

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieure de la recherche scientifique
Université 8 Mai 45 –Guelma-

Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers

Département des sciences de la nature et de la vie



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Option : Biodiversité et écologie des zones humides

Thème :

**Etude de la qualité physico-chimique et
bactériologique de l'eau de Barrage Zit-Emba
(W.Skikda)**

Présenté par :

- BELAID Saàd
- REDJIMI Moufida

Membres de jury :

- **Présidente** : BOUSSADIA Meriem Université De Guelma
- **Examineur** : GUETTAF mouhamed Université De Guelma
- **Encadreur** : ROUIBI Abd El hakim Université De Guelma

Juin 2013

Remerciements

Nous remercions le dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à terme ce modeste travail.

Nous remercions nos parents, pour tout leur amour, leur encouragement et leur soutien.

Nous tenons à remercier par particulièrement et avec gratitude notre présidente Mme: BOUSAADIA Meriem, notre examinateur Mr: GUETTAF abd el yakın et notre encadreur Mr: ROUIBI abd el hakim et Pr HOUHAMDİ Moussa pour ses précieux conseils, ses apports appréciés et son encouragement.

Nous tenons à remercier nos enseignants à l'université depuis la première année.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire, mes amis(es), l'équipe de la DDS.



sommaire

Sommaire

Introduction

CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'EAU

1. L'importance de l'eau	2
2. Différents types de l'eau	2
2.1 Les eaux de pluie	2
2.2 Les eaux souterraines	2
2.3 Les eaux de surface	2
2.3.1 Types d'eau de surface	3
2.3.1.1 Eaux courantes	3
2.3.1.2 Eaux stagnantes.....	3
2.3.2 Eau surface potable	3
3. La pollution de l'eau	4
3.1 Classification des polluants	4
3.1.1 Polluants biologiques	4
3.1.2 Polluants chimiques	4
3.1.3 Polluants radioactifs	4
3.2. Les principales causes de pollution	5
3.2.1. Pollution d'origine domestique.....	5
3.2.2 Pollution d'origine industrielle	5
3.2.3. Pollution agricole	5
4. Définition des maladies hydrique	5
5. Les principales infections d'origine hydrique	6
5.1. Maladies d'origine bactérienne.....	6
5.2. Maladies attribués à l'eau d'origine chimique.....	9
6. Autres maladies hydriques	10

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

1 .Historique du barrage Zit-Amba.....	11
2. Situation géographique de la zone d'étude.....	12

3. Situation administrative.....	14
4. Caractéristiques hydriques	14
5. Etude climatique	16
5.1 Données climatiques de la station météorologique de Skikda.	16
5.2 Synthèse climatique	18
6. Exploitation de site	19

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

1. Caractéristiques du point de prélèvement	20
2. Matériel d'échantillonnage	21
3. Mode de prélèvement de l'eau	21
3.1. L'analyse physico-chimique	21
3.2. L'analyse microbiologique	22
4. Enregistrement et étiquetage des échantillons	22
5. Conditionnement et transport des échantillons	22
5.1. Pour l'analyse physico-chimique	22
5.2. Pour l'analyse bactériologique.....	22
Partie I : Analyse physique-chimique	23
I. Méthodes d'analyse	24
I.1. Paramètres physiques chimique	24
I.1.1. Température (T)	24
I.1.2. La conductivité électrique (CE)	24
I.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)	24
I.1.4. L'oxygène dissous (O₂)	25
I.1. 5. La salinité	25
I.1.6. Les nitrates (NO₃⁻).....	25
I.1.7. Les nitrites (NO₂⁻)	26
I.1.8.L'ion ammonium (NH₄⁺).....	27
Partie II : L'analyse bactériologique	28
II.1. L'analyse bactériologie de l'eau de barrage	28
II.1.2. Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale (germes totaux) .	28

II.1.3. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants	31
II.1.4. Dénombrement des streptocoques fécaux	33
II.1.5. Dénombrement des spores des anaérobies sulfite réducteurs (ASR)	35
II.2.1. Recherche des germes pathogènes	38
II.2.2 Tests d'identification complémentaires	44

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Paramètres physico-chimique	46
1.1 La température	46
1.2 Le pH	47
1.3 La conductivité	47
1.4 L'oxygène dissous	48
1.5 salinité	49
1.6 Nitrate	49
1.7 Nitrite	50
1.8 L'ammonium	51
2. Paramètre microbiologique	51
2.1 Coliformes totaux	52
2.2 Coliformes fécaux.....	53
2.3 Streptocoques fécaux	53
2.4 Les anaérobies sulfite-réducteurs (ASR)	54
2.5 Germes pathogènes	55
2.5.1 Aspect macroscopique.....	55
2.5.2 Aspect microscopique.....	56

Conclusion

Résumé

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

ANRH : Agence nationale des ressources hydrique.

ASR : Anaérobie sulfito-réducteur.

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol.

CE : Conductivité électrique.

CF : Coliformes fécaux.

CIT : Citrate de Simmons.

CT : Coliformes totaux.

E.COLI: *Escherichia coli*.

GNAB: Gélose Nutritive Alkaline biliée.

g/l : Gramme par litre.

h : Heure.

IND : Indole.

NPP : Nombre le plus probable.

OMS : Organisation mondial de santé.

pH : Potentiel d'hydrogène.

S/C: Simple concentration.

SFB:Sérum Fœtal Bovin.

SM : Solution mère.

T°: Température.

Tab : Tableau.

TGEA:Glucose tryptone extrait agar.

TSI : Tri-Sugar-Iron Agar.

UFC : Unité formant colonie.

VF: Viande Foie.

μS: micro Siemens.

Liste des tableaux

N° de tableau	Titre du tableau	N° de page
01	Autres maladies hydriques	10
02	principales caractéristiques du Barrage.	15
03	Caractéristiques de point prélèvement	20
04	L'aspect de colonies isolées sur milieu de culture	55
05	Les caractères biochimiques	56

Liste des figures

N° de figure	Titre de figure	N° de page
01	Carte de situation géographique du Barrage Zit-Emba.	12
02	photo satellite du barrage de Zit-Emba.	13
03	Carte réseau hydrographique du bassin versant de Zit-Emba	14
04	photo réel du Barrage Zit-Emba	15
05	Délimite Du Bassin Versant Du Barrage Zit-Emba	16
06	Evolution des températures moyennes (C°) (1997-2008)	17
07	Evolution des précipitations moyennes mensuelles (mm) (1997-2008)	17
08	Evolution des vents mensuels (m/sec) (1997-2008).	18
09	Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS ET GAUSSENH	18
10	Photo satellite du point de prélèvement.	20
11	photo réel de point de prélèvement dans l'eau barrage	21
12	Photo de train.	23
13	Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux (Labres <i>et al.</i> , 2008).	30
14	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants. (Labres <i>et al.</i> , 2008).	32
15	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Labres <i>et al.</i> , 2008).	34
16	. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (Labres <i>et al.</i> , 2008).	37
17	Recherche et identification des <i>salmonelles</i> (Labres <i>et al.</i> , 2008).	39
18	. Recherche des <i>vibrio</i> (Labres <i>et al.</i> , 2008).	41
19	Recherche et identification des staphylocoques pathogènes (<i>S. aureus</i>) (Labres <i>et al.</i> , 2008).	43
20	Evolution de la température du site de prélèvement.	46
21	Evolution de pH dans le site de prélèvement	47
22	Evolution de la conductivité le site de prélèvement	47
23	Evolution de l'oxygène dissous dans le site de prélèvement	48
24	Evolution de la salinité dans le site de prélèvement	49
25	Evolution de Nitrate dans le site de prélèvement	49
26	Evolution de Nitrite dans le site de prélèvement	50
27	Evolution de L'ammonium dans le site de prélèvement	51
28	Estimation Coliformes totaux de dans le site de prélèvement	52
29	Estimation des Coliformes fécaux dans l'eau de Zit-Emba	53
30	Estimation des Streptocoques fécaux dans l'eau de Zit-Emba	53
31	Estimation des Les anaérobies sulfite-réducteurs dans l'eau de Zit-Emba	54
32	Aspect microscopique de colonie isolée sur milieu SS (×100)	55



INTRODUCTION

L'eau est omniprésente sur la terre. Sans elle, la vie humaine serait impossible. Elle est nécessaire à la vie des végétaux, des animaux et aux activités sur terre. L'eau douce, essentielle à nos besoins, ne représente que 1% du total des mers et des océans présents sur terre. Elle est donc un capital limité et fragile car elle est menacée par une consommation croissante et par de multiples pollutions. Elle est donc une ressource naturelle indispensable, non renouvelable, qu'il faut impérativement préserver.

L'Algérie est classée parmi les pays qui souffrent du problème de manque d'eau provoqué principalement par la pollution qui provient des différentes origines: domestique, industrielles et agricoles...etc., cela conduit à minimiser ses domaines d'utilisation et l'apparition de nombreuses maladies dangereuses.

Donc l'insuffisance de l'eau nous oblige à protéger toutes les ressources disponibles.

La qualité de l'eau de ses écosystèmes aquatiques artificiels reste donc dépendante des charriages et des précipitations des éléments minéraux qui peuvent influencer la multiplication et la prolifération de nombreux micro-organismes.

Notre objectif consiste à étudier les caractères physico-chimiques et microbiologiques de barrage de Bekkouch Lakhder: Zit-Enba.

Notre étude est hiérarchisée en quatre chapitres, Le premier et le second sont purement théoriques rassemblent d'une part des généralités sur la pollution et les maladies à transmission hydrique et d'autre part une description du site d'étude.

Le troisième chapitre, est la partie expérimentale sous laquelle nous avons réalisé un mini procédé en effectuant des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Enfin. Le dernier chapitre, illustre sous formes d'histogrammes, les différents résultats obtenus avec une discussion et une conclusion.



CHAPITRE 1 :

Généralités sur l'eau

1. L'importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel à la vie et au fonctionnement global de la planète terre, car elle atteint 70-80% de la surface total de la terre. Presque 98% de l'eau est une eau salée, impropre à la consommation et moins de 1% de l'eau est potable sont disponibles à l'utilisation, la majorité est enfermée dans les neiges et les polaires. (Lassouedet *al.*, 2008).

Elle est la plus abondante de la matière vivante (jusqu'à 90% du poids pour certains être vivants, animaux et végétaux...) (Blandiot, 1986). L'eau est le principal constituant du corps humain, sa quantité moyenne dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes. En outre elle remplit les fonctions ci-dessous :

- Participe aux nombreuses réactions chimiques dans le corps humain ;
- Assure le transit d'un certain nombre de substances dissoutes indispensables aux cellules ;
- Permet l'élimination des déchets métaboliques ;
- Aide au maintien d'une température constante à l'intérieur du corps. (Monod, 1989).

2. Différents types de l'eau

2.1 Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine, ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le Sodium, Magnésium, Fer et l'iode. (Coulibaly, 2005).

2.2 Les eaux souterraines :

Formées par les eaux d'infiltration, les eaux souterraines sont exemptes de pollution. Cependant elles peuvent, d'une part, être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, le manque de protection et d'une autre part, elles peuvent être chargées par les éléments; eaux saumâtres, (Na Cl) eau dure (Ca⁺⁺); eau ferrugineuse(Fe⁺⁺). (Coulibaly, 2005).

2.3 Les eaux de surface :

Composées d'eaux de mer, de fleuve, de rivière, de marigot, elle couvrent la terre. Cette dernière (planète bleue) renferme 97.5% d'eau dont l'essentiel est une eau salée (les océans) et 2.5% seulement d'eau douce (AMH journée mondiale de l'eau 2003). Grossies par les eaux de ruissellement elles reçoivent toutes sortes de déchets nuisibles pour la santé(Coulibaly,2005).

2.3.1 Types d'eau de surface:

2.3.1.1 Eaux courantes:

Les eaux courantes sont les eaux qui subissent constamment un écoulement, de l'amont vers l'aval cours d'eau dévale des pentes jusqu'à terminer sa course dans les mers et océans.[1]

2.3.1.2 Eaux stagnantes:

Les eaux stagnantes apparaissent quand il y a une entrave à l'écoulement avec un obstacle naturel ou artificiel, plusieurs types stagnants se distinguent :

- Les lacs sont des étendues d'eau naturelle.
- Les plans d'eau artificiels sont dus à l'homme. Leur profondeur est beaucoup plus faible que pour un lac et peut s'élever au maximum à plusieurs dizaines de mètres.

Ces plans d'eau artificiels comprennent deux milieux:

- Les étangs sont des étendues plus petites que les lacs. Ils sont souvent créés dans le but de faire de l'élevage de poisson (pisciculture).
- Les retenues d'eau consistent à collecter de l'eau en montagne ou dans les vallées. Ces retenues ont plusieurs vocations. Elles peuvent servir à la production d'électricité (barrage hydroélectrique), à l'augmentation du débit des cours d'eau lorsqu'il devient faible (soutien d'étiage), à la rétention des crues ou des eaux pluviales, à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau potable ou encore aux loisirs.
- Les marais correspondent à un affleurement d'une nappe d'eau peu profonde sur un terrain fortement végétalisé. Une forte quantité de sédiments, c'est-à-dire de dépôts laissés par l'eau, s'est accumulée au fond. [1]

2.3.2 Eau surface potable:

Les eaux de surface par leur situation sont particulièrement vulnérables aux pollutions. Les critères de potabilité regroupant des paramètres organoleptique, physique, chimique et bactériologique doivent être respectés pour ne pas compromettre la santé publique. [1]

3. La pollution de l'eau

Toute action ou introduction volontaire, accidentelle ou naturelle de corps qui altèrent la qualité physique, chimique ou biologique de l'eau est appelée : pollution. D'une manière générale, toute contamination de cette eau par :

- Les impuretés naturelles indépendantes de l'homme.
- La matière organique entraînée par lessivage qui se trouve dans les rivières et les affluents.
- L'activité humaine : nitrates, des engrais phosphatés, du lessivage, de la matière organiques complexes des déjections humaines, animales et minérales diverses déversées par l'industrie (Belhadj, 2006).

3.1 Classification des polluants:

Selon leur origine, les polluants des eaux de surface se divisent en 3 grands groupes :

3.1.1 Polluants biologiques :

Ils sont constitués d'organismes libres et des agents pathogènes. En ce qui concerne les organismes libres on trouve essentiellement : le plancton et les macro-invertébrés. Les agents pathogènes comprennent à leur tour : les virus, les bactéries et les parasites. Leur présence est liée au péril fécal. (Moumouni et DjermaKoye, 2005).

3.1.2 Polluants chimiques :

Ils comprennent les sels minéraux et les composés toxiques. Ce sont des polluants majeurs des cours d'eau par leur abondance et leurs effets biologiques. (Moumouni et DjermaKoye, 2005).

3.1.3 Polluants radioactifs :

Ces paramètres n'ont pas fait l'objet d'analyse par manque de matériel. Il existe plusieurs types de rayonnements :

- Les rayons alpha ont un pouvoir de pénétration faible et sont arrêtés par la couche superficielle de la peau.
- Les rayons beta traversent quelques centimètres de tissus.
- Les rayons gamma sont de nature plus énergétique. (Moumouni et DjermaKoye, 2005).

3.2. Les principales causes de pollution :

3.2.1. Pollution d'origine domestique :

Parmi les principaux polluants de l'eau, les eaux usées et autres consommateurs d'oxygène essentiellement les substances organiques qui entraînent un épuisement de l'oxygène (O_2) dissous dans l'eau. (Belhadj, 2006) ils sont capables de subir un traitement par des stations d'épuration, afin de diminuer leur teneur en matière en suspension et organique, en composés inorganiques dissous notamment les composés phosphatés et azotés, et en bactéries nocives (Brahemet *al.*, 2008).

3.2.2 Pollution d'origine industrielle :

L'industrie est une grande consommatrice d'eau ; par conséquent, ces eaux utilisées seront rejetées sales, chargées en produits chimiques, en produits phytosanitaires, en métaux lourds, en hydrocarbures, en solvants, en matières organiques ou inorganiques, etc....., si elles ne sont pas traitées dans une station d'épuration, elles entraîneront une pollution physique et chimique du milieu naturel (Belhadj, 2006).

3.2.3. Pollution agricole :

Ces contaminations comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés, issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates NO_3^- et de produits phytosanitaires, qui ne sont pas décomposés, qui vont nourrir les algues se multipliant ainsi en prenant tout l'oxygène. Les déchets animaux sont avides d'oxygène, riches en azote et en phosphore et renferment souvent des organismes pathogènes (Belhadj, 2006).

4. Définition des maladies hydriques

Les maladies hydriques sont toutes causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, contenant des micro-organismes pathogènes.

Les maladies hydriques se propagent par la contamination des systèmes de distribution d'eau potable par l'urine et les fèces des personnes ou animaux infectés (Cheriet *al.*, 2010).

5. Les principales infections d'origine hydrique

5.1. Maladies d'origine bactérienne :

➤ Fièvres typhoïde et paratyphoïdes :

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : *Salmonellatyphi* et *Salmonella paratyphi* A, B, et C. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tufhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales.

La bactérie traverse ; sans la léser ; la barrière intestinale et se fixe dans les ganglions mésentériques. Après une incubation elle se répand dans la circulation sanguine ce qui conduit à une septicémie. Elle libère lors de son élimination une endotoxine neurotrope qui lèse le système abdominal provoquant des ulcérations .

La toxine peut être également responsable de troubles plus généraux par atteinte du système nerveux central. La bactérie est retrouvée dans les selles du malade dans 50% à 80% des cas (Roland, 2003).

➤ Gastroentérites aiguës et diarrhées :

- *Escherichia coli* :

C'est une bactérie saprophyte du tube digestif de l'homme et des animaux qu'elle envahit dès les premières heures de la vie. Elle se multiplie par milliards dans les matières fécales. Son extrême abondance et sa résistance est dans l'eau de ce fait, ces bactéries sont retenues comme germe-tests de contamination fécale des eaux.

Bien que fort nombreuses, ces bactéries ne sont guère pathogène : 5 à 6 % des souches seulement chez l'enfant. Ce n'est que dans de très rares cas qu'elles passent dans le sang provoquant une septicémie ou des infections urinaires (Roland, 2003).

- *Campylobacter jejuni*

Bien qu'étant l'une de causes les plus courantes de gastroentérites, ce n'est que vers la fin des années 1970 que cette bactérie a été reconnue comme agent d'infection gastro-intestinale. Son taux d'infection de la population est estimé à 1% et plus de 2000000 de cas par an sont comptabilisés aux Etats-Unis. Il en est de même au Royaume-Uni et dans d'autres nations développées. C'est une infection sporadique apparaissant en

été, le plus souvent à la suite de manipulations de nourriture mal cuite, essentiellement de produits avariés.

L'impact de *Campylobacter* dans les pays en voie de développement est de plusieurs fois supérieur à celui observé dans les pays développés et donne lieu à l'apparition de porteurs sains. La plupart des infections surviennent pendant l'enfance et leur fréquence diminue avec l'âge. Le risque de contamination encouru par les touristes dans les pays à risque varie de 0 à 39% (Roland, 2003).

- *Yersinia enterocolitica* :

De nombreuses espèces animales constituent le réservoir de cette bactérie : porc, lapin, mulots. Le lait, les coquillages, les crèmes et les crudités (carottes râpées, salades, légumes) ont conduit à des milliers d'infections. En ce qui concerne l'eau, sa transmission est oro-fécale. Elle provoque une entérocologie souvent sanglante qui régresse au bout d'une semaine. Des complications abdominales peuvent néanmoins survenir laissant penser parfois à une crise d'appendicite (Roland, 2003).

- *Salmonella sp* :

Il existe plusieurs centaines de salmonelles dont la classification a été modifiée de nombreuses fois et qui n'est toujours pas bien stabilisée. Leur transmission par voie hydrique est oro-fécale.

L'origine des salmonelles remonte à la nuit des temps. En effet, elles auraient divergé du genre *Citrobacter* après l'apparition des amphibiens et des reptiles, il y a 300 millions d'années. Puis la sous-espèce se serait différenciée à l'émergence des animaux à sang chaud, il y a 200 millions d'années engendrant les fièvres typhoïdes.

Estimées à 841 espèces par Kaufman-White, c'est la sous-espèce *enterica* qui est responsable des affections des animaux à sang chaud. Elles sont responsables de 8.6% des diarrhées infantiles hospitalisées dont 88% chez des enfants de 1 à 5 ans. Les sérotypes Typhi, Paratyphi A, B et C sont responsables des salmonelloses humaines les plus graves, parfois mortelles. D'autres sous-espèces d'origines animales peuvent être responsables de gastroentérites autolimitées avec fièvre de l'ordre de 2 jours et diarrhées n'excédant pas 7 jours.

De même, d'autres sous-espèces peuvent être saprophytes d'animaux à sang froid (Roland, 2003).

- *Shigelladysenteriae* :

Les dysenteries bacillaires sont dues à des bactéries du genre *Shigella* et ne représentent que 0.7% des gastroentérites de patient hospitalisés, dont 80% sont des enfants de 1 à 15 ans. Elles sont caractérisées par un syndrome gastro-intestinal comportant des douleurs abdominales, des expulsions de selles non fécales nombreuses (de 4 à 20 par jour) sanguinolentes et glaireuses.

Elles s'accompagnent d'un amaigrissement et de dégradation de l'état général.

Leur début est brutal avec élévation brutale de température accompagnée de douleurs abdominales et émission d'importantes selles aqueuses suivies, 1 à 2 jours plus tard, par des volumes moindres de matières fécales contenant beaucoup de sang et de mucus. La shigellose se traduit par l'invasion et la destruction de la muqueuse superficielle avec ulcération.

L'espèce *Shigelladysenteriae* peut provoquer une forme particulièrement sévère de dysenterie dont la mortalité peut atteindre 20%. Les autres genres ne provoquent qu'une dysenterie passagère, rarement fatale, sauf pour les personnes âgées et les enfants dénutris.

L'examen des selles est indispensable pour faire la distinction entre dysenterie bacillaire et dysenterie à protozoaires.

L'affection cède à l'antibiothérapie ce qui permet d'éviter des complications comme arthrites ou phlébites ou encore l'apparition des formes hypertoxique, de type choléra, à mortalité parfois élevée (Roland, 2003).

- *Aeromonas* :

Bien que le genre *Aeromonas* soit peu cité pour ce qui concerne son association avec les gastroentérites, il n'en demeure pas moins qu'il serait responsable en troisième, voire seconde, position des gastroentérites des mois d'été aux Etats-Unis.

Dans sa forme légère la gastroentérite provoquée par les *Aeromonas* se présente comme une diarrhée aqueuse, très semblable à celle causée par de nombreux autres entéropathogènes et ce n'est que très rarement qu'elle présente un caractère cholériforme (Roland, 2003).

6.2. Maladies attribués à l'eau d'origine chimique :

Certaines substances comme les métaux lourds ne sont pas éliminées par l'organisme.

Elles s'y accumulent, et leur ingestion prolongée peut être de maladies graves, même si leur teneur dans l'eau est très faible. Ingerée en grande quantité, lors d'une pollution accidentelle, ces mêmes substances sont rapidement toxiques.[2]

- **Plomb :**

Le plomb passe rapidement dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais aussi d'autres fonctions, comme la reproduction. Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peuvent ainsi développer un saturnisme, une maladie caractérisée par divers troubles pouvant être irréversibles : ceux-ci concernant la croissance, le développement du système nerveux central, le développement intellectuel et le comportement. A plus fortes doses, le plomb peut même induire chez les adultes, et aussi chez les hommes que chez les femmes, des troubles de la reproduction, des insuffisances rénales, ou des encéphalopathies. Il peut également se fixer sur les os où il ne sera pas gênant tant qu'il ne sera pas renvoyé dans le sang ; or cela peut se reproduire en particulier chez les femmes enceintes – entraînant une exposition du fœtus, et chez les personnes âgées – qui se retrouvent empoisonnées de manière brutale. [2]

- **Nitrate :**

Au-delà d'un certain seuil de concentration, les nitrates peuvent engendrer, chez les enfants et surtout les nourrissons très sensibles à une absorption trop importante, un empoisonnement du sang appelé une méthémoglobinémie ou encore maladie bleue. Les nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action d'une bactérie présente dans le corps humain, ils se transforment en nitrites-qui eux oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène et perturbe la respiration cellulaire.

Même à faible concentration, ils peuvent également engendrer à long terme des cancers chez les adultes lorsqu'ils sont associés à certains pesticides avec lesquels ils forment des composés cancérigènes. Le risque demeure difficile à évaluer et les normes actuelles, qui fixent les seuils de concentration des nitrates à 50 mg/l représente une application raisonnable du principe de précaution. [2]

- **Pesticides :**

La difficulté avec les pesticides est qu'ils forment une famille très nombreuse : plusieurs centaines de molécules très diverses sont en effet utilisées. En outre, dans la nature, ces molécules se dégradent et en génèrent d'autres. Les toxicités de ces substances, pesticides et produits de dégradation, diffèrent et sont mal connues pour la plupart, l'incertitude portant sur les effets à long terme de doses infimes répétées. Certains sont cancérigènes comme l'atrazine. [2]

7. Autres maladies hydriques

Les maladies à transmission hydrique constituent un véritable problème de santé publique et il faut conjuguer les efforts entre les différents acteurs de la Santé pour diminuer le taux de morbidité de cette maladie (**Tab.01**). [3]

Tab.01 Autres maladies hydriques. (Boubidiet *al.*, 2007)

Types de maladies	Maladies	Agent causal
Virale	Poliomyélite	Virus de la poliomyélite
	Méningite	Virus de coxsackie A
	Myocardite	Virus de coxsackie
	Hépatite infectieuse	Rotavirus-Calcivirus-Virus de Norwalk-
	Gastro-entérite	Astrovirus-Coronavirus like.
Parasitaire	Amibiase	Amibe
	Paludisme	Plasmodium
	Gastro-entérite	Giardia lamblia-Giardia intestinalis Plasmodium
Fongique	Condidose	Candida Albicans



CHAPITRE 2:

description du site d'étude

1 .Historique du barrage Zit-Amba

L'aménagement hydraulique Zit-Emba est situé dans la Wilaya Skikda sur l'Oued Hammam (Wilaya Guelma), à 2 Km en amont de BoukkoucheLakhdar.

Cette zone est caractérisée par le développement intensif de l'industrie et de l'agriculture ce qui entraîne l'augmentation considérable de consommation en eau. Vu que les capacités hydrauliques des sources de la région sont limitées la consommation d'une retenue s'imposait.

La première étude de choix du site du barrage sur l'Oued Hammam a été réalisé par la société « Grands travaux » en 1955.

Des études préliminaires du barrage, qui ont été faite en 1972, sur l'Oued Hammam, exposent l'estimation hydrologique de la retenue, tout en passant en revue des conditions hydrauliques. Les valeurs maximales du débit sont déterminées.

La recherche réalisé en 1986 par l'intensif « Sojoushiprovodkhoz » « schéma d'utilisation de recoures hydraulique dans la région de Annaba » détermine les paramètres principaux de la retenue.

Les études géotechniques des soles de l'assise du barrage et du terrain ont été faite par « Selkhozpromexort » au laboratoire du barrage Hammam-Maskhoutine(Wilaya de Guelma).

En 1987 la société Russe « Ukrhyprovodhoz » a réalisé avant-projet « barrage Zit-Emba ».

En novembre 1989 le contrat, ayant pour objet la construction du barrage a été signé avec la société « Selkhozpromexort » (Vnoukoy et Kovalev, 2000).

Le barrage a été mis en service récemment en janvier 2001. Le but de la retenue est essentiellement de régulariser les apports en vue de satisfaire les besoins de l'irrigation du périmètre de la plaine de Ben Azzouz, puis à long terme le renforcement de l'alimentation en eau de la ville de Skikda.

La cote de la normale a été fixée à 86.00m dans le Système Altimétrique du barrage (SAB).

La cote du Plus Hautes Eaux exceptionnelles est de 91.00m dans le Système Altimétrique du barrage (SAB) (Belhadj, 2006).

Enfin pendant la campagne de mesure, l'altitude du plan d'eau varie de la cote 85.95m à la coté 86.00m dans le Système Altimétrique(SAB)(Belhadj, 2006).

2. Situation géographique de la zone d'étude

La région d'étude appartient à la chaîne alpine nord-orientale. Elle est située sur le territoire de la wilaya de Skikda.

Le site de barrage sur l'Oued Hammam est situé à 2 km en amont du village Boukkouche. Lakhder est limitée par Azzaba au Nord, à l'Ouest par les contreforts de djebel Debagh, Taya et Grar, à l'Est par djebel El Menchoura et par Bouati Mahmoud au Sud (Vnoukoy ET Kovalek, 2000) (**Fig.1 et 2**).

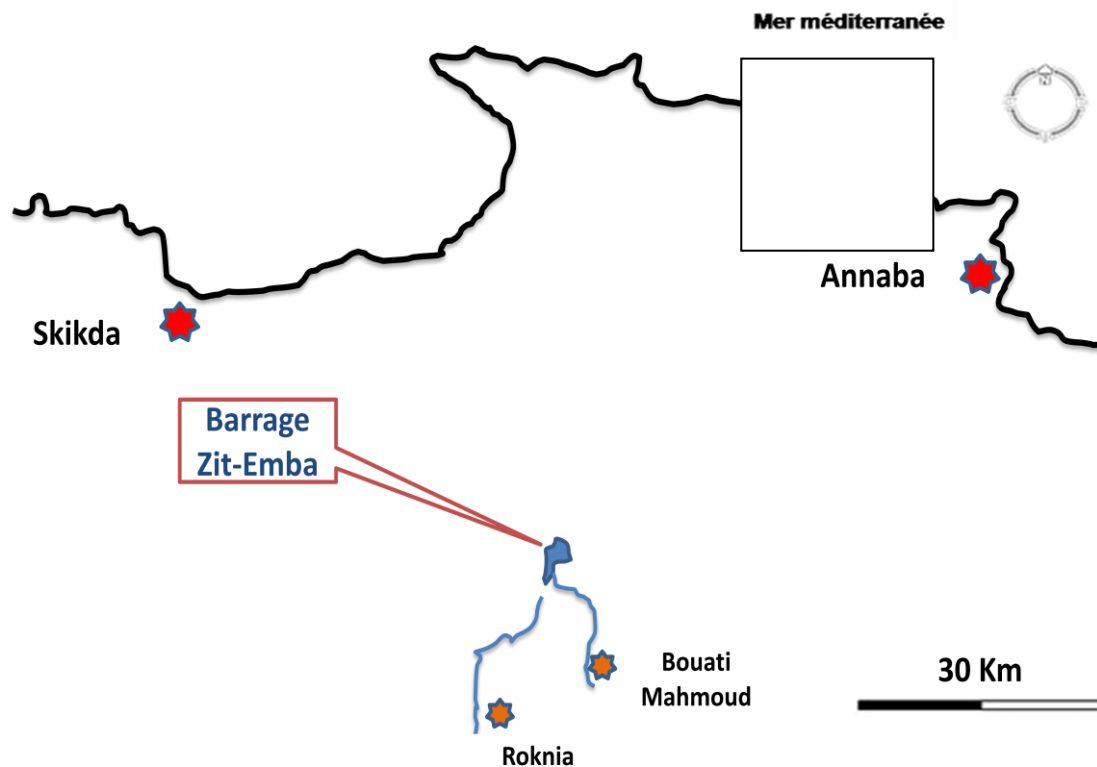


Figure.1 : Carte de situation géographique du Barrage Zit-Emba.

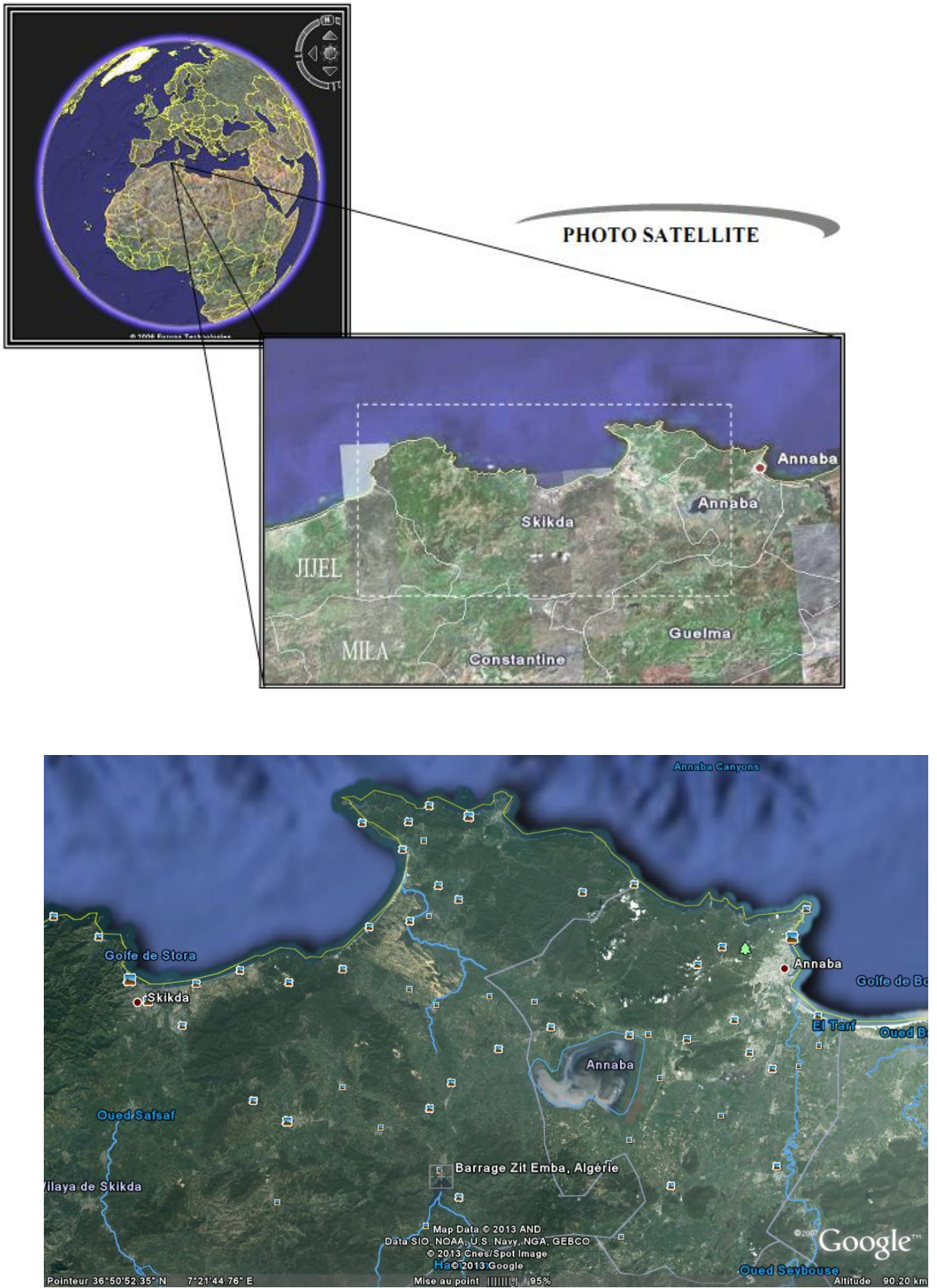


Fig.2 :Photo satellitedu barrage de Zit-Emba.

3. Situation administrative

Sur le plan administratif, le lac artificiel de Zit-Emba dépend de la wilaya de Skikda, de la Daïra de Ben Azzouz et de la Commune de **BoukkoucheLakhder**(ANB).

4. Caractéristiques hydropiques

La superficie du bassin versant du barrage Zit-Emba (**Fig.4 et 5**) est de 485km². Il a une forme compacte triangulaire et comprend la branche Est de l'oued el-hammam (2/5) et la branche Ouest Mouguer(3/5), de la superficie générale(**Fig.3**). La digue est implantée sur les terrains de la Wilaya de Skikda et la majeure partie des eaux sont stockées sur les terrains de la Wilaya de Guelma (**Tab.2**)(Belhadj, 2006).

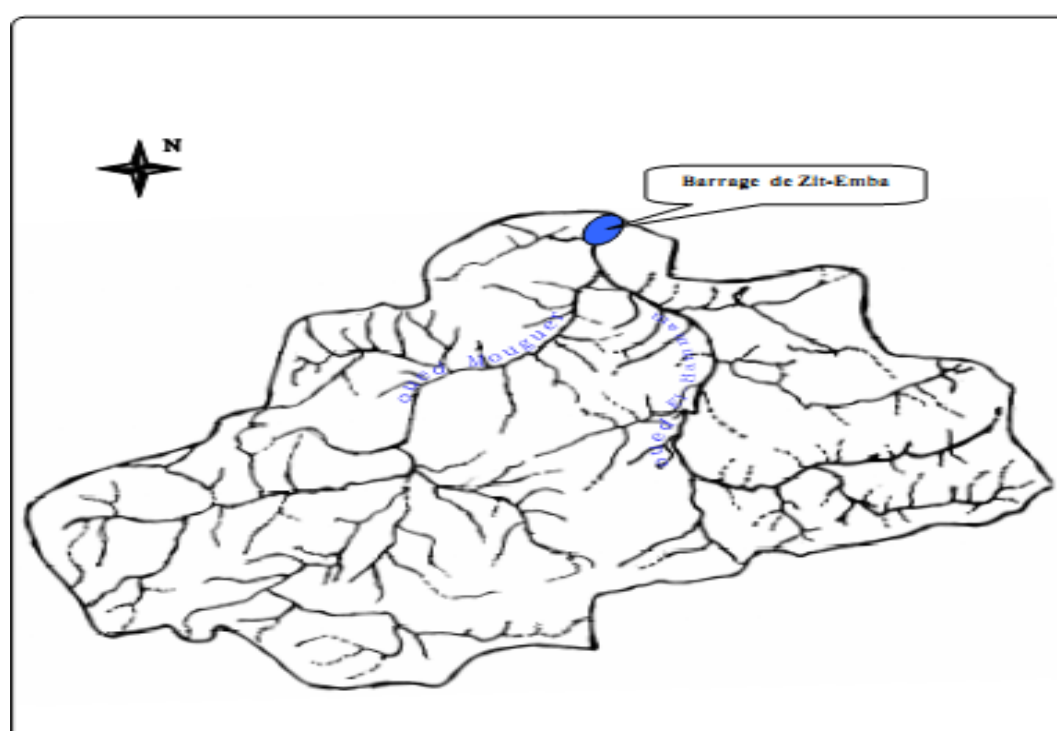


Fig.3 :Carte réseau hydrographique du bassin versant de Zit-Emba à l'échelle 1/200000

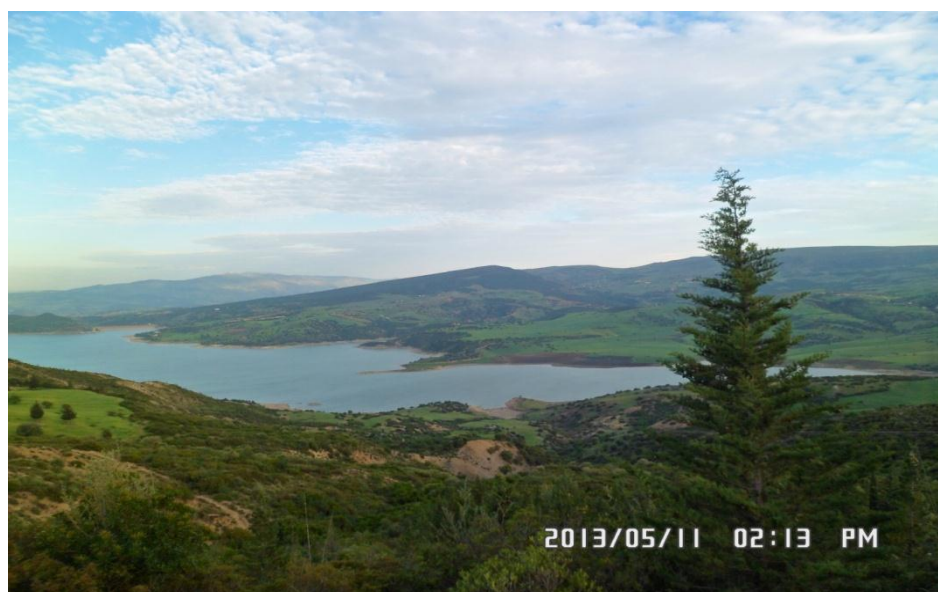


Fig.4 photo réel du Barrage Zit-Emba.

Tab.2: principales caractéristiques du Barrage. (ANB).

Paramètres	Valeurs
Type	Barrage en terrehétérogènes
Hauteur maximale au-dessous du terrain naturel	47,5 m
Hauteur maximale au dessus du fond des fouilles	52 m
Largeur en crête	10 m
Largeur maximale au niveau des fondations	270 m
Longueur en crête	640 m
Fuit du parementamont	1/3,5 m
Fuit du parementaval	1/2
Cote de la crête de barrage	92 m

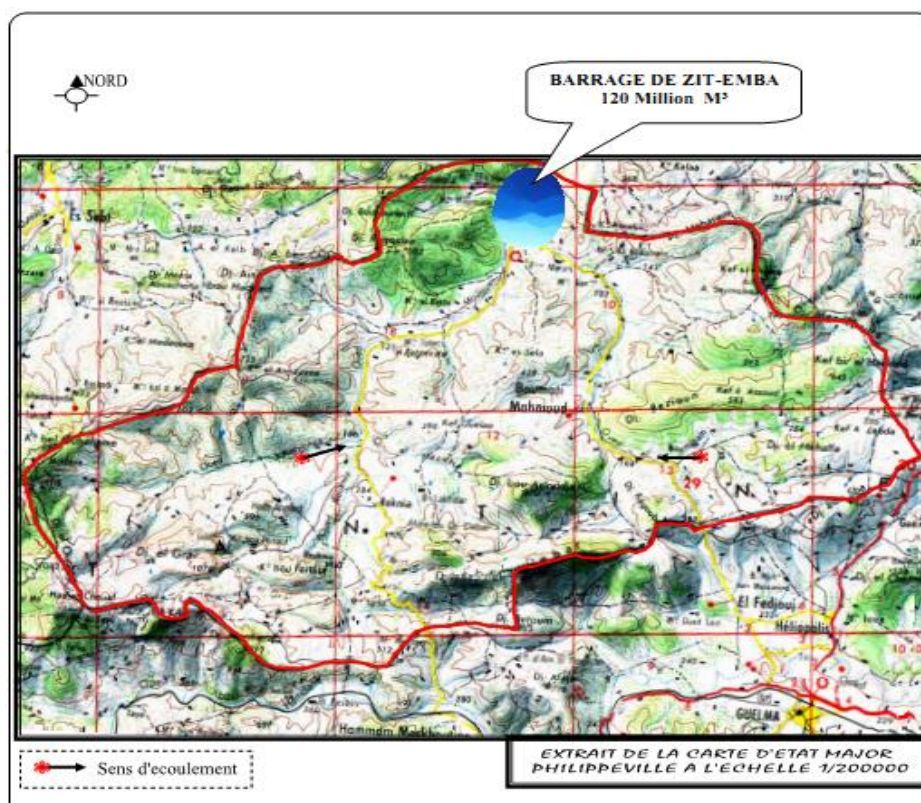


Fig.5 :Délimite Du Bassin Versant Du Barrage Zit-Emba.

5. Etude climatique

La caractéristique des facteurs déterminants le climat, est basé sur les données des stations météorologie :Skikda,Zerdeza,Azzaba,Zit-Emba et Bouati Mahmoud.

Le bassin de l'Oued- Hamman est situé dans la zone du climat subtropical qui est caractérisé par un été chaud et sec et un hiver relativement doux et pluvieux.

5.1 Données climatiques de la station météorologique de Skikda :

➤ La température :

La température moyenne annuelle dans la région est de 17°-18°C. Le mois le plus froid est Janvier (9,1°-10,6°). La température minimale peut atteindre -3°C (très rare).Le mois le plus chaud est août (23,9°-25,7°) où la température maximale peut atteindre 46,3°-47,8°C (Fig.6).

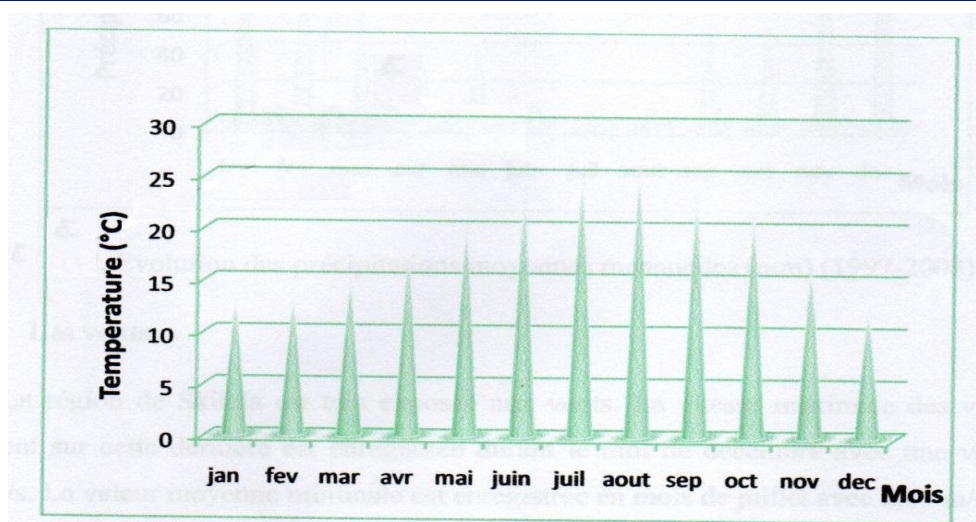


Fig.6 : Evolution des températures moyennes (C°) (1997-2008)

➤ **La précipitation :**

Les précipitations enregistrées à la station de Skikda sur une période de 12 ans hydrologiques font ressortir des variations saisonnières avec un minimum au mois de juillet (8 mm) et un maximum au mois de décembre (144 mm), cette correspondance s'étend également à la précipitation mensuelle (**Fig.7**).

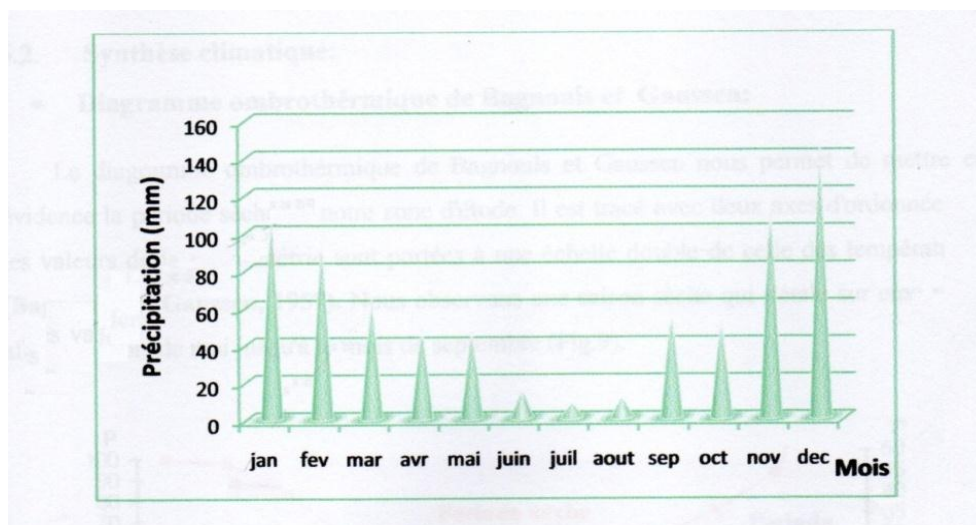


Fig.7 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles (mm) (1997-2008).

➤ **Le vent :**

La région de Skikda est très exposée aux vents. La vitesse maximale de celles qui soufflent sur cette région est enregistrée durant le mois de Décembre avec une valeur de 20,1 m/s. La valeur moyenne minimale est enregistrée en mois de Juillet avec 2,83m/s (**Fig .8**).

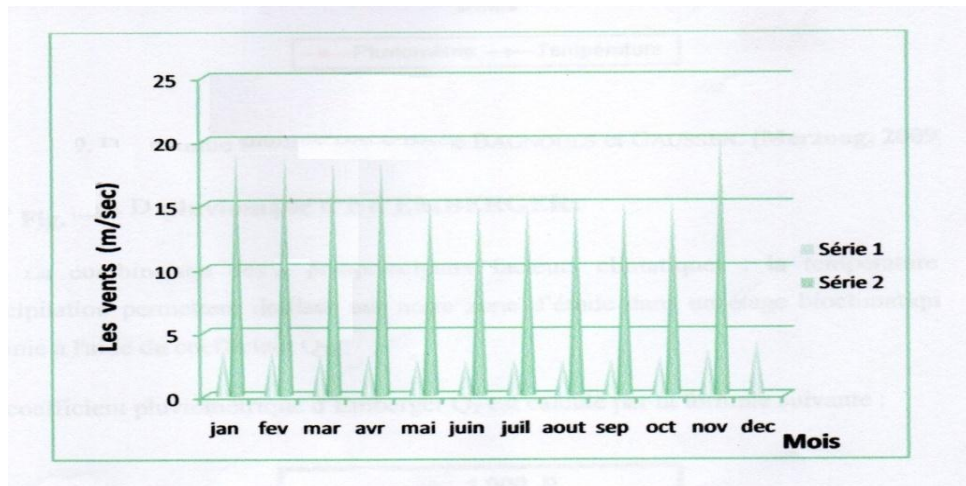


Fig.8 : Evolution des vents mensuels (m/sec) (1997-2008).

5.2 Synthèse climatique :

- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен nous permet de mettre en évidence la période sèche de notre zone d'étude. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures (Bagnouls et Gausсен, 1957). Nous observons une saison sèche qui s'étale sur cinq mois, allant de mois de mai jusqu'à le mois de septembre(Fig.9).

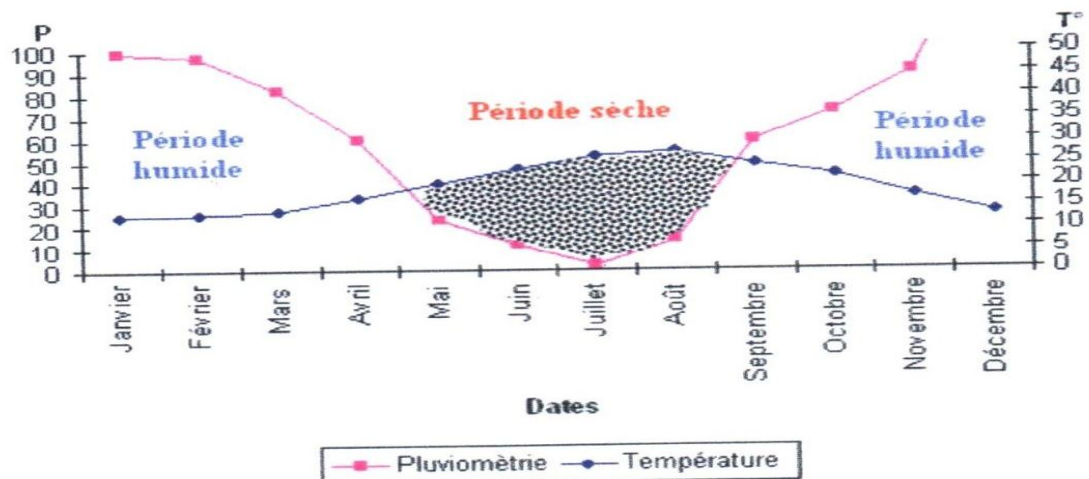


Fig.9 :Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

6. Exploitation de site

Le barrage de Zite-Emba est destiné à :

- A l'irrigation des terres qui entourent et la plaine de Ben Azzouz.
- Régularisation de l'écoulement sur plusieurs années.
- Sécurisation de la ville de Skikda.



CHAPITRE 3 :

Matériels et méthodes

1. Caractéristiques du point de prélèvement

Tab 3:Caractéristiques du point de prélèvement

	Premier prélèvement	Deuxieme prélèvement
Date de prélèvement	30-03-2013	30-04-2013
Heure de prélèvement	08 :30 h	08 : 45 h
coordonnés de prélèvement	Latitude : 35°38 570 N	Latitude : 35°38 570 N
	Longitude : 007° 19 395 E	Longitude : 007° 19 395 E
elevation	262,4	262.4

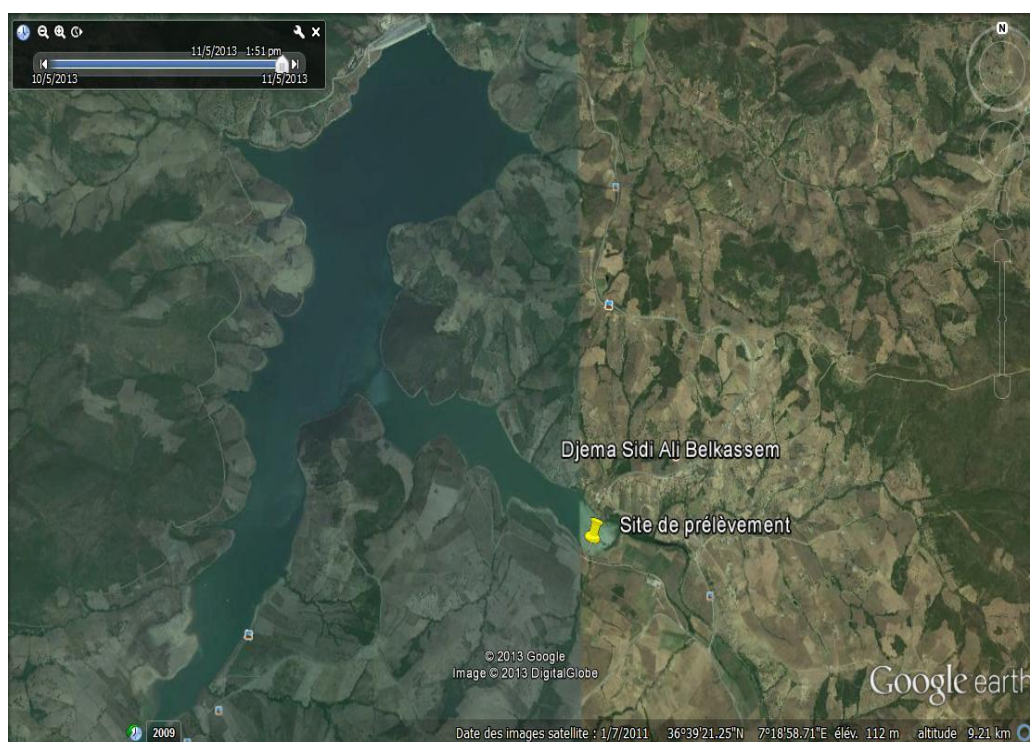


Fig.10 :Photo satellite du point de prélèvement.



Fig.11 :Photo réel du point de prélèvement dans l'eau du barrage.

2. Matériel d'échantillonnage

Pour l'analyse physico-chimique, l'usage de flacons jetable en verre ou en matière plastique s'est généralement répandu, en raison de facilité qu'ils présentent pour le transport et la possibilité de leur usage unique (Rodier, 2005).

Pour l'analyse microbiologique, l'usage de flacon stérile en verre ou polypropylène à large ouverture, de capacité d'environ 250 ml, en laissant un espace d'air d'au moins 2.5cm.

Les flacons en verre sont stérilisés par la chaleur, soit à l'autoclave à 120° pendant 1 heure, soit au four pasteur à 180°C pendant 1h30 (Rodier, 2005).

3. Mode de prélèvement de l'eau

Les échantillons ont été prélevés avec toutes les conditions d'asepsies prescrites dans la littérature.

3.1. L'analyse physico-chimique :

Le mode de prélèvement varie suivant l'origine d'eau. Dans le lit d'une rivière, d'une nappe ouverte, la bouteille est plongée à une certaine distance du fond (50cm) de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels (Rodier, 2005).

3.2. L'analyse microbiologique :

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau stagnante comme c'est le cas, le flacon est débouché dans l'eau et émergé complètement en position verticale inversée en le tenant par le fond et le dirigeant dans le sens contraire du courant. Après le prélèvement, les flacons ont été soigneusement rebouchés. De toute façon, on a évité de heurter les rives et le fond, le prélèvement se fait à une profondeur d'au moins 30 cm (Guiraud, 1998).

4. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement après les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles. Dans ces derniers, on a noté avec précision, la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (Lightfoot, 2002).

5. Conditionnement et transport des échantillons

5.1. L'analyse physico-chimique :

La température du transport ne doit pas dépasser celle de l'eau au moment de son prélèvement. Le conditionnement doit se faire à l'abri de la lumière.

Un délai d'acheminement n'excédant pas 6 heures doit être respecté s'il n'y a pas de contrôle de la température en présence d'un réfrigérant. En milieu réfrigéré permanent, ce délai peut être apporté à 18 heures (Camille, 2008). En cas d'impossibilité, ajouter une goutte de chloroforme à l'échantillon.

5.2 Pour l'analyse bactériologique :

La teneur en germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons, après le prélèvement. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. Si la durée du transport dépasse 1 h, et si la température extérieure est à 10° C.

Les prélèvements sont transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C. (Rodier, 2005).

Partie I : Analyse physique-chimique

Certains paramètres physico-chimiques ont été mesurés directement sur site au niveau de point de prélèvement (**Fig. 12**).

- La température de l'eau(C°).
- Le pH.
- La salinité.
- Le taux de saturation de l'eau en oxygène exprimé en pourcentage.
- La conductivité
Au niveau de l'aboratoire..
- Les nitrates.
- Les nitrites.
- L'ammonium.



Fig. 12 :Photo detrain.

I. Méthodes d'analyse

I.1. Paramètres physiques chimique I.1.1. Température (T)

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine (Roux, 1987). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. (Rodier, 2005).

I.1.2. La conductivité électrique (CE)

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés d'électrons. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Saadali, 2007). La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle s'exprime en micro siemens par centimètre (Detay, 1993).

La mesure est effectuée sur le terrain par un conductimètre, que nous plongeons l'électrode de l'appareil dans l'eau à analyser. La valeur de conductivité s'affiche directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

I.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH mesure la concentration en ions H^+ . Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14,7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau (Castany et Margot, 1977). Il joue aussi un rôle primordial dans les processus biologiques qui exigent des limites très étroites de pH (Zeddouri, 2003). La mesure du pH donne des renseignements importants sur la nature des eaux (Detay, 1993). D'une façon générale, le pH des eaux naturelles est lié à la nature de terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (Rodier, 1996). Nous avons mesuré le pH par un pH mètre, du type : MP 220 qui donne directement la valeur du pH de l'échantillon.

I.1.4. L'oxygène dissous (O_2)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne la vie des microorganismes aquatiques et généralement le fonctionnement de cet écosystème. La diminution de sa teneur génère un milieu favorable à la fermentation et aux dégagements d'odeurs. Sa solubilité est en fonction de la température, la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité (Rodier, 1996). La mesure de l'oxygène dissous (mg/l ou en % saturation) est importante car elle permet de fournir des informations concernant la dégradation de substances organiques (réactions biochimiques), la provenance de l'eau, la mobilisation potentielle de certains métaux, etc. (Thierrinet *al.*, 2001). La détermination de l'oxygène dissous (O_2) est réalisée au terrain à l'aide d'un oxymétrie portatif. La méthode de mesure se base sur l'électrolyse se produisant entre une anode en argent et une cathode en or. L'appareil permet la mesure des paramètres suivants : - Concentration en O_2 dissous (mg/l). - Saturation en O_2 dissous (%), qui est fonction de la pression et de la température. - La température (C°). Plonger l'électrode de l'appareil dans l'eau à analyser et procéder à la mesure sans délai. Le temps de stabilisation de mesure est d'environ 1 minute.

I.1. 5. La salinité

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres propriétés (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certains sont essentiellement déterminés par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique).

Le chlorure de sodium (NaCl) n'est qu'un des très nombreux sels composant l'eau, pour la mesure de la salinité on utilise un multi paramètre (Rejsek, 2002).

I.1.6. Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates, NO_3^- , sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes. Ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin. A cause de leur bonne solubilité dans l'eau, les nitrates sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier quand le sol est en jachère, par exemple en hiver. Ils sont généralement l'indice d'une pollution.

Le nitrate constitue le stade final de l'oxydation de l'azote. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde égale à 420 Nanomètres.

- **Mode opératoire**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;

- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;
- Ajouter 1 ml de Salicylate de sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 – 88° C (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laissez refroidir ;
- Reprendre le résidu avec 2 ml H₂SO₄ laissé reposer 10 min ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer à la spectrophotométrie au 415 nm ;

Le résultat est donné directement en mg/l (Rodier.2005).

I.1.7. Les nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans les eaux naturelles est faible. Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Rejesk, 2002).

• Mode opératoire

- Prendre 25ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 0,5 ml du: réactif I : solution de sulfanilamide ;
- Laisser reposer 2 à 8 min ;
- Ajouter 0,5 ml du: réactif II : solution de N-naphtyl- ethylenediamine ;
- Attendre 10min ;
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻ ;
- Mesure l'absorbance en cuve de 10 cm de trajet optique à la longueur d'onde de 543nm. Le résultat est donné directement en mg/l (Aminote tChausspied, 1983).

I.1.8.L'ion ammonium (NH_4^+)

L'ion ammonium représente la forme ionisée de l'azote ammoniacal, sa présence dans les eaux profondes résulte le plus souvent de la décomposition anaérobie de matières organiques azotées. On les trouve souvent à des teneurs variant entre 0,1 à 0,2 mg/l (Detay, 1993).

- **Mode opératoire**

- Prendre 40ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 4 ml du réactif I (Dichloroisocyanurate de sodium) ;
- Ajouter 4 ml du réactif II (réactif coloré) et ajuster à 50ml avec H_2O distillé et attendre 1h.30min ;
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+
- Effectuer la lecture à 543nm, le résultat est donné directement en mg/l (Aminot et Chaussied, 1983).

Partie II : L'analyse bactériologique

II.1. L'analyse bactériologie de l'eau de barrage

La teneur en germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons, après le prélèvement. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température doit être comprise entre 4 à 6 ° C (Rodier, 2005).

Les analyses bactériologiques sont reposées sur trois lignes principales :

- L'étude de la variation de la population bactérienne globale.
- Rechercher et dénombrer des bactéries d'origine fécale.
- Rechercher des bactéries pathogènes.

Nous avons effectué pendant notre travail un dénombrement systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- ✓ Les germes totaux.
- ✓ Les coliformes totaux.
- ✓ Les coliformes fécaux.
- ✓ Les streptocoques fécaux.

Notre travail repose largement sur la numération des cellules bactériennes en milieu liquides (méthodes NPP : nombre le plus probable).

II.1.2. Dénombrement de la microflore aérobique hémophile totale (germes totaux)

• Mode Opératoire

- A partir de l'eau à analyser (Solution mère = 1) et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma ci-dessous (**Fig.13**).
- Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45 + 2°C.
- Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de 8 sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse.
- Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes.
- ✓ La première série sera incubée à 22 ± 2°C pendant 68 + 4 heures.

- La seconde série sera incubée à 36 du 2OC, pendant 44 + 4OC
- **Lecture :** Les colonies de microorganismes revivifiasses apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boites contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boite renferme au moins 15 colonies.

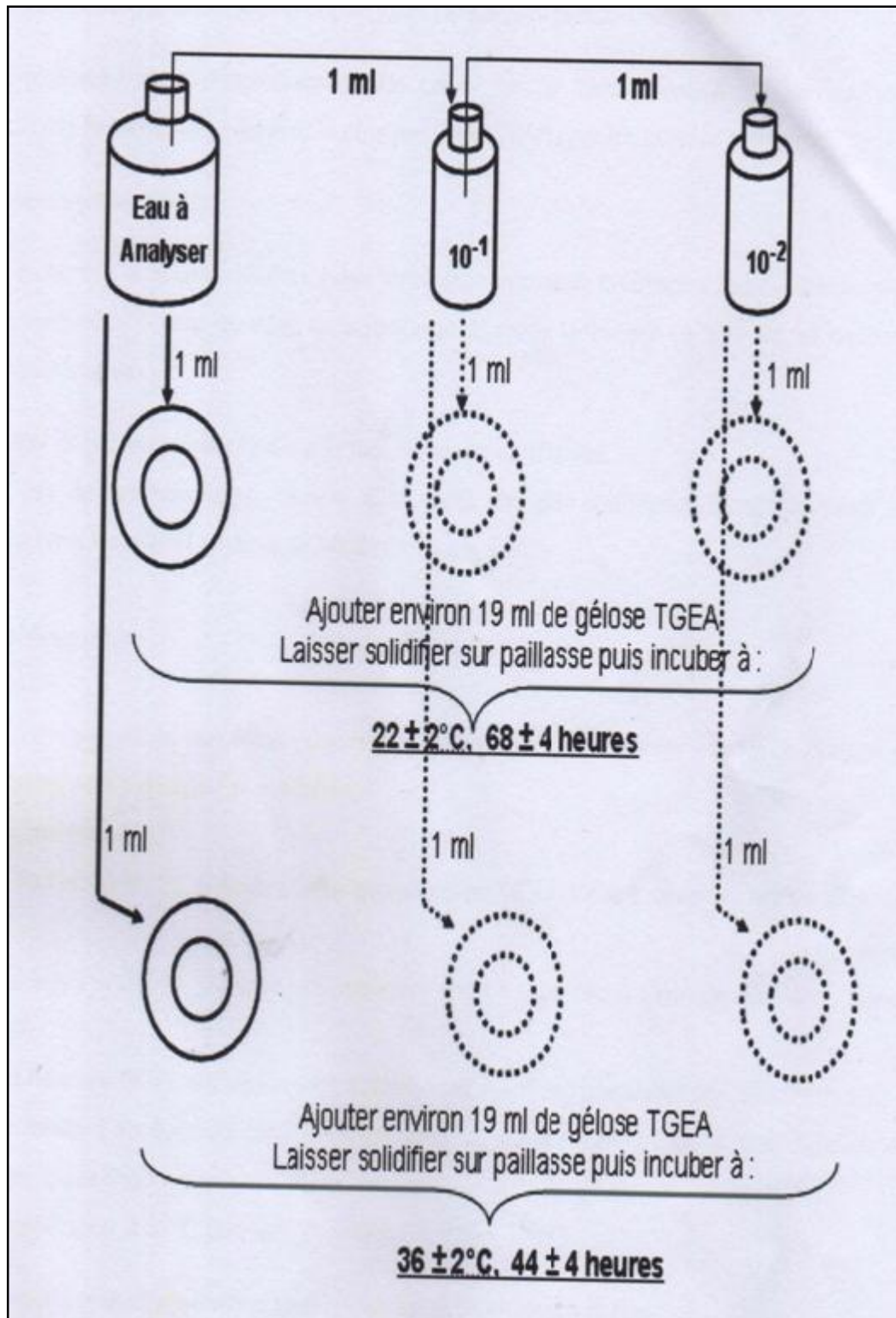


Fig.13 : Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux (Labres *et al.*, 2008).

II.1.3. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification d'*E.coli* ont été effectués par la méthode de nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie.

- **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliforme thermo-tolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes.
- Le test de confirmation : réservé à la recherche des coliformes thermo -tolérants et d'*Escherichia coli*. (Labres *et al.*, 2008 et Chaouch, 2007).

- **Tests présomptifs**

Sur le bouillon lactosé au pourpre de bromocréol (BCPL) avec cloche de Durham à simple ou à double concentration.

- Ensemencer :

-3 tubes de BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser par tube (Série A).

-3 tubes de BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser par tube (Série B).

-3 tubes de BCPL à simple concentration avec 0,1 d'eau à analyser par tube (Série C).

- Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- Incubation: à 37°C pendant 24 à 48 h (Guiraud, 1998).
- Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
 - Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10^{ème} de la hauteur de la cloche).
 - Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

- **Test confirmatif**

A partir de chaque tube de bouillon lactosé au pourpre bromocréol (BCPL) positif.

Confirmer en ensemençant sur milieu de Schubert avec cloche de Durham, et les incubé à 44° C pendant 24 h (Guiraud, 1998).

On ajoute quelques gouttes de réactif Kovacks dans les tubes montrant un trouble. Une réaction considérée positive correspond à la formation d'anneau rouge (**Fig.14**).

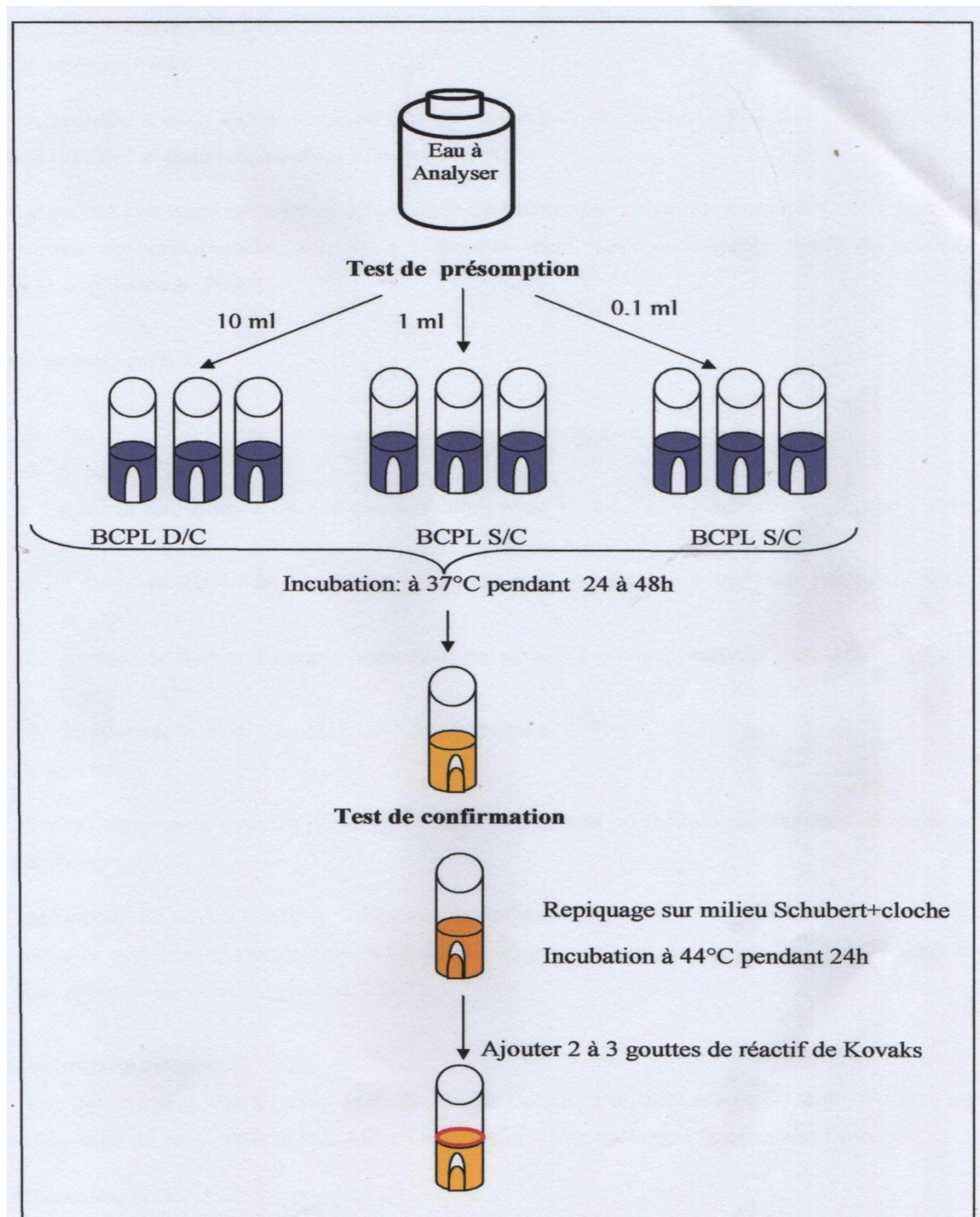


Fig.14 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformesthermotolérants.(Labres *et al.*, 2008).

II.1.4. Dénombrement des streptocoques fécaux

- **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe (D) dans les eaux, en milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption: réservé à la recherche présomptive des Streptocoques.
- Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe <D> (Chaouch, 2007).

- **Tests présomptifs**

- Sur le milieu Rothe à simple ou à double concentration.
- Ensemencer :
 - ✓ 3 tubes de Rothe à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser par tube (Série A).
 - ✓ 3 tubes de Rothe à simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser par tube (Série B).
 - ✓ 3 tubes de Rothe à simple concentration avec 0,1 d'eau à analyser par tube (Série C).
- Incubation: à choc pendant 24 à 48h (Guiraud, 1998).

Lecture : Seront considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

- Ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement.
- Doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva-Litsky dans le but d'être justement confirmés.

- **Tests confirmation**

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva litsam. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à choc. Pendant 24 heures.

Lecture : Seront considérés comme positifs, les tubes présentant :

- * Un trouble microbien.
- * Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (Labres *et al.*, 2008) (**Fig.15**).

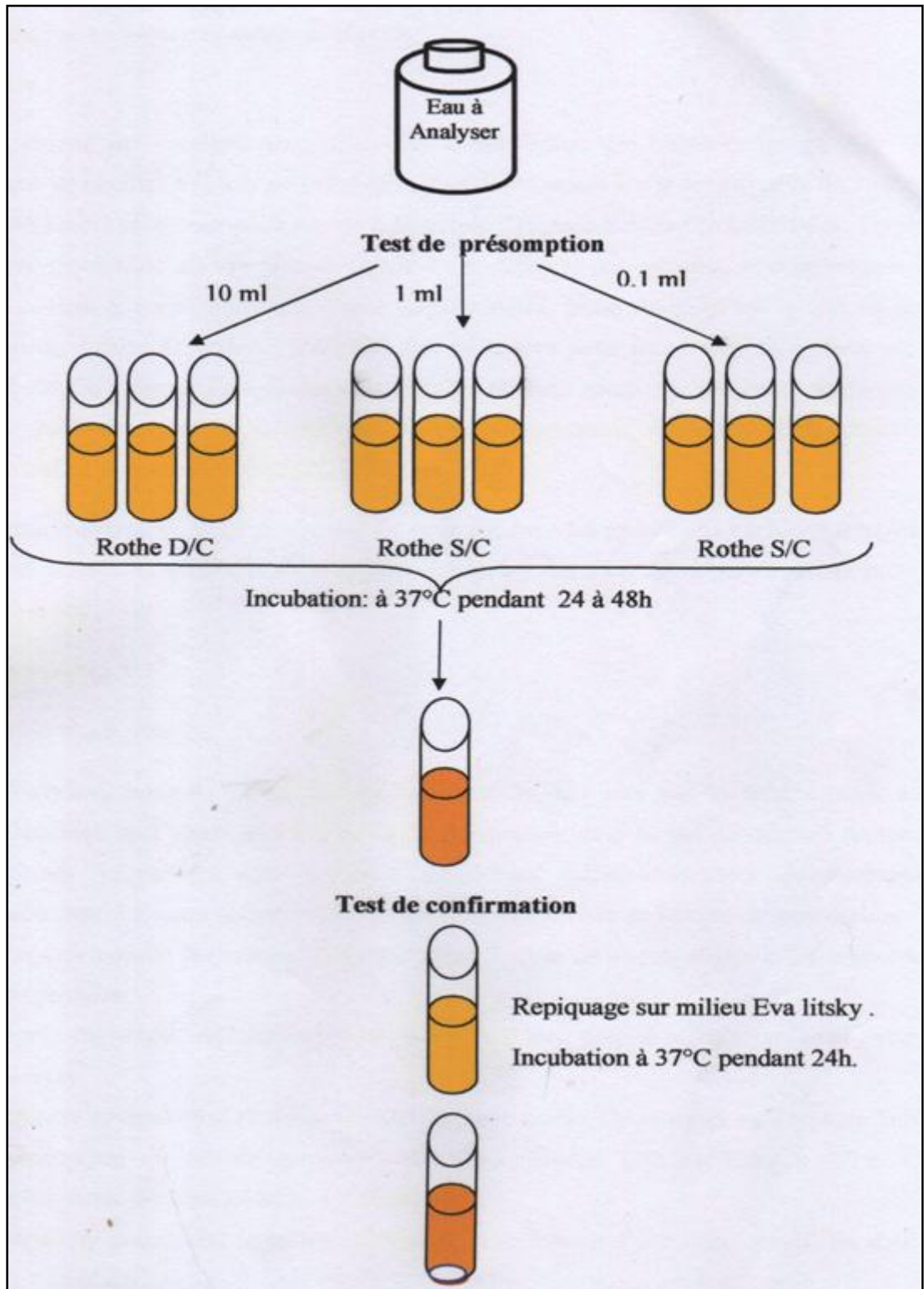


Fig.15: Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Labres *et al.*, 2008).

II.1.5. Dénombrement des spores des anaérobiesulfite réducteurs (ASR)

Méthode par incorporation en gélose en tubes profonds.

➤ Définition

On entend par bactéries anaérobies sulfite-réductrices des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram positif et qui en se développant à une température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou Tryptose Sulfite Néomycine ou encore gélose Viande Foie, donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Cette dernière est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en 2+ présences de Fe donne des (sulfures de fer) de couleur noire. La présence de spires de bactéries ASR dans les eaux, sans flore d'accompagnement, constitue généralement un véritable indice de contamination ancienne.

Cette méthode consiste à rechercher, et dénombrer les spires des bactéries anaérobies sulfite-réductrices et de clostridium sulfite-réducteurs dans les eaux, par incorporation en gélose en tubes profonds.

➤ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser :

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de choc pendant 15 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfite-réductrices éventuellement présentes. Un autre flacon rempli d'une autre eau servira de témoin de température.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 2 tubes différents et stériles, raison de 5 ml par tube.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou hypnose Sulfite Néomycine ou encore gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $47 \pm$ additionnée de leurs additifs spécifiques.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.
- Laisser solidifier sur pailleasse pendant environ 30 minutes, puis incubé à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 4 heures, dans le cas de la gélose Viande Foie.

➤ **Lecture et interprétation :**

La première lecture doit être absolument faite à 16 heures car très souvent les spires des bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont envahissantes sinon on se trouvera 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^{-1} voire 10^{-2} . La deuxième lecture se fera à 24h.

Dénombrer toutes colonies noires de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser (Labres *et al.*, 2008) (**Fig.16**).

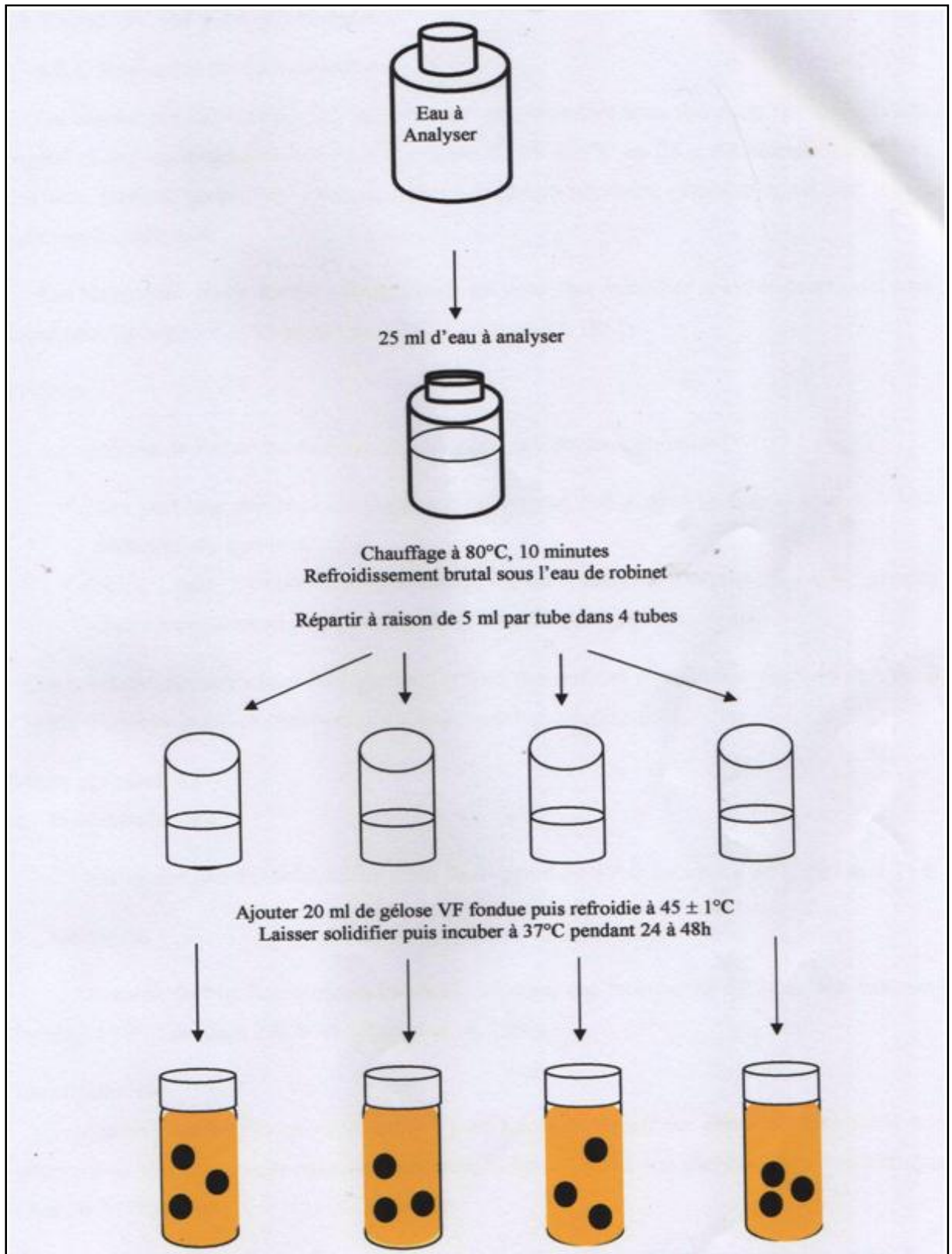


Fig.16 : Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (Labres *et al.*, 2008).

II.2.1. Recherche des germes pathogènes:

➤ Recherche des Salmonelles

On entend par *Salmonelle*, des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram négatif et qui en se développant à température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures, sur milieu Hektoen, forment de petites colonies, lisses à contours réguliers, violentées en vert ou en bleu vert à centre noir.

Les Salmonella se divisent en deux grands groupes : les mineures et les majeures qui sont hautement pathogènes (Pechère *et al.*, 1982 ;Carbonnelle, 1988).

❖ Principe

La méthode de recherche de cette bactérie, découle de deux données :

- d'une part leur présence en nombre relativement faible dans les eaux, ainsi que leur difficulté d'y survivre.
- d'autre part, l'existence habituelle d'un nombre important de germes d'accompagnement d'origine fécale ou non fécale.

Ces constatations entraînent l'obligation d'utiliser des milieux d'enrichissement sélectifs dans le but d'inhiber le développement des autres bactéries (Rodier *et al.*, 1996).

❖ Mode opératoire

a. Enrichissement:

Introduire 1 ml de l'échantillon d'eau dans 10 ml de S.F.B.incuber à 37°C pendant 24 h.

b. Isolement :

A partir du bouillon d'enrichissement, effectuer des isolements sur le milieu Hektoen.

Incuber à choc pendant ses hâler (Rodier *et al.*, 1996).

c. Identification:

Après l'incubation, les colonies qui sont Lactose négatif sur Hektoen vont subir une observation macroscopique, une coloration de Gram et enfin une identification biochimique (Api 20 E) (Labres *et al.*, 2008)(Fig.17).

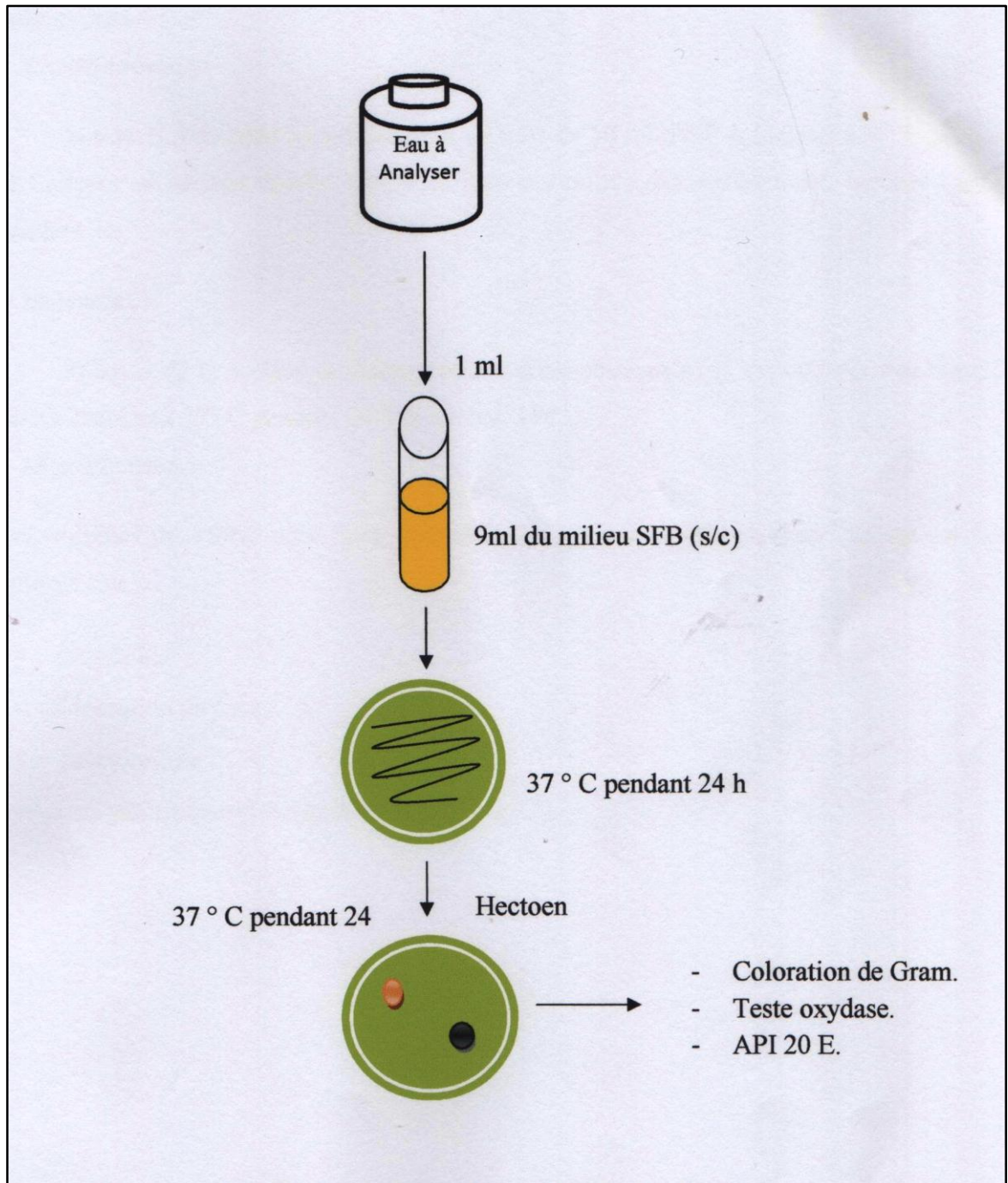


Fig.17 :Recherche et identification des *salmonelles*(Labres *et al.*, 2008).

➤ **Recherche des *vibrio***

❖ **Mode opératoire :**

a. Enrichissement:

Ajouté 1 ml de l'eau à analyser dans un tube de 10 ml d'E.P.A. incubé à 37° C pendant 3h. Prélever en surface et ensemer un nouveau milieu d'enrichissement. Incuber à 37° C pendant 3h.

b. Isolement :

Prélever de la surface du dernier milieu d'enrichissement et ensemer une boîte de GNAB. Incuber à 37° C pendant 24 h (Marchal, 1982).

c. Identification :

Les colonies de *Vibrio* sont fines, blanches sur: gélose GNAB. L'identification est faite comme suit :

- Etat frais.
- Coloration de Gram.
- Test oxydase.
- Une galerie biochimique API 20 'NE (Labres *et al.*, 2008)(**Fig.18**).

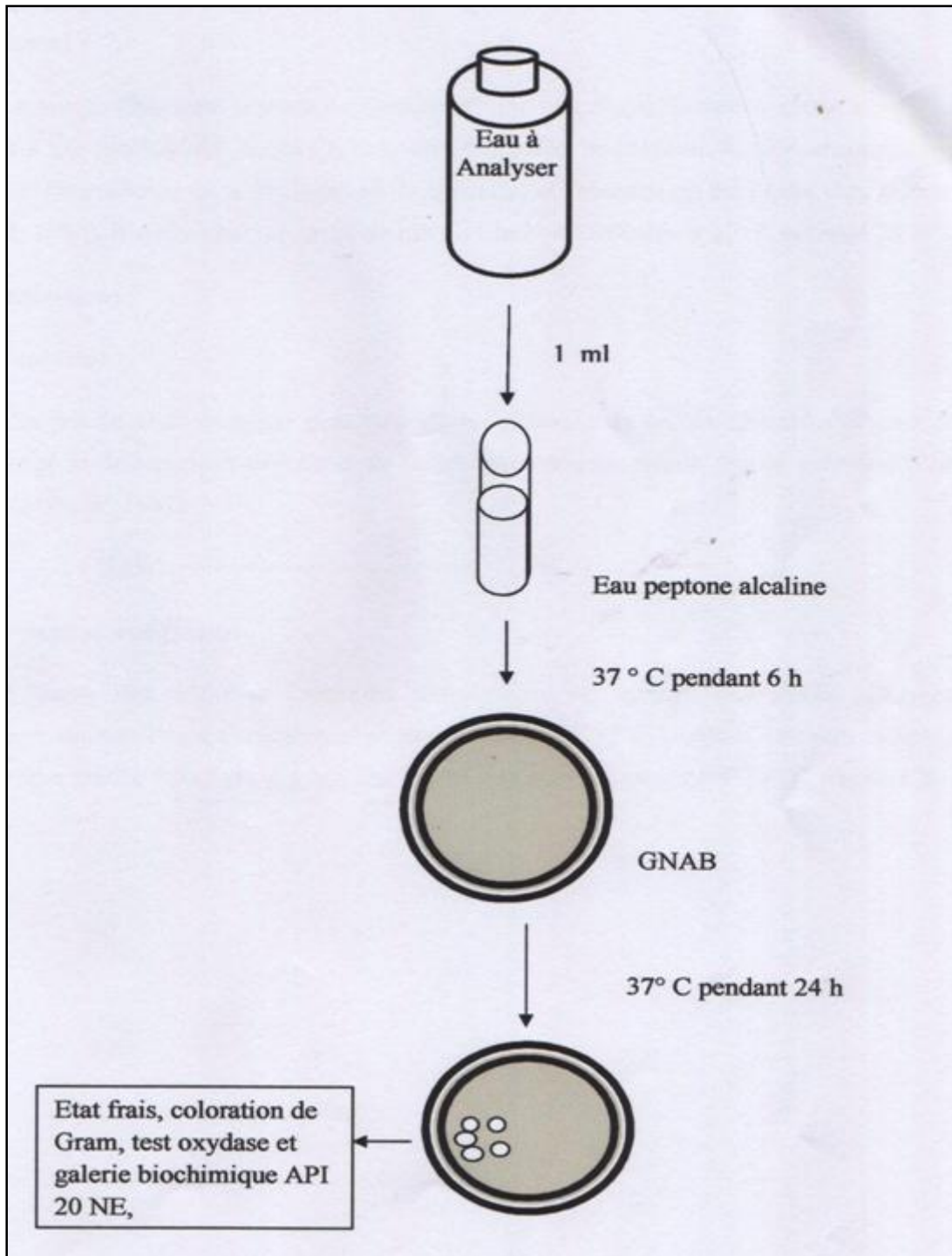


Fig .18 : Recherche des *vibrio*(Labres *et al.*, 2008).

➤ **Recherche des Staphylocoques pathogènes (*Staphylococcus aureus*)**

❖ **Mode opératoire :**

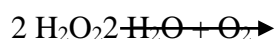
a. Isolement :

Le milieu Chapman permet l'isolement sélectif de *Staphylococcus* sur la base d'une tolérance à une forte teneur en Na Cl, et la différenciation de l'espèce *Staphylococcus aureus* par la mise en évidence de la dégradation du mannitol et l'élaboration fréquente d'un pigment (Marchala' 1982). Ensemencer une boîte de milieu Chapman. Incuber a 37°C pendant 24 h.

b. Identification :

- Test catalyse :

Une goutte d'eau oxygéné plus une colonie prélevée du milieu Chapman déposer sur une lame et le dégagement immédiat de bulles gazeuses ce traduit par la présence d'une catalase (Marchal, 1982).



- Test staphylocoagulase:

A partir des colonies suspectes (*staphylococcus aureus*) sur milieu Chapman ensemencer un bouillon cœur-cerveau et nous incubons à 37°pendant 18h. Puis mélanger dans un tube stérile 0,5ml du plasma des lapins oxalatés est incubé a 37° C pendant 24 h (Labres *et al.*, 2008) (Fig.19).

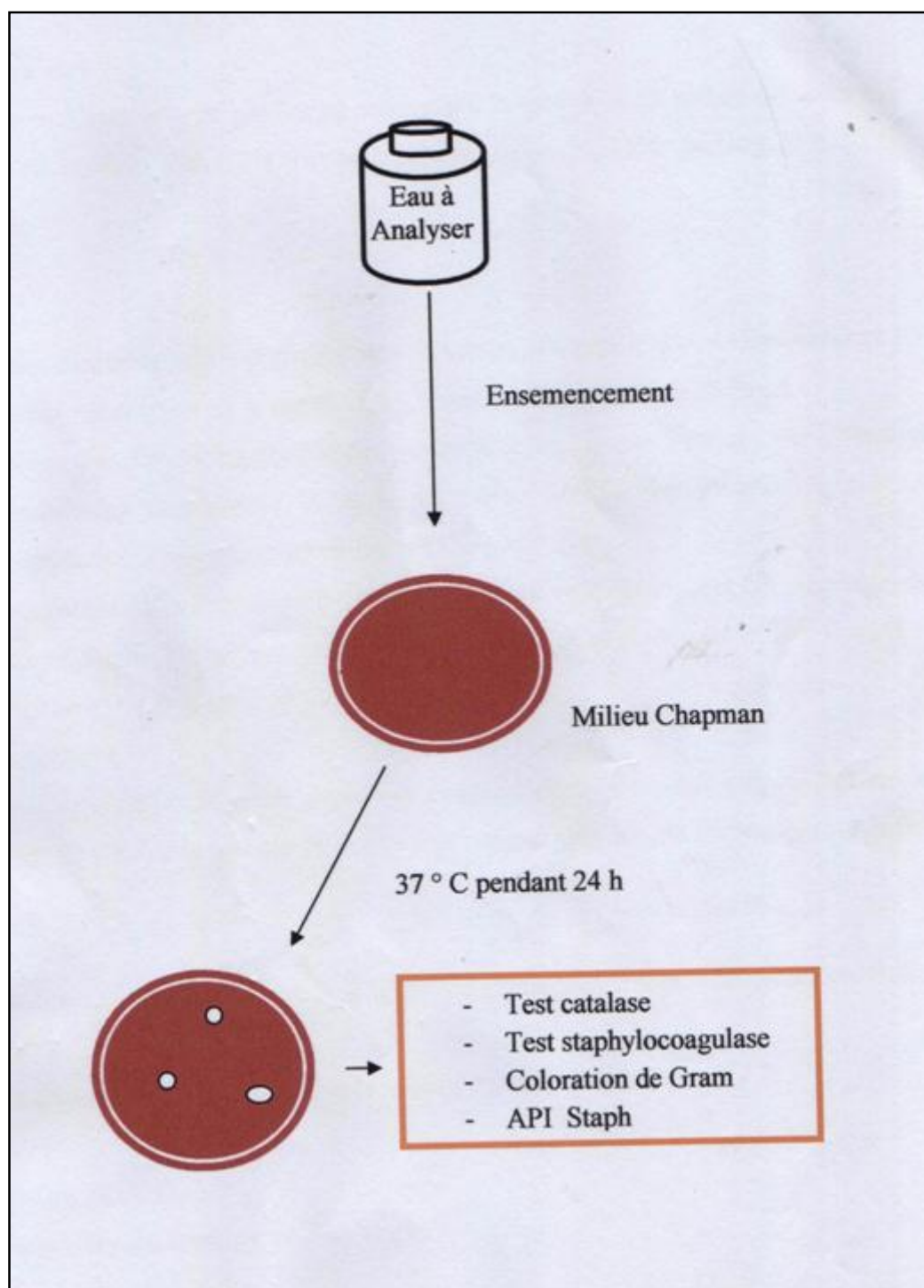


Fig.19 :Recherche et identification des staphylocoques pathogènes (*S. aureus*)(Labres *et al.*, 2008).

➤ **Recherche des *Pseudomonase***

❖ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une anse de platine en semence la surface d'un milieu de culture King A ensuite un milieu de culture King B et on incube les milieux a 37°C pendant 24 h.

Lecture :

- Deux examens microscopiques sont effectués : l'examen direct entre lame et lamelle (il permet d'observer la mobilité des germes) et la coloration de Gram.
- Recherche de la pyocyanine : pigment bleu caractéristique de *Pseudomonasaeruginosa* responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture : sa production est favorisée sur milieu de King A.
- Recherche de la pyoverdine : présente une teinte vert fluorescent (*P.fluorescence*) est souvent masquée par la pyocyanine, sa production est maximale sur milieu King B.

- **Teste oxydase :**

• **Mode opératoire :**

Sur une lame propre et stérile dépose un disque d'oxydase ensuite prépare une suspension bactérienne a partir de la colonie voulue et déposer une goutte de la suspension sur le disque.

Lecture : Considère comme oxydase + toutes colonies qui changent la couleur du disque en violet.

II.2.2 Tests d'identification complémentaires

• **Coloration de Gram**

➤ **Préparation du frottis :**

- Faire un repiquage des bactéries en milieu liquide ou solide. Recueillir les bactéries des cultures jeunes du dépôt (après centrifugation de la culture liquide) ou directement du milieu solide avec une anse ou un 1 et mélanger dans une goutte d'eau stérilisée.

- Faire un frottis sur une lame en étalant une goutte de la suspension microbienne.

- Laisser sécher le frottis.

Ensuite, faire la fixation en passant rapidement la lame 3 fois à l'intérieur de la flamme d'un bec Bunsen ou par une technique équivalente.

- Après refroidissement, faire la coloration.

➤ **Coloration:**

✓ Verser sur le frottis fixé quelques gouttes de solution de violet de Gentiane.

✓ Laisser agir pendant 1 minute et laver avec de l'eau.

- ✓ Verser 1 à 2 gouttes de la solution de lugol. Laisser agir pendant 30 secondes.
- ✓ Laver avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- ✓ Verser l'alcool à 95% vol, laisser agir pendant 30 secondes. Rincer avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- ✓ Verser quelques gouttes de solution de fuscine, laisser agir pendant 30 secondes.
- ✓ Laver avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- ✓ Verser quelques gouttes de solution de fuscine, laisser agir pendant 30 secondes.
- ✓ Laver avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- ✓ Déposer sur le frottis coloré une goutte d'huile d'immersion.

Observer au microscope avec l'objectif à immersion en champs clair.

API 20 E

Destinée pour la famille des Enterobactériacées la galerie API 20^E comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification.

API Staph

La galerie APIstaph comporte 20 contenants des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne réalisée en API StaphMEDIUM qui reconstitue les tests.

Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification.



CHAPITRE 4 :

Résultats et discussion

1. Paramètres physico-chimique

1.1. La température

La (T°) joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique des bactéries et l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure.

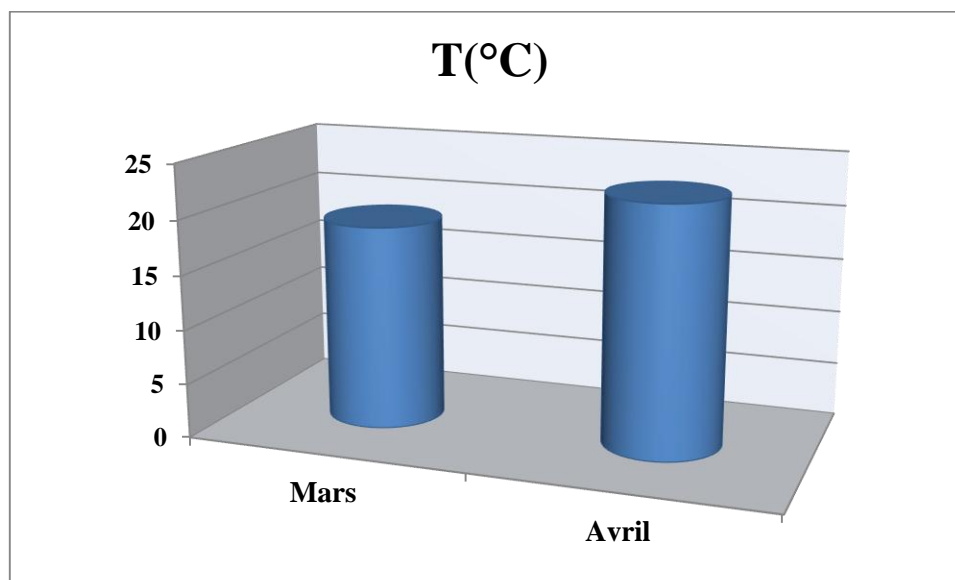


Fig.20 : Evolution de la température dusite de prélèvement.

Nous constatons une augmentation de la température durant le deuxième mois de prélèvement (Avril) (**Fig.20**), mais elle n'est pas significative à cause des périodes de prélèvement rapprochées, outre la stabilité climatique, cette température est considérée comme normale pour cette saison, et selon la grille d'appréciation la qualité de l'eau de barrage Zit-Emba est bonne.

1.2. Le pH

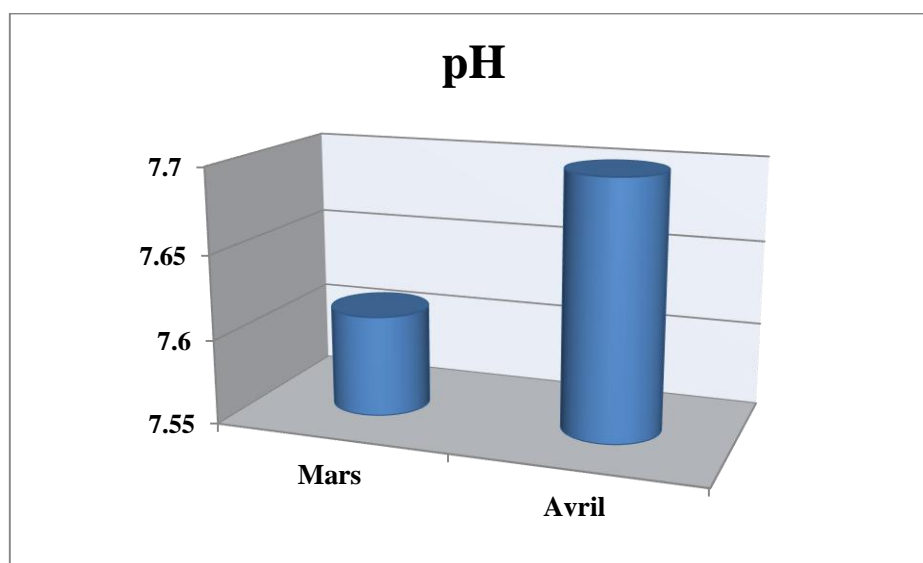


Fig.21 : Evolution de pH dans lesite deprélèvement.

Nous constatons que les valeurs du pH sont proches du pH neutre dans les deux périodes de prélèvement (Mars et Avril) (Fig21), et indiquent que la qualité des eaux de barrage de Zit-Emba est bonne selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau.

1.3. La conductivité

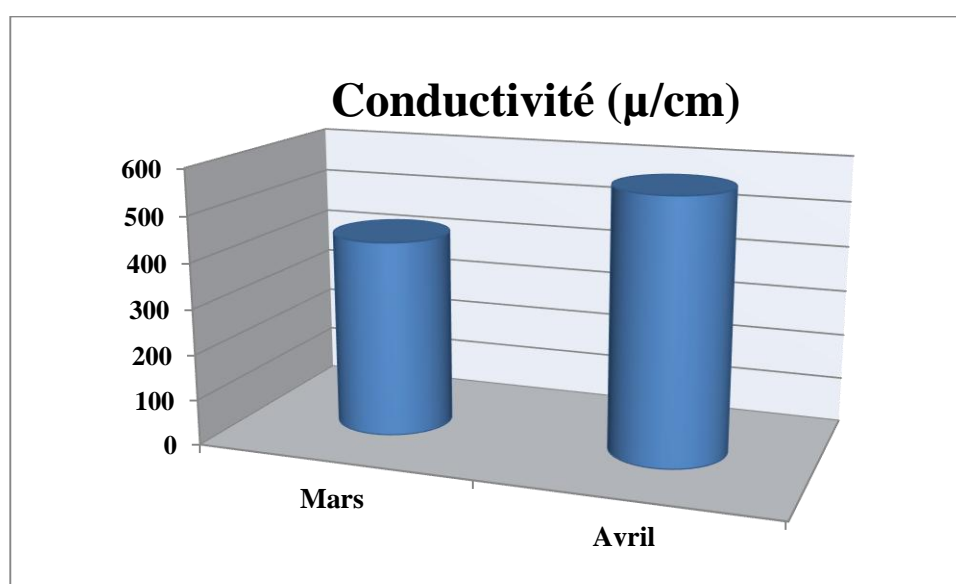


Fig.22 : Evolution de la conductivité le site de prélèvement

Nous observons que la conductivité électrique pendant le mois d'Avril est élevée par rapport à celle du mois de Mars (**Fig22**) à cause du phénomène d'évaporation, d'une manière générale la diminution de la conductivité électrique dans les périodes pluviales peut être attribuée à un phénomène de dilution. Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux de surface l'eau du barrage est considéré comme bonne.

1.4. L'oxygène dissous

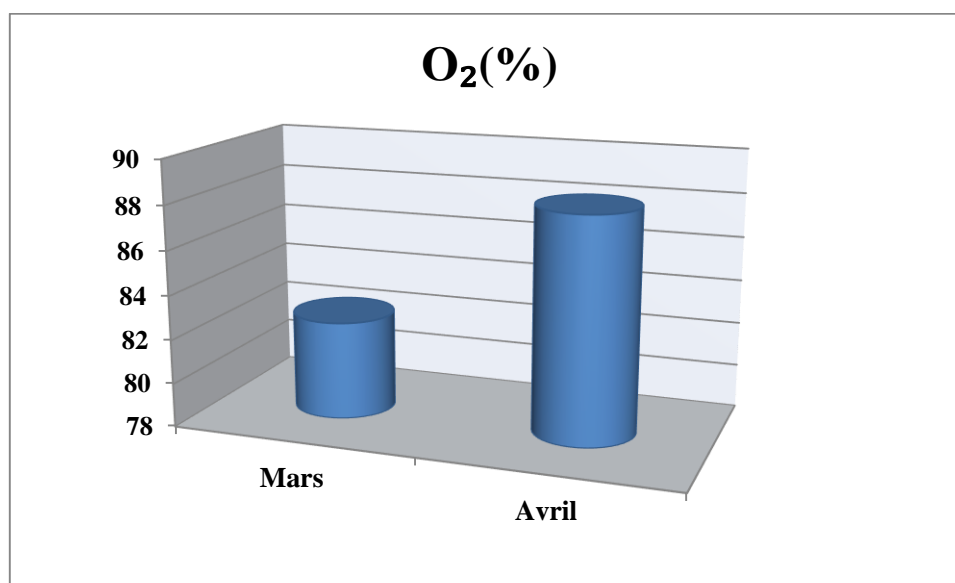


Fig.23 : Evolution de l'oxygène dissous dans le site de prélèvement.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est en fonction de la température et de la minéralisation de l'eau, et cela se traduit dans les résultats trouvés, les taux d'oxygènes dissous varient d'une période à une autre, la valeur minimale est enregistrée pendant le mois de Mars et la valeur maximale était remarquée pendant le mois d'Avril (**Fig 23**). Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux la qualité est considérée comme bonne.

1.5.Salinité

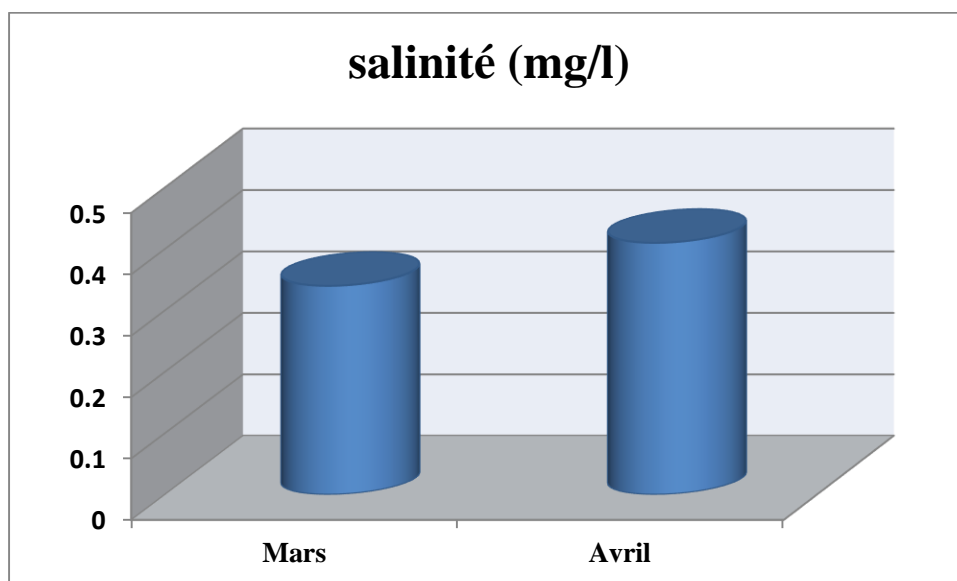


Fig.24 : Evolution de la salinité dans le site de prélèvement.

Nous observons une différence marginale entre les deux périodes dont la salinité du mois de Mars est un peu élevée par rapport à celle du mois d'Avril (**Fig 24**). La salinité augmente pendant les périodes d'évaporation (température augmente la salinité augmente) donc elle diminue pendant les périodes pluviales et cette explication est notée dans nos résultats.

1.6.Nitrate

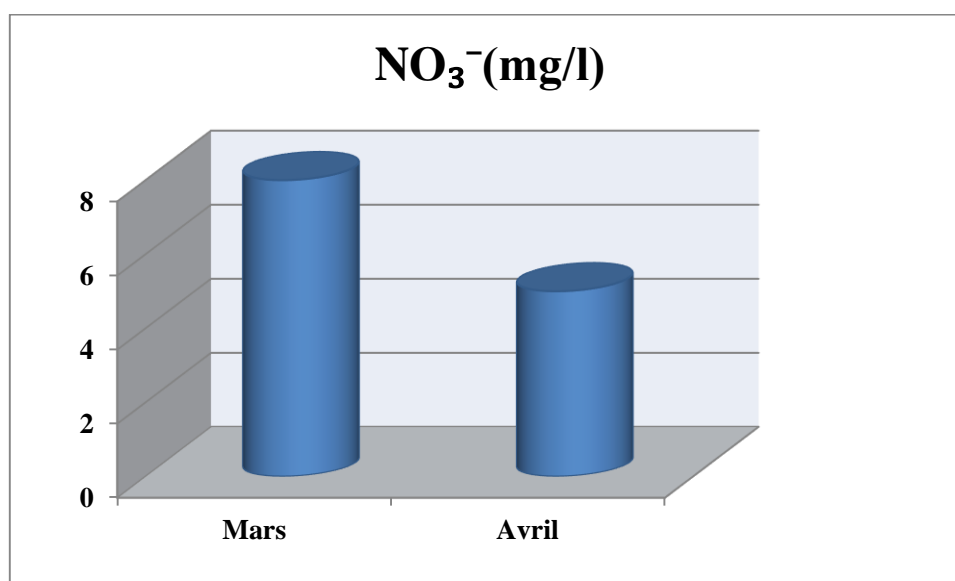


Fig.25 : Evolution de Nitrate dans le site de prélèvement.

Nous observons qu'il y a une diminution de la concentration des NO_3^- entre les deux périodes d'échantillonnage. En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10mg/l NO_3^- et nos valeurs sont inférieures à cette barre surtout pendant le mois d'Avril ce qui attribué à ce plan d'eau une qualification d'être de bonne qualité (**Fig 25**).

1.7.Nitrite

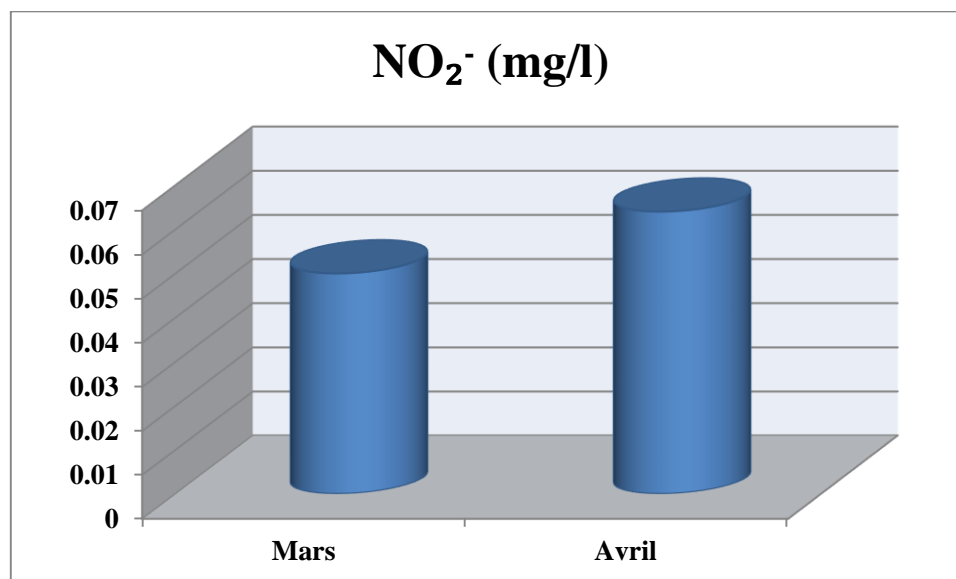


Fig.26 : Evolution de Nitrite dans le site de prélèvement

Nous observons qu'il y a une augmentation de la concentration des NO_2^- . L'instabilité du nitrite et l'augmentation de la concentration du nitrate dans ce plan d'eau nous explique la décroissance de ce paramètre. Elles sont considérées comme faibles si nous faisons la comparaison avec les normes de qualité pour les eaux de surface, qui décrètent qu'une eau est d'excellente qualité si les teneurs en cet élément ne dépassent pas les 0,1 (mg/l) (**Fig 26**).

1.8.L'ammonium

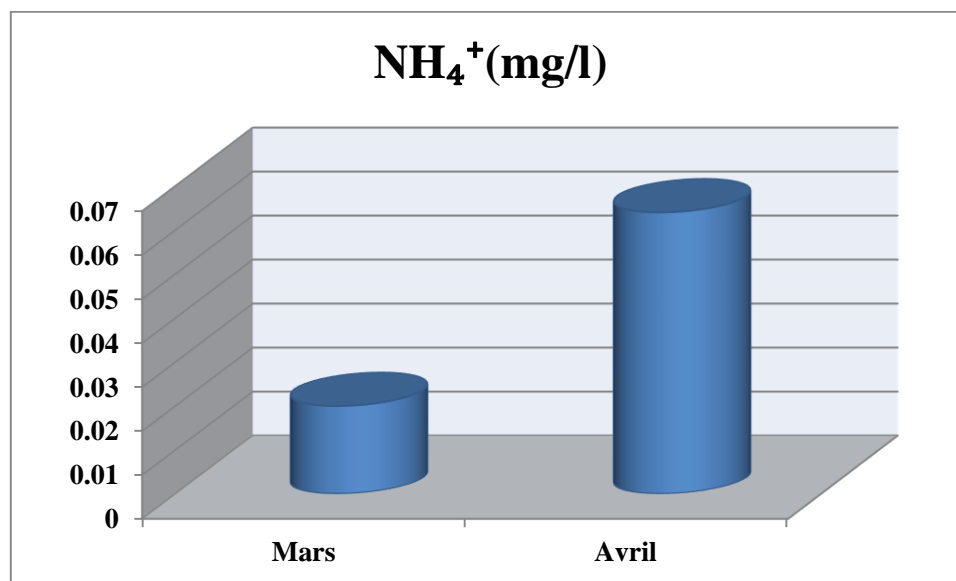


Fig.27 : Evolution de L'ammonium dans le site de prélèvement.

Nous observons que la concentration d'ammonium augmente pendant le mois d'Avril (Fig 27) Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux de surface et avec les valeurs enregistrées, l'eau de barrage Zit-Emba est considérée comme moyenne.

2. Paramètre microbiologique

L'objectif de l'analyse microbiologique d'une eau n'est pas effectuer un inventaire de toutes espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, soit ce qui est souvent plus aisé, celles qui accompagnent et qui sont en plus grand nombre.

Dans les milieux aquatiques, les micro-organismes tel que les bactéries, les moisissures jouent un rôle important dans l'évolution de la qualité de l'eau.

Cette analyse est importante car la qualité microbiologique de l'eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire elle est sujette à fluctuation, par pollution accidentelle, nécessitant des contrôles permanents et représentant la cause la plus fréquente du non potabilité de l'eau.

Dans notre travail, nous avons effectué un échantillonnage de mois (Mars et Avril) au niveau du Barrage Zit-Emba.

Nous avons fait un dénombrement systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- Les germes totaux.
- Les coliformes totaux et fécaux.
- Les streptocoques fécaux.

2.1. Coliformes totaux

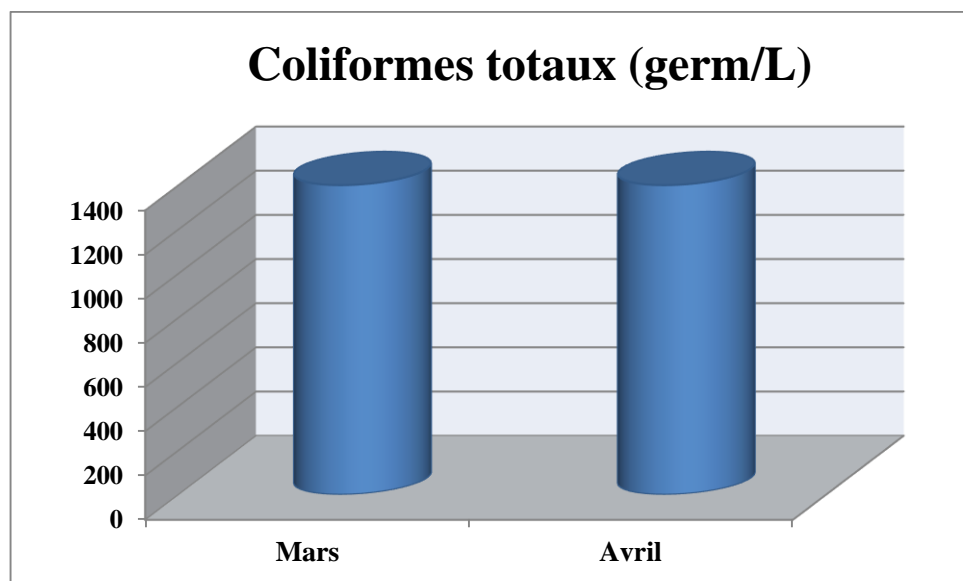


Fig.28 : Estimation Coliformes totaux de dans le site de prélèvement.

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous avons trouvé des coliformes totaux dans les deux périodes (Mars et Avril)(1400germes /100ml) (**Fig 28**).

La présence de ces germes dans l'échantillon est la preuve qu'il a subi une contamination par la matière fécale et les déchets domestiques et les rejets des déchets issus de l'agriculture.

2.2 Coliformes fécaux:

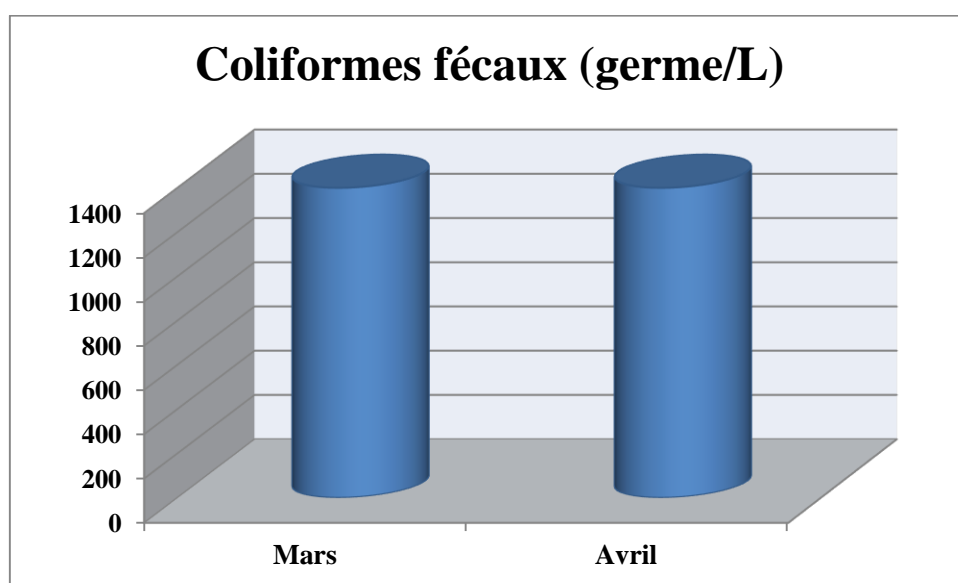


Fig.29 : Estimation des Coliformes fécaux dans l'eau de Zit-Emba.

D'après les résultats, nous avons observé une présence des coliformes fécaux dans les deux périodes (Mars et Avril)(1400germes) (**Fig 29**), vérifiant l'existence de contamination fécale de l'eau, et de manière générale, l'eau du site est impropre pour consommation humaine.

2.3 Streptocoques fécaux

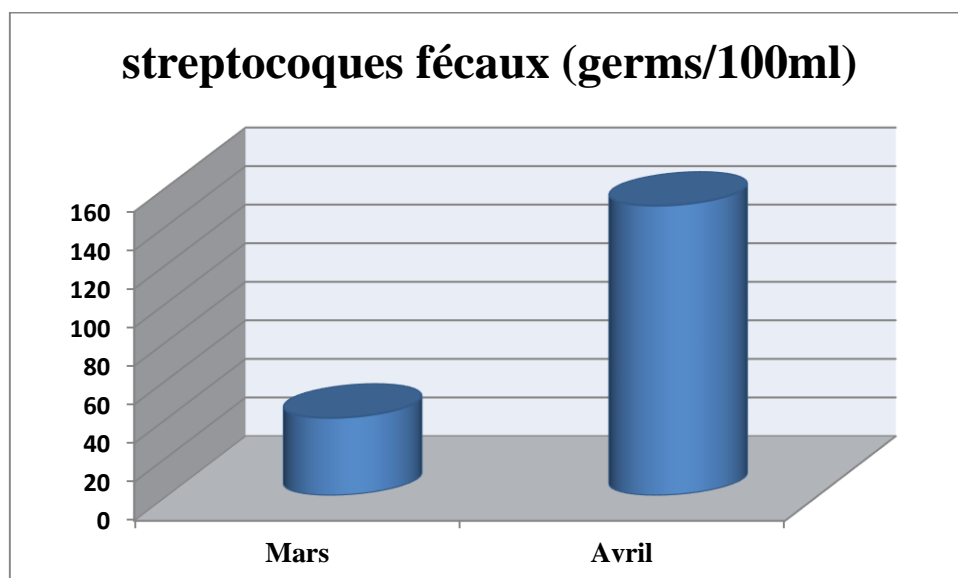


Fig.30 : Estimation des Streptocoques fécaux dans l'eau de Zit-Emba

Dans notre échantillon La présence des streptocoques fécaux dans les eaux indiquent généralement une pollution fécale, ils sont considérés comme des indicateurs de pollution fécale beaucoup plus que les coliformes fécaux.

Ils sont présents dans les fèces des animaux à sang chaud et leur disparition dans le milieu aquatique est moins rapide que les coliformes.

La détection de ce type de bactérie dans l'eau de notre site indique une pollution d'origine fécale récente issue essentiellement des rejets des déchets d'élevage.

Nous constatons dans le premier prélèvement (Mars) un nombre de 40germes/100ml tandis que dans le deuxième prélèvement (Avril) un nombre de 150 germes /100ml (**Fig30**).

2.4Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

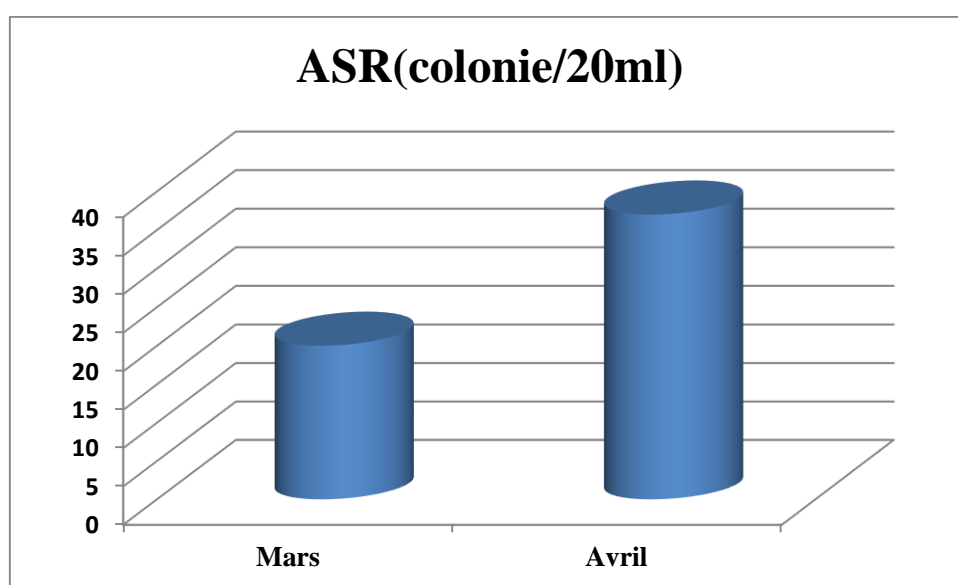


Fig.31 : EstimationdesLes anaérobies sulfito-réducteursdans l'eau de Zit-Emba.

Les anaérobies sulfito-réducteurs sont souvent considérée comme des indices de contamination ancienne à cause de la résistance de leurs spores contrairement aux formes végétatives.

Nous constatons une présence légère des A S R dues Durant le premier prélèvement (Mars) par contre dans le deuxième prélèvement (Avril) nous constatons qu'il 36 germes/20ml(**Fig 31**).

2.5 Germes pathogènes

2.5.1 Aspect macroscopique :

L'isolement des micro-organismes à partir des différents milieux de cultures nous a permis d'obtenir des colonies avec des aspects différents. Le tableau suivant résume l'aspect de colonies isolées sur milieu de culture :

Tab.4 L'aspect de colonies isolées sur milieu de culture :

Milieu de culture	Aspect des colonies
Gélose Chapman	Absence
SS	transparente à centre noire
GNAB	transparente ovale bombé transparente plate
Cetrimide	Absence
Sabouraud	Colonies filamenteuse (présence des champignons et des moisissures)
Hektoén	Absence

2.5.2 Aspect microscopique :

La coloration de Gram réalisée à partir de la colonie isolée sur milieu SS nous a permis d'observer des germes bacille à Gram (-). (Fig30)

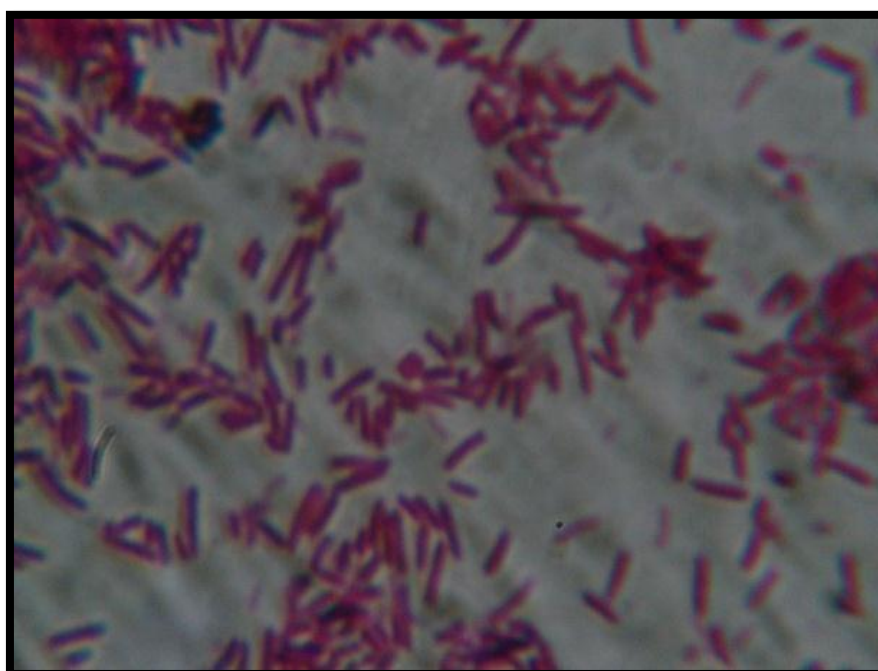


Fig.32 : Aspect microscopique de colonie isolée sur milieu SS ($\times 100$)**Caractères biochimiques :**

Les caractères biochimiques des colonies isolées sur milieu SS sont résumés dans le tableau suivant :

Tab.5 Les caractères biochimiques

Caractère biochimique	Résultat
ONPG	+
TDA	+
LDC	+
ADH	-
H₂S	+
Glucose	+
Saccharose	+
Lactose	?
Monitol Mobilité	+
Citrate	-

D'après le profil biochimique, il s'agit d'une *Proteus vulgaris*.



Conclusion

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau du barrage Zit-Emba (Wilaya de Skikda).

La région d'étude est située au nord –est de l'Algérie orientale. Cette région qui constitue le bassin sud Kébir- out, il s'agit des oueds Mouguer et Hammam.

Au cours de notre étude réalisée pendant les mois de Mars et Avril les résultats physico-chimique ont montrés que les concentrations des éléments minéraux (nitrites, nitrates, et l'ammonium) sont inférieurs aux normes requises, certifiant que l'eau du barrage Zit-Emba est chimiquement non polluée.

D'après les analyses bactériologiques ont montrés que l'eau du barrage de Zit-Emba sont affectées par une contamination fécale récente et contamination ancienne ont révélés l'abondance du la coliformes totaux, coliformes fécaux, et anaérobies sulfite- réducteurs avec la présence de certains germes pathogènes tel que champignons et des moisissures qui peuvent provoquer les maladies transmission hydrique.

Il est cependant important de signaler que les résultats microbiologiques et physico-chimiques bien qu'essentiels, ne représentent que des données ponctuels autrement dit caractérisent une période bien déterminée et un lieu bien précis.

En recommandation et pour maintenir l'équilibre de cet écosystème il faut veiller à certains points dont les principaux sont :

- Pour la bonne gestion des eaux du barrage de Zit-Emba et la prise en charge complète du problème de la pollution à ce niveau, on doit éviter tout conflit administratif entre la Wilaya de Skikda et la Wilaya de Guelma, concernant les différents problèmes liés aux rejets des eaux résiduaires.
- La protection du bassin versant contre tout types de pollution peut contribuer à la réduction des dépenses pour le traitement spécifique à l'aval du barrage et de facto préserver la santé publique qui reste l'objectif primordial.
- L'installation de stations d'épuration artificielles ou naturelles en amont du barrage s'avère indispensable, et ce afin d'éviter sinon limiter toute pollution d'origine thermique, urbaine ou industrielle.
- Les responsables de la station de traitement doivent veiller scrupuleusement au contrôle de la qualité des eaux en amont et en aval surtout en ce qui concerne les éléments toxiques.

Résumé

Pour évaluer la qualité de l'eau du barrage Zit-Emba. Des analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées pendant deux mois (les mois de Mars et d'Avril) et qui ont portées principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale et sur la détermination de la concentration de certains éléments physico-chimiques dans ces eaux.

Les résultats de nos analyses bactériologiques nous a montré une légère contamination fécale récente d'origine animale (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux) avec une présence des ASR signant une contamination fécale ancienne.

Les résultats des analyses chimiques ont montrés que la variation de la concentration des éléments est étroitement liée à l'interférence de plusieurs facteurs (pluie et substrat géologique).

Ainsi, pour une bonne gestion de l'eau du barrage de Zit-Emba et la prise en charge complète du problème de la pollution à ce niveau, il est donc nécessaire d'appliquer la réglementation quant aux rejets industriels et thermaux.

Mots clés : Eau, barrage, paramètres physico-chimiques, paramètres microbiologiques.



Abstract

To estimate the quality of the water of barrier Zit-Emba. Physico-chemical and bacteriological analyses were realized during two months Mars and in April and which concerned mainly the quantification of the indicator bacteria of fecal contamination and the determination of the concentration of certain physico-chemical elements in these waters.

The results of our bacteriological analyzes we showed a slight recent fecal contamination and of animal origin (total coliforms, fecal coliforms et fecal streptococcus). And presence of ASR signs of fecal contamination old.

The results of chemical analyzes have shown that the variation of element concentration is closely related to the interference of several factors (rainfall, geological substrate).

Thus, for good water management dam Zit-Emba and taking care of the problem complete pollution at this level, it is necessary to enforce regulations on industrial and thermal discharges.

الملخص

لتقييم نوعية مياه سد زيت العنبة قمنا بالتحاليل الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية التي اجريت خلال شهر مارس و أبريل و هذا لمعرفة كمية الجراثيم المؤشرة للتلوث البرازي و تحديد تركيز العناصر الفيزيوكيميائية لهذه المياه.

نتائج التحاليل البكتيريولوجية التي قمنا بها بينت لنا وجود تلوث برازي طفيف جديد من أصل حيواني (coliformes streptocoques fécaux . coliformes fécaux totaux . وجود ASR يثبت وجود تلوث برازي قديم

نتائج التحاليل الكيميائية بينت أن التفاوت في تركيز العناصر يرتبط ارتباطا وثيقا بالتدخل من عدة عوامل (المطر ، الركيزة الجيولوجية)

و ايضا لحسن تسيير زيت الامبا على المياه الصالحة لشرب و الرعاية من التلوث كاملة, فمن الضروري تطبيق اللوائح على التصريفات الصناعية و الحرارية.



Bibliographie et Webographie

- **Aminot A. et Chaussepied M. (1983).** Manuels d'analyses chimiques en milieu Marin. 993.
- **A.Vnoukov&A.Kovalev.** Notice explicative du barrage Zite -Emba.
- **Behailil Meriem&Hamlaoui Bouchra&Laraissia Hajer(2011).** Mémoire de master Qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de sources de la région de Guelma.
- **Benabda nazih& Seridi hasna (2012)** Mémoire de Master contribution à l'étude de la qualité physico- chimique et microbiologique de l'eau d'un écosystème aquatique artificiel : cas du barrage Zite – Emba (Skikda).
- **Boubidi W. et al. (2007),** traitement et potabilité de l'eau (les normes). Mémoire d'ingénieur d'état, Université 08 Mai 1945. Guelma. 30 p.
- **Carbonnelle D.,Kouyoumdjim S.(1998)** .Bactériologie médicale technique usuelles. Med. Mal.*Inf.*251p.
- **Castany G. et Margot T. (1977).** Dictionnaire Français D'hydrogéologie, Géologie Minière. 249 p.
- **Chaouch R., (2007).** Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba : aspect physico- chimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister. Université Badji- Mokhtar Annaba. 105p.
- **Cheriet m. & rouaigia M. (2010),** Qualité microbiologique des eaux de Oued Messida (Wilaya d'E-Tarf).
- **Coulibaly K. (2005).** Etude De La Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau Des Puits De Certains Quartiers Du District De Bamako. Thèse de Doctorat, Université de Bamako. 69p.
- **Detay M. (1993).** Le Forage D'eau ; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. *Masson.* 379p.
- **Ferdas halima& Merchela wided (2012)** Mémoire de Master Etude de la qualité physico- chimique et bactériologique de l'eau de *Garaet Guellif d'Oum el Bouaghi.*
- **Guiraud J. et Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. 533p.
- **Guiraud J-P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Dunod. 651p.
- **Lassoued K et Touhami N. (2008)** contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau du barrage de hammam Debagh. Mémoire de l'ingéniera. Université 8 mai 1945 Quelma.52 p.
- **Lebres et Mouffok F. (2008).** Le Cours D'hygiène Et De Microbiologie des eaux de boisson (Manuel De Travaux Pratiques des eaux). Institut Pasteur d'Algérie. 53p.
- **Lightfoot n f. (2002).** Analyse microbiologique des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité.387p.
- **Louis –Vincent Lemelin, 2008.** Les milieux humides du parc national du canada da la mouricie : cartographie en vue d'une surveillance de l'intégrité écologique.

- **Marchal n., bourdon j-I et Richard** (1982)- les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Biologie appliquée .éditions Dounia, paris pp 50-364.
- **Monod I, 1989. Ménonto technique de l'eau tome.** 9 éditions de cinquantenaire.
- **Moussa moumouni djermaakoye.** (2005) les eaux résiduaires et des teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de BAMAKO.119p.
- **Pechère Jc., Acar J., Grenier B et nihoul e. (1982).**Reconnaitre, comprendre et traité les infections. 4 éditions. Edisem ST-Hyacinthe. Québec.509p.
- **Rejesk F. (2002).** Analyse Des Eaux ; Aspects Réglementaires Et Techniques. Sceren. Paris. 360p.
- **Rodier J. (1996).** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8ème édition. Dunod. 1383 p.
- **Rodier J. (2005).** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8ème édition. Dunod. 1383 p.
- **Roland V. (2003),** Eau, Environnement et Santé Publique.
- **Roux M. (1987).** Office International De L'eau: L'analyse Biologique De L'eau. TEC& DOC. Paris. 229p.
- **Saadali B. (2007).** Etude De La Qualité Des Eaux Des Sources Issues Du Massif Dunaire De Bouteldja (Algérie Extrême Nord Orientale). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba. 83p.
- **Sayad L. (2008).** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique Des Eaux De L'écosystème Lacustre Lac des Oiseaux (Wilaya EL Tarf). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba. 110p.
- **Thierrin J., Steffen P., Cornaz S., Vualaz F-D., Balderer W., Looser M., Zpbrit J. et Zumstein J. (2001).** Guide Pratique De L'échantillonnage Des Eaux Souterraines. Société Suisse D'Hydrogéologie. 57p.
- **Zeddouri A. (2003).** Contribution à L'étude Hydrogéologique Et Hydro-chimique De La Plaine Alluviale De Guelma (Essai De Modélisation), Guelma, NE Algérien. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba. 107 p.

Webographie

1. (page consultée le 10 avril 2013 à 11 :30). [www.bettembourg.lu./eau/\(eau\)%20Eaux%20de%20surface%20.pdf](http://www.bettembourg.lu./eau/(eau)%20Eaux%20de%20surface%20.pdf).
2. Asal, (page consultée le 15 avril 2013 à 14 :15). Le cirque d'Ain Ourka. (en ligne). <http://www.asal.dz.org/files/atlas/Zones%20humides1.pdf>.
3. **Cours de l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Toulon et du Var (2004).** Propriétés physiques du milieu marin. <http://isitv.univ-tln.fr/~lecalve/oceano/plan.htm> (3/2012).



Annex

Par défaut de l'absence d'une station météorologique dans le site de notre étude, nos données ont été récoltées auprès de la station météorologique de la ville de Skikda le tableau ci-dessus rassemble des données de 12ans (1997-2008).

Tab 6: Données climatique de la station météorologique de Skikda. (1984 à 2007)
(Merzoug, 2009)

	T° moyenne (c°)	Précipitation (mm)	Humidité relative(%)	Vent	
				Vitesse moyenne (M/sec)	Vitesse max(M/sec)
Janvier	13.00	112	77	3.53	19.1
Février	13.15	95	73	3.44	18.9
Mars	15.07	64	72	3.13	18.7
Avril	17.46	48	72	3.14	18.4
Mai	20.28	46	69	2.80	15.3
Juin	23.43	15	70	2.73	14.9
Juillet	25.43	08	73	2.83	14.8
Août	26.08	11	71	2.77	15.4
Septembre	23.46	56	74	2.78	15.2
Octobre	21.48	52	71	2.93	15.2
Novembre	16.41	113	73	3.58	18.5
Décembre	12.47	144	75	4.10	20.1

-Pluies:

Tableau N°7: Pluies mensuelle.

MOIS	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	TOTAL
Pluie moyenne mensuelle (mm)	32	64	91	123	104	87	82	57	57	14	4	9	724

Tableau N°8: Pluies annuelle.

Année	80-81	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90
Pluies moyenne annuelle (mm)	670	705	661	951	986	486	971	444	613	545
Année	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00
Pluies moyenne annuelle (mm)	969	863	834	572	633	799	380	890	813	599

-Température :

Tableau N°9:

MOIS	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
Température °C	22.65	18.82	14.83	11.71	10.89	11.35	12.36	14.4	17.73	21.15	24.17	24.74

Etapes principales des travaux de barrage

Période d'organisation

Il débute du moment de signature par la partie algérienne de l'ordre de commencement des travaux le 26.11.89.

Durant cette période la partie russe s'est consacrée au choix de spécialistes. De l'équipement et des mécanismes avant de les envoyer en Algérie.

Ma majeure partie des problèmes liés à cette période à été résolue en 1989-1990.

Période préparatoire

Durant cette étape des structures de base permettant le début des travaux ont été réalisées : voies d'accès, base de vie, alimentation en énergie électrique et en eau de la zone d'habitation et des services avoisinants etc.

La documentation d'exécution a également été réalisée du 1990 à 1991.

Etape principale

Durant cette période les ouvrages principaux de l'aménagement hydraulique ont été réalisés, ainsi que la construction de la base de l'Administration algérienne, des routes définitives, des liaisons téléphoniques, l'alimentation en électricité définitive.

Ceci du 1990 jusqu'au jour de la mise en exploitation provisoire de l'aménagement hydraulique en 2000.

Etape finale

Cette étape comprend la période de l'exploitation provisoire de l'aménagement jusqu'à sa mise en exploitation définitive. Durant cette période on a procédé au renvoi des mécanismes et de l'équipement soumis à l'entrée provisoire on a démonté les bâtiments et les structures provisoires et remis la partie restante au service de l'exploitation de l'aménagement.

Le barrage Zit-Emba a été admis à exploitation définitive par la partie algérienne en novembre 2000.

Conclusion

Malgré de multiples difficultés et contre-temps de différente nature, le barrage Zit-Emba a été réalisé et donne un bon exemple de coopération algéro-russe.

Tableau N°10 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989)

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

Tableau N°11 : Classifications des eaux d'après leur pH. (Agrigon, 2000 & Hakmi, 2002)

N°N°pH<5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neuter
7<pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH> 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Tableau N°12: Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique. (Agrigon, 2000)

Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité des eaux	Classe
CE<400	Bonne	1A
400<CE<750	Bonne	1B
750<CE<1500	Passable	2
1500<CE<3000	Médiocre	3

Tableau N°13 : Qualité des eaux en fonction de l'oxygène dissous. (ANRH, 2001)

Oxygène dissous (mg/l) Oxygène de saturation (%)	Qualité des eaux	Classe
>7mg/l → >90%	Normale	1A
entre 5 et 7 mg/l → 70% à 90%	Bonne	1B
entre 3 et 5 mg/l → 50% à 70%	Moyenne	2
<3mg/l → < 50%	Médiocre	3

Tableau N°14 : Grille de qualité des eaux en nitrates. (ANRH, 2001)

Teneurs en nitrate (NO ₃ ⁻) mg/l	Qualité des eaux
< 10	Bonne
10 < NO ₃ ⁻ < 20	Moyenne avec signe de pollution
20 < NO ₃ ⁻ < 40	Polluée avec une pollution nette
> 40	La pollution est importante

Tableau N°15 : Grille de qualité des eaux en nitrites NO₂⁻. (ANRH, 2001)

Teneurs en nitrites NO ₂ mg/l	Qualité des eaux	Classe
< 0.1	Excellente	1A
0.1 < NO ₂ ⁻ < 0.3	Bonne	1B
0.3 < NO ₂ ⁻ < 1	Passable	2
1 < NO ₂ ⁻ < 2	Médiocre	3
> 2	Excessive	4

Tableau N°16 : Grille de qualité des eaux en azote ammoniacal NH₄⁺. (ANRH, 2001)

Teneurs en Azote Ammoniacal NH ₄ ⁺ mg/l	Qualité des eaux
< 0.01	Bonne
0.01 < NH ₄ ⁺ < 0.1	Moyenne avec des signes de pollution
0.1 < NH ₄ ⁺ < 3	Polluée avec une pollution nette
> 3	La pollution est importante

Composition des milieu de culture et des réactifs :

Chapman

-Peptone.....	10g/l
-Extrait de viande de bœuf.....	1g/l
-Chlorure de sodium.....	75g/l
-Mannitol.....	10g/l
-Rouge de phénol.....	0,025g/l
-Agar.....	15g/l
-pH.....	7,4

TGEA Gélose tryptone-glucose-Extrait de levure

-Tryptone.....	5g
-Extrait de viande de bœuf.....	3g
-Glucose.....	1g
-Agar.....	15g
-pH final à 25°C: 7, 0 ± 0, 2	

- Eva- Litsky:

Peptone.....	20g/l
Glucose.....	5g/l
Chlorure de sodium.....	5 g/l
Phosphate bi potassique.....	2,7 g/l
Azothvate de sodium.....	0,3 g/l
Ethyle- vliote.....	5 g/l
pH.....	7

Rothe (Bouillon Glucose l'acide de sodium):

Il y a deux types:

Double concentration

Tryptone.....	40g
Gluc.....	10g
Chlorure de sodium.....	10g
Phosphate bi potassique.....	5,4 g
Phosphate mono potassique.....	5,4 g
Acide de sodium.....	0,4g

Eau distillée.....	1000 ml
pH = 6,8	autoclavage = 15mn 121C°
Simple concentration:	
Tryptone.....	20g
Glucose.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Phosphate mono potassique.....	2,7 g
Acide de sodium.....	0,2g
Eau distillée.....	1000 ml
pH = 6,8	autoclavage = 15mn 121C°

- **B.C.P. (bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre)** : Il permet de rechercher et de dénombrer les coliformes, par la fermentation du lactose et la production de gaz.

Il y a deux types:

Double concentration:

Peptone.....	10 g / l
Extrait de viande	6 g / l
Lactose	10 g / l
Pourpre de bromocrésol	0,05 g / l
Eau distillée.....	1000 ml
pH final = 6 autoclavage = 20 mn a 120C°	

Simple concentration:

Peptone	5 g / l
Extrait de viande	3 g / l
Lactose.....	5 g / l
Pourpre de bromocrésol	0,025 g / l
Eau distillée	1000 ml
pH = 6,9 / autoclavage = 20 mn a 120C°.	

Viande foie (VF):

Préparé en deux étapes sont:

- Milieu de base:

- Base viande foie.....	30g
- Glucose.....	2g

Amidon..... 2 g

- Agar..... 1g

- Eau distillée..... 1000 ml

- Au moment de l'emploi:-

Ajouter a 20ml de milieu de base fondé

0,5 ml d'une solution de sulfate de sodium a 5%

4 gouttes d'alun de fer commoniacol.