 heures à 37 °C et l'autre de 16 à 24 heures à 44 °C.

La lecture des boîtes après incubation à 37 °C permet de reconnaître la présence de coliformes totaux par les caractéristiques suivantes :

- Coloration jaune des colonies, résultant de l'absence de réduction de la gélose lactosé au TTC par les coliformes.

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

➤ Hano jaune dans le milieu lui-même sous la membrane autour des colonies précédentes correspondant à une fermentation du lactose par les germes de ces colonies.

La lecture des boîtes incubées à 44 °C permet de mettre en évidence les coliformes fécaux de la même façon que sur les boîtes incubées à 37 °C. Pour confirmer la présence d'*Escherichia coli* on applique le teste de recherche de l'indole.

Avec une pipette pasteur on prélève quelque colonie à partir des boîtes incubées à 37 °C et on les introduit dans un tube à essai contenant un petit volume de milieu urée-indole puis on incube à 44 °C pendant 48 heures puis on ajoute 2 à 3 gouttes de réactif de Kovac's, (P.D.A.B), il réagit avec l'indole pour former un colorant rouge, le ros indole, l'apparition d'un anneau rouge en surface du milieu Ure-indole confirme la présence d'*Escherichia coli*. (Annexe 4, figure 30)

### II.3.2.2.2 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (annexe4, figure 31)

Selon la norme ISO 7899/1 OU ISO 7899/2, après filtration de l'eau à analyser sur une membrane de cellulose celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laisse se développer les colonies de streptocoques fécaux.

- **Mode opératoire :**

On filtre sur membrane dans les conditions d'asepsie une prise d'essai de l'eau de mer (100 ml) après homogénéisation par agitation on place la membrane sur une boîte de slanetz, un milieu de culture sélectif pour les streptocoques et incubé pendant 48 heures

**Lecture :**

On compte les colonies qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Un diamètre de 0,5 à 2 mm.
- Une coloration rouge violette marron ou rase visible sur boîte

**Teste de confirmation :**

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

Afin de confirmer que les colonies sont des streptocoques fécaux on transfère le filtre sur une boîte de gélose B E A et on incube à 44 °C pendant 2 heures.

### **Lecture :**

On dénombre toutes les colonies entourées d'un halo noir résultant de la dégradation de l'esculine par les streptocoques fécaux.

### **II.3.2.2.3 Recherche des spores de *Clostridium* sulfite réducteur :**

#### **Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser :

- On met 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.

- Après chauffage, on refroidit immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.

- On répartit ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

- On ajoute environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à 45 ±1°C, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.

- On mélange doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

- On laisse solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10<sup>-1</sup> voire 10<sup>-2</sup>, la deuxième lecture se fera après 24 heures et la troisième et dernière après 48 heures.

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser.

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

### II.3.2.2.4 Recherche des salmonelles :

#### **Mode opératoire :**

- ✓ Jour 1 : Premier Enrichissement.

Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite - Cystéiné D/C réparti à raison de 100 ml par flacon.

Ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 150 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures, comme l'indique la figure n°24

- ✓ Jour 2 : Deuxième enrichissement et Isolement.

Ce flacon fera l'objet :

D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu Sélénite en tubes à raison de 1 ml

D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

- ✓ Jour 3 : Lecture des boîtes et Identification.

D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement,

D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une lecture en tenant compte du fait que les Salmonelles se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir.

### II.3.2.2.5 Recherche des vibrions cholériques :

#### • **Mode opératoire :**

- ✓ Jour 1 : Premier Enrichissement :

Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline 10 fois concentré réparti à raison de 100 ml par flacon auquel on ajoute aseptiquement 400 ml d'eau à analyser au moment du prélèvement.

## Chapitre II Matériel et Méthodes

---

Ce dernier sera par la suite incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures, comme l'indique la figure n°26.

✓ Jour 2 : Deuxième enrichissement et Isolement.

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu EPA en tubes à raison de 1 ml
- D'autre part, d'un isolement sur gélose GNAB 1.
- L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 h.

✓ Jour 3 : Lecture des boîtes et Identification.

D'une part, le tube d'EPA fera l'objet d'un isolement sur GNAB 2.

D'autre part, la boîte de gélose GNAB 1 subira une lecture en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques.

### III.2.3 Etude statistique des paramètres physico-chimique et microbiologique :

Pour l'étude statistique, on a effectué une comparaison de moyenne à l'aide d'une analyse ONE-Way ANOVA et du test de différence significative honnête de Tukey, en utilisant le logiciel STATISTICA.

Les analyses de l'anova sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes disposées dans différentes lignes d'un tableau sont en relation avec une ou plusieurs variables dites indépendantes.

Degré de signification :

$P > 0,05$  non significative

$P < 0,05$  significative (\*)

$P < 0,01$  très significative (\*\*)

$P < 0,001$  hautement significative (\*\*\*)



*Conclusion*

## **I.1 Généralités sur l'eau de surface:**

Le terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface du continent. Elles sont exposées à toute sorte de pollution que nous pouvons imaginer. Elles sont donc des eaux polluées. Elles contiennent des matières en suspension, des micro-organismes provenant du sol, des déchets domestiques et industriels.

### **➤ Caractéristiques:**

L'eau est la source principale de toute vie. Elle se présente, dans la nature, sous trois états:

- Solide: neige et glace.
- Liquide: eau chimiquement pure ou chargée en solutés.
- Gazeux: à différents degrés de pression et de saturation.

Les eaux sont en constante circulation sur la terre et subissent des changements d'états. L'importance de ces modifications fait de l'eau le principal agent de transport d'éléments physiques, chimiques et biologiques. L'ensemble des processus de transformation et de transfert de l'eau forme le cycle hydrologique (Encarta, 2006).

### **I.1.1 Cycle de L'eau:**

Le cycle de l'eau peut être décomposé en quatre processus distincts: stockage, évaporation, précipitation et ruissellement. L'eau peut être stockée temporairement dans le sol, les océans, les lacs et les rivières, ainsi que dans les calottes glacières et les glaciers. Elle s'évapore depuis la surface terrestre, se condense en nuages, retombe, sous forme de précipitation (pluie ou neige) sur les continents et les océans puis s'écoule, ruisselle et à nouveau, elle est stockée ou évaporée dans l'atmosphère (Encarta, 2003).

### **I.1.2 Eaux de surfaces:**

L'eau de surface représente l'eau qui coule ou qui stagne à la surface du sol. Ce sont les masses d'eau naturelles (fleuves, les rivières, les ruisseaux, les lacs etc.) et les masses d'eau artificielles comme les canaux d'irrigation, les canaux de navigation, les réseaux de drainage et les réservoirs artificiels (Anonyme [1], 2005).

➤ **Eaux de rivière:**

Dans la partie amont d'un cours d'eau (par exemple en montagne), la population est un peu dense, et la forêt et les terres cultivées couvrent une bonne proportion de la région. Les eaux, dont le régime d'écoulement est turbulent, sont bien souvent devenues turbides, étant donné qu'elles transportent des matières en suspensions provenant de la forêt ou des terres agricoles. Elles sont par ailleurs souvent froides, puisqu'elles proviennent de la fonte de neige ou de fonte de glaciers.

Dans la partie aval du cours d'eau, la population est plus dense. Les terres sont cultivées et les industries sont implantées. Les eaux y sont donc contaminées par des bactéries et des virus pathogènes, des matières toxiques, des matières organiques biodégradables et des matières en suspension responsables de leur turbidité et de leur couleur. La variation du débit des cours d'eau selon les saisons et selon les précipitations dans la région touchée entraîne des variations de la concentration des polluants (Encarta, 2006).

➤ **Eau de lac:**

Les lacs constituent des bassins naturels de retenue des eaux de pluies, ce qui a pour effet :

- De réduire la turbidité des eaux étant donné que ; grâce à leur faible turbulence, les matières en suspension ont tendance à se poser au fond.

- De réduire également la concentration des bactéries et des virus pathogènes dans ces eaux, grâce à l'effet combiné de la sédimentation et des longs séjours de l'eau dans les lacs, où les conditions sont peu favorables à la survie de ces organismes; plusieurs d'entre eux sont par exemple d'origine intestinale, et la température des intestins est certes plus favorable à leur croissance que celle de l'eau des lacs où ils sont passés.

• D'accroître la concentration de certains sels nutritifs comme le phosphore et l'azote, ce qui provoque l'eutrophisation des lacs, c'est à dire la prolifération d'algues et de plantes aquatiques (Encarta, 2003).

### **I.1.3 Les différents usages de l'eau:**

L'homme a besoin d'eau et l'utilise pour ses nombreuses activités.

#### **➤ Les usages domestiques:**

Les usages domestiques concernent l'alimentation, les diverses activités de lavage, d'évacuation des déchets, l'hygiène personnelle, l'arrosage des jardins. En fonction du niveau de vie et de la proximité de la ressource, ils sont très variables dans le temps et dans l'espace.

#### **➤ Les usages agricoles:**

A l'échelle de la planète, les usages agricoles représentent près de trois quarts des consommations d'eau. L'eau constitue en effet un facteur limitant de la production et de la qualité des espèces végétales.

#### **➤ Les usages industriels:**

Les usages industriels représentent plus de 20% de la consommation mondiale d'eau. (Encarta, 2006).

### **I.1.4 Pollution de l'eau :**

La pollution peut être caractérisée soit par la nature des polluants qui la causent soit par l'origine et l'extension de ces polluants, soit par la fréquence temporelle de son apparition.

On parlera ainsi de :

- Pollution toxique (pollution au mercure, aux hydrocarbures... etc.)
- Pollution ponctuelle, diffuse, dispersée... etc.
- Pollution chronique, accidentelle.

Selon l'origine de la pollution, on distingue quatre catégories:

**➤ Pollution naturelle:**

La pollution naturelle, liées aux surfaces non urbanisées, est essentiellement due au phénomène d'érosion et au cycle naturel de la végétation.

Ce sont surtout des particules minérales, de la matière organique et des composés physico-chimiques (Encarta, 2006).

**➤ Pollution agricole:**

L'agriculture moderne représente une importante source de pollution. L'usage massif des engrais chimiques, le recours systématique aux pesticides ont permis une augmentation considérable des rendements agricoles. Ils se sont malheureusement accompagnés d'une pollution accrue des eaux par divers contaminants minéraux ou organiques.

**➤ Pollution industrielle:**

L'industrie chimique, la métallurgie et l'électronique mettent en circulation dans l'atmosphère d'innombrables composés minéraux ou de toxicité souvent élevée ou encore peu dégradables, parfois même indestructibles, tel que le mercure, le cadmium, le niobium, l'antimoine, vanadium représentent autant de corps simples qui ne se rencontrent qu'à l'état de trace dans les milieux terrestres ou aquatiques (Anonyme [2], 2005).

**➤ Pollution urbaine:**

Due principalement aux rejets domestiques (eaux domestiques, eaux collectives de lavage, huiles de vidange, médicaments périmés, matières fécales ...etc.). Elle est liée aux grandes concentrations urbaines.

Le «tout à l'égout» est une expression significative, elle exprime cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les divers hôpitaux, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques (Galaf et Ghannam, juillet 2003).

**I.1.5 Qualité de l'eau potable:****I.1.5.1 Définition:**

La notion de qualité de l'eau varie en fonction de l'usage que l'on veut en faire : baignade, eau de boisson ou de cuisson, irrigation, eau de procédé industriel, etc. Quel que

soit l'emploi fait de l'eau, il demeure essentiel que sa qualité soit préservée. Comme son contenu varie beaucoup, il s'agit de définir les conditions moyennes caractéristiques de la plupart des eaux naturelles. Dépassée un certain seuil, l'eau sera déclarée polluée (Anonyme [3], 2005)

### I.1.5.2 Appréciation de la qualité générale de l'eau: (selon Satin et Seïmi, 1999).

- ✓ Qualité C1 : L'eau possédant les propriétés requises pour la vie et la reproduction des poissons normalement présents dans la zone écologique considérée, ainsi pour la production d'eau destinée à l'alimentation humaine après traitement simple.
- ✓ Qualité C2: L'eau possédant les propriétés requises pour la vie piscicole. Mais ou la production du poisson est aléatoire, permettant la production de l'eau destinée à l'alimentation humaine après traitement poussée.
- ✓ Qualités C3: L'eau dans laquelle la vie piscicole est fortement perturbée, mais qui impropre à la production d'eau destinée à l'alimentation humaine.
- ✓ Qualité C4: eau avec laquelle aucun usage n'est normalement possible et sans vie.

**Tableau 1: Grille de qualité**

		C1	C2	C3	C4
PH	Unité	6,5/8,5	6,5/8,5	<6,5>5,5>8,5<9	>9/<5,5
Température Eau	C°	<=25	>25<30	>30<=35	>35
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	<=100	>100<=200	>200<=300	>300
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	<=30	>30<=100	>100<=150	>150
Cl <sup>-</sup>	mg/L	<=150	>150<=300	>300<=500	>500
So <sup>-4</sup>	mg/L	<=200	>200<=300	>300<=400	>400
O <sub>2</sub>	%	>=90	>90<=50	>50<=30	>30
Matière organique	mg/L	<=5	>5<=10	>10<=15	>15
NH <sub>4</sub>	mg/L	<=0,01	>0,01<=0,1	>0,1<=0,3	>0,3
NO <sub>2</sub>	mg/L	<=0,01	>0,01<=0,1	>0,1<=0,3	>0,3
NO <sub>3</sub>	mg/L	<=10	>10<=20	>20<=40	>40

(ARNH, 2013)

## I.2 Description du site et de ses bassins versants :

### I.2.1 Situation géographique, morphométrie, géologique et hydrologique.

Le barrage de BOUKOURDANE est situé dans la partie Nord-Ouest de la grande plaine de la Mitidja est localisé à environ 1.3 Km du village de Sidi Amar (Wilaya de Tipaza) aux coordonnées géographiques : 36°30 Nord et 2°20 Est (figure 1). Ce plan d'eau est implanté dans une zone de collines s'étendant en direction Est-Ouest. Au Nord, il est distant de 11 Km de la méditerranée et au Sud, il est délimité par la montagne de Bou-Maad (Monographie du barrage, 1994).

Le barrage de Boukourdane est construit sur le lit de l'oued El-Hachem (au confluent des deux principaux oueds : Menaceur (boukadir) et fedjana qui donne naissance à l'oued El Hachem). La mise en eau du barrage (début d'exploitation) s'est faite en 1996.

Le barrage est conçu pour l'irrigation de la Mitidja ouest et l'alimentation en eau potable (AEP) de la Wilaya de Tipaza. A partir de 2002, il participe au renforcement de l'AEP d'Alger (réseau d'alimentation en eau potable) dans le cadre du projet SAA (Sécurisation d'Alimentation d'Alger en eau potable).

Selon le programme défini par l'avant-projet de construction du barrage; le volume d'eau régularisé par le barrage est de 49 Mm<sup>3</sup> par années, dont 8 Mm<sup>3</sup> d'eau potable et 41 Mm<sup>3</sup> d'eau d'irrigation. S'éparpillant en forme d'une feuille, les oueds Safsaf, fedjana, Nache, Mousour, Tegza, Boukadir et Achechou donnent par leur confluence à 900m en amont du barrage la naissance à l'Oued El Hachem. La cuvette du barrage est entourée de hautes montagnes et de massifs. La surface du bassin versant, qui est l'aire de réception des précipitations et d'alimentation du cours d'eau (BRAVARD et PETIT, 2000) en amont du barrage compte 177 Km<sup>2</sup>. Cette cuvette est amplement recouverte de marnes gris verdâtre et les vallées sont surmontées par des alluvions, de graviers et sable. La strate de couverture de la retenue est constituée de divers niveaux d'anciennes terrasses fluviales, formant ainsi les rives imperméables. La cuvette est donc de la possibilité d'une filtration permanente.

Les formations géologiques du site du barrage sont divisées en trois (3) groupes :

- Les roches basiques et les produits de leur altération actuelle in situ ;
- Les roches sédimentaires tertiaires et les terrains qui s'y développent ;
- Les dépôts quaternaires, alluvions de l'oued et déjections torrentielles.

➤ **Types de formations végétales :**

Les types de formations végétales ont été identifiés et délimités dans la carte d'occupation du sol.

Les différents types de formations végétales sont :

➤ **Forêts claires:** Cette catégorie est constituée de l'ensemble des formations végétales hautes dont le taux de recouvrement est inférieure à 50% quelle que soit la nature de l'essence qui la constitue ainsi que les formations mixtes ou la forêt claire est dominante.

➤ **Maquis dense:** il englobe toutes les superficies à couverture végétale basse (dont le taux de recouvrement est supérieur à 50% présentant des signes de surpâturage et de dégradation intense de la forêt) et formation mixtes ou le maquis dense est dominant (Cherchour, 1979).

➤ **Maquis clairs :** Il englobe toutes les superficies à couverture végétale basse (dont le taux de recouvrement est inférieur à 50% présentant des signes de surpâturage et de dégradation intense de la forêt) et formation mixte ou le maquis clairs est dominant au relief accidenté et à la sensibilité des terres à l'érosion (80% des terres ont des pentes >12.5% et plus de 60% sont instables à très instables),

➤ **Vergers :** Les terres cultivées sont très morcelées et de faible superficie (pour les différencier des jardins) sont des terres généralement de bas piémonts, de plaines, de fond de vallée, de dépression et de terrasses alluviales, utilisée pour la production fruitière (l'amandier, vigne,...).

➤ **Principales espèces végétales :**

- ✓ Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*)
- ✓ Le chêne vert (*Quercus ilex*)
- ✓ Le chêne liège (*Quercus suber*)

➤ **La Faune :**

Une étude (Anonyme [5], 1992) portant sur 13 communes de la wilaya de Tipaza montre que Malgré la diversité du paysage, la faune est peu abondante.

Ceci est dû à la dégradation des forêts, aux braconnages et à la chasse illicite.

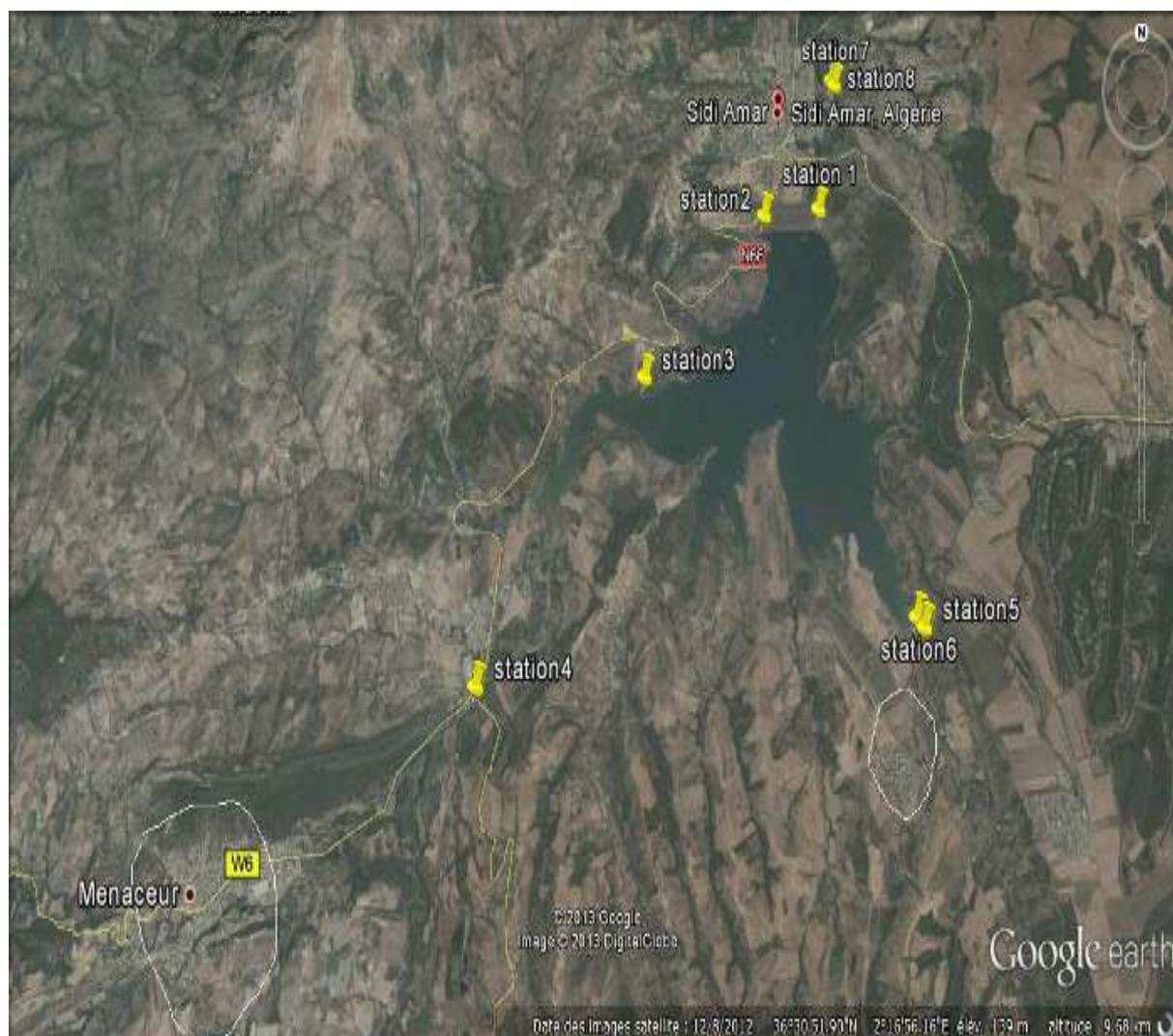
La faune, bien qu'abondante, peut jouer un rôle important pour le développement de la région, en créant des réserves cynégétiques et développant ainsi le tourisme.

Parmi ses invertébrés, Les batraciens sont essentiellement compose de grenouilles et crapauds.

L'inventaire obtenu est présenté dans le **tableau 2**:

Wilaya	Date
Tipasa	16/01/2013
Espèces Recensées	Effectifs
Canard Colvert	195
Foulques	123
Grand cormorand	18
Grebe Hupé	37
Goeland	167
Heron cendre	13
Aigrette garzette	11
Milan noir	4
Petit gravelot	3
Sarcelle dhiver	6
Bergenette grise	11
Fuligule milouin	30
Grebecastanieu	2

(Conservation des Forets, 2013)



**Figure 1** : Vue par satellite des stations d'étude du barrage de Boukourdane, ses oueds et la station de sisi amer 2013.

Les caractéristiques morphométriques du bassin versant et la retenue du barrage de Boukourdane :

**Tableau 3** : Morphométrie de bassin versant :

Wilaya	Tipaza
Oued	El-Hachem, Menacer
Type	Terre
Superficie	156 Km <sup>2</sup>
Périmètre	58 km
Volume régularisé	49 millions m <sup>3</sup>
Capacité initiale	79 million m <sup>3</sup>
Altitude maximale	1417m
Altitude minimale	78m
Altitude moyenne	420m
Apport annuel estimé	35 hm <sup>3</sup>

(ANBT, 2013)

**Tableau 4** : Morphométrie de la retenue :

Altitude de retenue normale	119.50 m
Altitude de plus hautes eaux	123.00 m
Aire de la retenue au niveau normale	550.00 ha

Aire de la retenue au niveau exceptionnel	625.00 ha
---	-----------

(ANBT, 2013)

### **I.2.2 Caractéristiques climatiques :**

L'analyse hydrologique s'appuie en grande partie sur les relevés effectués quotidiennement par la direction d'exploitation et du contrôle du barrage. Parmi les paramètres qui sont relèves au niveau de ce site on citera les précipitations, l'évaporation, affluents, défluent et le volume de l'eau. Le site du barrage se situe à 11 Km du bord de la méditerranée, caractérisé par un climat typiquement méditerranéen. Ce site se trouve, ainsi, exposé à des phénomènes d'été chaudes et séchés, alors que la période d'hiver est plutôt douce et humides avec une moyenne de précipitation de 400 mm à 1000 mm/an. Quant aux températures elles varient en fonction de l'altitude. En été le barrage est soumis au vent du sirocco, en provenance du sud du pays (BOUDJENAH, 2002). C'est durant cette période de l'année qu'on enregistre les plus importants écarts de température et ce durant la journée. En effet, cette région peut enregistrer des valeurs de températures supérieures à 50C°, tandis qu'à la tombée de la nuit, elle peut baisser jusqu'à 20 C°, et cela sous l'influence de la brise Méditerranéenne. (Monographie du barrage, 1994). Les caractéristiques climatiques ont, en effet des effets directs sur le régime hydrographique du plan d'eau.

Pour une meilleure compréhension du fonctionnement de ce plan d'eau, le rapprochement des données climatique à celle relatives aux débits, permet de mettre en évidence les relations entre ces dernières factures et les variations des températures de la masse d'eau de la solubilité de l'oxygène et surtout sur les activités métaboliques de la biomasse (BONTOUX, 1993).

### **I.3 Les paramètres physico-chimiques de barrages et de ses oueds :**

Selon RODIER et al, (2005), l'analyse physico-chimique de l'eau doit répondre à deux critères, étroitement liées, mais dont l'importance varie suivant la nature des problèmes posés. Le premier critère concerne la connaissance de la composition exacte de l'eau, la nature et la concentration de ces différents constituants normaux, éléments majeurs et éléments à l'état de traces. Le deuxième critère, concerne la mise en évidence de nouveaux éléments ou composés pouvant sembler étrangers et surtout des modifications de la composition normale de l'eau liées en grande partie à l'activité humaine.

### **I.3.1 Paramètres physiques :**

#### **➤ Température :**

La température de l'eau est une variable essentielle et préalable à toute évaluation de la qualité de l'eau. Elle a une influence directe sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du milieu aquatique (MORIN *et al.*, 1987).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau (RODIER *et al.*, 2005).

#### **➤ Conductivité électrique :**

La conductivité est un indice de l'abondance des ions dans l'eau. Les acides et les bases inorganiques ainsi que les sels contribuent fortement à la conductivité de l'eau. La mesure de la conductivité permet donc à estimer le degré de minéralisation d'un échantillon (PAINCHAUD, 1997).

#### **➤ Le potentiel d'Hydrogène (pH) :**

Le pH indique le caractère acide ou basique de l'eau. Il est influencé par les précipitations acides, l'activité biologique et certains rejets industriels (PAINCHAUD, 1997).

#### **➤ La turbidité :**

La turbidité est un élément important de la qualité de l'eau (MIQUEL, 2003). Elle est causée par la présence de MES, d'oxydes et d'hydroxydes métalliques, des organismes planctoniques et de substances dissoutes colorées (PAINCHAUD, 1997).

### **I.3.2 Paramètres de pollution :**

#### **➤ Les matières organiques :**

Un composé organique est caractéristique de toute la matière vivante ou issue d'une matière qui a été vivante, et/ou contient du carbone. Un végétal, un excrément, des hydrocarbures et des substances issus de la chimie (pesticides, solvants) sont aussi des matières organiques. La plupart des matières organiques ne deviennent polluantes que lorsqu'elles sont en excès (MIQUEL, 2003).

➤ **Ammonium :**

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

➤ **Nitrites :**

Les nitrites présentent souvent de faibles teneurs dans les eaux naturelles. Ils proviennent d'une oxydation incomplète de l'ammonium (CORNAZ, 2004).

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable (RODIER et al., 2005). Les nitrites favorisent le développement des algues et engendrent l'eutrophisation. Leur toxicité est principalement due à la formation de méthémoglobine et la synthèse endogène des composés N-nitrosés (CYR et al., 2006).

➤ **Nitrates :**

Les nitrates constituent un élément nutritif majeur indispensable pour les plantes et proviennent de la décomposition des déchets organiques (transformation de l'ammonium en nitrites ou en nitrates) (PAINCHAUD, 1997).

Les nitrates se retrouvent dans l'environnement de façon naturelle mais de nombreuses activités humaines ont pour effet d'augmenter leur concentration dans l'eau et le sol (l'agriculture et les installations septique déficientes) (GAUDREAU & MERCIER, 1998).

➤ **Phosphore :**

Le phosphore est un composé chimique qui favorise le développement des plantes. On le retrouve dans l'engrais chimique et naturel, les savons et comme résiduel des activités humaines. Il constitue le principale facteur de l'eutrophisation d'un lac (CYR et *al.*, 2006).

➤ **L'oxygène dissous :**

L'oxygène est l'élément indispensable à la vie aquatique (PAINCHAUD, 1997). Comme c'est le cas pour tous les gaz atmosphériques, la solubilité, ou la saturation de l'oxygène varie avec la température et la salinité des eaux (MONTEGUT, 2004a).

**I.3.3 La minéralisation globale :**

➤ **Calcium :**

Le calcium est le cinquième élément le plus abondant dans la nature. Il s'introduit dans le système d'eau douce (DAY, 1963).

Les ions calcium sont présents dans tous les points d'eau. Ils sont essentiels pour notre corps pour la formation des dents et des os, la coagulation du sang et pour le bon fonctionnement du système nerveux. La consommation d'une eau pauvre en calcium est considérée dangereuse pour la santé à cause du risque des maladies coronaires (ANONYME 4, 2008).

➤ **Magnésium :**

Le magnésium est parmi les cations les plus fréquemment trouvés dans l'eau potable.

Chez les hommes, le magnésium est important pour les fonctions métaboliques et pour les activités musculaire et nerveuse (ANONYME [4], 2008)

➤ **Chlorure (Cl):**

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. La teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (Monique Tardât H, 1992).

➤ **Sulfate:**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable (Rodier J, 1984).

Leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches (pyrites), des matières organiques d'origine animale (Mme et Mr Ladjel, 2005).

A fortes concentration, il est susceptible d'en résulter des troubles gastro-intestinaux, en particulier chez l'enfant (Rodier J, 1984).

#### **I.3.4 Les paramètres indésirables :**

Ce sont des substances indésirables pour la consommation humaine à un certain seuil de concentration où elles deviennent dangereuses.

##### **➤ Aluminium (Al) :**

L'aluminium est le troisième élément le plus abondant de la croûte terrestre. Il entre dans la composition de tous les sols (Potelon J-L, 1998).

##### **➤ Fer (Fe) :**

Très répandu, le fer se classe au 4<sup>o</sup> rang des éléments de la croûte terrestre (Mme et Mr Ladjel, 2005). La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer où corrodent les canalisations (Rodier J, 1996). Selon Potelon (1998) la déferrisation se fait par deux voies :

- Oxydation (à l'air), suivie d'une filtration
- Oxydation biologique (utilisation des bactéries qui oxydent et précipitent le fer dissous).

#### **I.4 Etudes microbiologiques des eaux de barrage de Boukourdane et de ses bassins versant :**

Les microorganismes sont présents dans l'environnement naturel (eau, sol, surfaces diverses), sur l'homme lui-même et sur tous les êtres vivants (MESCLE & ZUCCA, 1996). Certains microorganismes sont nocifs et sont diffus dans l'environnement aquatique, par l'intermédiaire des souillures fécales humaines ou animales. La mise en évidence de ces contaminations fécales est à la base même de l'analyse bactériologique de l'eau. Elle consiste à rechercher et à dénombrer certaines espèces, ou certains groupes de bactéries, les plus

représentatives d'une telle contamination et dont la présence ne constitue pas un risque pour la santé avec la plus part des espèces ; on les appelle des indicateurs de contamination fécale (HASLEY & LECLERC, 1993).

#### **I.4.1 Le groupe des Coliformes Totaux (CT) :**

Le terme coliforme correspond à des organismes à la forme de bâtonnet, non sporogènes, Gram négatif, oxydase négatif et facultativement anaérobies. Appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. Ils sont capable de croitre en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface qui possède des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et de gaz en 48 heures à des températures de 35. à 37°C (HASLEY & LFCLERC, 1993 ; RODIER et *al.*,2005; DELARRAS, 2006 ; 2007). Ils sont parfois désignés sous le nom de « coliformes totaux » dans la législation des eaux (DELARRAS, 2006).

#### **I.4.2 Le groupe des Coliformes Fécaux (CF) :**

Le terme « Coliformes fécaux » ou « Coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des Coliformes) après incubation à température de 44°C (RODIER et *al.*, 2005 ; DELARRAS, 2006).

Escherichia coli, klebsiella pneumoniae subsp pneumoniae se développent en à 44°C et au moins 95% des souches fermentent le lactose avec production de gaz (DELARRAS, 2006). De surcroît, si ces coliformes thermo tolérants produisent de l'indole à partir du peptone riche en tryptophane ou de tryptophane à 44°C, ils sont alors fortement présomptifs d'Escherichia coli (LECLERC & MOSSEL ,1989).

#### **I.4.3 Le groupe des Streptocoques Fécaux :**

Les streptocoques sont des coques à Gram positif. Ces bactéries sont ovoïdes, sphériques, ou rarement allongées en bâtonnets formant des chaînettes ou des paires. Ils sont dépourvus de cytochrome et de catalase. La fermentation des glucides est homo fermentatif,

l'acide lactique dextrogyre étant le principal produit final sans formation de gaz (HORAUD & LE BOUGUENEC, 1989).

#### **I.4.4 Le groupe des *Clostridium* sulfito-réducteurs :**

Ce sont des bactéries anaérobies strictes à Gram positif (MORIN, 1997). Généralement mobiles (flagelles péritriches) mais parfois immobiles, ils forment des Spores ovoïdes ou sphériques qui sont en général déformantes et le plus souvent thermo résistantes (SEBALD, 1989). Leur dénomination est due au fait que ces espèces sont capable de produire de l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) à partir du sulfite de sodium présent dans le milieu celui-ci se combine avec du citrate du fer ammoniacal ou de l'alun de fer noir (DELARRAS, 2006).

#### **I.4.5 Le groupe des salmonelles :**

Les salmonelles sont classées dans la famille des Enterobacteriaceae, possèdent les propriétés générales des bactéries de cette famille (DELARRAS, 2006).

Ce sont des petits bâtonnets (2 à 3 um par 0,6 à 0,8 um) présentant une ciliature péritriche. Les salmonelles sont des bacilles à Gram négatif, oxydase négative, catalase positive, non sporulés, aéro-anaérobie facultatifs, fermentent le lactose avec ou sans production de gaz, cultiver sur milieux ordinaires (FEDERIGHI, 2005).

#### **I.4.6 Le groupe des vibrions cholériques :**

Ce sont des bâtonnets incurvés en virgules, mobiles et aérophiles Gram négatif et oxydase positive. Ils sont plus ou moins basophiles (pH 8,5 à 9) halophiles ou halotolérants, ils peuvent se développer en présence du chlorure de sodium (DELARRAS, 2006). Ils ont un métabolisme oxydatifs ou fermentatif. Majoritairement, ils sont d'origines aquatiques marines (HASLEY et LECLERC, 1993).



Tableau 5 : Evolution mensuelle de la température (°C)

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Px				
P1	14,8	17,7	21,4	19.1
P2	14,9	17,6	20,1	19.2
P3	14,6	17,2	20,9	19.7
P4	15,7	17,8	21,8	19
P5	15,4	19,4	23,5	20,2
P6	14,2	17,7	22,6	19.6
P7	14,9	17	21.2	20.1
P8	15,1	16,2	19.5	20.8

Tableau 6 : Evolution mensuelle de la conductivité (us/cm) :

MOIS	Février	Mars	Avril	Mai
px				
P1	739	809	703	816
P2	804	814	810	808
P3	802	801	804	821
P4	747	655	657	657
P5	809	826	917	957
P6	805	817	812	870
P7	797	810	805	788
P8	815	806	809	792

Tableau 7 : Evolution mensuelle du pH.

MOIS	Février	Mars	Avril	Mai
px				
P1	8,38	8,46	8,28	7.5
P2	8,39	8,47	8,15	8.26
P3	8,22	8,31	8,39	8.45
P4	8,16	8,31	8,12	8.25
P5	8,02	8,45	8,47	8.28
P6	8,12	8,53	8,46	8.29
P7	8,3	8,29	8,27	7.97
P8	7,93	7,8	7,9	7.78

Tableau 8 : Evolution mensuelle de la turbidité

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	2,55	4,47	5,02	4.12
P2	2,83	6,94	7,94	4.59
P3	5,54	19,3	8.65	5.66
P4	18,4	9,83	14,4	27.6
P5	24	30	20,3	248
P6	17,55	9,63	44,4	44.3
P7	4,45	6,69	7.8	12.7
P8	0,55	0,69	0.99	13.9

Tableau 9 : Evolution mensuelle de la matière organique.

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	0,24	1,22	0,56	2,08
P2	2,56	3	2,5	3,4
P3	0,56	1,11	2,48	2,16
P4	4,48	5,22	5,12	5,3
P5	1,56	2,93	0,88	3,44
P6	3,3	3,33	4,08	5,4
P7	1,04	0,4	0,32	1,28
P8	0,56	0,16	0,08	0,21

Tableau 10 : Evolution mensuelle de l'ammoniac.

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	0,13	0,09	0,09	0,11
P2	0,12	0,12	0,02	0,08
P3	0,14	0,22	0,08	0,32
P4	2,17	1,88	1,14	1,62
P5	0,13	0,12	0,08	0,37
P6	0,27	0,29	1,09	0,43
P7	0,06	0,08	0,06	0,05
P8	0.02	0.02	0.02	0.02

Tableau 11 : Evolution mensuelle du nitrite.

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>P1</i>	0,03	0,02	0,04	0,05
<i>P2</i>	0,03	0,03	0,02	0,06
<i>P3</i>	0,03	0,09	0,05	0,06
<i>P4</i>	0,15	0,3	1,05	0,15
<i>P5</i>	0,07	0,09	0,07	0,52
<i>P6</i>	0,02	0,03	0,4	0,09
<i>P7</i>	0,04	0,04	0,03	0,04
<i>P8</i>	0	0	0	0

Tableau 12 : Evolution mensuelle du nitrate

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>P1</i>	1,15	1,08	1,03	1,06
<i>P2</i>	1,18	1,17	1,19	1,17
<i>P3</i>	1,3	1,22	1,25	1,56
<i>P4</i>	3,45	2,3	2,05	3,95
<i>P5</i>	1,85	1,09	1,51	2,67
<i>P6</i>	1,54	1,21	1,85	2,12
<i>P7</i>	0,84	0,83	0,84	0,82
<i>P8</i>	0,9	1,11	1,02	0,8

Tableau 13 : Evolution mensuelle du phosphore.

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>P1</i>	2,44	0,34	0,02	0,03
<i>P2</i>	0,19	0,02	0,02	0,03
<i>P3</i>	0,02	0,24	0,04	0,05
<i>P4</i>	0,72	0,11	0,34	0,43
<i>P5</i>	0,59	0,67	0,02	1,18
<i>P6</i>	0,14	0,16	0,19	0,21
<i>P7</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>P8</i>	0,02	0,02	0,02	0,02

Tableau 14 : Evolution mensuelle de l'oxygène dissous.

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	6,8	7,91	7,22	6,04
P2	6,99	7,93	7,18	6,06
P3	7,22	7,8	7,19	7,4
P4	7,54	7,3	6,36	6,18
P5	8,20	8,08	6,91	5,42
P6	7,11	7,66	6,68	6,55
P7	8,01	8	7,09	5,58
P8	7,22	7,84	7,6	7,58

Tableau 15 : Evolution mensuelle des concentrations du calcium (mg/l).

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	60	96	62,4	64
P2	64	72	73	72
P3	44	72	72	68
P4	84	96	76,8	72
P5	61	56	81,6	84
P6	83	84	88,8	76
P7	72	72	72	64
P8	80	80	80	68

Tableau 16: Evolution mensuelle des concentrations du magnésium (mg/l).

<i>px</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1	32,6	38,4	46	31,2
P2	48	69,6	50	33,6
P3	57,6	45,6	42	36
P4	55,2	26,4	58	31,2
P5	51	50,4	60	38,4
P6	50,2	67,2	62	38,4
P7	38,4	38,4	38,4	33,6
P8	40,8	40,8	40,8	24

Tableau 17: Evolution mensuelle des concentrations du chlorure (mg/l).

<i>px</i>	<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1		63,9	71	73	85,2
P2		85,2	78,1	81,2	99,4
P3		78,1	85,2	89,2	85,2
P4		71	63,9	70,7	49,7
P5		77,2	78,1	78,3	99,4
P6		80,7	85,2	87,4	71
P7		71	71	71	92,3
P8		78,1	78,1	78,1	106,5

Tableau 18 : Evolution mensuelle des concentrations des sulfates (mg/l).

<i>px</i>	<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1		65,9	64,3	60,4	68,9
P2		67,7	63,9	62,8	48
P3		60,45	61,32	60,4	36,25
P4		70,35	70,21	70,19	34
P5		30,2	28,3	29,6	110,7
P6		29,6	21,75	20,9	62,9
P7		39,75	39,75	39,75	37,35
P8		82,95	82,95	82,95	45,6

Tableau 19 : Evolution mensuelle des concentrations de l'aluminium (mg/l).

<i>px</i>	<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
P1		0	0	0	0
P2		0	0	0	0
P3		0	0	0	0
P4		0	0	0	0
P5		0	0	0	0
P6		0	0	0	0
P7		0	0	0	0
P8		0	0	0	0

Tableau 20 : Evolution mensuelle des concentrations de fer (mg/l).

<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>px</i>				
<i>P1</i>	0	0	0	0
<i>P2</i>	0	0	0	0
<i>P3</i>	0	0	0	0
<i>P4</i>	0	0	0	0
<i>P5</i>	0	0	0	0
<i>P6</i>	0	0	0	0
<i>P7</i>	0	0	0	0
<i>P8</i>	0	0	0	0

Tableau 21 : Evolution mensuelle de la Coliformes Totaux.

<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>px</i>				
<i>P1</i>	20	20	270	500
<i>P2</i>	30	170	240	300
<i>P3</i>	130	130	340	400
<i>P4</i>	3000	4000	4500	7000
<i>P5</i>	250	400	200	4000
<i>P6</i>	2900	4500	3700	5000
<i>P7</i>	60	40	60	80
<i>P8</i>	0	0	0	0

Tableau 22: Evolution mensuelle de la Coliformes Fécaux (CF).

<i>Mois</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>
<i>px</i>				
<i>P1</i>	15	10	180	300
<i>P2</i>	6	95	150	200
<i>P3</i>	100	90	50	100
<i>P4</i>	2000	1500	2000	3000
<i>P5</i>	170	200	100	2500
<i>P6</i>	1500	3100	2000	4500
<i>P7</i>	20	10	10	50
<i>P8</i>	0	0	0	0

Tableau 23: Evolution mensuelle de la Streptocoques Fécaux.

Mois <i>px</i>	Février	Mars	Avril	Mai
P1	200	980	430	300
P2	119	70	100	150
P3	100	300	120	200
P4	5000	7000	5500	8000
P5	500	400	600	2000
P6	4100	3000	4000	5000
P7	50	15	70	30
P8	0	0	0	0

Tableau 24 : Evolution mensuelle de *Clostridium*sulfito-réducteurs .

Mois <i>px</i>	Février	Mars	Avril	Mai
P1	50	30	20	35
P2	80	50	50	70
P3	150	90	70	100
P4	2000	2500	3500	5000
P5	150	100	22	1500
P6	1000	500	1040	2000
P7	10	20	10	20
P8	0	0	0	0

**Les tableaux de l'étude statistique :**

Tbleau27 : Nitrite

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet8)  
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests  
Error: Between MS = ,03352, df = 24,000

Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	,03500	,03500	,05750	,41250	,18750	,13500	,03750	0,0000
2	P2	1,000000	1,000000	1,000000	0,113350	0,930622	0,993124	1,000000	0,999993
3	P3	1,000000	1,000000	1,000000	0,113350	0,930622	0,993124	1,000000	0,999993
4	P4	0,113350	0,113350	0,158001	0,158001	0,969355	0,998601	1,000000	0,999803
5	P5	0,930622	0,930622	0,969355	0,664186	0,664186	0,417488	0,117716	0,065413
6	P6	0,993124	0,993124	0,998601	0,417488	0,999893	0,999893	0,994095	0,962537
7	P7	1,000000	1,000000	1,000000	0,117716	0,935999	0,994095	0,999989	0,999989
8	P8	0,999993	0,999993	0,999803	0,065413	0,825895	0,962537	0,999989	

Tableau 29 : Phosphore :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet10)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = ,20943, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	,70250	,05500	,08250	,40000	,61500	,17500	,02000	0,00000
2	P2		0,501641	0,553893	0,979262	0,999993	0,728589	0,437373	0,402136
3	P3	0,501641		1,000000	0,957958	0,668772	0,999941	1,000000	1,000000
4	P4	0,553893	1,000000		0,972958	0,719589	0,999990	0,999999	0,999995
5	P5	0,979262	0,957958	0,972958		0,997293	0,996393	0,931683	0,912743
6	P6	0,999993	0,668772	0,719589	0,997293		0,866159	0,601969	0,563488
7	P7	0,728589	0,999941	0,999990	0,996393	0,866159		0,999675	0,999284
8	P8	0,437373	1,000000	0,999999	0,931683	0,601969	0,999675		1,000000
		0,402136	1,000000	0,999995	0,912743	0,563488	0,999284	1,000000	

Tableau30 : Oxygène dissous :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet12)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = ,62966, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	6,9925	7,0400	7,4025	6,8450	7,1525	7,0000	7,1700	7,5600
2	P2		1,000000	0,995089	0,999994	0,999990	1,000000	0,999980	0,968154
3	P3	1,000000		0,997727	0,999962	0,999999	1,000000	0,999998	0,980236
4	P4	0,995089	0,997727		0,971057	0,999799	0,995618	0,999876	0,999991
5	P5	0,999994	0,999962	0,971057		0,999219	0,999992	0,998877	0,899592
6	P6	0,999990	0,999999	0,999799	0,999219		0,999993	1,000000	0,995268
7	P7	1,000000	1,000000	0,995618	0,999992	0,999993		0,999985	0,970352
8	P8	0,999980	0,999998	0,999876	0,998877	1,000000	0,999985		0,996401
		0,968154	0,980236	0,999991	0,899592	0,995268	0,970352	0,996401	

Tableau31 : Calcium :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet1)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = 109,89, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	70,600	70,250	64,000	82,200	70,650	82,950	70,000	77,000
2	P2		1,000000	0,984224	0,765459	1,000000	0,707525	1,000000	0,986779
3	P3	1,000000		0,988477	0,738951	1,000000	0,679254	1,000000	0,982086
4	P4	0,984224	0,988477		0,261272	0,983536	0,220304	0,990931	0,654573
5	P5	0,765459	0,738951	0,261272		0,769160	1,000000	0,719433	0,996180
6	P6	1,000000	1,000000	0,983536	0,769160		0,711509	1,000000	0,987365
7	P7	0,707525	0,679254	0,220304	1,000000	0,711509		0,658708	0,991367
8	P8	1,000000	1,000000	0,990931	0,719433	1,000000	0,658708		0,978065
		0,986779	0,982086	0,654573	0,996180	0,987365	0,991367	0,978065	

Tableau32 : Magnésium :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet4)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = 116,24, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	37,050	0,664200	0,954589	0,994642	0,692001	0,342525	1,000000	1,000000
2	P2	0,664200	50,300	0,997503	0,970531	1,000000	0,999253	0,676179	0,627845
3	P3	0,954589	0,997503	45,300	0,999967	0,998425	0,924091	0,958697	0,940627
4	P4	0,994642	0,970531	0,999967	42,700	0,977197	0,778314	0,995463	0,991526
5	P5	0,692001	1,000000	0,998425	0,977197	49,950	0,998721	0,703742	0,656169
6	P6	0,342525	0,999253	0,924091	0,778314	0,998721	54,450	0,352663	0,313181
7	P7	1,000000	0,676179	0,958697	0,995463	0,703742	0,352663	37,200	1,000000
8	P8	1,000000	0,627845	0,940627	0,991526	0,656169	0,313181	1,000000	36,600

Tableau33 : Chlorure :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet14)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = 96,482, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	73,275	0,608329	0,742817	0,865799	0,831765	0,945201	0,999817	0,677060
2	P2	0,608329	85,975	0,999998	0,065055	0,999914	0,996045	0,853309	1,000000
3	P3	0,742817	0,999998	84,425	0,102720	1,000000	0,999660	0,933948	1,000000
4	P4	0,865799	0,065055	0,102720	63,825	0,142702	0,249235	0,626215	0,081997
5	P5	0,831765	0,999914	1,000000	0,142702	83,250	0,999981	0,970512	0,999991
6	P6	0,945201	0,996045	0,999660	0,249235	0,999981	81,075	0,996743	0,998671
7	P7	0,999817	0,853309	0,933948	0,626215	0,970512	0,996743	76,325	0,898329
8	P8	0,677060	1,000000	1,000000	0,081997	0,999991	0,998671	0,898329	85,200

Tableau34 : Sulfate :

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet16)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = 370,32, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	64,875	0,999981	0,994021	0,999993	0,947088	0,341406	0,569708	0,997813
2	P2	0,999981	60,600	0,999813	1,000000	0,991471	0,520278	0,759119	0,976493
3	P3	0,994021	0,999813	54,605	0,999654	0,999951	0,784425	0,942020	0,849963
4	P4	0,999993	1,000000	0,999654	61,188	0,988393	0,493967	0,734702	0,981809
5	P5	0,947088	0,991471	0,999951	0,988393	49,700	0,933060	0,992972	0,652390
6	P6	0,341406	0,520278	0,784425	0,493967	0,933060	33,788	0,999911	0,111008
7	P7	0,569708	0,759119	0,942020	0,734702	0,992972	0,999911	39,150	0,229475
8	P8	0,997813	0,976493	0,849963	0,981809	0,652390	0,111008	0,229475	73,612

Tableau35 : Fer

Tukey HSD test; variable Var1 (Spreadsheet18)									
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests									
Error: Between MS = ,02264, df = 24,000									
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
1	P1	,01000	,01750	,06500	,10250	,28250	,25250	,01750	0,00000
2	P2	1,000000	1,000000	0,999465	0,986227	0,218434	0,344063	1,000000	1,000000
3	P3	0,999465	0,999796	0,999796	0,991600	0,246214	0,381246	1,000000	1,000000
4	P4	0,986227	0,991600	0,999958	0,999958	0,475445	0,649246	0,999796	0,998409
5	P5	0,218434	0,246214	0,475445	0,692123	0,692123	0,844024	0,991600	0,975510
6	P6	0,344063	0,381246	0,649246	0,844024	0,999991	0,999991	0,246214	0,185129
7	P7	1,000000	1,000000	0,999796	0,991600	0,246214	0,381246	0,381246	1,000000
8	P8	1,000000	1,000000	0,998409	0,975510	0,185129	0,297973	1,000000	

➤ ***Azote ammoniacal:***

Réactif 1:

- Acide dichloroisocyanurique
- Hydroxyde de sodium NaOH .....32g
- Eau distillée..... q.s.p.....1000 mL

Réactif 2:

- Trictrate de sodium .....130g
- Salicylate de sodiimi .....130 g
- Nitropruciate de sodium.....0,97 g
- Eau distillée.....q.s.p.....1000 mL

➤ ***Nitrite :***

Réactif 1 : Acide sulfanilique

- Acide sulfanilique..... 40 g
- Hydrogénosulfate de potassium .....100 mL
- Eau distillée .....q.s.p..... 1000 mL

Réactif 2 : N-1 -Naphtyl éthylène diamine

- N-1 -Naphtyl -éthylène-di aminé .....2 g
- Eau distillée.....q.s.p.....1000 mL

Réactif mixte :

- Acide sulfanilique..... 40 g
- N- 1-Naphtyl -éthylène-diamine .....2 g
- Acide phosphorique .....100 IÛL
- Eau distillée .....q.s.p.....1000 mL

➤ ***Nitrate :***

Solution de salicylate de sodium à 0,5% (renouveler toutes les 24 h)

- Solution d'hydroxyde de sodium à 30%
- Acide sulfurique concentré
- Tartrate double de sodium et de potassium

- ✓ Hydroxyde de sodium NaOH .....400 g
- ✓ Tartrate de sodium et de potassium .....60 g
- ✓ Eau distillé .....q.s.p .....1000 mL

Laisser refroidir avant de compléter par de l'eau distillée. Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

#### Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg L<sup>-1</sup>

- Nitrate de potassium anhydre .....0,722 g
- Eau distillée.....q.s.p..... 1000 mL
- Chloroforme .....1 mL

#### Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg L<sup>-1</sup>

##### ➤ **Phosphate**

#### Réactif mixte :

- A : 13 g d'heptamolybdate d'ammonium .....100 mL d'eau distillée
- B ; 0,35 g tartrate d'antimoine .....100 mL d'eau distillée
- C : 150 mL d'acide sulfurique concentrée .....150 mL d'eau distillée
- (A + B) +C .....150 mL d'eau distillée
- Acide ascorbique à 10%

##### ➤ **Matière oxydable en milieu acide:**

#### Solution d'acide oxalique à 0,1N

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O .....6,3033 g
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(d=1,84) .....50 mL
- Eau distillée .....q.s.p.....1000 mL

#### Solution d'acide oxalique à 0,01N

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>à0,1.....100 mL

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré ..... 50 mL
- Eau distillée ..... q.s.p. .... 1000 mL

Solution d'acide sulfurique diluée

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1,27) ..... 1 volume
- Eau distillée ..... 3 volumes

Solution de permanganate de potassium à 0,1

- KMnO<sub>4</sub> ..... 3,1608 g
- Eau distillée bouillante ..... q.s.p. .... 1000 mL

Solution de permanganate de potassium à 0,01

- Solution KMnO<sub>4</sub> à 0,1 N ..... 100 mL
- Eau distillée ..... q.s.p. .... 1000 mL

➤ ***Oxygène dissous***

Solution de sulfate manganoux

- 400 g de sulfate manganoux MnSO<sub>4</sub>. 2H<sub>2</sub>O
- Eau distillée ..... q.s.p. .... 1000 mL

Solution de fluorure de potassium

- 40 g de fluorure de potassium KF
- Eau distillée ..... q.s.p. .... 1000 mL

Solution indicateur à l'empois d'amidon

Ajouter juste assez d'eau distillée froide à 10 g d'amidon soluble de façon à obtenir une pâte fluide. Lentement et en ajoutant à la pâte 1 litre d'eau distillée bouillante. Maintenir à l'ébullition quelques minutes. Ajouter pour la conservation 1 mg d'iodure mercurique ou 1,25 g d'acide salicylique.

Solution mère de thiosulfate de sodium à 0,5N

- 124,1 g de thiosulfate de sodium Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 5H<sub>2</sub>O
- Eau distillée bouillie et refroidie ..... q.s.p. .... 1000 mL
- 5 mL de chloroforme (pour conservation)

Solution fille de thiosulfate de sodium à 0,5 N et 0,0125 N

- 25 mL de la solution à 0,5 N
- Eau distillée .....q.s.p..... 1000 mL
- 5 mL de chloroforme (pour conservation)

Solution d'iodate de potassium à 0,01 N

- 0,3567 g d'iodate de potassium (préalablement séché pendant 3 heures à 150°C)
- Eau distillée .....q.s.p..... 1000 mL
- La solution est stable

Solution d'iodure de potassium à 0,6 M

- 150 g d'iodure de potassium ou 135g d'iodure de sodium
- 500 g de soude
- 10 g d'azote de sodium (dissous à part; dangereux à manipuler)
- Eau distillée .....q.s.p..... 1000 mL

Solution d'acide sulfurique 1/5

*Détermination de calcium et magnésium*

E.D.T.A à N/50  $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$

Sécher une quantité de produit à 80-105°C pendant 2h

Introduire 3,722g de produit dans 100 mL d'eau distillée

✓ NaOH 2N

NaOH .....80g .....dans 1000 mL d'eau distillée

SOLUTION : Tampon pH/10 (Ca/Mg)

- ✓ Dissoudre 67,5 g de chlorure d'ammonium ( $NH_4Cl$ ) dans 570 mL de solution ammoniacale à
- ✓ 25 % ( $NH_3$ ) m/m Q20 = 0,910 g mL<sup>-1</sup>
- ✓ Ajouter ensuite 5 g de sel dissodique de manganèse de l'E.D.T.A ( $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8Mg$ )
- ✓ Compléter à 1000 mL avec de l'eau distillée.
- ✓ Conserver la solution dans une bouteille en polyéthylène
- ✓ Diluer 10 mL de la solution à 1000 mL d'eau distillée.
- ✓ Murexide 0,2 g dans 100 g de NaCl
- ✓ Noir eriochrome 0,5 g dans 25 mL d'éthanol.

➤ **Chlorures**

- ✓ Nitrate d'argent 0,01N
- ✓ 1,6987 g à 1000 mL d'eau distillée. Agitation faible
- ✓ Chromate de potassium  $K_2CO_4$  à 10%
- ✓ 10 g ajoutés à 100 mL d'eau distillée. Agitation faible

➤ **Sulfates**

Solution mère de sulfate à 1g L<sup>-1</sup> à partir de  $NO_2SO_4$

Peser 1,47 g de  $NO_2SO_4$  à 1000 mL d'eau distillée.

✓ Solution stabilisante :

- Acide chlorhydrique ©.....60 mL
- Ethanol.....200 mL
- Chlorure de sodium.....150 g
- Glycérol.....100ml
- Eau distillée .....q.s.p.....600ml

Solution de chlorure de baryum

- Chlorure de baryum.....150g
- Acide chlorhydrique.....5mL
- Eau distillée.....q.s.p.....1000mL

➤ **Alcalinité**

Solution d'acide chlorhydrique à 1 N

Solution HCL à 0, 1N

- Solution de HCL à 1 N.....10mL
- Eau distillée .....q.s.p.....1000mL.

➤ **Aluminium:**

Solution d'ériocyanine

- Eriocyanine..... 2.5 g
- Eau distillée.....250 mL
- NaCl.....25 g

- $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .....25 g
- $\text{HNO}_3$  concentrée .....2 mL
- Eau distillée .....q.s.p.....1000 mL

Tampon acéto-acétique pH = 6

- Acétate d'ammonium.....520g
- Acide acétique.....5mL
- Eau distillée .....q.s.p.....1000mL

Acide ascorbique 1%

- Acide ascorbique.....2g
- Eau distillée .....q.s.p.....100mL

Solution mère d'alumine métal à  $100 \text{ mg Al}^{+3} \text{ L}^{-1}$

Dissoudre à chaud 100 mg d'alumine métal en lame dans 10 mL de HCl concentré et 1000 mL d'eau distillée.

1 ml de la solution mère 0,1 mg/l Alst

Solution fille à  $1 \text{ mg Al}^{+3} \text{ L}^{-1}$

- 10 mL de la solution mère .....1000 mL d'eau distillée

➤ **Fer**

Tampon acétate

Dissoudre 40 g d'acétate d'ammonium ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) dans l'eau, ajouter 50 mL d'acide acétique cristallisable ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) P = 1,06 mg mL<sup>-1</sup> avec 100 ml d'eau distillée.

Chlorhydrate d'hydroxylamine: solution à 100 mg/l

Dissoudre 10 g de chlorhydrate d'hydroxylamine (INj:120II-r10) dans l'eau et compléter à 100 ml. Cette solution est stable à une semaine.

Solution phénanthroline 1,10.

Alternativement dissoudre 0,42 g de phénanthroline 1,10 monohydrate ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\text{H}_2\text{O}$ ) dans 100ml d'eau contenant 2 gouttes de la solution d'acide chlorhydrique.

Cette solution est stable pendant une semaine si elle est conservée à l'obscurité.

### Gélose lactosée au TTC et tergitol

#### Solution A : Milieu de base

• Extrait de viande .....	5 g
• Peptone .....	10 g
• Extrait de levure .....	6 g
• Lactose.....	20 g
•Bleu de bromothymol .....	0,05 g
•Agar.....	20 g
• Eau distillée.....	1000 mL

Dissoudre les ingrédients dans de l'eau par chauffage. Si nécessaire, ajuster le pH de façon à obtenir  $7,2 \pm 0,1$  à  $25^{\circ}\text{C}$  après stérilisation. Répartir le milieu dans des flacons, par volume n'excédant pas 250 mL, et stériliser à l'autoclave à  $(121 \pm 3)^{\circ}\text{C}$  pendant 15 min.

#### Solution B : Solution de TTC

- Chlorure de 2.3.5 triphényl-tétrazolium (TTC).....	0,05 g
- Eau distillée.....	100 mL

Dissoudre le TTC dans un peu d'eau et compléter pour obtenir 100 mL. Stériliser par filtration sur membrane à porosité nominale de 0,2  $\mu\text{m}$ .

#### Solution C : Solution de Tergitol

- Tergitol .....	0,2 g
- Eau distillée.....	100 mL

Dissoudre le Tergitol dans un peu d'eau et compléter pour obtenir 100 mL. Stériliser à l'autoclave à  $(121 \pm 3)^{\circ}\text{C}$  pendant 15 min.

#### Milieu de Slanetz :

- Peptone de caséine .....	15 g
- Peptone de farine de soja.....	5 g
- Extrait de levure.....	5 g

- Glucose.....2 g
- Azide de Sodium .....0,4 g
- Phosphate dipotassique.....4 g
- Agar .....18 g

Dissoudre 49,4 g du milieu de base dans 1 litre d'eau distillée. Stériliser sous vapeur fluente (0 min à 100 °C). Ajuster le pH à 7,2.

Mélanger soigneusement au milieu encore liquide ; vers 50 °C, 10 mL d'une solution stérilisée par filtration à 1% de TTC. Couler ensuite le milieu en boîtes de pétri de 60 mm.

Laisser refroidir. Conserver 3 à 4 semaines à 2 - 5 °C.

*Liquide de Lugol alcalin*

Dissoudre 100 g de KI (iodure de potassium) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée, puis ajouter 50 g d'iode (cristallin), agiter jusqu'à dissolution et ajouter 100 g de NaAc.

(Acétate de sodium, CH<sub>3</sub>COO-Na). Lorsque la solution est proche de la saturation, il convient d'éliminer tout précipité éventuel en faisant décanter la solution avant l'utilisation.

➤ Milieu « Bile Esculine Agar » (Milieu BEA)

- Tryptone .....17 g
- Peptone .....3 g
- Extrait de levure .....5 g
- Bile déshydratée .....10 g
  - NaCl .....5 g
- Citrate de sodium .....1 g
- Esculine.....1 g
- Citrate de fer ammoniacal.....0,5 g
- Azothyrate de sodium.....0,25 g
- Gélose.....15 g

- Ajuster le pH à 7 à 25 °C.

-Stériliser 15 min à 121 °C.

➤ Réactif d'ERLICH-KOVACS

-Paraméthylamine-benzaldéhyde.....3 à 5 g

-Alcool iso amylique.....75 mL

➤ Eau physiologique

- Chlorure de sodium..... 8.5g

- Eau distillée.....1000 mL

- Autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

**Matériel pour analyse microbiologique :**

✓ Milieux de culture

- Bouillon lactose en pourpre de bromocrésol.
- Milieu indole + mannitol (milieu Schubert)
- Bouillon a l'azide de sodium ( milieu ROTH)
- Bouillon a éthyle violet et azide de sodium (EVALHISKY)
- Gélose viande foie
- Gélose nutritive alcaline et biliée
- Gélose HECKTOEN
- Bouillon au sélénite de sodium
- Eau peptonée alcaline
- Réactifs, additifs et solutions
- Eau physiologique stérile
- Alun de fer
- Sulfite de sodium
- Réactif de KOVACS
- Additifs HECKTOEN
- Additifs SFB
- Eaudejavel

✓ Appareillages et verreries :

- Pipettes pasteur stérile à usage unique
- Pipette graduée de 25 ml
- Tubes à essai stérile
- Bec bunzen

- Les boîtes de pétri
- Etuve à 37°C et à 44°C
- Bain marie
- Réfrigérateur
- Flacons de 250 ml stériles
- Portoirs
- Anse de platine
- Autoclave
- Lame et lamelle

✓ **Composition des milieux de culture :**

➤ **Bouillon lactose en pourpre de bromocrésol.**

Composition type ramené en g/l :

- Extrait de viande .....3
- Peptone.....5
- Lactose.....10
- Pourpre du bromocrésol.....0.025

➤ **milieu Schubert**

Composition type ramené en g/l:

- Peptone.....10
- Acide glutamique .....0.2
- Sulfate de magnésium .....0.7
- Citrate de sodium .....0.5
- Mannitol.....17±0.2
- Tryptophane.....10
- Sulfate d'ammonium .....0.4
- Chlorure de sodium.....2
- pH final.....7.6

➤ **Milieu ROTH**

Composition type ramené en g/l

Dans un litre d'eau permuté dissoudre par chauffage doux

- Peptone .....20
- Glucose..... 5
- Chlorure de sodium.....5

- MoRehydfogénophosphate de potassium.....2.7
- Azide de sodium (NaN<sub>3</sub>) .....0.2

➤ **Milieu EVA LITSKY**

Composition type ramené en g/l

Dans un litre d'eau permuté dissoudre par chauffage doux

- Peptone.....2
- Glucose.....5
- Chlorure de sodium.....5
- Monohydrogénophosphate de potassium .....2.7
- Dihydrogénophosphate de potassium.....2.7
- Azide de sodium (NaN<sub>3</sub>).....0.3
- Solution d'éthyle violet .....5ml

➤ **Gélose viande foie**

- Composition type ramené en g/l
- La préparation de ce milieu se fait à partir d'un bouillon viande-foie, qui peut être conservé et à partir duquel est préparée la gélose viande foie.

**Bouillon viande-foie :**

Dans un récipient de 12L, Introduire 9L d'eau de robinet. Porter à 48 - 50°C

Ajouter :

- Viande de boeuf dégraissée et hachée.....1800
- Foie de boeuf paré et haché.....500
- Acide chlorhydrique.....75ml
- Pepsine (titre 500).....5
- Maintenir 20 heures au bain marie à 48°C en agitant de temps en temps.
- Arrêter la digestion en portant 5mn à ébullition. Filtrer sur papier Chardin.  
Repartir dans des flacons. Stériliser 20 mn à l'autoclave à 121°C

➤ **Gélose nutritive alcaline et biliée**

Composition type ramené en g/l

- Peptone de viande
- Extrait de viande

- Chlorure de sodium
- Bille de bœuf desséché
- pH final
- Autoclaver à 120°C pendant 15mn

➤ **Gélose HECKTOEN**

Composition type ramené en g/l

• Peptone pepsique de viande.....	12
• Extrait de levure.....	3
• Sels biliaires.....	9
• Lactose.....	12
• Saccharose.....	12
• Salicine.....	0.2
• Chlorure de sodium.....	5
• Hyposulfite de sodium.....	5
• Citrate de fer ammoniacal.....	1
• Blen de bromotimol.....	0.064
• Fushine acide.....	0.040
• Gélose.....	5

➤ **Bouillon an séléne de sodium**

Composition type ramené en g/l

• Peptone pancréatique de caséine.....	5
• Lactose.....	4
• Monohydrogénophosphate de sodium (Na <sub>2</sub> HP0 <sub>4</sub> ,12H <sub>2</sub> O).....	10
• Cystine L.....	0.01
• Monohydrograosélinhe de sodium.....	4
• Eau permuté : q.s.p.....	1000ml

➤ **Eau peptonée alcaline**

Composition type ramené en g/l

• Protéase peptone.....	10
• Peptone.....	5

- Chlorure de Sodium.....0.3
- pH final .....8.6
- Autoclaver à 120°C pendant 15mn

➤ **Réactif de KOYACS**

Composition type ramené en g/l

- Peptone bactériologique..... 10
- Phosphate dipotassique..... 3.5
- Agar .....18
- Lactose..... 10
- Fushine basique .....0.4
- pH final.....7.6
- Autoclaver à 120°C pendant 15mn

## *Glossaire*

**Aérosols:** Un aérosol est un ensemble de particules, solides ou liquides, en suspension dans un milieu gazeux.

**Anthropique :** rejets municipaux, agricoles ou industriels, particulièrement des secteurs des pâtes et papiers et agro-alimentaires

**Autotrophie:** désigne la capacité de certains organismes vivants à puiser de la matière organique en procédant à la réduction de matière inorganique

**Biomasse;** est la quantité totale de matière (masse) de toutes les espèces vivantes présentes dans un milieu naturel donné.

**Benthique:** est l'ensemble des organismes aquatiques vivant à proximité du fond des mers et Océans

**Déferriation :** est le fait d'enlever le fer ou les dérivés du fer d'un liquide spécialement dans l'eau

**Ecosystème:** Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau, lumière) dans lequel ils vivent

**Encéphalopathie chronique :** est une complication rare de la cirrhose. Elle survient préférentiellement chez les malades qui ont développé de volumineuses dérives porto-systémiques spontanées, ou qui ont une insuffisance rénale chronique concomitante.

**Euphorique:** Se dit des eaux de surface qui sont atteintes par les rayons solaires.

**Eutrophie:** Eaux qui sont riches en éléments nutritifs et en vie végétale. Les parties inférieures de Lacs eutrophes peuvent souffrir d'un manque de lumière et d'oxygène.

**Eutrophisation :** évolution biochimique des eaux où sont déversés trop de déchets industriels nutritifs, ce qui perturbe leur équilibre biologique par diminution de l'oxygène dissous.

**Phytoplancton:** ensemble des micro-organismes végétaux aquatiques

**Plancton:** Micro-organisme végétal (phyto-plancton) ou animal (zoo-plancton) qui flottent passivement ou qui nagent faiblement dans un corps d'eau

**Symbiose:** est une association intime et durable entre deux organismes hétérospécifiques (espèces différentes)