REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 Mai 1945 de GUELMA
FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIERIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE MAGISTER

BIOLOGIE

OPTION : HYDROECOLOGIE

(SANTÉ, EAU ET ENVIRONNEMENT)

THÈME

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX D'UN LAC ARTIFICIEL : CAS DU BARRAGE DE ZIT-EMBA (WILAYA DE SKIKDA)

.

réalisé par : Amor Abda Wahiba

Devant le jury :

Président :	**Houhamdi. M**	**(Prof)**	**université de Guelma**
Examinateur :	**Kachi. S**	**(M.C)**	**université de Guelma**
Promoteur :	**Nouar. T**	**(M.C)**	**université de Guelma**

Soutenu en : 2009

REMMERCIMENT

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous les intervenants et toutes les personnes qui, de prés ou de loin, ont contribué à sa réalisation, en particulier :

Je remercier en premier lieu monsieur "Tahar. Nouar" Maître de Conférences à l'université de Guelma, d'avoir accepté de diriger ce travail. Ses conseils ainsi que sa gentillesse m'ont permis de mener à bien ce travail. Je ne saurai lui exprimer ma gratitude et ma reconnaissance à une juste valeur. Je remercie très sincèrement.

Je remercie monsieur "Moussa Houhamdi", Professeur à l'Université de Guelma, d'avoir accepté d'honorer cette soutenance comme président de jury. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus haute considération.

Je remercie Monsieur "Silmane Kachi ", Maître de conférences et chef de département à l'Université de Guelma, qui ont bien voulu examiner ce travail et d'être membre de jury, Je leurs experiment mes très vifs remerciements et mon profond respect.

Je remercie également l'ensemble du personnel du Département de biologie (étudiants, enseignants, techniciens, secrétaires), et surtout le responsable de laboratoire Monsieur Bouchlaghem, et sans oublié les techniciennes de laboratoire "Hourria" et "Rania" que j'ai pu côtoyer durant cette années.

Je remercie également l'ensemble du personnel du laboratoire de Géni-Civile université de Guelma.

Mes meilleurs remerciements vont également aux personales du laboratoire de la biologie marine université de Baji Mokhtar, Annaba et qui m'ont encouragé et aidé à la

réalisation de ce travail, en particulier: Mr. Le professeur "Lounissi .M ", et Melle Houda.

Je remercie toute personne, de laboratoire de microbiologie de L'ancien hôpital et surtout Mm "Fatiha Béchiri" et son marré Ms "Saaidia" d'avoir m'aidé beaucoup don mes travaux pratique.

" Mes sincères remerciements s'adressent également à ma famille, mon père" Rachid", ma mère "Djamila", ma sœur "Samia", et mon frère " Houssem" qui n'on pas hésiter de m'aider et m'encourager moralement et matériellement Jusqu'à la fin de cette ouvrage.

Mes sincères remerciements vont également à tous mes amis " Aouati. A", " Aouadi. H", "Boubidi. W", et "Sahli. I", a mes amies et mes collèges en poste de graduation " Aoussi. A", "Fouzari. L"," Hlassi. I ", "Meziane. N". Pour leurs encouragements et leur bonne humeur.

À mes collègues de ma promotion, magister:

"Merzoug. S ", " Chibani. S", "Bouagal. L", "Bougougile. S", "Alafri. A", "Charchar. N", " Bouchaala. M", et les étudiants d'ingénieura : "Kheir-eddine", "Karima", "Zahra", "Asia".

Enfin à tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de ce travail directement ou indirectement, par leur amitié et leur sympathie, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Tables des matières

Remerciement

Résumé

Introduction

1. Situation géographique de la zone d'étude..... 2

Chapitre I : Etude géologique

1. Introduction…… 4

2. Géologie de la région d'étude …… 4

3. Stratigraphie et description lithologique des formations…… 4

3.1 La nappe numidienne…… 4

3.2 La nappe du flysch de type Guerrouch = flysch maurétanien …… 6

3.3 Les nappes de la dorsale kabyle …….. 6

1 3.31Les nappes provenant de la dorsale interne …….. 6

3.3.2 Les nappes provenant de la dorsale médiane …… 7

3.3.3 Les nappes provenant de la dorsale externe…… 7

3.4 La nappe du flysch de Penthièvre…….. 7

3.5 La nappe du flysch à microbrèches sénoniennes ou flysch massylien …. 8

3.6 La nappe épi – tellienne …….. 9

3.7 Les formations de la plateforme néritique constantinoise …… 9

4. Les concentrations minéralogiques et les gisements miniers …… 12

4.1 La minéralisation au niveau du massif de Djebel DEBAR…… 12

4.2 La minéralisation au niveau de Djebel TAYA …… 12

4.3 Les minéralisations au niveau de la localité Kalaâ Bou Diar …….. 12

5. Le Quaternaire (Les formations alluviales du cours d'eau principal et

ses différentes chaabas)…… …… 13

6. CONCLUSION …… 14

Chapitre II : Etude climatologique

1. Introduction…… 15

2. Comblement des lacunes …….. 15

3. Etude des précipitations annuelles…… 16

3.1 Etude de la pluviométrie annuelle…… 16

3.2 Ajustement des pluies annuelles à une loi normale …….. 17

-Le test χ^2…… 18

3.3 Détermination de la lame d'eau précipitée…….. 18

4. Précipitations mensuelles……19

4.1 Précipitation saisonnière…… 19

4.2 Coefficient pluviométrique…… 20

4.3 Evaporation…….. 20

4.3.1 Evapotranspiration potentielle (ETP)…….. 21

4.3.2 Evapotranspiration réelle (ETR)…… 21

4.4 Ruissellement (Re)…….. 24

- Formule de D.G.R.E…… 24

4.5 Bilan Hydrologique…… 25

4.6 Températures……26

4.7 Continentalité pluviale moyenne…… 26

4.7.1 Calcul des coefficients pluviométriques……28

4.7.2 Diagramme pluviométrique…… 28

5. Réseau hydrographique…… 29

6. Conclusion……30

Chapitre III : Etude chimique.

1. Introduction …… 31

2. Protocole d'acquisition des données …… 31

3. Critiques des données …… 32

4. Faciès chimique…… 32

5. Analyse en composante principale…… 33

5.1 Caractéristiques chimiques…… 34

5.1.1 Statistique descriptive……34

5.1.2 Corrélation entre paramètres……35

5.1.3 Interprétation des principaux facteurs……36

5.1.3.1 Etude de la contribution au premier facteur……36

5.1.3.2 Etude de la contribution des observations au second facteur……37

5.1.3.3 Contribution des individus…… 38

6. Les paramètres abiotiques……38

6.1 L'oxygène dissous :…… 38

6.2. Les conductivités électriques…… 40

6.3 La turbidité…… 40

6.4 La dureté …… 40

6.5 pH…… 41

6.6 : E_H…… 42

7. Etude de la pollution…… 42

7.1 Théorie des indices de pollution organique…….. 42

A. Indice de pollution organique (IPO)…… 42

B. Classification des paramètres (institut d'hygiène et d'épidémiologie "IHE")…. 43

7.2 Application aux eaux …….. 44

7.2.1 IPO…… 44

7.2.2 Indice de pollution organique selon L'IHE…… 45

7.3 Contamination chimique…….. 46

7.3.1 Indices de contamination……47

7.3.2 les nutriments…….. 50

7.3.3 L'ammonium…… 50

7.3.4 Les orthphosphates……. 50

7.4 Les métaux lourds……. 51

7.4.1 Cadmium…… 52

7.4.2 Plomb…… 52

7.4.3 Cuivre…… 53

7.4.4 Zinc…… 54

7.4.5 Manganèse…… 54

7.4.6 Fer…… 55

8. Conclusion …… 55

Chapitre IV : Etude Hydrogéochimique

1. Introduction……..56

2. Les pressions partielles de CO_2 (PCO_2)……56

3. Indice de saturation……56

4. Utilisation de l'eau ……57

4.1 Critères des eaux d'irrigation…… 57

4.1.1 La conductivité…….. 58

4.1.2 Les éléments toxiques…… 58

4.1.3 Influence sur la perméabilité…… 58

4.1.4 Influence du chlore…… 58

4.1.5 Classification des eaux d'irrigation…… 59

5. Classification de Wilcox…… 60

5.1 Application : …….. 62

5.2 Usage industriel……62

5.2.1 Equilibre calco-carbonique……..62

5.2.2 Usage à l'AEP……63

6. Conclusion …….. 63

Chapitre V : Etude bactériologique

1. Matériel et méthodes ……64

1.1 Technique de prélèvement de l'eau pour une analyse bactériologique …….64

1.2 Examen Bactériologique ……64

1.2.1 Détermination des germes revivifiables à 22 °C et à 37°C ……65

1.2.2 Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs ……66

1.2.3 Dénombrement des coliformes fécaux…….. 69

A. Test présomptif : Dénombrement en milieu liquide sur BCPL ……69

B. Test confirmatif : Ensemencement du milieu Schubert ……..70

1.2.4 Dénombrement des streptocoques fécaux ……..73

1.2.5 La Galerie API 20 E …… 73

1.2.6 Coloration de Gram …….. 74

2. Résultats…… 74

3. Interprétation et discussion…….. 76

3.1 Rapport CF/SF……..78

3.2 Indice de qualité microbiologique (IQM) ……79

3.2.1 Principe de l'IQM ……..79

3.2.2 Calcul de l'IQM ……..79

4. Conclusion ……..81

Conclusion Générale……82

L'eau est essentielle pour la vie, à l'hygiène, elle constitue aussi le patrimoine d'une nation. Cependant elle peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson.

L'eau est une préoccupation constante de toutes les époques et de tous les lieux. Assez souvent quand il y a excès dans le cas d'une inondation ou pénurie en période de sécheresse, l'eau devient une question de vie et de mort. Jadis on s'interrogeait sur la pureté microbiologique des eaux, de nos jours on s'inquiète non seulement de sa qualité microbiologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques.

La plupart des industries évacuent leurs effluents dans les proches cours d'eaux, pensant les diluer ainsi. Or, « la solution de la pollution ne doit pas être la dilution, étant donné qu'il est plus facile de mettre un morceau de sucre dans une tasse de café que de l'en ressortir ».

Dans le même ordre d'idées, déplacer les déchets d'un lieu à un autre ne saurait résoudre le problème d'assainissement. Ces options ne sont que des alternatives provisoires qui ne font que transférer le problème. D'où la nécessité de lutter contre la pollution sous toutes ses formes notamment la pollution des eaux.

La systématique Algérienne est de tenir compte du développement des ressources en eau ni de la gestion des eaux usées qui y sont déversées.

Si l'on ne saurait trop insister sur la nécessité d'un approvisionnement suffisant en eau des citadins, il faut aussi considérer que la pression démographique due à ces populations, l'industrialisation et les contraintes

croissantes subies par l'environnement exigent que les politiques de l'eau soient envisagées dans l'optique d'un développement durable.

Le but du notre travail consiste à étudier les caractères physico-chimique et bactériologique en vue de mètre en évidence la pollution des oueds et de barrage de Bekkouche Lakhdar (ZIT-EMBA).

1. Situation géographique de la zone d'étude

La région d'étude appartient à la chaine alpine nord-orientale. Elle est située sur le territoire de la wilaya de Skikda. La région est à cheval sur deux bassins qui sont le bassin de la Seybouse au sud et nord–est et le bassin kébir ouest dans sa partie nord ouest (figure 1).

Le lac artificiel de Zit-Emba est situé dans la localité de Bekkouche Lakhdar et limité :

- Au Nord par Azzaba
-A L'Ouest par les contreforts de djebel Debagh, Taya et Grar
-A l'Est par djebel el Menchoura
- Au Sud par Bouati Mahmoud

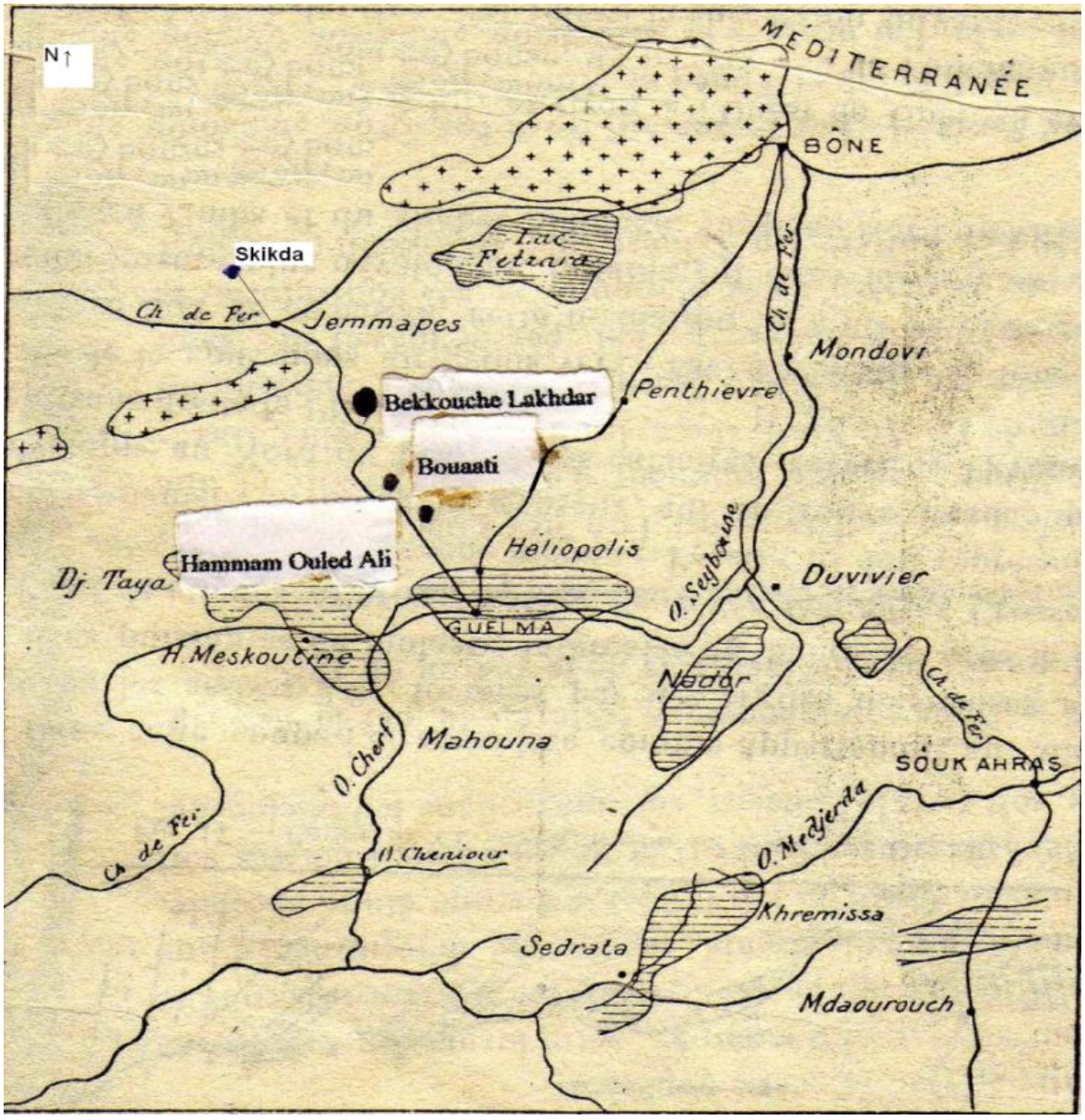


Figure1 : Situation géographique de la zone d'étude

1. Introduction

La région de Skikda fait par partie de l'ensemble géologique du Tell d'Algérie Nord orientale. Cet ensemble qui s'étend de la région de Constantine la frontière Algéro-Tunisienne. Sa structure est trop complexe, est due essentiellement à des mouvements tectoniques tertiaires.

La géologie a tiré des travaux de Vila J.M (1980), et Lahondére J.C (1987).

2. Géologie de la région d'étude

La région concernée par cette étude s'étend sur de grandes surfaces représentées sur les cartes géologiques au 1/50000 de Hammam Meskhoutine, Guelma, Ain Berda (Penthièvre) et Azzaba (Jemmapes)**.** L'édifice structural des formations géologiques du bassin versant de Zit-Emba et ses environs présente un empilement de nappes de charriages appartenant aux trois domaines paléogéographiques cités précédemment. Du Nord au Sud et de haut en bas (Figure.2)**,** on distingue :

- La nappe numidienne ;
- La nappe du flysch de type Guerrouch = flysch maurétanien ;
- Les nappes de la dorsale kabyle ;
- La nappe du flysch de Penthièvre
- La nappe du flysch à microbrèches Sénoniennes = flysch massylien ;
- La nappe épi-tellienne ;
- Les formations de la plateforme néritique constantinoise.

3. Stratigraphie et description lithologique des formations

3.1 La nappe numidienne

La nappe numidienne affleure dans la partie Est du bassin versant. Elle

forme les sommets de Djebel Menchoura et les crêtes situées entre ce dernier et Nechmeya. Elle se développe également dans la partie Sud de l'aire d'étude et constitue les affleurements de Djebel Bou Aslouge. Cette nappe est représentée par ses deux faciès classiques : Les argiles de base à Tubotomaculum et les grès numidiens. Les argiles de base affleurent généralement dans de mauvaises conditions car elles sont souvent masquées par les éboulis provenant des barres gréseuses sus-jacentes. Ce sont des argiles vertes parfois brunes ou rougeâtres et d'épaisseur généralement réduite. Elles contiennent des bancs de quartzites fins, vert foncé, parfois micacés. Les grès numidiens sus-jacents sont hétérométriques bruns fauves, affleurent en bancs massifs décimétriques. Ces grès alternent parfois avec des passées pélitiques de faibles épaisseurs.

3.2 La nappe du flysch de type Guerrouch = flysch maurétanien

Les formations de cette nappe affleurent à quelques kilomètres au Nord de Bouati Mahmoud et s'étendent largement au Nord Est du bassin versant où elles forment les hauteurs des Djebel Meharem et Hadjar Munchar. Ces formations se développent également au Nord et à l'Est de Zit- Emba et constituent les affleurements de Koudiet Mazouz et Mekassa. La nappe du flysch de type Guerrouch comporte des termes plus récents que le Néocomien.

Au dessus de ces niveaux, il existe par endroit des intercalations polychromes vertes et rouges et des niveaux quartzitiques verts. Sur le versant Nord de Djebel Menchoura, à la limite Sud de la feuille de Penthièvre, la nappe du flysch de type Guerrouch présente au dessus du Crétacé inférieur gréseux, un faciès de même nature d'âge Crétacé moyen où apparaissent de minces intercalations argilo schisteuses à petits bancs de calcaires fins et à minces plaquettes microbréchiques, parfois silicifiées. Cette série comporte également des termes du Cénomanien et du Turonien. Latéralement, vers l'Ouest, à la limite des feuilles au 1/50000 de Jemmapes et de Hammam Meskhoutine, de vastes

affleurements gréseux de type flysch Guerrouch, sont en continuité avec la série de Djebel Menchoura. Ces affleurements montrent un Crétacé moyen où les niveaux siliceux sont bien développés sous la forme des classiques bancs micro-conglomératiques à bandes siliceuses blanches.

Ces formations et celles de Djebel Menchoura se poursuivent par un Crétacé supérieur gréseux toujours très homogène quant à sa granulométrie mais toutefois plus grossier qu'au Crétacé inférieur.

3.3 Les nappes de la dorsale kabyle

Les formations qui constituent les nappes de la dorsale kabyle sont observables dans les environs immédiats de l'agglomération de Zit-Emba. Ces nappes proviennent de trois zones paléogéographiques différentes de la dorsale kabyle dites interne, médiane et externe.

3.3.1 Les nappes provenant de la dorsale interne

Ces nappes affleurent à 3 km à l'Est de l'agglomération et forment les écailles supérieures de la Guelaâ Zit-Emba. Ces séries varient relativement peu au-dessus d'un substratum surtout phylladique supportant de rares témoins de Paléozoïque et localement recouvert par un Permo-Trias gréseux rouge. Au secondaire, on y rencontre au total : un Trias moyen supérieur calcairo-dolomitique surmontant les niveaux gréseux rouges et exceptionnellement gypseux, un Lias inférieur dolomitique et calcaire massif, un Lias moyen supérieur fait de calcaires à silex, un Jurassique moyen- supérieur et un Crétacé calcaire de faible épaisseur, parfois noduleux, réduit ou absent. Le Tertiaire est transgressif, soit dès le Paléocène, soit à l'yprésien représenté par des calcaires massifs à faciès épi-néritiques. Le Lutétien supérieur Priabonien est bréchique et discordant de même que l'Oligocène gréseux et micacé qui lui fait suite.

3.3.2 Les nappes provenant de la dorsale médiane

La kalaâ Zit-Emba montre, immédiatement au-dessus des séries écaillées précédentes, une série sensiblement continue du Crétacé inférieur à l'Eocène, constitué de calcaire marneux fin et de marne à microfaune pélagique.

3.3.3 Les nappes provenant de la dorsale externe

Ces nappes affleurent au Sud de l'agglomération de Zit-Emba, elles sont représentées par la lame de la cote 393 de Djebel Chbibek. Celles-ci se prolongent vers l'unité externe du Djebel Labiod (situé à l'Ouest de Zit-Emba)

3.4 La nappe du flysch de Penthièvre :

Cette nappe présente de vastes affleurements entre Zit-Emba et Bouati Mahmoud et se développe largement au NE du bassin versant où elle forme les hauteurs de Douar Eulma kricha. Le témoin le plus méridional de la nappe de Penthièvre se trouve dans la partie méridionale du bassin versant à l'extrémité orientale de Djebel Debar.

La nappe du flysch de Penthièvre présente des termes allant l'extrémité orientale de Djebel Debar. La nappe du flysch de Penthièvre présente des termes allant du Cénomanien à l'Oligocène. Le Cénomanien et le Turonien sont représentés par des niveaux bréchiques ou microbréchiques clairs à lentilles silicifiées, blanches, ayant l'aspect de petits bancs de silex. Ces couches alternent avec des lits de marnes schisteuses claires riches en microfaunes Le Sénonien présente une série conglomératique plus ou moins épaisse. Le matériel remanié, gréseux et calcaire est le même, mais sans traces de silicifications. L'Eocène inférieur vient en continuité au-dessus des assises précédentes. Il est marqué par l'apparition de bancs de calcaires microbréchiques gréseux gris. Les premiers bancs de microbrèches, en plus de débris gréseux, phylliteux, calcaires et dolomitiques,

remanient les silex, rouges et gris du Sénonien terminal.

Le Paléocène inférieur et moyen sont représentés par des microbrèches calcaires fossilifères. Le Paléocène terminal est dépourvu de silex remanié mais riche en éléments organodétritiques.

L'Eocène basal est caractérisé par des intercalations argileuses dépourvues d'éléments grossies. Au sommet de la série bréchique de l'Eocène inférieur, les microbrèches deviennent bleues et s'enrichissent en éléments organodétritiques de natures diverses. La limite Yprésien-Lutétien est marquée par l'apparition des intercalations d'argiles schisteuses (rouges de lie de vin) de 10 à 20 m d'épaisseur. Le Lutétien supérieur est bien représenté par une intercalation de niveaux microbréchiques et des niveaux argilo-schisteux riches en microfaune. Le Priabonien qui fait suite en continuité au Lutétien supérieur est caractérisé par l'apparition des brèches plus grossières. Ces niveaux sont surmontés par une série épaisse de 100 à 150 m de microbrèches brunes qui alternent avec des argiles schisteuses bruns clairs. L'Oligocène est représenté par une puissante formation de avec des argiles schisteuses bruns clairs. L'Oligocène est représenté par une puissante formation de feldspathiques.

3.5 La nappe du flysch à microbrèches sénoniennes ou flysch massylien

La nappe du flysch à microbrèches sénoniennes ou flysch massylien affleure dans les environs de Bouati Mahmoud et dans la partie Sud du secteur d'étude (Nord et Nord-Ouest d'El-Fedjouj) où elle forme une bande de terrain allongé d'Est en Ouest.

Cette nappe est représentée par une série relativement épaisse formée de marnes et de niveaux microbrèchiques comportant un Crétacé moyen à phtanites blancs et noirs, et surmontée par un Crétacé supérieur argilo–marneux, souvent

très riche en intercalations de microbrèches brunes bioclastiques et pratiquement dépourvue d'apport gréseux.

3.6 La nappe épi – tellienne

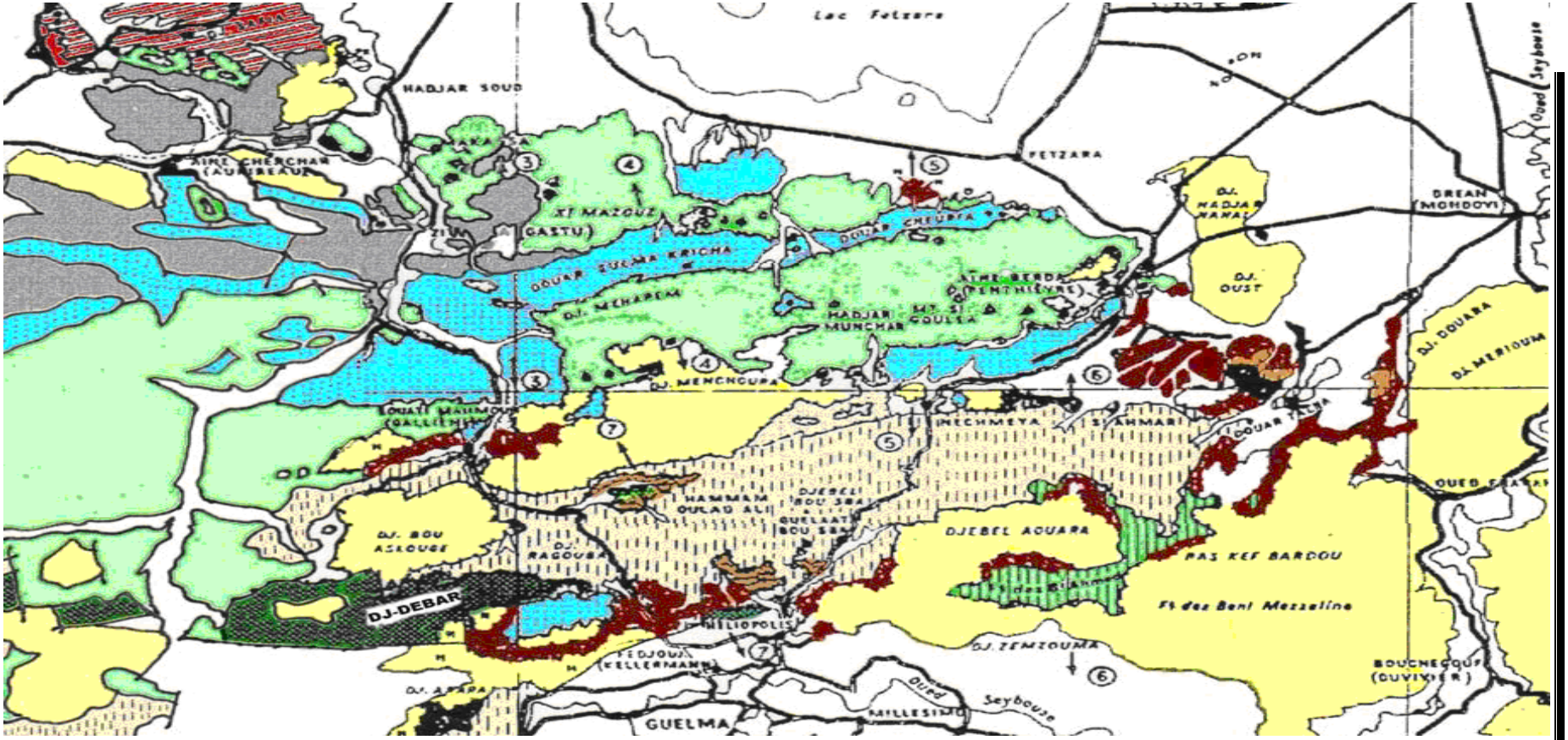
La nappe épi-tellienne occupe sur des surfaces relativement importantes de l'aire d'étude et se développe, essentiellement, à l'Est et au Sud-Ouest du bassin versant. Les formations de cette nappe sont caractérisées par l'existence de faciès vaseux sombres, souvent à « boules jaunes ». De tels faciès apparaissent dans l'Eocène lié à la série du Djebel bou Sba. Ces faciès sombres caractérisent également l'unité du Hammam Ouled Ali. Celle-ci est coincée entre l'unité du Djebel bou Sba et les formations autochtones néritiques du Djebel Debar. Au total, l'unité épi-tellienne possède, au Sud et au SW de Djebel bou Sba, un Barrémo - Aptien marno–calcaire sombre à Ammonites, un Albien schisteux noirâtre, une barre de marno–calcaire plus clair du Vraconien -Cénomanien inférieur. Le Sénonien noir est visible dans la fenêtre du Hammam Ouled Ali et au Sud du Djebel bou Sba.

3.7 Les formations de la plateforme néritique constantinoise

Dans le secteur concerné par cette étude, les affleurements qui appartiennent à la plateforme néritique constantinoise sont : Djebel Debar, Djebel Grar, Djebel Taya, Hammam Ouled Ali et Mechta ou Douar bou Zitoun.

La série néritique puissante de près de 1000 m, ne comporte pas de terme plus récent que le Sénonien. Au dessus d'un Trias calcaire et schisto-gréseux, après un jurassique dolomitique, le Crétacé débute par des couches calcaires et des dolomies et se poursuit jusqu'à l'Albien par des faciès épi-néritiques graveleux ou oolithiques à foraminifères benthiques Cénomanien n'est connu qu'au Djebel Debar sous le faciès de calcaires construits à caprines. Le Turonien et le Sénonien

inférieurs manquent. Le Sénonien supérieur, sans discordance angulaire visible, est localement d'aspect conglomératique à sa base et remanie parfois les orbitolinidés de l'Albien sous- jacent dans des niveaux bioclastiques.



Quaternaire Alluvions récentes ou actuelles : terrasses des oueds

Nappe numidienne Grès numidiens et argiles de base à Tubotomaculum

Nappe du flysch maurétanien Grès, argiles schisteuses, micro brèches et bandes

Les formations de la plateforme néritique constantinoise calcaires et calcaires dolomitiques

Nappe du flysch à microbrèches sénonienne Marne et niveaux microbrèchiques

Nappe epi-tellienne Eocène de la série du Djebel bou Sba et l'unité de Hammam Ouled Ali

Nappe de la dorsale kabyle
Nappe de la dorsale interne : Grès rouge, calcaires dolomitiques, calcaire massif épi néritique, calcaire
Nappe de la dorsale médiane : Calcaire marneux fin et marnes
Nappe de la dorsale externe : Grès, conglomérats, marnes, calcaires argileux à horizons microbrèchiques et grès micacés

Nappe du flysch de Penthièvre Calcaires microbrèchiques, lentilles silicifiées, marnes et argile schisteuses conglomérats et grès micacé

Figure 2 : Schéma structural de la région de Zit-Emba
(D'après J.M.Vila 1969)

4. Les concentrations minéralogiques et les gisements miniers

Les prospections géologiques et minières effectuées dans la région ont permis de mettre en évidence la présence de certains gisements miniers, (Figure 3); Ceux-ci sont localisés essentiellement dans la partie méridionale du bassin versant. La nature et la concentration minéralogiques de ces gisements sont variables d'une localité à une autre.

4.1 La minéralisation au niveau du massif de Djebel DEBAR

Djebel Debar est un massif carbonaté important situé dans la partie Sud du bassin versant. Il est faillé et fracturé et correspond à un anticlinal d'axe Est-Ouest. Les failles qui affectent la partie nord-Ouest et la partie centrale de ce massif sont minéralisées. Ces concentrations minéralogiques qui existent correspondent à l'halloysite (silicate d'alumine Hydraté=Kaolinite). Cette concentration est accompagnée d'un gisement d'oxyde de fer, associée à des carbonates de zinc ($ZnCO_3$) et de plomb arsenicaux et à de l'arséniate de Zinc.

4.2 La minéralisation au niveau de Djebel TAYA

Ce massif est situé à l'extrême Sud-Ouest du bassin versant. Il appartient à fractures qui affectent Djebel TAYA sont minéralisées. On y trouve du Sulfure d'antimoine (Stibine Sb_2S_3) avec des traces de cinabre (HgS). Cette minéralisation se présente en amas lenticulaires dans les calcaires compacts ou au contact des calcaires et des marno-calcaires sénoniens décollés des assises rigides sur la périphérie du dôme.

4.3 Les minéralisations au niveau de la localité Kalaâ Bou Diar :

Les calcaires compacts à durs renferment une concentration de calamine ($Zn_4Si_2O_7)OH_2$ et de barytine ($BaSO_4$).

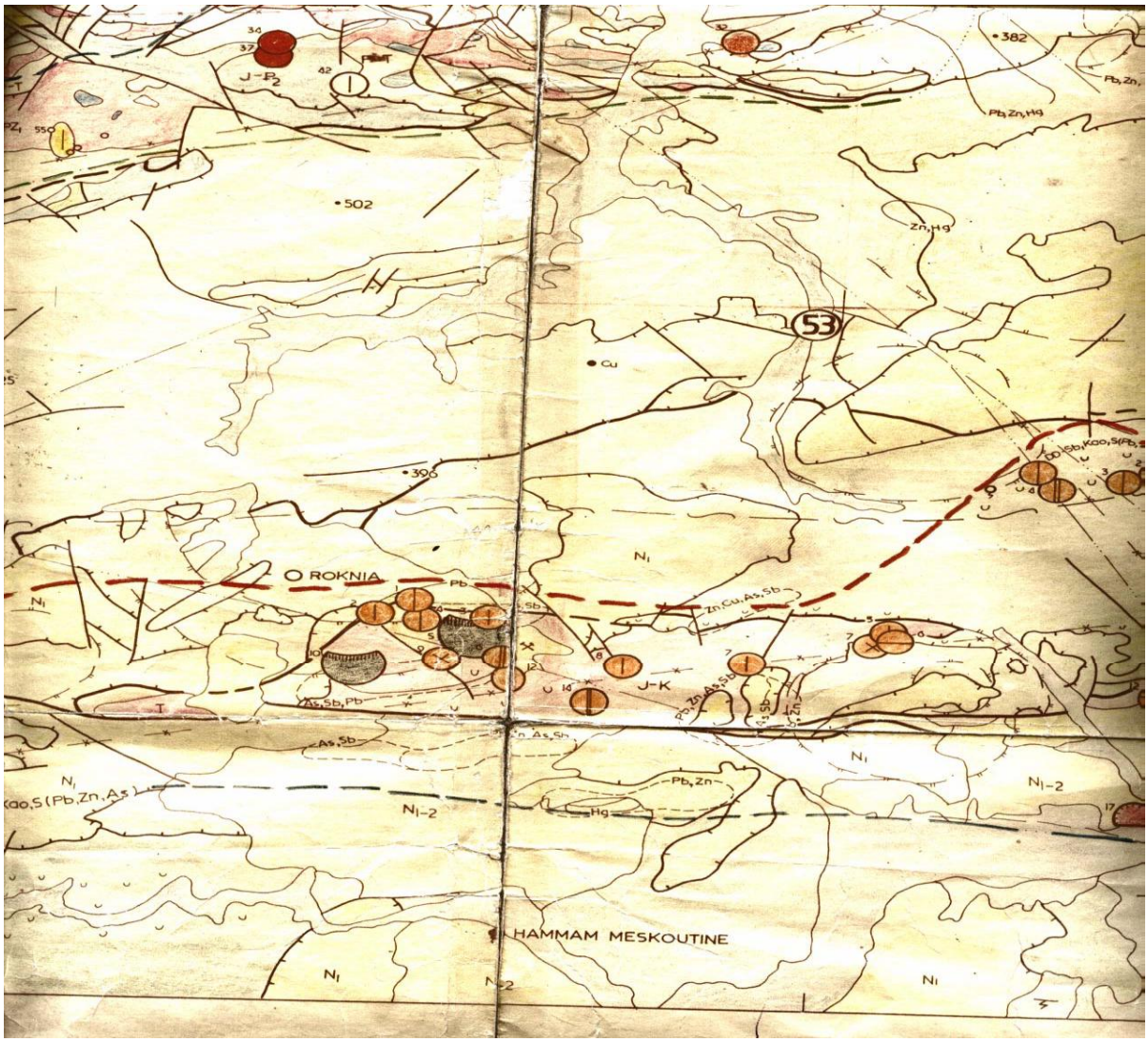


Figure 3 : Carte métallogénique de la région (Belhadj, 2006)

5. Le Quaternaire (Les formations alluviales du cours d'eau principal et ses différentes chaabas)

Ces formations correspondent à des dépôts quaternaires anciens et récents qui se développent de part et d'autres du cours d'eau principal et ses différentes chaabas. Ce sont des dépôts alluvionnaires détritiques de granulométrie et de dimensions variables. Ils sont très faiblement ou non consolidés et leur perméabilité est élevée. Ces caractéristiques permettent la création des nappes

phréatiques.

6. CONCLUSION :

Il ressort dans le chapitre consacré à l'étude géologique, que le secteur présent des anomalies métallo géniques d'éléments toxiques constatés dans la partie méridionale du bassin versant. On s'aperçoit que la majeure partie du bassin versant est occupée par des terrains à formations paléogéographiquement différentes.

On s'aperçoit que le bassin versant est le siège de plusieurs gîtes minéraux qui peuvent entraîner des concentrations notables en plomb, zinc, mercure, arsenic… , aussi bien dans les eaux de surface que dans les eaux souterraines De ce fait, une étude chimique s'impose sur les eaux d'Oued EL-Hammam, Mouguer et le Barrage afin de confirmer ou infirmer la présence de ces éléments qui pourraient influencer la qualité de ces eaux aussi bien vis-à-vis de l'eau potable destinée à l'alimentation des populations ou à l'irrigation.

1. Introduction

L'étude des données climatologiques est nécessaire à la compréhension des mécanismes de circulation des eaux superficielles et souterraines. Elle permet donc d'approcher les termes du bilan hydrique, qui sont surtout les précipitations, l'évapotranspiration, l'infiltration et le ruissellement.

Pour la région d'étude, nous avons pu disposer des données de la station météorologique de Skikda. Cette dernière se trouve à la limite sud du bassin.

Tableau 1 : Situation géographique

Station	Altitude (m)	Longitude	latitude	Période d'observation
Skikda	275	-	-	11 ans

2. Comblement des lacunes

La station de la région de Skikda retenue pour l'étude de la série présente des lacunes sur plusieurs mois. La restitution des données manquantes a été établie à l'aide de la méthode des rapports, qui se justifie, dans notre cas, par le peu de lacunes au sein des données.

L'application de cette méthode est simple. Elle admet que le rapport des hauteurs des pluies tombées pendant un même mois et pendant une série de mois de même nom était la même en des stations voisines (station d'el Fedjoudj) en d'autres termes les couples de stations doivent avoir les mêmes affinités climatiques et géographiques (Halimi. A., 1980).

Le comblement des données et la correction de la pluviométrie mensuelle peuvent être établis à l'aide de l'équation suivante : $Y = AX$ (1)

Y : est la valeur inconnue pour un mois particulier à la station lacunaire b,

X : la valeur correspondante observée à la station de référence a,

A : Constante d'ajustement égale au rapport de la somme de précipitations observées pendant une période commune aux deux stations.

Avec $$A = \frac{\Sigma Pa}{\Sigma Pb} \qquad (2)$$

3. Etude des précipitations annuelles

L'année pluviométrique correspond à l'année hydrologique allant de septembre en août. Ce découpage convient mieux aux recherches hydrologiques, et permet d'analyser les totaux de précipitations cumulées au cours d'un cycle hydrologique climatique.

L'irrégularité de la pluviométrie est générale et s'exprime par des régimes pluviométriques mensuels, saisonniers et interannuels.

D'une année à l'autre, les hauteurs enregistrées peuvent varier du simple au double, même lors des années exceptionnelles. Il en est de même pour des hauteurs mensuelles qui présentent partout de grandes amplitudes. Dans l'ensemble, et malgré des écarts prononcés, on constate une certaine similitude de la tendance des variations des précipitations annuelles. Ceci apparaît sur la figure 4, relative aux variations annuelles des précipitations de la station retenue. A travers ce graphique, on peut remarquer une certaine irrégularité des totaux pluviométriques annuels de la série.

3.1 Etude de la pluviométrie annuelle

La figure 4 visualise l'évolution de la pluviométrie annuelle sur une période de 11 années à la station de station de Skikda. On remarque une grande variabilité

des apports annuels comme le montre le caractère en dents de scie des profils. On enregistre une pluviosité allant de 537.70 à 1113 mm à la station de Skikda. Ces écarts annuels estompent l'existence des cycles secs. Toutefois, on remarque l'existence d'un cycle à basse pluviosité au cours de l'année.

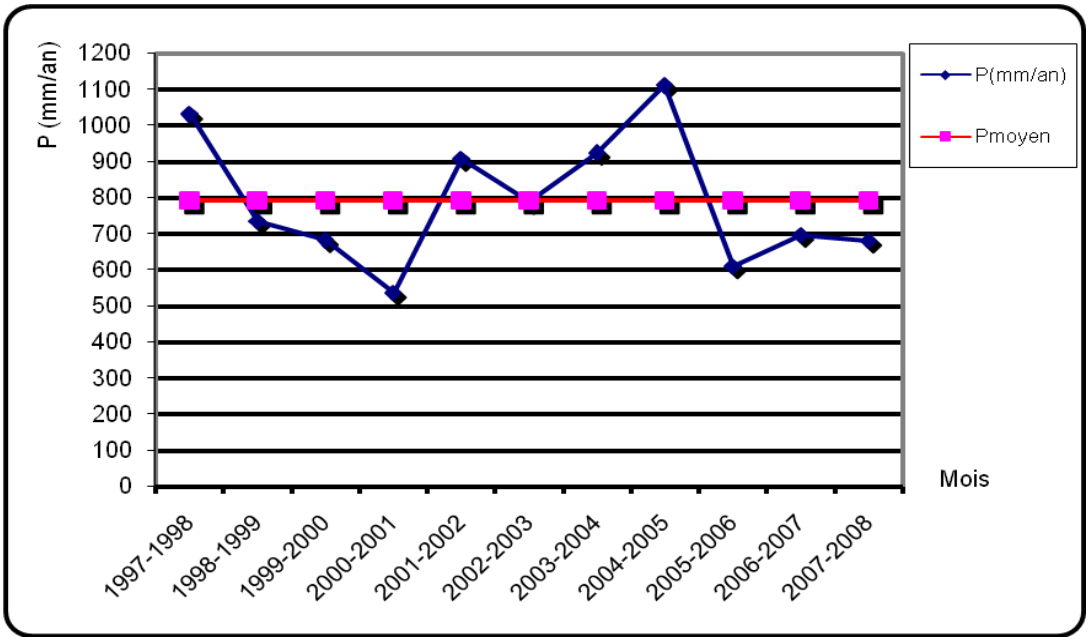


Figure 4: Evolution de la pluviométrie interannuelle

3.2 Ajustement des pluies annuelles à une loi normale

Nous remarquons que les distributions des précipitations annuelles fournissent un alignement acceptable. Elles peuvent être représentées par une loi normale de Gauss (figure 5). Pour cette méthode, nous pouvons également calculer les fréquences au non dépassement, et, le temps de retour (tableau 2).

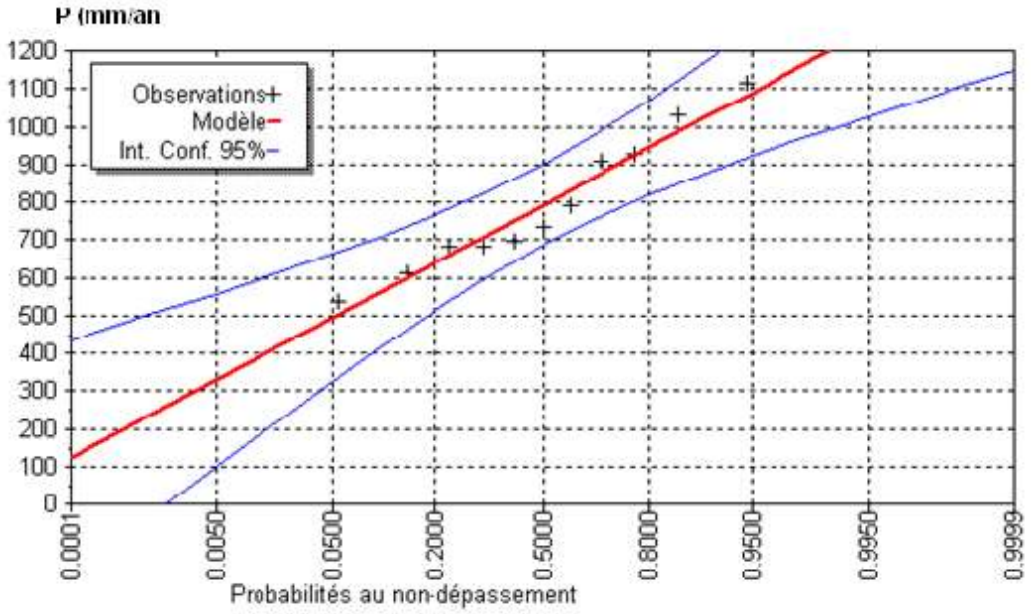


Figure 5 : Ajustement des pluies annuelles à une loi normale

-Le test χ^2

Le test montre des probabilités supérieures à 0.3359, H0 est acceptable au seuil de 5% ce qui signifie que l'on ne peut donc rejeter l'hypothèse selon laquelle l'ajustement est bon et que la loi de Gauss s'adapte bien aux hauteurs annuelles des précipitrations.

3.3 Détermination de la lame d'eau précipitée

C'est la plus rapide. Elle consiste à calculer la moyenne arithmétique des précipitations observées à chaque station. Cette méthode donne beaucoup d'importance aux valeurs extrêmes et, son efficacité est meilleure pour les petits bassins versants où l'influence des paramètres (altitude, latitude) et l'exposition au vent est partout identique.

Pour la période allant de 11 ans, la lame d'eau tombée sera respectivement à Skikda est de 796.82 mm/an.

4. Précipitations mensuelles

Les précipitations enregistrées à la station de Skikda sur une période de 11 années hydrologiques allant de (1997/1998 à 2007/2008) font ressortir des variations saisonnières avec un minimum au mois de juillet (8.72 mm) et un maximum au mois de décembre (145.00 mm) ; Cette correspondance s'étend également à la précipitation mensuelles (tableau 2). Le tableau donne la distribution des précipitations mensuelles sur 11 cycles hydrologiques.

Tableau 2 : Précipitations mensuelles moyennes interannuelles en mm

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P m(mm)	54.05	49.85	115.98	145	125.88	107.38	67.30	57.01	40.61	13.58	8.72	11.46

4.1 Précipitation saisonnière

Dans le tableau 3, sont regroupées les différentes valeurs de précipitations saisonnières.

Tableau 3 : Précipitations saisonnières

station	Moyenne	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Indice saisonnier	moyenne
Skikda	Moyenne saisonnière	219.88	378.26	164.92	33.76	HAPE	796.82
	pourcentage	27.59	47.47	20.69	4.23		

Malgré la grande variabilité des précipitations, on remarque que les pluies d'hiver sont toujours les importants avec des pourcentages allant de 47.47% et que la saison d'été est la plus sèche avec un pourcentage de 4.23%.

4.2 Coefficient pluviométrique

Le coefficient pluviométrique relatif est le rapport entre la quantité de la pluie observée réellement et celle que l'on aurait observé si la répartition de la pluie été uniforme tout le long de l'année. Il indique donc l'écart à une distribution uniforme. Plus la valeur du coefficient est élevée plus le mois est plus arrosé (tableau 4)

Tableau 4 : Coefficient pluviométrique à la station de skikda

Station de Skikda	
Année	**Coefficient pluviomètrique**
1997/98	1.30
1998/99	0.92
1999/2000	0.86
2000/2001	0.67
2001/2002	1.14
2002/2003	0.99
2003/2004	1.16
2004/2005	1.40
2005/2006	0.77
2006/2007	0.88
2007/2008	0.86

Nous remarquons que le nombre d'années sèches est supérieur aux nombre d'années humides. Ceci est la conséquence d'un épisode sec.

4.3 Evaporation

C'est la quantité d'eau rejetée sous forme de vapeur dans l'atmosphère tant par évaporation directe au niveau du sol que par transpiration des végétaux. Deux types à signaler :

4.3.1 Evapotranspiration potentielle (ETP)

Regroupe deux phénomènes essentiels :

La valeur limite évaporable par les végétaux et le pouvoir évaporant d'atmosphère. Plusieurs formules ont été utilisées pour l'évaluation de l'ETP, notamment celles de F. Turc (1954), Penman et C. W Thornthwaite (1954).

Dans le cadre de cette étude, nous appliquons la 3 ^{eme} formule (C.W Thornthwaite vu que les deux autres ne peuvent pas être utilisées en raison de l'absence de certaines données (l'insolation). La formule empirique de Thornthwaite est basée essentiellement sur la température moyenne de l'air :

ETP = 16 K $(10T)^a/I$

ETP = Evapotranspiration potentielle du mois en mm

T= Température moyenne mensuelle de la période en °C

I= Indice thermique avec $I = \sum_{i}^{12} \left(\frac{T}{5}\right)^{1.5}$

a = (1.6/100) I+ 0.5

K = Coefficient d'ajustement mensuel qui est fonction de la latitude

On admet que pour qu'il y ait écoulement, il faut que le pouvoir évaporant soit satisfait et par ailleurs, le remplissage de la RFU est également prioritaire sur l'écoulement. On établit ainsi un bilan à l'échelle mensuelle a partir de la pluie P de l'ETP et de la RFU.

4.3.2 Evapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle des végétaux fait appel à la réserve facilement utilisable (RFU) Celle-ci correspond à la quantité d'eau nécessaire aux plantes, retenue dans le sol par les forces capillaires. La quantité d'eau évaporée par les

plantes correspond donc à l'évapotranspiration potentielle diminuée de la RFU et s'appelle l'évapotranspiration réelle.

Pour calculer cette évapotranspiration réelle, de nombreuses formules existent et font appel à la RFU.

En 1954, F. Turc donne une formule empirique simplifiée de la RFU ; elle ne reste exploitable que pour de laps de temps de l'ordre de l'année. Elle est donnée par la relation:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

P : précipitation en mm

$L= 300+25t +0.05\ t^3$

t= température moyenne annuelle en °C

Selon la méthode de Turc, la valeur de l'ETR est estimée a 669.59mm /an et qui correspond à un pourcentage de 84.03 % des précipitations totales. Donc la relation de turc donne une ETR sur estimée.

Les tableaux ci-dessous (tableau 5 et 6) donnent les résultats obtenus par la méthode ci- dessus pour la station de Skikda allant de 1997/98 à 2007/008 et le cycle 2007/2008.

T °C	21	19.6	16.46	13.60	12.86	13.13	15.25	17.64	20.32	23.43	25.55	26.04
P (mm)	54.05	49.85	115.9	145	125.88	107.38	67.30	57.01	40.61	13.58	8.72	11.46
ETP (mm)	110.96	83.09	33.72	27.72	26.11	28.97	49.76	73.12	108.57	140.70	165.97	160.18
RFU (mm)	0	0	82.26	100	100	100	100	83.89	15.93	0	0	0
DA (mm)	56.92	33.24	0	0	0	0	0	0	0	111.19	157.25	148.72
EX (mm)	0	0	0	127.26	125.88	100.38	67.30	68.87	0	0	0	0

Tableau 5 : Bilan d'eau de Thornthwaite (Période 1997/98-2007/0008)

Tableau 6 : Bilan d'eau de Thornthwaite (Période : 2007/2008)

	S	**O**	**N**	**D**	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**j**	**A**
T°C	24.40	20.80	16.20	13.10	13.40	13.30	13.70	17.60	19.80	22.20	26.2	26.50
P (mm)	50	74	96	144	32	24	171	26	60	4.30	1	0
ETP (mm)	115.04	71.34	37.12	22.94	25	26.33	36.47	66.85	96.43	121.31	167.29	159.45
RFU (mm)	0	0	61.54	100	100	97.67	100	100	63.57	0	0	0
ETR (mm)	50	71.34	37.12	22.94	25	24	36.47	26	60	4.30	1	0
DA (mm)	65.04	0	0	0	0	0	0	0	0	53.44	156.29	159.45
EX (mm)	0	0	0	21.06	7	0	132.2	59.50	0	0	0	0

Nous constatons que :

*la recharge (RFU) des nappes s'effectue à partir du mois Novembre et le stock s'épuise en juin.

*L'ETP atteint son maximum au mois de juillet et atteint sa valeur minimale au mois de janvier.

*Le déficit agricole débute au mois de juin à octobre.

*L'excédent (écoulement) débute au mois de décembre à avril.

Les mêmes constatations se font pour le cycle hydrologique 2007/008.

4.4 Ruissellement (Re)

Pour l'estimation du ruissellement, nous tentons une formule qui a été appliquée pour l'extrême nord Tunisien étant donné que la formule de Tixeront habituellement utilisée en Algérie ne peut être adapté au bassin étudié vu que celle-ci n'est valable que pour les régions de faibles précipitation (P < 600 mm) et pour les petits, il faudrait faire des corrections en fonction de la nature du sol du bassin et de sa superficie (capacité de rétention, perméabilité, étanchéité…).

Formule de D.G.R.E

Cette formule appliquée par le D.R.G.E et élaborée par A. Ghorbel (1991), se base sur une corrélation de la lame d'eau écoulée annuelle et de la pluviométrie moyenne sur plusieurs années sur plusieurs bassins contrôlés.

De cette corrélation, se dégage trois groupes ayant des comportements différents du point de vue ruissellement:

- Le premier peu ruisselant
- Le second moyennement ruisselant
- Le troisième, très ruisselant

Les équations des droites de régression ajustées aux trois groupes précédents sont :

-G1→ Re = 0.26P -80

-G2→ Re = 0.26P

-G3→ $Re = 0.26P + 150$

-Re = Lame ruisselée

-P= pluviométrie moyenne sur le bassin en mm

Le choix du groupe auquel appartient le bassin ou le sous bassin dont nous voulons estimer l'apport reste un problème car il s'est avéré que pour un bassin

donné, les différents sous bassins n'appartiennent pas au même groupe. Cette différence dans les écoulements est due probablement à des conditions géologiques et pédologiques particulières.

Pour résoudre ce problème, A. Ghorbel (in Nouar. T) a tenté une corrélation entre le pourcentage cumulé des formations du quaternaire et des alluvions et l'écart entre la lame d'eau ruisselée à partir de cette corrélation sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau 7: Valeurs de corrélation © des lames écoulées Re

%du quaternaire	0	1-2	3-5	5-7	7-22	22-26	26-30	>30
C	+150	+120	+80	+40	+6	-20	-30	-80

Dans notre région d'étude, nous avons jugé utile d'appliquer la formule caractérisant le premier groupe étant donné que le quaternaire est en abondance :

$$Re = 0.26P-80$$

4.5 Bilan Hydrologique

Sachant que l'équation du bilan hydrique à la surface du sol est la suivante :

$$P= ETR +I + Re$$

ETR = Evapotranspiration réelle en mm

I = Infiltration en mm

Re = Ruissellement en mm

Pour un ruissellement de : 127.17mm/an, une évapotranspiration réelle 669.59 mm et une précipitation moyenne de 796.82mm/an, l'infiltration est de

0.06mm/an pour la période de 11ans. Dance cas la relation de turc est inadaptée pour notre bassin et pour une période courte de 11ans.

Températures

Les températures enregistrées pour la même période (cycle de 11années), présentent un minimum en janvier (12.86) et un maximum en aout (26.04) (tableau 8) avec respectivement et une moyenne annuelle de (19.63).

Tableau 8 : Répartition des températures sur 11 cycles hydrologiques

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T°C Moye	21.00	19.60	15.24	13.60	12.86	13.13	15.25	17.64	20.32	23.43	25.55	26.04
T°C Max	22.00	21.79	20.22	17.19	16.86	16.21	19.51	21.61	23.84	27.02	29.15	28.82
T°C Min	20..00	17.41	10.26	9.75	8.82	10.02	10.99	13.56	16.76	19.64	21.89	22.70

4.6 Continentalité pluviale moyenne

La continentalité pluviale permet de définir le climat continental (Coutagne, 1954), elle exprime le rapport R de la somme des coefficients pluviométriques relatifs mensuels des mois les plus chauds à la somme des coefficients pluviométriques relatifs des mois les plus froids. Il en ressort 3 catégories :

- Si R> 1.75 Climat continental
- Si 1<R< 1.75 climat semi-continental
- Si R< 1 climat non continental

4.6.1 Calcul des coefficients pluviométriques

Il a été défini par Angot en 1875 (Angot, 1875, in T. Nouar 1997), il s'exprime par :

$$Cp = \frac{365.Pi}{P.ni}$$

Cp= coefficient pluviométrique

P = Précipitation moyenne annuelle

Pi= précipitation du mois considéré

N = nombre du jour du mois

Ce coefficient s'écrit sous la forme en fonction des mois

$$Cp = \frac{365.PI}{P.ni} = K\frac{Pi}{P}$$

K = coefficient dépendant du nombre de jours du mois considéré

Les valeurs de K sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Pour le mois de février: $K = \frac{365}{28.3 + 29}$

Tableau 9 : valeur de K

Mois	**31 jours**	**30 jours**	**28et 29jours**
K	11.77	12.16	12.92

Sachant que P moyenne annuelle est de 796.82 mm, le tableau 10 donne les valeurs du Cp mensuel.

Tableau 10 : Valeur du Cp mensuelle

	Période humide					Période sèche						
Mois	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j	j	a
K	11.77	12.16	11.77	12.16	12.92	11.77	12.16	11.77	12.16	11.77	11.77	12.16
Pi	54.05	49.85	115.98	145	125.88	107.38	67.30	57.01	40.61	13.58	8.72	11.46
C_P	0.82	0.73	1.76	2.14	1.85	1.74	0.99	0.87	0.59	0.20	0.13	0.16

Ainsi le coefficient de R est calculé par la relation suivante :

$$R = \frac{Cpss}{Cpsh}$$

C_{pss} = ∑ des Cp mensuels de la saison sèche =2.04

C_{psh} = ∑ des Cp mensuels de la saison humide =9.94

L'indice de continentalité R calculé est de 0.20 par conséquent le climat de la région de Skikda est non continental.

4.7 Diagramme pluviométrique

Les paramètres température-précipitation sont des facteurs très intéressants, dans la mesure où leur combinaison permet de déterminer les mois véritablement secs. Ceci est basé sur le comportement de la végétation aux mois ayant un total de précipitation égal ou inférieur au double de la température mensuelle: $P \leq 2T$ (15)

La courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations pendant les mois secs.

Il en ressort du graphique à la station du bassin, la saison sèche débute au mois de mai et se termine en début d'octobre. Quant à la saison humide, elle commence à partir d'octobre et se termine en mars. L'irrigation des plantes débute au mois d'avril jusqu'au mois d'octobre.

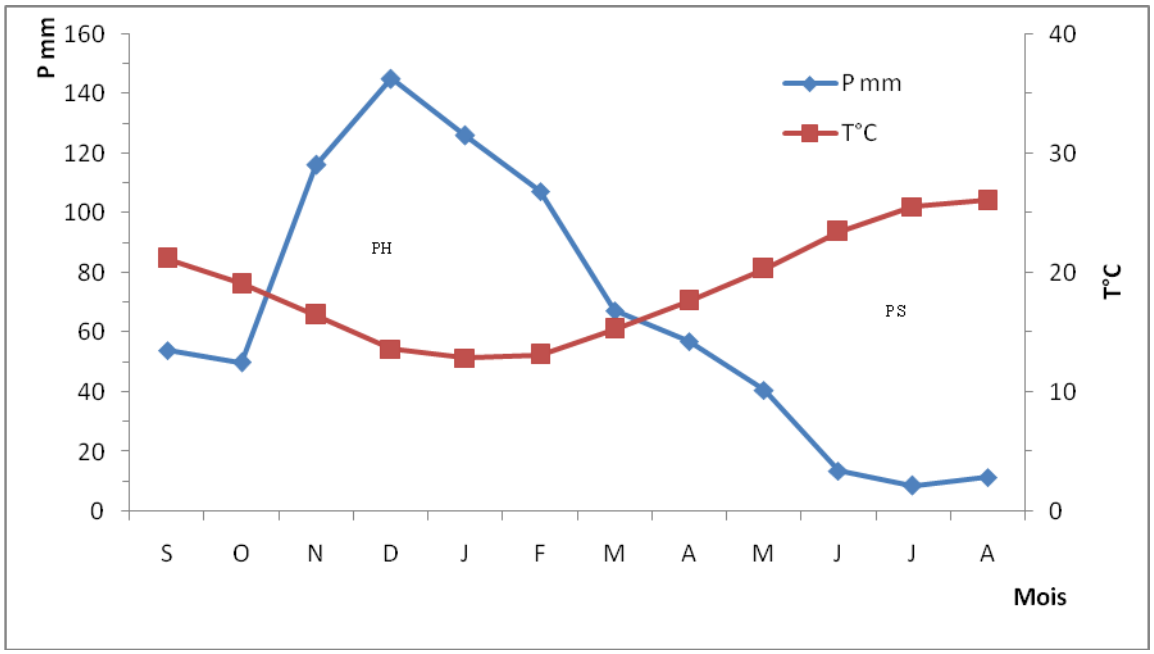


Figure 6 : Diagramme pluviométrique à la station de Skikda

5. Réseau hydrographique

Le sous bassin sud ouest du kébir ouest est drainé par l'oued el hammam et l'oued Mougeur et des chaabas qui les alimentent. La superficie du bassin versant du barrage Zit-Emba est de 485 km^2. Le bassin a une forme compacte triangulaire et comprend la branche Est de l'Oued Hammam (2/5) de la superficie générale, et la branche Ouest de l'Oued Mouguer (3/5) de la superficie générale (Figure 7).

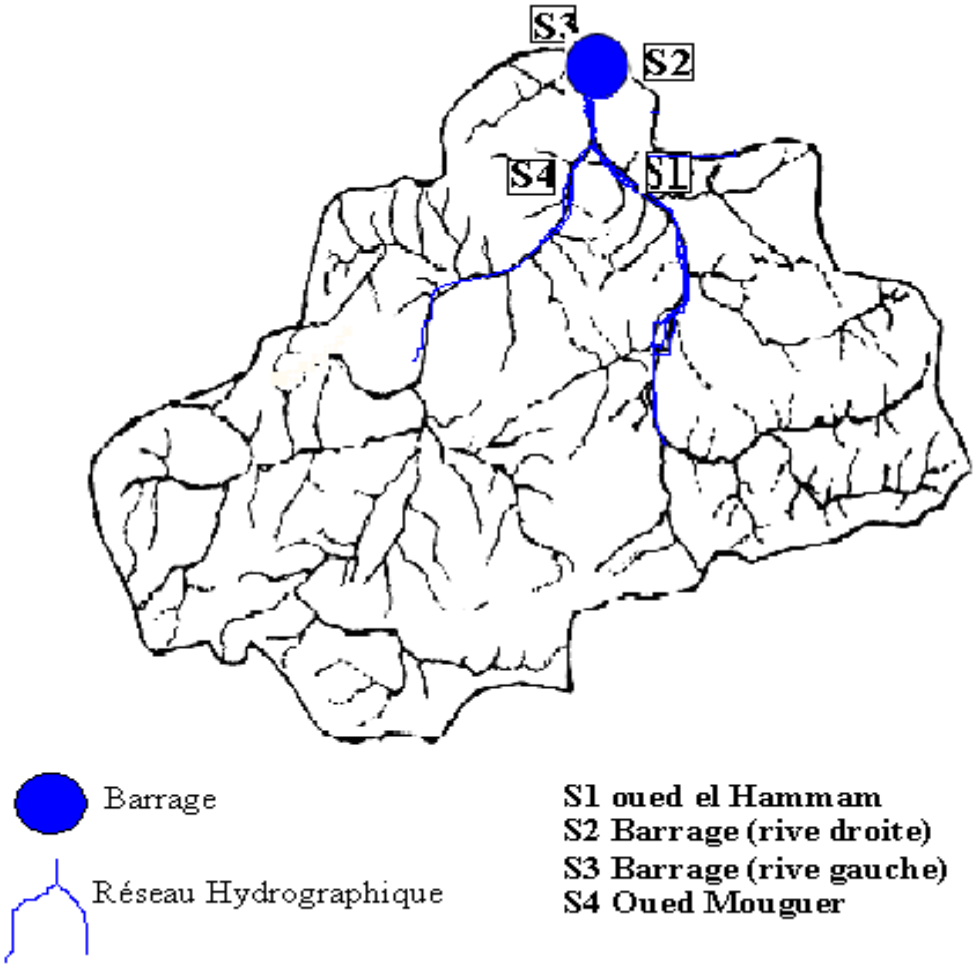


Figure 7: Réseau Hydrographique

(Belhadj, 2006)

6. Conclusion

Malgré sa proximité de la mer, la région de Boukkouche Lakhdar est caractérisée par un climat semi-tempéré ou les précipitations moyennes annuelles estimées à 769.82 mm/an.

La répartition des pluies est irrégulière, ceci est du à la sécheresse qu'a connue la région depuis plus d'une décade.

1. Introduction :

Le chimisme des eaux dépend essentiellement de la composition des milieux traversés et du temps de séjour dans chacun d'eux. Cette composition chimique et son évolution dans le temps, sont également soumises à l'influence de l'environnement, des activités anthropiques (nature des sols, de la végétation et des cultures, épandages des engrais, rejets d'eaux urbaines et industrielles et a l'activité bactériologique.

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des eaux est primordiale pour définir les possibilités d'exploitation des eaux du barrage tant pour la potabilité que pour l'irrigation et l'industrie.

Afin de suivre l'évolution et de tenter de connaitre l'origine et le mécanisme du chimisme des eaux du barrage et des oueds qui le remplissent, un nombre d'échantillons a été réalisé au pas mensuel.

2. Protocole d'acquisition des données

Notre étude sur l'échantillonnage régulier au pas mensuel de quatre stations, permettant à la fois une étude sur les affluents et sur le barrage.

Les éléments majeurs (Cl, SO4, HCO3, Na, K, Ca, Mg) et métaux lourd (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe et Mn) ont été réalises au laboratoire LGCH (Université de Guelma) les nutriments ont été dosés au laboratoire de biologie marine (université de Annaba) sur une période d'octobre 2007 a mai 2008 en référence à Rodier et à l'AFNOR.

Les conductivités électriques, l'oxygène dissous, la température, le PH et le potentiel hydrogène (eH) ont été mesurée sur le terrain à l'aide :

- D'un thermomètre a mercure gradué à 1/10 de degré (précision 0.05°C)

- D'un conductivimètre (us/cm) de type (précision de 0.05 us/cm). La conductivité est mesurée à 25°C.
- D'un pH-mètre donnant la lecture de la valeur du Ph et potentiel hydrogène. La conductivité est ramenée à 20°C d'après la formule suivante :

$$C\ (us/cm) = \frac{Ct}{0.022t + 0.56}$$

3. Critiques des données

La fiabilité des analyses chimiques est contrôlée à l'aide de la balance ionique dont l'expression (H. Schoeller, 1962) est la suivante :

$$BI = \frac{\sum cations - \sum anions}{\sum(cations + anions)}$$

Les analyses pour laquelle la BI est supérieure à 6%, ont été éliminées. Les principales causes d'erreur sont dues :

- A une erreur systématique liée à la méthode de mesure appliquée à l'observation.
- Au fait que certains éléments n'ont pas été dosés.
- A l'évolution du chimisme du au dégazage de l'eau suite a une variation de température.

4. Faciès chimique

Trois types de faciès se dégage du diagramme de Piper:

- Faciès chloruré-Sodique et potassique ou sulfaté-Sodique
- Faciès bicarbonaté et calco-magnésien.
- Faciès mixte.

Ces faciès sont liés au contexte géologique des terrains de la région.

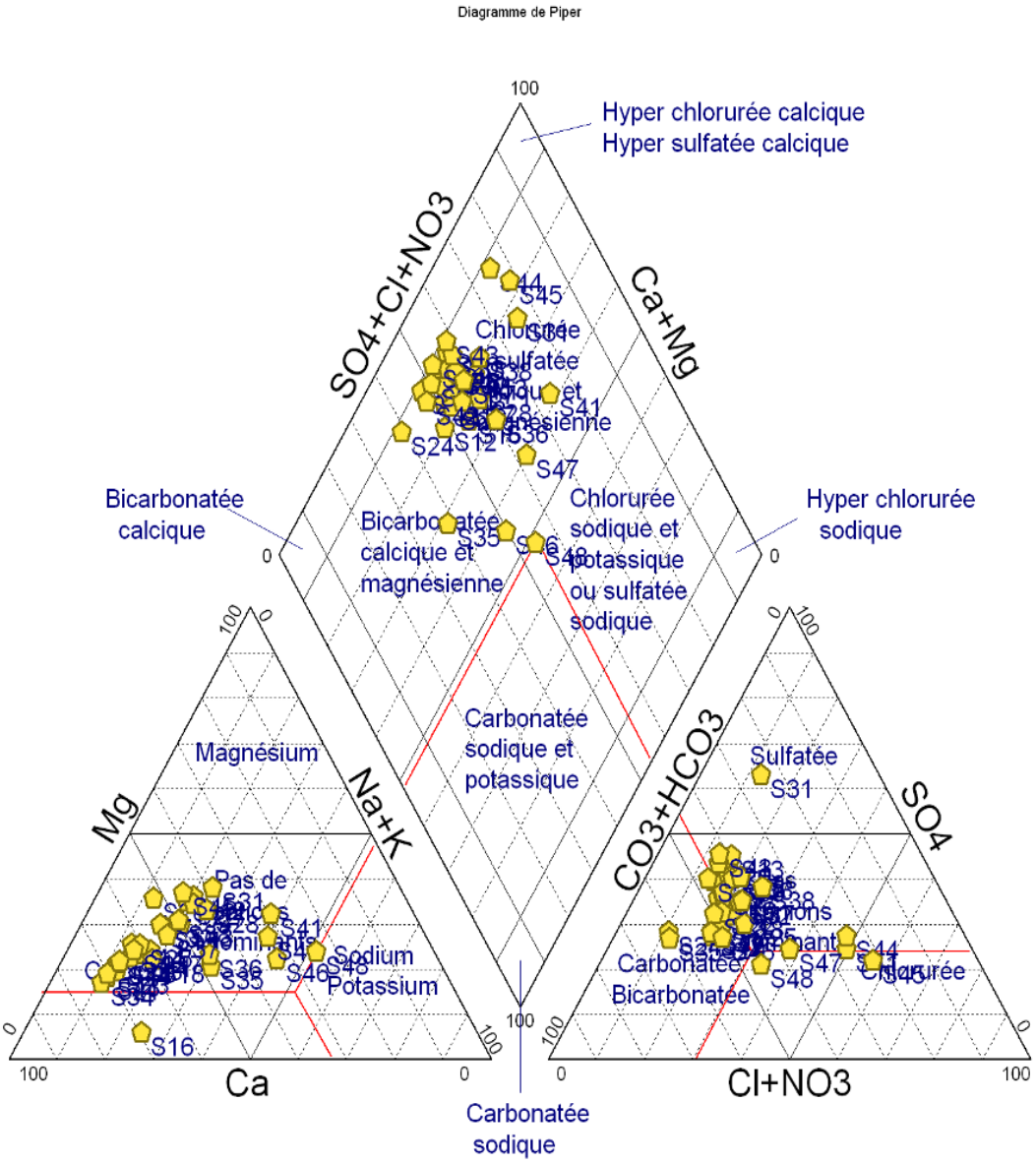


Figure 8 : diagramme de piper

5. Analyse en composante principale

Elle permet de comparer les résultats des différentes eaux des forages puits et sources, de synthétiser, de représenter graphiquement les données en se

basant sur les corrélations entre les différents paramètres et de réduire un système complexe en un petit nombre de dimensions.

C'est une méthode factorielle, c'est-à-dire qu'elle permet de déterminer des axes factoriels indépendants dans l'hyperespace des « n » paramètres mesurés. Ces axes sont orthogonaux dans cet hyperespace, ce qui induit une indépendance entre ceux-ci.

L'ACP peut être calculé à partir de la matrice des covariances ou bien à partir de celle des corrélations. Dans le premier cas, la méthode favorise les paramètres dont les mesures donnent des valeurs élevées, au détriment des autres paramètres. Comme dans les analyses des eaux, il existe des mesures de nature diverses telles que le pH mesuré en unité pH, c'est à dire logarithmique, où les concentrations (mg/l), il est préférable d'effectuer les calculs à partir de la matrice de corrélation qui élimine ces inconvénients.

5.1 Caractéristiques chimiques

5.1.1 Statistique descriptive

De manière générale, La composition chimique des eaux est très variable. Le coefficient de variation (Tableau11 a) de la plupart des paramètres est important pour le magnésium, sodium, potassium, sulfates, nitrates, nitrites, ammonium et ortho phosphates et à moindre degré calcium, bicarbonates et chlorures (24.30 à 39 %), exception faite pour le pH.

Ce résultat est relativement fréquent en milieu laguno-lacustre et fluvio-lacustre (Ouardi, 2005) où la majeure partie des paramètres physico-chimiques présente une grande variabilité spatiale.

Ce résultat est relativement fréquent en milieu laguno-lacustre ou la majeure partie des paramètres physico-chimiques présente une grande variabilité spatiale.

Tableau 11 a : Paramètres statistiques

	Ca+	Mg+	Na	K	Cl	SO4	HCO3
Max $_{moy}$	276	68	109,158	9,75	136,3	264,5	337,15
Min $_{moy}$	84	25,55	36,25	0,99	35,25	102,25	165,75
Moy $_{moy}$	155,222	45,127	66,57	3,3	81,517	151,997	238,76
σ_{moy}	66,5	15,44	29,765	3,035	36,477	53,782	58,75
CV $_{moy}$%	42.26	34.2	44.7	91.9	44.7	35.3	24.6
	NO3	NO2	PO4	C	pH	EH	NH4
Max $_{moy}$	0,418	0,147	1,216	1366,75	9,195	0,215	0,62
Min $_{moy}$	0,043	0,016	0,068	829,75	7,292	0,7	0,039
Moy $_{moy}$	0,214	0,084	0,352	1026,01	8,24	0,4	0,255
σ_{moy}	0,14	0,082	0,374	153,09	0,653	0,229	0,211
CV $_{moy}$%	65.4	97.6	106.25	14.9	7.9	57.2	82.7

5.1.2 Corrélation entre paramètres

La matrice de corrélation (Tableau 11b) montre que certains paramètres sont bien corrélés entre eux. Habituellement ce sont les éléments solubles, dont la concentration ne peut être affectée par des processus de précipitation, dissolution, ou échange ionique, qui présentent ces corrélations élevées. Les coefficients les plus forts relient Na^{+}-Cl^{-}(0.37), K- SO_4 (0.5), Cl-NO_3 (0.43), et HCO_3-NO_2 (0.34).

Tableau 11 b : Matrice de corrélation des différents paramètres (mg/l)

	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	HCO3	NO3	NO2	PO4	C	pH	eH	NH4
Ca	1,00													
Mg	0,36	1,00												
Na	-0,11	0,35	1,00											
K	0,21	0,61	0,30	1,00										
Cl	-0,24	0,24	0,37	0,40	1,00									
SO4	-0,16	0,27	0,12	0,50	0,21	1,00								
HCO3	0,12	0,21	0,69	0,30	0,21	0,10	1,00							
NO3	-0,13	-0,24	0,02	-0,34	0,43	-0,20	-0,12	1,00						
NO2	-0,12	-0,16	0,22	-0,07	0,00	-0,06	0,34	0,21	1,00					
PO4	0,00	-0,19	-0,21	-0,14	-0,13	-0,10	-0,10	-0,10	0,39	1,00				
C	0,08	0,17	0,29	0,15	0,44	-0,04	0,36	0,27	0,42	0,27	1,00			
pH	-0,36	0,11	0,18	-0,06	0,10	-0,12	-0,23	0,24	-0,26	-0,44	-0,23	1,00		
eH	0,40	0,30	0,09	0,58	0,21	0,24	0,40	-0,22	0,24	0,21	0,54	-0,61	1,00	
NH4	-0,51	-0,11	0,11	-0,06	0,05	-0,22	-0,08	-0,01	0,11	-0,01	-0,04	0,28	-0,19	1,00

Une ACP a été pratiqué sur le tableau général des analyses réalisées sur l'ensemble des points de mesure du réseau (stations). Les deux premiers facteurs fournissent une inertie expliquée de 54,40 % (37.30 et 17.10 %) qui semble assez bonne compte tenu de l'inertie moyenne. Toutefois le pourcentage cumulé tend lentement vers 100 % ce qui traduit la complexité des influences qui s'exercent sur le chimisme des eaux. Nous avons aussi sélectionné le 3ème facteur qui représente 12,0 % de l'inertie totale.

5.1.3 Interprétation des principaux facteurs

5.1.3.1 Etude de la contribution au premier facteur

La répartition des variables dans le plan I-II permet d'attribuer une signification au premier facteur (figure 9). Il regroupe dans sa partie droite l'ensemble des éléments chimiques constituant la minéralisation des eaux. Il convient cependant de noter que les éléments de la pollution (PO_4, et NO2), contribuent aussi significativement au pôle de la minéralisation que les autres

paramètres (eH, Ca, Mg, K, Cl, Na et C), caractéristiques du milieu et s'opposent aux éléments de la pollution (NO3 et NH4). On peut en conclure que l'axe I est apte à discriminer les points de surveillance où les échanges de la pollution de surface et probablement les influences de l'évaporation font augmenter les concentrations.

5.1.3.2 Etude de la contribution des observations au second facteur

Selon le facteur II il y a opposition de deux groupes bien distincts. Il s'agit de l'ensemble formé par les ions Ca et PO_4 et du groupe pH et au Na et cl.

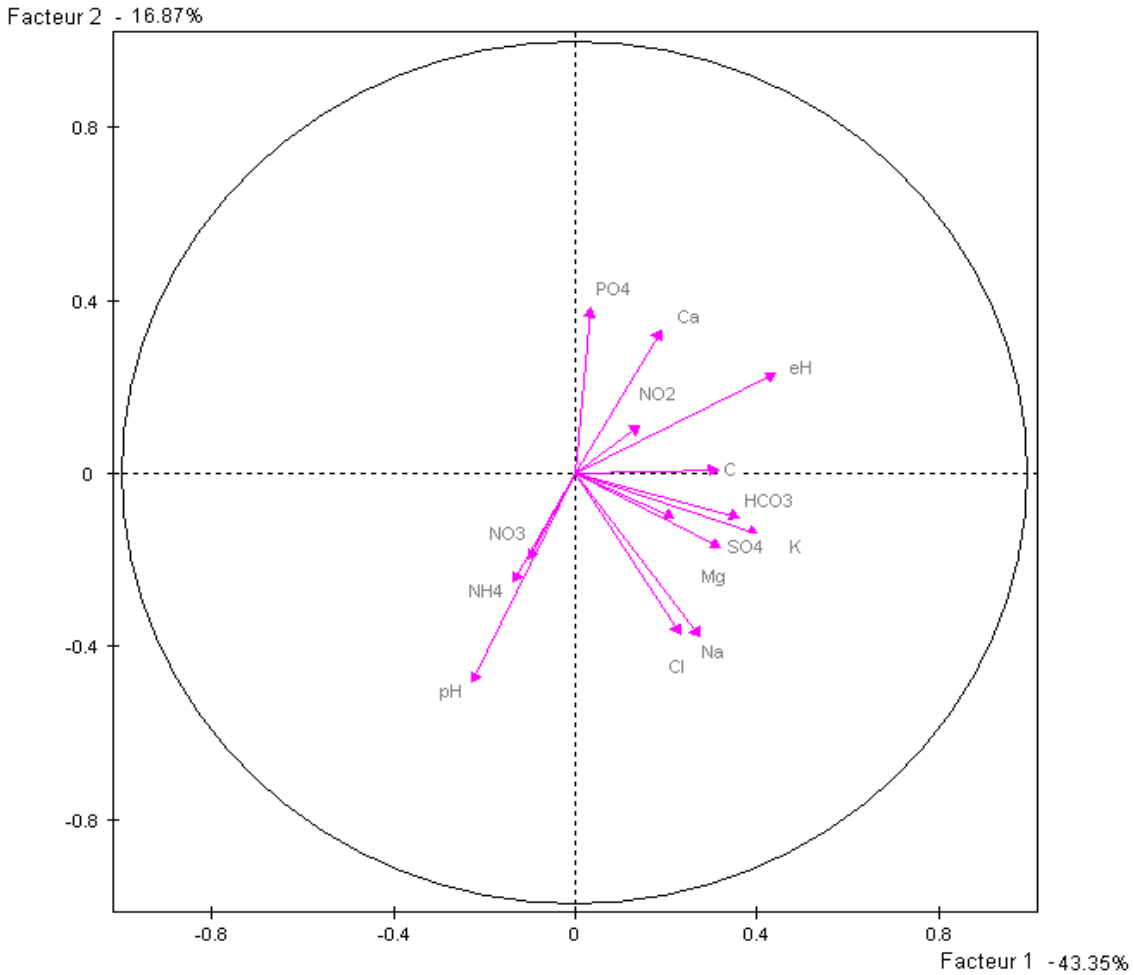


Figure 9 : ACP des éléments chimiques

5.1.3.3 Contribution des individus

Les individus sont trop dispersés donc il nous donne qu'un peu de renseignement.

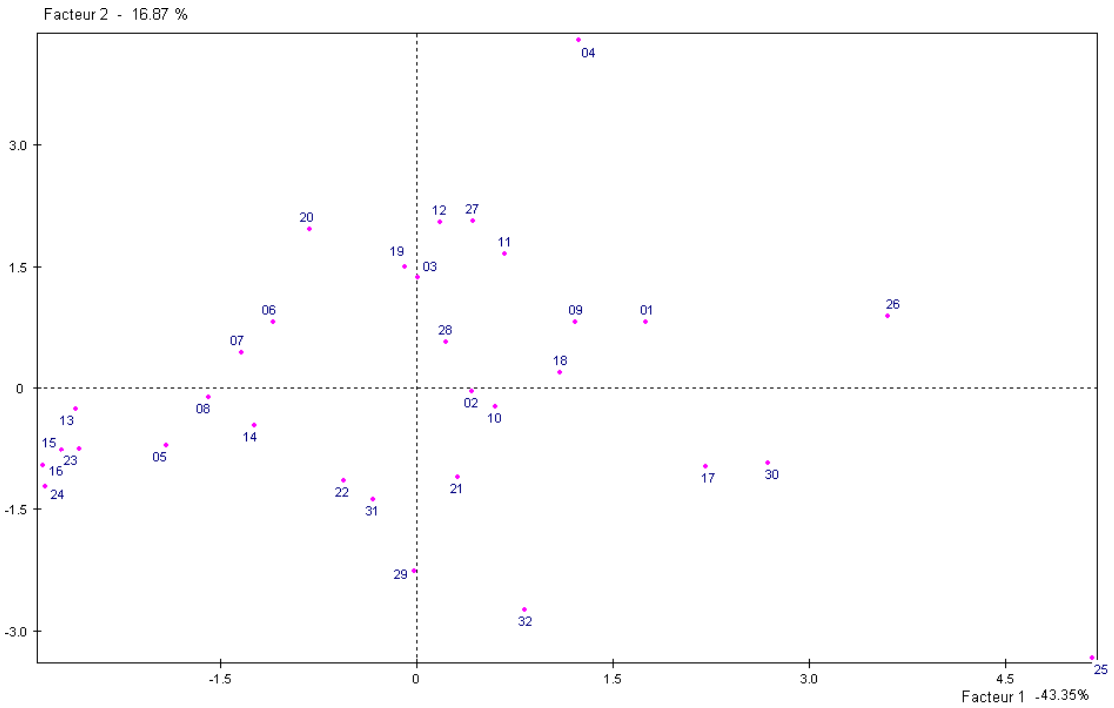


Figure 10 : Répartition des individus

6. Les paramètres abiotiques

6.1 L'oxygène dissous :

Les taux obtenus de l'oxygène dissous (figure 11) varient d'une station à l'autre, qui restent en dessous de la saturation. La valeur minimale provient de la station 2. En général, les teneurs en oxygène dissous sont inférieures à 10mg/l cette diminution ne peut s'expliquer que par l'abondance de la matière organique.

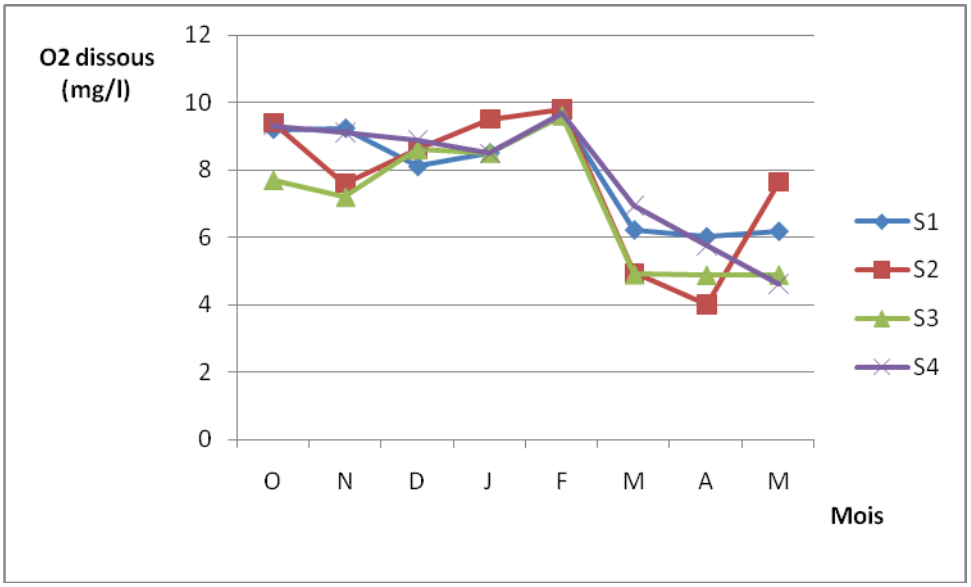


Figure 11 : Evolution des teneurs moyennes en oxygène dissous

6.2. Les conductivités électriques

Les conductivités électriques indiquent la quantité de sels dissous dans l'eau (figure 12). Les valeurs traduisent minéralisation moyenne à forte surtout au niveau de l'Oued Mouguer qui dépasse les 5000us/cm. Ces valeurs sont probablement liées à l'érosion mécanique du sol de cette région.

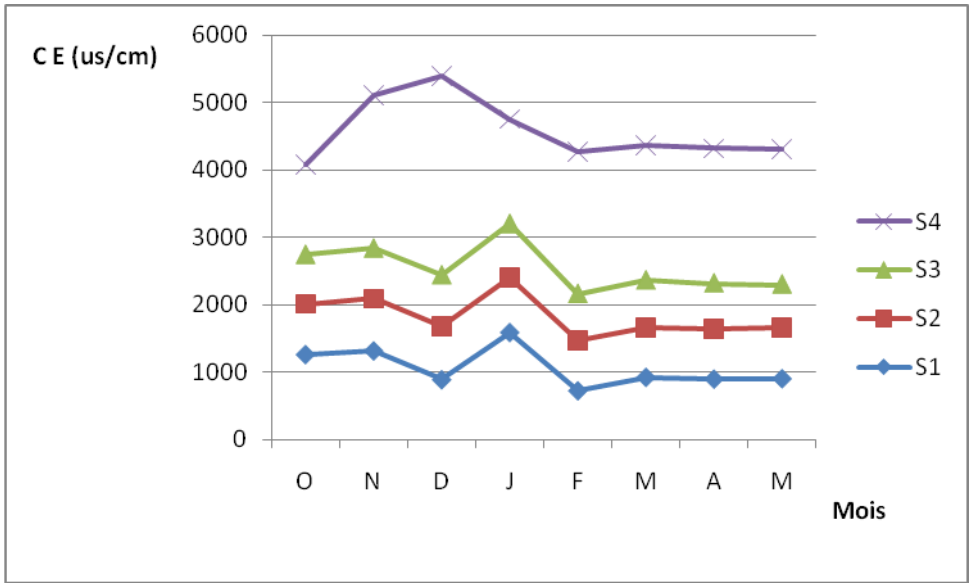


Figure 12: Evolution des conductivités électriques

6.3 La turbidité

L'enrichissement des stations en matière en suspension (figure 13) est en relation directe avec l'érosion mécanique du bassin et par l'apport des rejets.

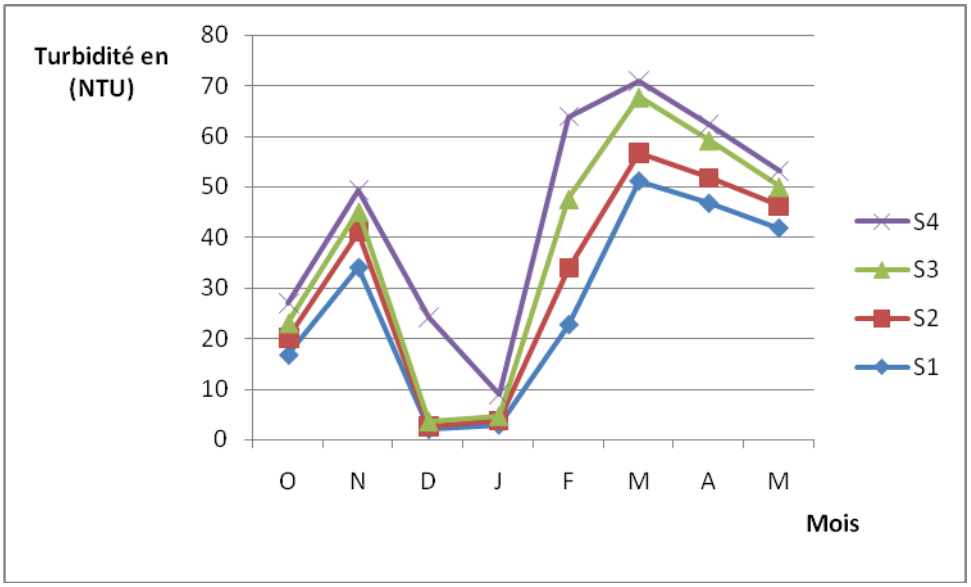


Figure 13 : Evolution des teneurs moyennes de la turbidité

6.4 La dureté

Toutes les eaux présentent un titre hydrotimétrique supérieur à 30°F, ce qui traduit que les eaux sont fortement dures. Pour éliminé la dureté, le chaulage s'impose.

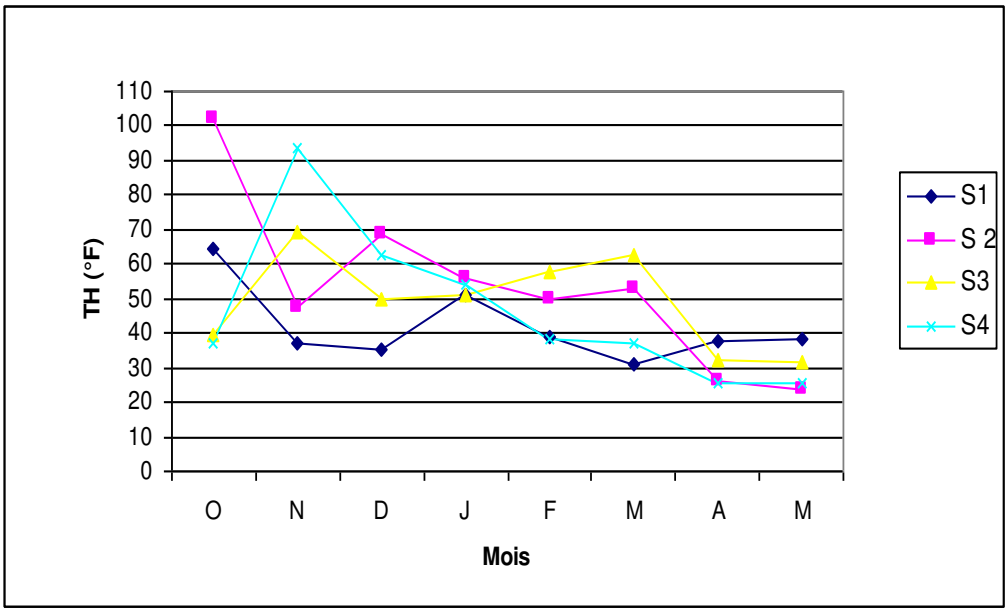


Figure 14: Evolution des concentrations moyennes de la dureté

6.5 pH

Les valeurs indiquent que le milieu est légèrement alcalin avec un maximum de 9 et un minimum de 7. Ces valeurs sont dans l'intervalle du standard de l'OMS qui est comprise entre 6.5 et 8.5.

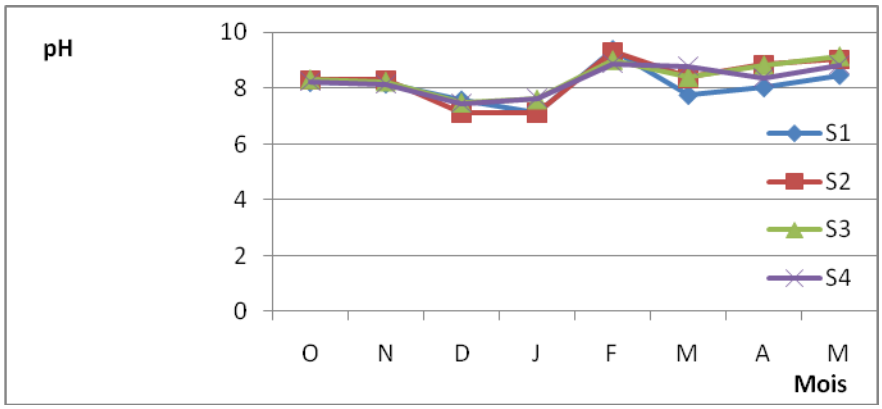


Figure 15 : Evolution de pH

6.6 : E_H

Les valeurs du potentiel redox sont négatives et témoignent que le milieu est réducteur. La réduction du milieu est prouvée par le calcul du rH qui donne des valeurs inférieures à 27 (Chauve et al, (1989). Le rh est calculé selon la formule de Nerst : rH = eH /29+2pH

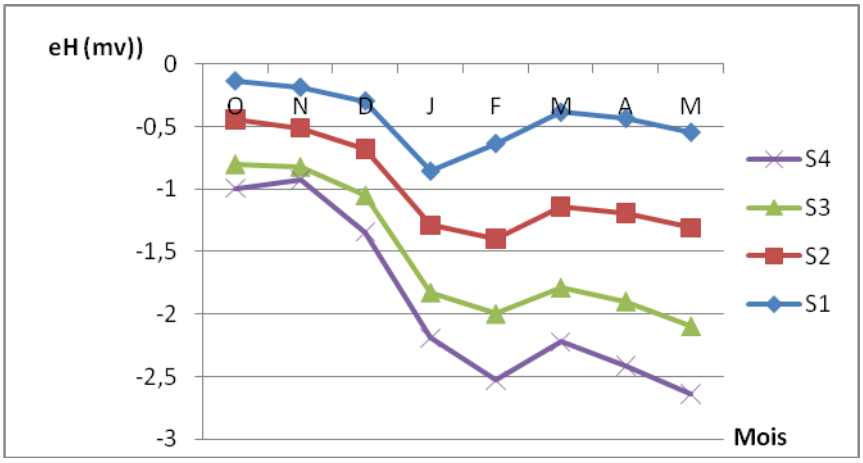


Figure 16 : Evolution de eH (mv)

7. Etude de la pollution

Pour mieux apprécier le degré de pollution des eaux du lac artificiel de Zit-Emba, on amener à calculer les indices de pollution organique.

7.1 Théorie des indices de pollution organique

A. Indice de pollution organique (IPO)

La première est l'indice de pollution organique (IPO) mise au point à partir de plus de 1000 analyses chimiques et biologiques (algues diatomées), (Leclercq et Maquet, 1987). Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 5 classes, puis de déterminer, à partir de ses propres mesures, le numéro de classe

correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne. Comme l'analyse de DOB5 nécessite un appareillage assez coûteux, les données ne sont pas souvent disponibles en rivières. On calcule alors la moyenne des numéros de classe avec les trois autres éléments.

Remarque : le seul paramètre en relation directe avec la pollution organique est la DBO5 mais on peut considérer que les autres, qui sont des formes déjà minérales, résultent directement de la minéralisation des matières organiques et reflètent bien ce type de pollution.

Tableau 12 : Répartition des classes de l'IPO

Paramètres Classes	DBO 5 mg–0_2/l	ammonium mg –N/l	nitrites µg-N/l	phosphates µg-P/l
5	< 2	< 0.1	5	15
4	2 – 5	0,1– 0.9	6 – 10	16 – 75
3	5.1 – 10	– 2.4	11 – 50	76 – 250
2	10.1 – 15	2.5 – 6.0	51 – 150	251 – 900
1	> 15	> 6	> 150	> 900

IPO = moyenne des numéros de classes des 4 paramètres (au mieux) :

= 5.0 – 4.6 : pollution organique nulle

= 4.5 – 4.0 : pollution organique faible ; = 3.9 – 3.0 : pollution organique modérée

= 2.9 – 2.0 : pollution organique forte; = 1.9 – 1.0 : pollution organique très forte

B. Classification des paramètres (institut d'hygiène et d'épidémiologie "IHE", 1986)

En 1986, l'institut d'hygiène et d'épidémiologie a élaboré une classification en tenant compte de plusieurs éléments. C'est la même méthode que l'IPO (répartition des valeurs en 5 classes) mais il s'agit d'autres paramètres et d'autres classes.

Tableau 13: Répartition des classes selon IHE, 1986

Paramètres/ classes	Oxygène dissous %	D.C.O mg-O2/l	D.B.O 5 mg-O2/l	Ammonium mg-N/l	Phosphates g-P /l	Phosphore total g-P /l
5	90-110	5,0	1,0	0,05	50	50
4	70-89	5,1-10,0	1,1-3,0	0,06-0,50	51-100	51-100
3	50-69	10,1-20,0	3,1-5,0	0,51-1,00	101-200	101-200
2	30-49	20,1-50,0	5,1-10,0	1,01-2,00	201-400	201-400
1	<30	>50,0	>10,0	>2,00	>400	>400

L'IHE ne prévoyait pas de calculer un indice mais utilisait ces classes pour établir des cartes de qualité par paramètre.

Pour obtenir une note synthétique, nous appliquons à ce tableau le mode de calcul de l'IPO et sa clé d'interprétation :

5.0 – 4.6 : pollution organique nulle

4.5 – 4.0 : pollution organique faible

3.9 – 3.0 : pollution organique modérée

2.9 – 2.0 : pollution organique forte

1.9 – 1.0 : pollution organique très forte

7.2 Application aux eaux

7.2.1 IPO

La figure 17 donne la répartition des IPO moyens au niveau des 4 stations. La valeur maximale provient de la station 3 et l'indice minimal est de 2.49 est rencontré au niveau de la station 1. Les stations 2 et 3 présentent des valeurs intermédiaires de l'ordre (2.83 et 3.03) respectivement. Ce qui traduit une pollution organique modérée à forte. Les fluctuations saisonnières suivent le même rythme (annexe 1).

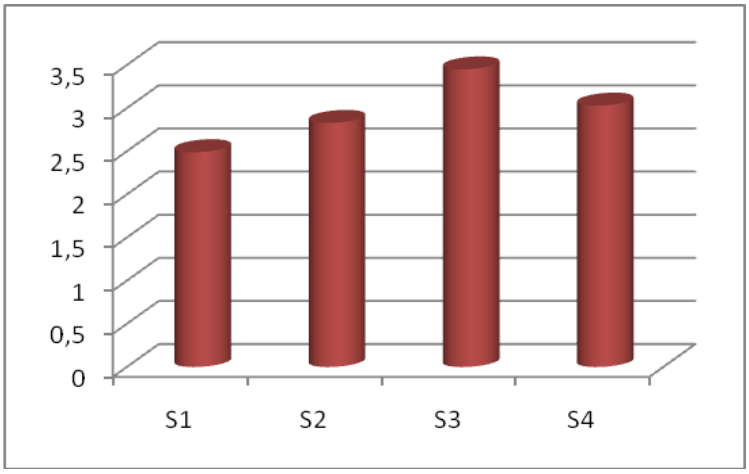


Figure 17: Indice de pollution organique

7.2.2 Indice de pollution organique selon L'IHE

Les valeurs de l'IHE (figure 19) varient 3.28 à 3.53. La valeur optimale est rencontrée au niveau de la station 4 et la valeur minimale est 3.28 à la station 1, avec une moyenne générale de 3.43. Cette moyenne Traduit une pollution organique modérée.

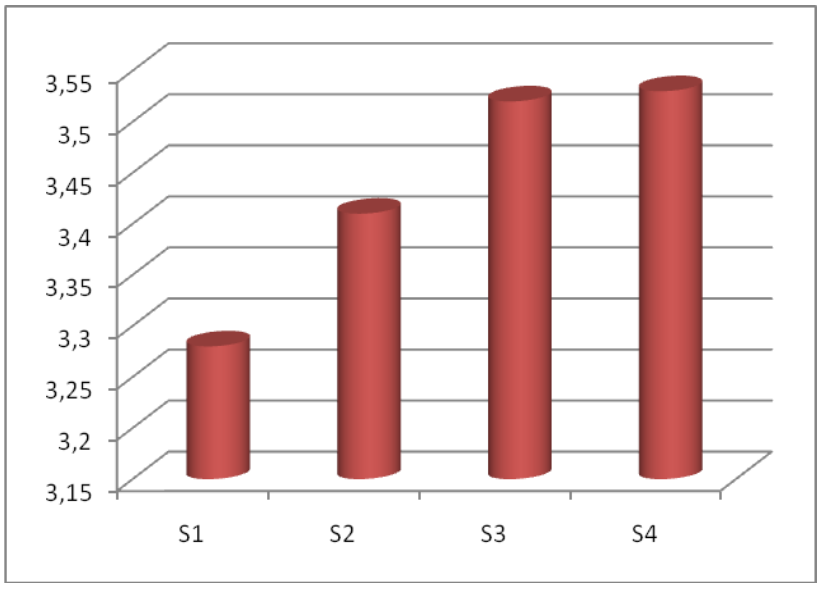


Figure 18: valeurs moyennes de l'IHE

7.3 Contamination chimique

7.3.1 Indices de contamination

Pour étudier la contamination des eaux de la région d'étude, nous avons utilisé un indice (**IC =∑ [Na^+] + [SO_4^{--}] + [Cl^-] + [NO_3^-])** utilisant l'ensemble des éléments chimiques considérés comme étant d'origine anthropique (tableau 14). En admettant des intervalles de classes en mg/L pour chaque élément et en les additionnant, on peut repérer les indices de contamination (Kherici, 1993,et Rouabhia, 2006) Plus cet indice est élevé, plus le point de prélèvement est pollué. Dans le tableau 15a et 15b les indices forts appartiennent géographiquement aux régions sud et nord–est, alors que les indices faibles appartiennent à la zone ouest, coïncidant parfaitement avec les secteurs où la nappe des sables est proche de la surface et sans couverture quaternaire. Les nouveaux périmètres irrigués et l'industrie en ces endroits font que le risque est important.

Tableau 14 : Intervalle des classes pour les éléments de pollution.

Classe	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
ions									
Na^+	< 250	250–500	500–750	750–1 000	Supérieur à 1 000	–	–	–	–
SO_4^{--}	< 250	250–500	500–750	750–1 000	Supérieur à 1 000	–	–	–	–
Cl^-	< 250	250–500	500–750	750–1 000	Supérieur à 1 000	–	–	–	–
NO^-_3	< 15	15–25	25–35	35–45	45–55	55–65	65–75	75–85	85–95

Tableau 15 a : Calcul des indices de contamination (octobre, 2008)

Ions, indices	Na^+	SO_4^{--}	Cl^-	NO^-_3	I.C
station					
S1	1	1	1	1	4
S2	1	1	1	1	4
S3	1	2	1	1	5
S4	1	1	2	1	5

Tableau 15 b : Calcul des indices de contamination (Mai, 2009)

Ions, indices	Na^+	SO_4^{--}	Cl^-	NO^-_3	I.C
station					
S1	1	1	1	1	4
S2	1	1	1	1	4
S3	1	1	1	1	4
S4	1	1	1	1	4

Nous avons pris en considération le prélèvement d'octobre 2008 (basses eaux) et mai 2009 (hautes eaux) pour le calcul des indices de contamination chimique. Il en ressort t des tableaux ci-dessus que seuls la station 3 et 4 sont les plus contaminées en période de basses eaux et que cette contamination diminue en période de hautes eaux conséquence de la dilution des éléments chimiques.

7.3.2 Les nutriments

Les résultats de cette étude indiquent que les activités anthropiques telles que les pratiques agricoles et l'urbanisation affectent la qualité des eaux des

oueds et du lac. Les valeurs enregistrées lors du suivi variaient entre 0.05 et 0.40mg/l pour les nitrates et entre 0,02 et 0,16mg/l pour les nitrites (figures 19 et 20). L'évolution de ces paramètres est marquée par un gradient décroissant de l'amont vers l'aval du barrage. Les plus faibles valeurs sont enregistrées, au niveau des S3. En général les teneurs en nitrates sont en dessous de 10ppm.

Dans le milieu naturel, les nitrates sont la principale forme d'azote combinée et ont principalement deux origines : épandage des engrais, source externe, et minéralisation de la matière organique, source endogène (Groen J,et al,1988). Ces valeurs essentiellement par les apports extérieurs : l'engrais épandu et rejet urbains. L'oxydation des nitrites et les apports benthiques relativement élevés en période hivernale constituent la principale source de nitrates utilisée pour le développement du phytoplancton pendant l'hiver (Berounsky WM et al 1993).

Les valeurs enregistrées dans la présente étude se révèlent mois inquiétantes : elles sont moins élevées, en particulier celles des nitrates qui sont inférieur a 10ppm. Le danger des nitrates réside dans la contamination des cours d'eau. Les teneurs supérieurs à 10 ppm sont considérées comme nocifs pour la santé humaine (Duval J 1997). En cas d'enrichissement excessif du milieu, les nitrates fonctionnent comme de véritables polluants aux effets perturbateurs : blooms planctonique, prolifération alguale, eutrophisation. Les crises dystrophiques sont favorisées par des températures estivales élevées, l'absence du vent et un déficit en oxygène. Les nitrites issus de la nitrification ou de la réduction bactérienne des nitrates peuvent également être transférés dans la colonne d'eau par les apports benthiques et terrestres, ou issus de rejets urbains et agricole.

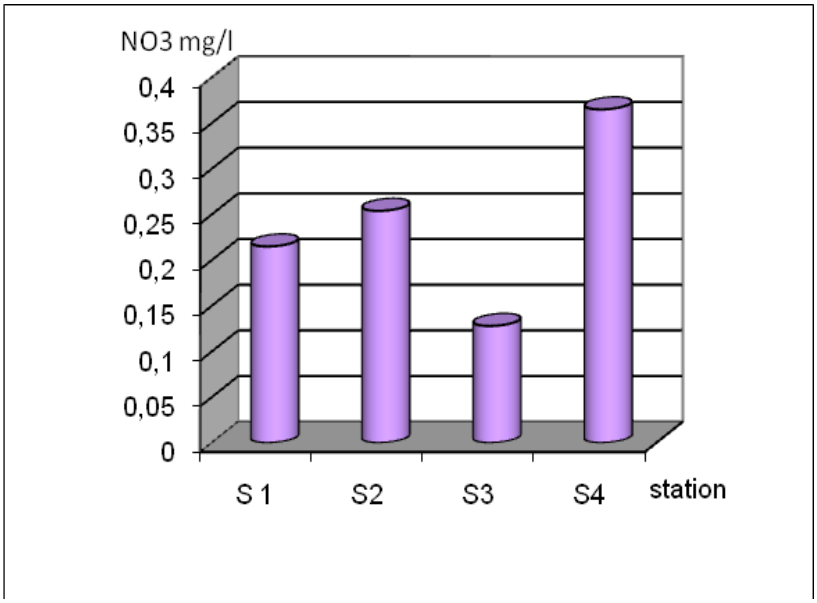


Figure 19 : Teneur moyenne en nitrates

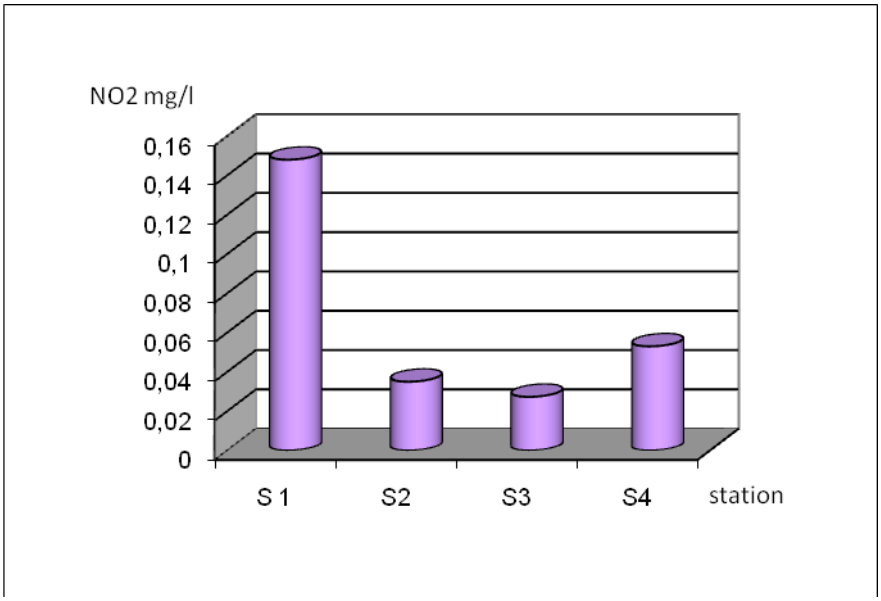


Figure 20 : Teneur moyenne en nitrites

Ceci peut avoir aussi des conséquences négatives sur la production primaire (Claisse D et al, 1988), car leur disponibilité conditionne pour une large part la fertilité de l'écosystème.

7.3.3 L'ammonium

La présence de l'ion ammonium (figure 21) dans les eaux naturelles, est un indice de pollution causée par les rejets domestiques d'une part et par la réduction des nitrates. En général les teneurs moyennes enregistrées sont supérieures à la norme fixée par le L'OMS de 0.1 mg/l.

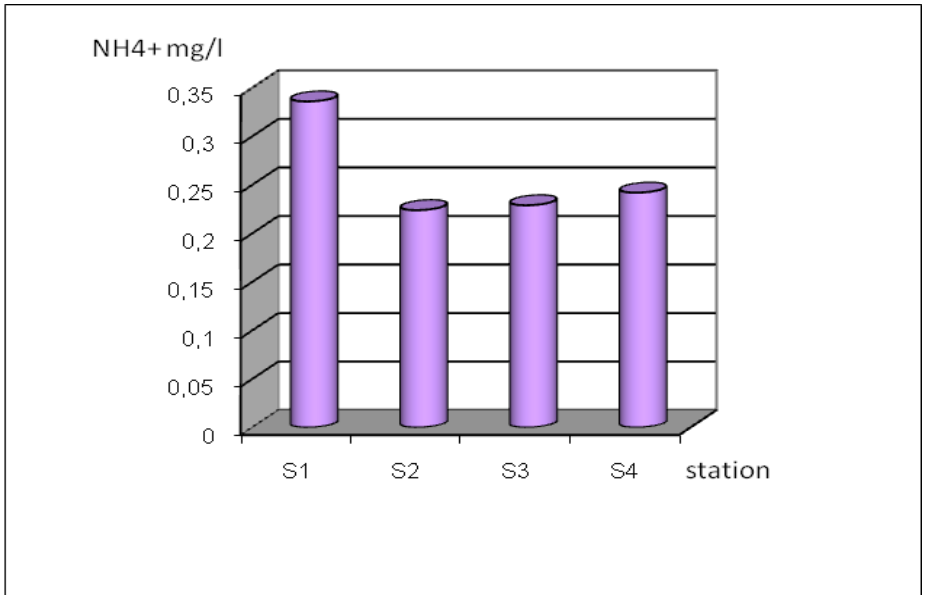


Figure 21 : teneur moyenne en ammonium

7.3.4 Les orthphosphates

De même les ortho phosphates sont présents avec des teneurs moyennes fortes dépassent le standard de l'OMS qui est de 0.1 mg/l (figure 22). La présence des phosphates est liée sans doute au rejet agricole et rejets de la station thermaletensio-actifs dans les savons et shampoings).

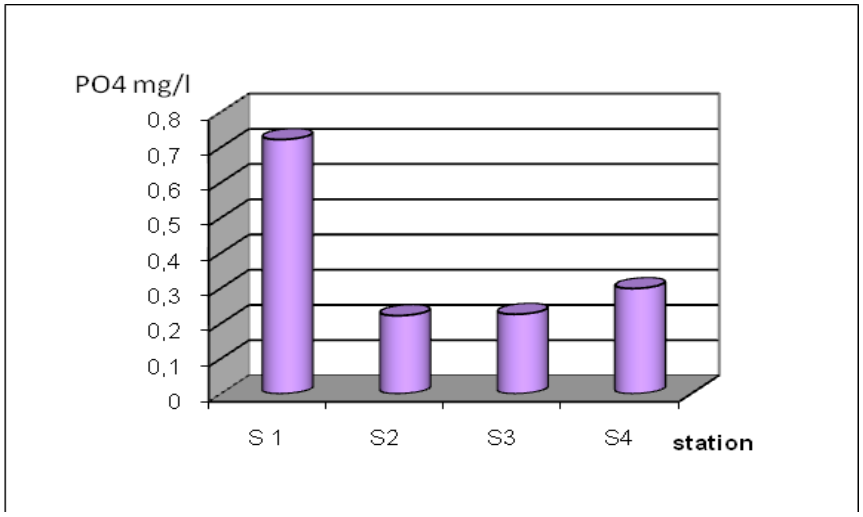


Figure 22: Teneur moyenne en orthophosphate

7.4 Les métaux lourds

Les métaux lourds, représentent les polluants les plus redoutés en raison de leur concentration par certains organismes vivants et de leur implication dans les phénomènes de bioaccumulation et bioamplification dans les chaînes alimentaires. Ils soulignent un des aspects les plus inquiétants pour la santé environnementale; Les effets toxicologiques en matière de santé publique pour le cadmium, le mercure et le plomb ont été largement mis en évidence par des travaux antérieurs. En effet, la toxicité du plomb vis-à-vis du système nerveux et des reins a été soulignée en 1999 par Roony et al. Ainsi que le saturnisme a été la première maladie professionnelle reconnue en France. La toxicité du cadmium résulte principalement de l'inhibition des enzymes thiols ainsi que de son affinité pour les hydroxyles et les carboxyles. Il est également l'agent étiologique de la maladie « itai-itai » qui se manifeste par des troubles osseux et l'augmentation du taux de phosphatase alcaline (Purves D.1977). L'exposition chronique à de faibles doses en cadmium provoque des dommages aux tubules reinaux, suivis de protéinurie, lésions pulmonaires, hypertention artérielle [Bertouille S. 1979]. La transformation du mercure en un dérivé alkylé, le méthyl mercure, a été à l'origine de la catastrophe écologique de la baie de Minamata (Nomiyama Ketal, 1973) ;

Contrairement aux trois éléments précédents, le zinc, le fer et le cuivre sont dotés d'un rôle physiologique et interviennent dans diverses réactions métaboliques ; néanmoins, ils peuvent présenter un risque pour la santé humaine en cas de surcharge chronique.

7.4.1 Cadmium

La présence du cadmium (figure 23) est effective au niveau des quatre stations. La Contamination par cet élément ; elle est causée par les rejets industriels située à l'amont du barrage.

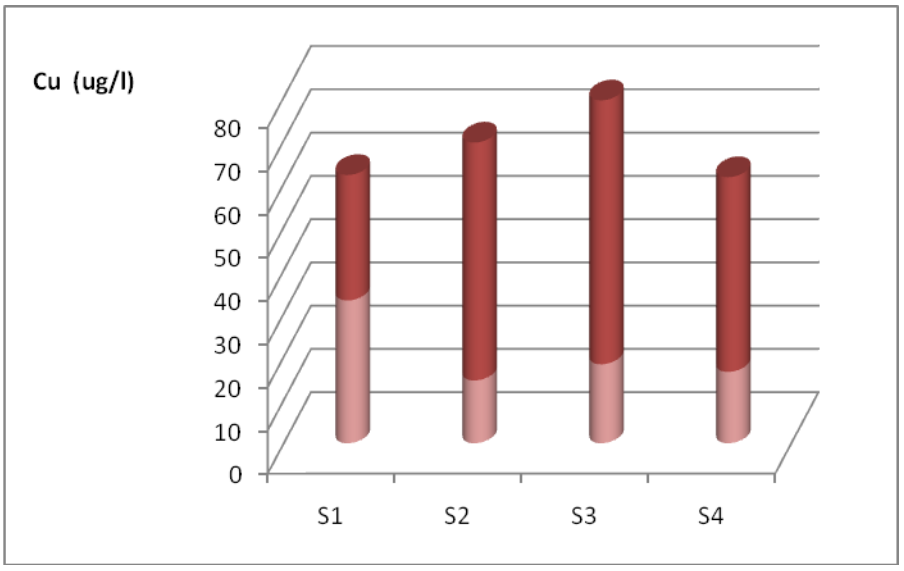


Figure 23 : concentration Moyenne du cadmium

7.4.2 Plomb

Il est présent au niveau des quatre stations. Les valeurs moyennes relevées varient entre 1280 et 1740 ug/l. La plus forte valeur est enregistrée au niveau de l'oued Mougeur. Les teneurs enregistrées au niveau de toutes les stations sont 100 fois supérieures au standard de l'OMS (10ug/l).

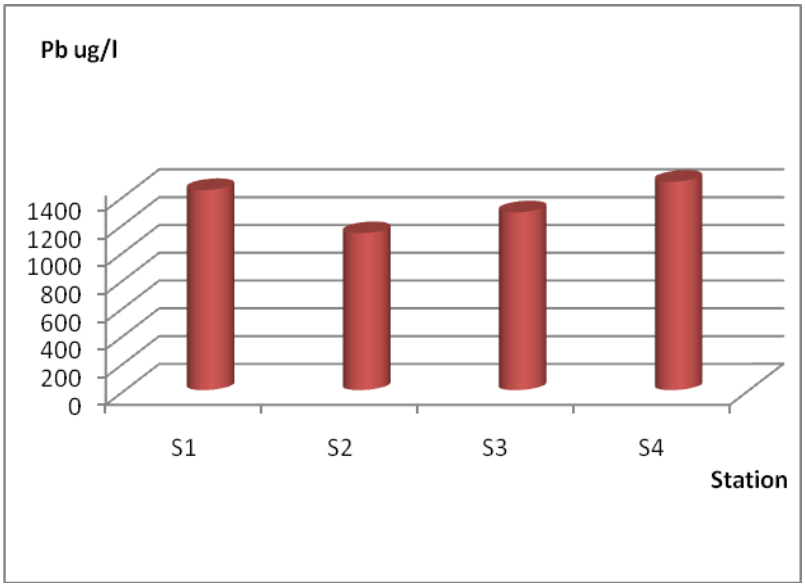


Figure 24 : teneur moyenne en Plomb

7.4.3 Cuivre

Il est présent au niveau de toutes les stations avec des teneurs qui oscillent entre 29 et 61 ug/l. ces valeurs sont très faibles par rapport à la concentration maximale fixée par l'OMS pour l'élément cuivre.

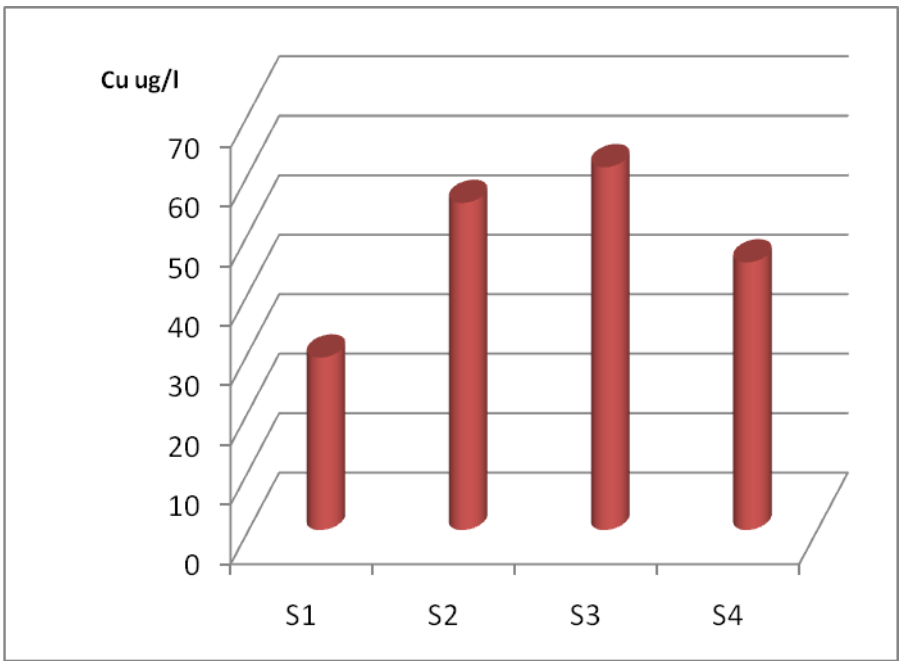


Figure 25 : teneur moyenne en cuivre

7.4.4 Zinc

Tout comme le cuivre, le zinc est l'élément le plus abondant au niveau de la région. Les concentrations oscillent entre 28 et 67ug/l. ces valeurs restent en du standard de l'OMS.

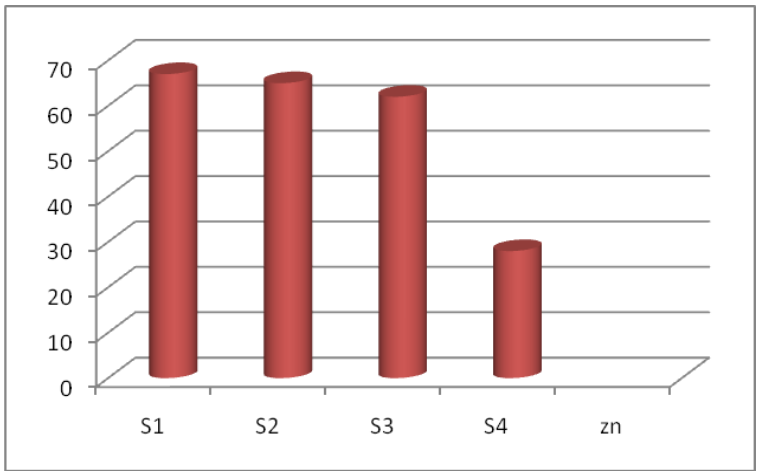


Figure 26 : teneur moyenne en zinc

7.4.5 Manganèse

Les valeurs du manganèse varient entre 190 et 322 ug/l. Ces teneurs sont trop élevées et dépassent la norme fixée par l'OMS qui est de 50ug/l.

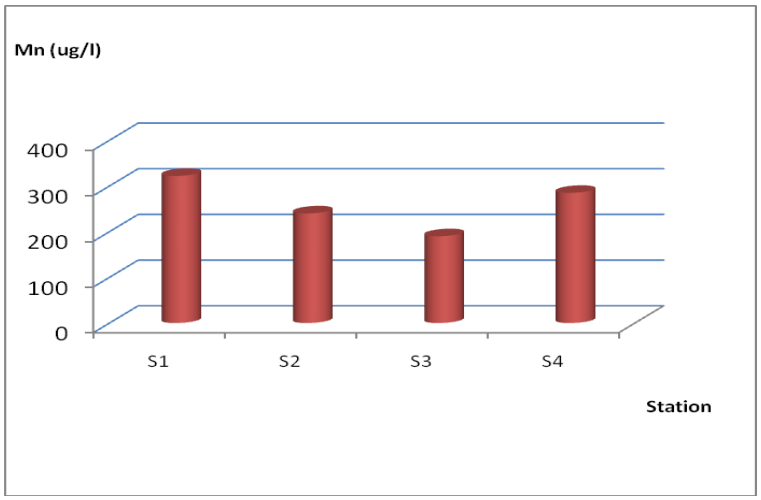


Figure 27 : teneur moyenne en manganèse

7.4.6 Fer

Concernant le fer, nos résultats ont donnés des teneurs élevées en cet élément. Elles varient entre 847, 835, 865 et 937ug/l respectivement. Ces teneurs sont 3 fois supérieures à la norme maximale tolérée par l'OMS de 300 ug/l.

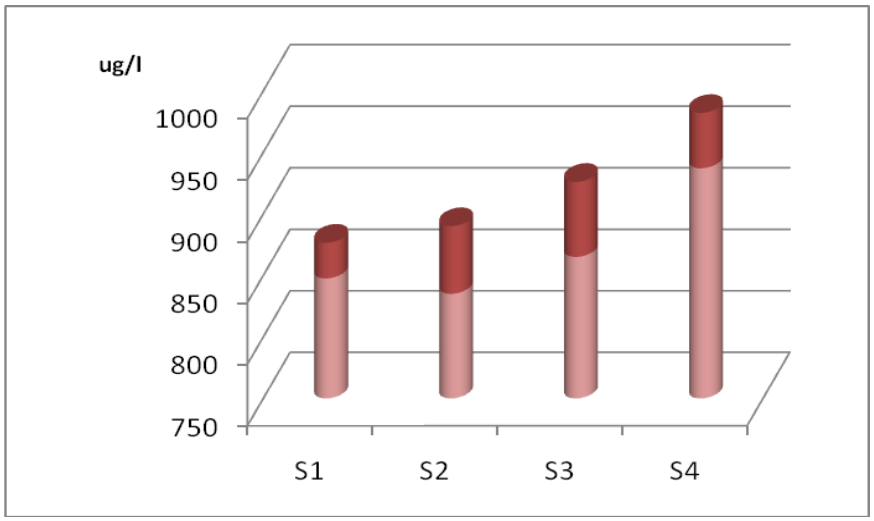


Figure 28 : teneur moyenne en Fer

8. Conclusion :

L'abondance surtout des nutriments (nitrites, orthophosphates, et l'ammonium) et métaux lourds dans les eaux du barrage et des oueds de la région, se révèlent très inquiétant. En effet, l'absence du traitement des rejets serait à l'origine de la contamination des eaux superficielles.

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous étudions grâce au calcul thermodynamique l'influence de l'interaction eau- roche sur la composition chimique de l'eau.

Les calculs de la pression partielle du CO2, et des indices de saturation de certains minéraux ont été effectués en utilisant le programme Diagramme (R. Simler, 2008).

2. Les pressions partielles de CO_2 (PCO_2)

Elle représente la pression partielle d'une phase gazeuse associée à la solution. Les études menées sur la source du CO2, ont montré que ce gaz provient de deux sources principales (processus complémentaires), la respiration des racines des végétaux et de l'activité microbiologique.

Le gaz carbonique est toujours produit dans le sol et non dans sa phase gazeuse, il devient donc un bon traceur dans les eaux (Mudry, 1987).

3. Indice de saturation

Il décrit l'état d'équilibre, de sous saturation ou de sursaturation ou d'équilibre d'une eau avec la phase minéral. On le définit à l'aide de la relation suivante : $$IS= \frac{LogIAP}{LogK(T)}$$

K (t)= constant d'équilibre pour la solution du minéral à la température de l'eau de formation

IAP = produit de l'activité ionique de l'espèce aqueuse dans la quelle le minéral se dissocie. Dans les solutions diluées, l'activité correspond à la concentration. Exemple pour la calcite ($CaCO_3$) :

Log IAP = Log (activité de ca^{2+} x activité deCO_3)

Les indices ont été calculés à l'aide du programme phreeck.

Tableau 16: indice de saturation octobre 2008

stations	Calcite	Aragonite	Dolomite	Gypse	Anhydrite	pCO_2 [atm]
S1	1,44	1,3	2,06	-0,87	-1,09	0,00158
S2	1,73	1,59	2,47	-0,84	-1,07	0,00122
S3	1,18	1,04	1,94	-0,71	-0,93	0,00108
S4	1,23	1,08	2,08	-1,02	-1,24	0,00171

Tableau 17 : indice de saturation période de janvier 2009

stations	Calcite	Aragonite	Dolomite	Gypse	Anhydrite	pCO2 [atm]
S1	0,14	0	-0,51	-1	-1,22	0,01596
S2	0,4	0,25	-0,12	-1,04	-1,26	0,02195
S3	0,74	0,59	0,43	-0,91	-1,13	0,00541
S4	0,65	0,51	0,4	-0,92	-1,14	0,00398

4. Utilisation de l'eau

La destination de l'eau tant pour l'irrigation, comme pour la potabilité est conditionné par les conditions physico –chimique et doivent remplir certaines conditions spécifiques.

4.1 Critères des eaux d'irrigation

L'utilisation des eaux trop chargées en sels peut engendrer divers problèmes pédologiques et agronomiques. Les principaux paramètres caractérisant une eau d'irrigation selon (FAO, 1976)

4.1.1 La conductivité

Les sels dissous conditionnent la pression osmotique qui peut lorsqu'elle est trop élevée rendre l'absorption de l'eau du sol par les plantes. Par conséquent, elle va entrainer une baisse de rendements des cultures.

La tolérance des cultures à la salinité varie en fonction de l'espèce et du stade végétatif. La période critique se situe de la germination à la fin de la levée.

4.1.2 Les éléments toxiques

Les concentrations importantes, accumulées dans le tissu végétatif en chlorures, sodium et bore engendrent des brulures et dépérissement des feuilles.

4.1.3 Influence sur la perméabilité

Celle-ci est liée à l'ion sodium dont la présence entraine des changements importants dans la structure et l'aération du sol. Il est adsorbé par les argiles provoquant ainsi l'asphyxie des racines, donc la perte souvent du périmètre irrigué (K. Taud, 19).

Le risque de baisse de perméabilité est évalué par le coefficient d'absorption du sodium SAR (Sodium absorption ratio) défini par la relation :

$$\textbf{SAR=}\ \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}\ \textbf{méq/l}$$

4.1.4 Influence du chlore

Cet élément très soluble ne participe pas aux échanges ioniques du sol, et, de ce fait, il se concentre facilement. Une concentration exagérée en chlore peut avoir des effets graves sur l'arboriculture (Amharef, 1991)

4.1.5 Classification des eaux d'irrigation

Plusieurs auteurs ont préconisé des méthodes d'aptitude des eaux d'irrigation. Ils tiennent tous compte de la teneur en sodium et la salinité totale des eaux.

Le tableau 18 condense de certains paramètres qui influencent la production agricole selon les directives de la FAO (1976,1985).

Tableau 18 : Directives pou l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation (D'après FAO, 1976,1985)

	Pas de problème	Problème croissant	Problème graves
CE ms/cm)	<0.7	0.7 à 3	>3
SAR	<3	3 à 9	>9
Cl (méq/l	<4	4 à10	>10
Bore (méq/l)	<0.7	0.7 à 3	>3

- Application

Nous tenons en compte l'analyse du mois d'octobre qui correspond à la saison où l'irrigation est demandée par les plantes. Le tableau 19 récapitule les valeurs des paramètres exigés par la FAO.

Tableau 19 : comparaison des valeurs de la FAO et l'analyse d'octobre 2008

	Pas de problème	Problème croissant	Problème graves	Donnée oct.2008
CE ms/cm)	<0.7	0.7 à 3	>3	S1=1.26 S2=0.74 S3=0.73 S4=1.32
SAR	<3	3 à 9	>9	S1=0.78 S2=0.94 S3=1.67 S4=3.58
Cl (méq/l	<4	4 à10	>10	S1=1.58 S2=1.66 S3=2 S4=9.72

Selon la conductivité seules deux stations (1et4), q posent un problème croissant, par contre les stations 2 et3 montre que leurs eaux ne pose aucun problème ni pour les plantes, ni pour le sols.

En générale pour le SAR, et Chlorure sont dans la norme de la FAO (1985), sauf pour la station 4.

5. Classification de Wilcox

La classification de Wilcox est basée sur la combinaison de la teneur en sodium exprimée en pourcentage et la conductivité électrique. Le pourcentage en sodium est déterminé par la relation suivante :

$$Na^{+} = \frac{Na + K}{Na + K + Ca + Mg}.100$$

Wilcox a classifié les eaux en 4 classes comme suivant :

Classe1 : correspond aux eaux excellentes pour l'irrigation

Classe2 : Correspond aux eaux bonnes pour l'irrigation.

Classe3 : Correspond aux eaux admissibles.

Classe 4 : mauvaise pour l'irrégation

5.1 Application :

on a appliqué cette classification pour le moi d'Octobre 2008 qui correspond au moi d'irrigation)

Tableau 20: Teneur en Sodium %, Conductivité μS, analyse de moi d'octobre, 2008

Stations	Na %	C μS
S1	17.96%	1264
S2	12.89%	745
S3	29.64%	738
S4	46.48%	1325

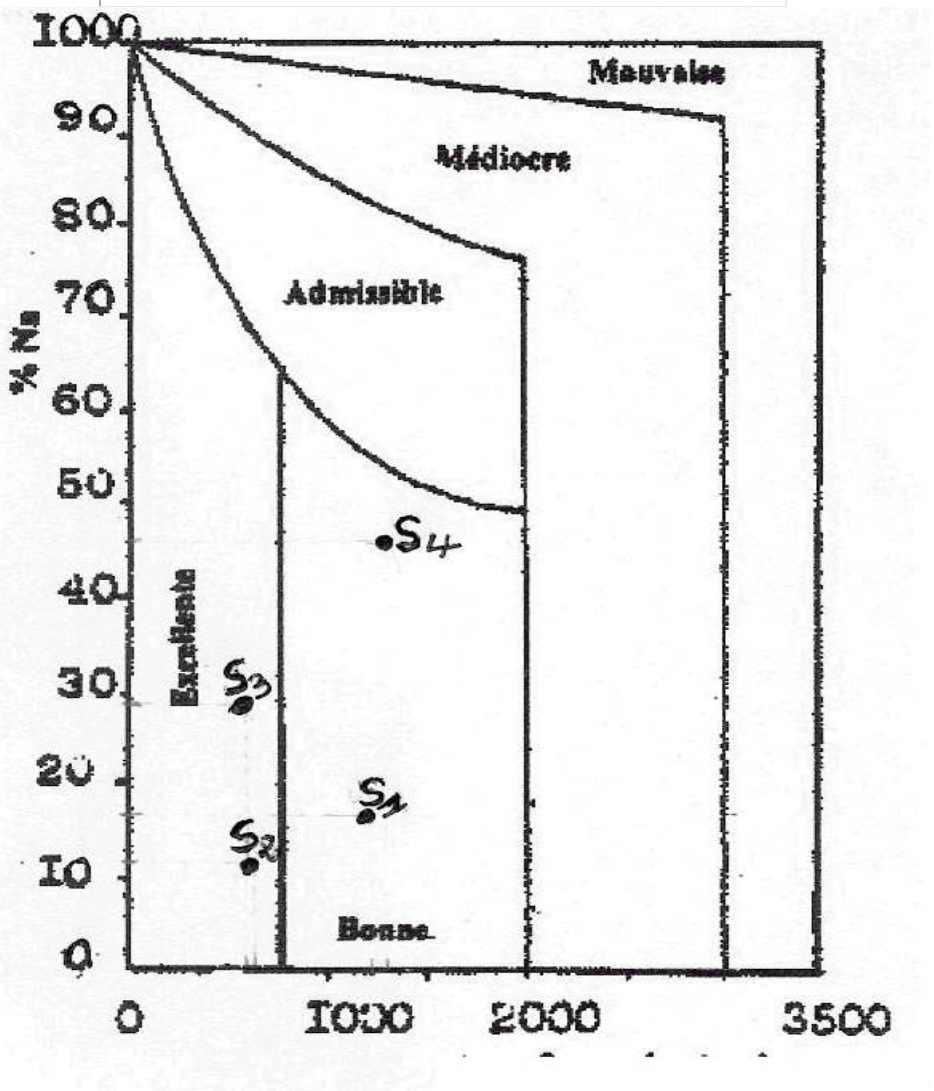


Figure 29 : Daigramme de Wilcox

Il ressort du diagramme de Wilcox (figure 29) que ces eaux appartiennent à 2 catégories (2 classe):

- les stations 2 et 3 correspond aux eaux excellentes pour l'irrigation.
- les station 1 et 4: Correspond aux eaux bonnes pour l'irrigation.

5.2 Usage industriel

Les eaux destinées à l'utilisation industrielle ne devraient être ni trop incrustantes ni agressives afin d'éviter le dépôt de tartre et la corrosion des circuits de canalisations et surtout des chaudières. Pour déterminer ces caractères, le calcul de l'équilibre calco-carbonique s'avère indispensable.

5.2.1 Equilibre calco-carbonique

Le ΔpH, est l'écart entre le pH mesuré et le pH de saturation théorique calculé à partir des teneurs en bicarbonates, sulfates, calcium et magnésium (Bakalowicz. M, 1979). Ce paramètre tient compte de l'ion calcium lié aux bicarbonates et aux sulfates. Le calcul du ΔpH a été réalisé par le programme " équil1" (Ravarini P, 2004). Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 21: Valeur du ΔpH

	ΔpH	
	Octobre 2008	**Mars2009**
Station 1	-2.7	-1.22
Station 2	-0.32	-0.52
Station 3	-0.47	-2.32
Station 4	-0.52	-2.35

Il ressort du tableau que les valeurs du ΔpH calculé, et confèrent aux eaux de ces points d'eau le caractère agressif vis à vis des carbonates, c'est à dire que les carbonates précipités sont aussitôt repris par dissolution. Cependant les eaux des autres sources présentent des ΔpH positifs, ce qui leur confère le pouvoir entartrant surtout en période de basses eaux.

5.2.2 Usage à l'AEP

Les eaux superficielles doivent être traitées avant leur distribution pour l'usage a l'AEP quelque soit leur composition chimique.

6.Conclusion

Les résultats obtenus pour le SAR et la conductivité électrique et les teneurs en chlorures des quatre stations montrent que ces éléments physico-chimique s ne sont pas pris comme facteur pour l'irrigation car les valeurs sont nettement inferieure aux normes fixes par la FAO en générale, et que les eaux conviennent pour la plus part de plantes et ne causent aucun problème pour l'irrigation**.**

1. Matériel et méthodes

1.1 Technique de prélèvement de l'eau pour une analyse bactériologique

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuses. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vise métallique. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), nous avons utilisée le flacon débouché et immergé complètement en position verticale renversée en le tenant par le fond : il est alors retourné jusqu'à ce que l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire du courant. Après le prélèvement, les flacons doivent être soigneusement rebouchés. De toutes façons, il faut éviter de heurter les rives, le fond, la proximité de la surface (au moins 30 cm) (Guiraud, 1998). Le flacon doit être lisiblement étiqueté et envoyé sans retard au laboratoire, accompagné d'une note portant tous les renseignements nécessaires.

La teneur des échantillons en coliformes se modifie entre le moment du prélèvement et celui d'examen. Il importe donc de procéder à l'analyse le plus rapidement possible après le prélèvement, de préférence dans l'heure suivante et en aucun cas après 24 heures (Rodier et al, 1996).

1.2 Examen Bactériologique :

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

- les germes totaux (la flore totale).
- les coliformes (coliformes totaux).
- les coliformes fécaux thermotolérants (*E.coli*)
- les streptocoques fécaux.

- les clostridium sulfito-réducteurs.
- autres germes pathogènes tels que *Pseudomonas aéruginosa, Selmonnella….*

1.2.1 Détermination des germes revivifiables à 22 °C et à 37°C :

La recherche et le dénombrement des germes revivifiables se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychotropes soit à 20° et ceux franchement mésophiles soit 37°C (Lebres, 2006).

-Principe :

- On ensemence par mélange à un milieu de culture défini (TGEA), en boîtes de Pétri, d'un échantillon non dilué et de diverses dilutions de cet échantillon.
- L'ensemencement doit être en duplicata (en deux boites de Pétri).
- La moitié des boites ensemencées avec chacune des différentes dilutions d'eau, puis incubée, aussitôt après solidification, dans une étuve à 37°c ± 2°C durant 24 à 48 heurs.
- L'autre est placée dans une étuve maintenue à une température de 20 à 22°C durant 72 (± 3) heurs. Conserver les boites à l'obscurité, couvercle en Bas.

-Lecture et interprétation :

- Retenir pour comptage les boîtes contenant des colonies qui apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir aussi les boites contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boite renferme au moins 30 colonies.

- Calculer ensuite la valeur du nombre **N** de microorganismes revivifiables à 22 ± 2°C à part et celle du nombre **N** de microorganismes revivifiables à 37 ± 2°C à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$\mathbf{N} = \frac{\sum c}{1.1 \times d} \qquad \text{où}$$

Σ c : est la somme des colonies dénombrées sur deux boites de dilutions successives retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule (Lebres, 2006).

Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10.

1.2.2 Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs :

Les clostridum sulfito-réducteurs (CSR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose VF en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des CSR constituent généralement des indices de contamination ancienne (Lebres, 2002).

-Principe :

Le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteur se fait par incorporation d'un échantillon après destruction des formes végétatives des bactéries (par un chauffage approprié à 80°C pendant 10 minutes) dans un milieu de culture (viande de foie), contenant du sulfite de sodium et des sels de fer.

- L'incorporation se fait dans un tube bien fermé et non dans une boite afin de limiter la surface de contact entre le milieu et l'air.

- Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito-réducteurs se traduit par un halo noir autour des colonies.

Le dénombrement des colonies, se réalisé après incubation pendant 24h et ou 48h à 37 °C, sous anaérobiose. (Fig.30).

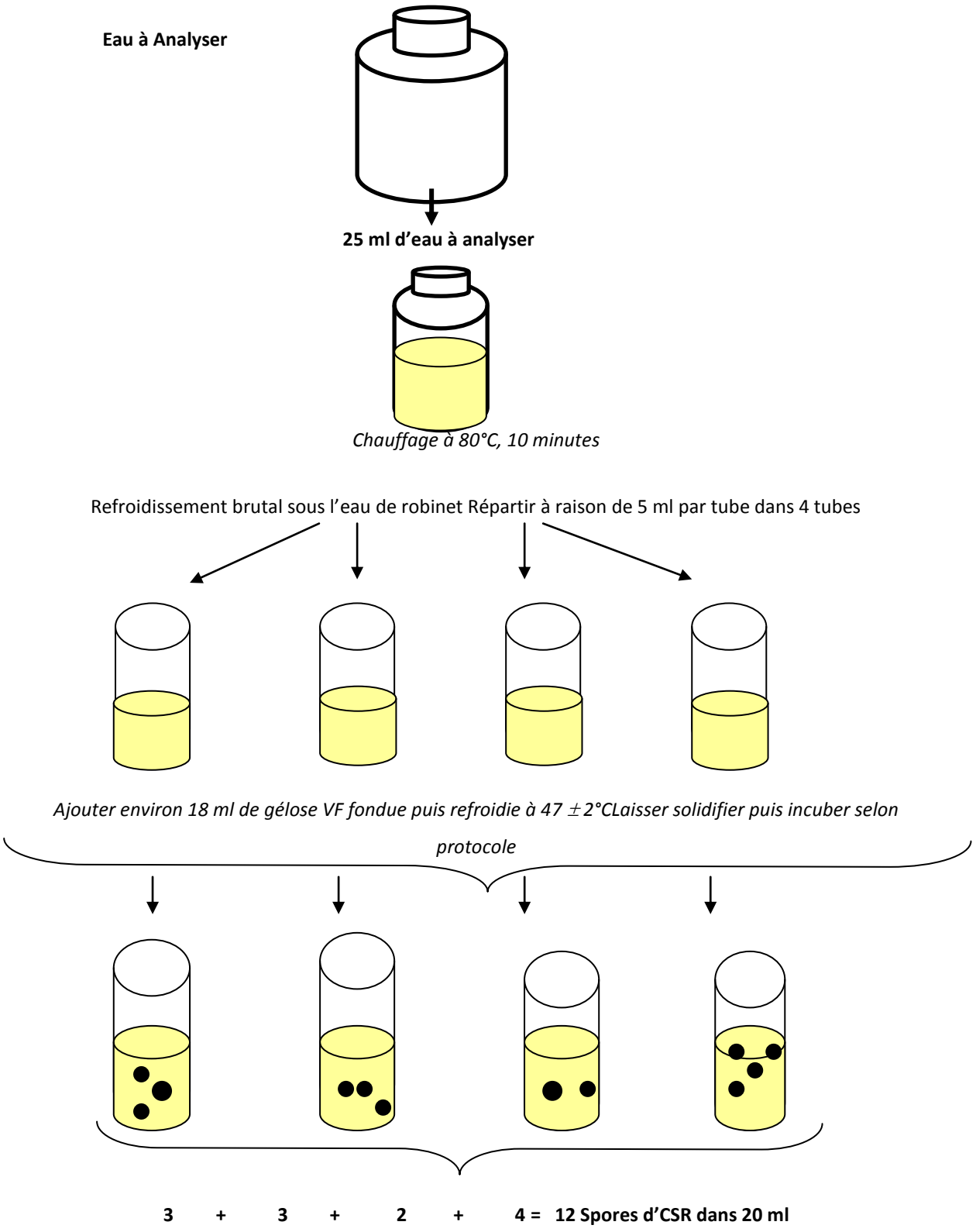


Figure 30: Recherche et dénombrement des clostridium sulfato-réducteur

1.2.3 Dénombrement des coliformes fécaux :

Sous le terme de "coliformes" est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae **(**Coulibaly, 2005).

La définition suivante à été adopté par l'Organisation internationale de standardisation (ISO) (in Hamsatou, 2005). Le terme " coliforme" correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogones, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croitre en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activés inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heurs, à des températures de 35 à 37°C.

Les coliformes comprennent les genres: *Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Serratia.*

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

- le terme de "coliformes fécaux" ou de " coliformes thermo-tolérants "correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44°C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les espèces suivantes : *Citrobacter freundii, Citrobacter diversus, Citrobacter amalonaticus, Enterobacter aerogenes, Enterbacter cloacae, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella oxytoca, moellerella wisconsensis, salmonella* (sous genre III arizona), *Yersinia enterocolitica* (Rodier et al, 1996).

A. Test présomptif : Dénombrement en milieu liquide sur BCPL:

Pour ce test on utilise le milieu BCPL en D/C et S/C, les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu (Chaouch, 2007).

On travaille avec une série de 3 tubes :

- 3tubes de BCPL D/C avec 10 ml de l'échantillon.
- 3tubes de BCPL S/C avec 1 ml de l'échantillon.
- 3tubes de BCPL S/C avec 0.1 ml de l'échantillon.

- Les tubes inoculés sont homogénéisés par agitation douce pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche.
- La lecture se fait après 48 heurs d'incubation dans une étuve à 37°C.
- Tous les tubes présentant une couleur jaune et de gaz dans la cloche sont considérés comme positifs.
- On note le nombre de tube positifs dans chaque série et on reporte à la table du NPP.

Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon d'eau. (Voire Figure31)

B. Test confirmatif : Ensemencement du milieu Schubert :

- A partir de chaque bouillon de BCPL positif on ensemence 4 à 5 gouttes en milieu de Schubert avec la cloche de Durham**.** (Fig.31)
- Après incubation à 44°C pendant 24 heurs, les tubes ayant apparaitre un anneau rouge après l'ajout de réactifs Kovacks, avec production de gaz, sont considérées positifs (indole positif).
- on détermine le nombre des coliformes fécaux thermo-tolérants à partir de tables de NPP (voir annexe 5) par UFT/ 100 ml (Chaouch, 2007).

-Remarque : Etant donné que les Coliformes fécaux font partie des Coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de Coliformes fécaux que de Coliformes totaux (Lebres, 2006).

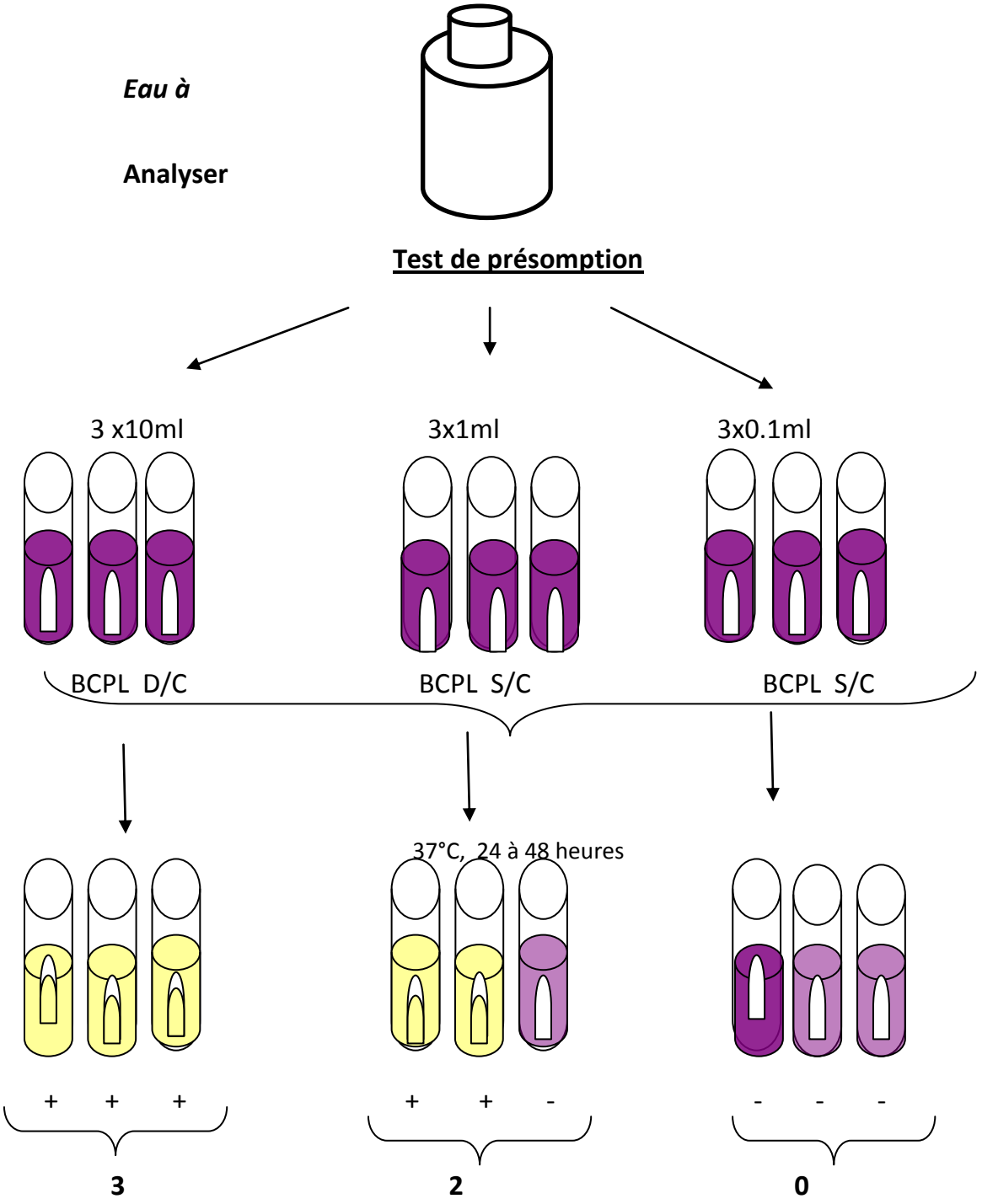


Figure 31: Recherche et dénombrement des coliformes

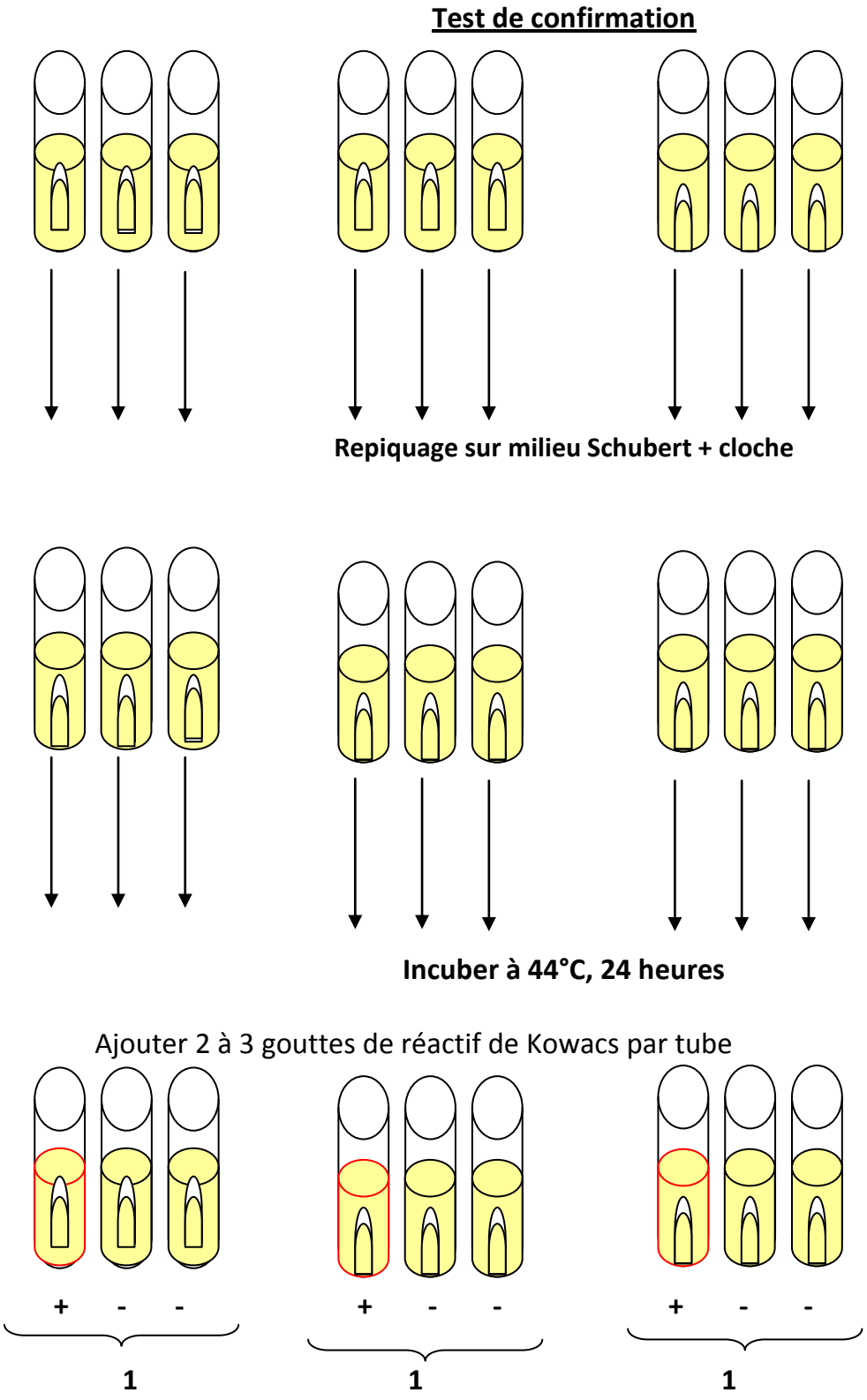


Figure 32 : Test de confirmation des coliformes fécaux

1.2.4 Dénombrement des streptocoques fécaux :

Les Streptocoques fécaux ou Streptocoques du groupe D de la classification de Lancefield, se présentent sous forme de cocci à Gram +, sphériques à ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D (Galaf, 2003). Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques hydrolysent l'esculine en 48 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine (Baziz, 2008).

Les techniques d'analyses sont comparables à celles décrites pour les coliformes fécaux (série de 3). Dans ce cas il est prescrit de faire successivement un test présomptif en milieu de Rothe et un test confirmatif en milieu Eva Litsky. L'incubation dans les deux tests se fait en 37°C, pendant 24 à 48 heurs.

- Lecture:

- **Test présomptif :**

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir les streptocoques fécaux et sont soumis au test confirmatif.

-Test confirmatif :

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

-Expression des résultats :

Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux sont exprimés comme ceux coliformes en nombre de germes par 100ml (Rodier et al, 2006).

1.2.5 La Galerie API 20 E :

La galerie API 20 E est un système pour l'identification des Enterobacteriaceae et d'autres bacilles Gram (-), utilisant 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, 8 testes conventionnels et 12 d'assimilation.

A partir d'une colonie bien isolée, on réalise une suspension bactérienne dans l'eau physiologique qu'on répartira dans les micros tubes selon l'indication du revendeur.

Après incubation à 37°C pendant 24h, les réactions positives se manifestent, soit par une coloration, soit par coloration après adition des réactifs. La coloration tout comme les réactifs sont bien détermines pour un caractère déterminé (Catalogue Api20E système).

1.2.6 Coloration de Gram :

- Objectif :

La coloration de Gram a pour but de différencier les bactéries Gram positives des bactéries Gram négatives et aussi d'observer leur morphologie.

2. Résultats

Le tableau 22 récapitule les valeurs moyennes et spatio-temporelles de la flore mésophile et les indicateurs de la contamination fécale au niveau des quatre stations en $\log_{10}$, les valeurs normales sont présentés en annexe 3.

Tableau 22 : Moyenne de la flore mésophile (germe /1ml) et des indicateurs de la contamination fécale (germe/100mL)

Station	FMT (22°C) log_{10} (M=3.58 log_{10})			FMT(37) log_{10} (M=3.38 log_{10})			CT log_{10} (M=2.53 log_{10})			CF (44°) log_{10} (M=1.63 log_{10}			SF log_{10} (=M=1.70 log_{10})		
	Xm	Xmax	Xmin	Xm	Xmax	Xmin	Xm	Xmax	Xmin	Xm	Xmax	Xmin	Xm	Xmax	Xmin
S1	3.88	4.72	2.95	4.45	4.39	2.60	2.84	3.14	2.38	1.86	3.14	1.14	1.60	2.66	1.04
S2	3.38	4.41	2.60	3.05	3.73	2.46	2.13	2.38	1.44	1.51	2.38	1.04	1.39	1.87	0.84
S3	3.36	4.38	2.60	2.65	3.51	1.04	2.32	3.14	1.44	1.37	2.66	0.84	1.20	1.80	0.80
S4	3.70	4.57	2.30	3.38	4.14	2.77	2.83	3.14	2.38	1.78	3.14	1.04	2.04	3.14	1.04

Tableau 23 : Variation spatio-temporelle de s Clostridium sulfito-réducteur Germes / 20ml

	S 1	**S 2**	**S 3**	**S 2**
Germes / 20ml				
Oct	indénombrable	indénombrable	indénombrable	indénombrable
Dec	indénombrable	53	30	indénombrable
Jan	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0
Mai	indénombrable	0	0	indénombrable

Tableau 24: différentes germes identifié par l'Api système E20

	S 1	S 2	S 3	S 4
Oct	*-E. coli* *- Pasteurella multocida* *(Api 20NE)*	*- Proteus mirabilis* *-Chramobactérium violaceum*	*-Acinétobacter Baumani* *- Pasteurilla pneutropica* *(Api 20NE)*	*-Vibio parahaemolyticus (Api 20NE)*
Dec	/	/	*-Klebsiella pneumoniae*	/
Jan	*- Protues vulgaris*	*-Chramobacterium violaceum*	*- Entérobacter agglomerans*	*-Proteus mirabilis*
Mars	*-Aeromonas hydrophila*	*-Proteus mirabilis*	*-Burkholderia ceracia*	*-Enterobacter aerogenes*
Mai	*-Entérobacter agglomerans*	*-Acinetobacter baumanni*	*-Haemophlus influenzae*	*-Enterobacter sakazakii*

3. Interprétation et discussion

La concentration moyenne de la flore mésophile aérobie totale (22°C) pour tout les sites confondus est de 3.58$\log_{10}$ / ml. La valeur minimale de 3.36$\log_{10}$/ml est enregistrée au niveau de la station 3 ; alors que la forte valeur de 3.7 $\log_{10}$/ml est enregistrée au niveau de la station 4. La concentration moyenne de la flore mésophile aérobie totale (37°C) suit le même rythme.

Les coliformes totaux, la concentration moyenne est de 2.53 $\log_{10}$ / 100ml. La concentration moyenne de 3.14 $\log_{10}$ /100ml maximale (S1, S3 et S4) et la minimale de 1.44$\log_{10}$ /100m_l est enregistrée au niveau de la station (2et 3). En ce qui concerne les CF (44°C), la moyenne est de l'ordre de 1.63 $\log_{10}$/100ml. La valeur maximale moyenne est rencontrée au niveau de la station (1 et 4) est de

3.14 log_{10}/100ml, tandis que la valeur moyenne minimale est de 0.84 log_{10}/100ml au niveau de la station 3. Quant au streptocoque fécaux, la moyenne générale est de 1.70 log_{10}/100ml, la maximale est de 3.14 log_{10}/100ml (S4) et enfin la minimale est de 0.80 log_{10}/100ml et provient de la station 3.

Pour les CSR, il est impossible de mettre une valeur maximale parce que dans certains cas dans notre étude on trouve que le nombre est indénombrable, bien qu'on enregistré une valeur minimale de 0 Germes /20ml.

Le suivi de la variation spatio-temporelle des indications de contamination fécales sont regroupé dans le tableau 25.

Nous constatons que la flore totale mésophile et les germes indicateurs de pollution de contamination fécale subissent une fluctuation saisonnière surtout après la période de pluies.les valeurs des coliformes fécaux et streptocoques fécaux au niveau de la région d'étude sont similaires a celle trouvées au niveau du barrage de Yaoundé (Cameroun) où les concentrations annuelles maximales sont de l'ordre de 2 à 3.5 log_{10}/100ml pour les coliformes fécaux et de 1.6 à3.7 log_{10}/100ml pour les streptocoques fécaux (Nola. M et al, 1998).

Tableau 25: la variation spatio-tonmporelle en log_{10}

		CT log_{10}	Coliforme fécaux log_{10}	SF log_{10}	Bact tot à 22°C log_{10}	Bact tot à 37°C log_{10}
St 01	Oct.	2.38 log_{10}	2.32 log_{10}	1.96 log_{10}	3.41 log_{10}	3.46 log_{10}
	Déc	2.38 log_{10}	1.3 log_{10}	1.04 log_{10}	2.95 log_{10}	2.6 log_{10}
	Jan	3.14 log_{10}	1.44 log_{10}	1.04 log_{10}	395 log_{10}	3.6 log_{10}
	Mars	3.14 log_{10}	1.14 log_{10}	1.3 log_{10}	4.38 log_{10}	3.23 log_{10}
	Mai	3.14 log_{10}	3.14 log_{10}	2.66 log_{10}	4.72 log_{10}	4.39 log_{10}
St 02	Oct	2.32 log_{10}	1.04 log_{10}	1.87 log_{10}	3.55 log_{10}	3.53 log_{10}
	Dec	2.2 log_{10}	1.04 log_{10}	0.84 log_{10}	2.6 log_{10}	2.46 log_{10}
	Jan	1.44 log_{10}	1.04 log_{10}	1.04 log_{10}	3 log_{10}	2.87 log_{10}
	Mars	2.32 log_{10}	2.07 log_{10}	1.3 log_{10}	4.34 log_{10}	2.69 log_{10}
	Mai	2.38 log_{10}	2.38 log_{10}	1.87 log_{10}	4.41 log_{10}	3.73 log_{10}
St 03	Oct	2.04 log_{10}	1.04 log_{10}	1.8 log_{10}	3.51 log_{10}	3.51 log_{10}
	Dec	1.96 log_{10}	0.84 log_{10}	0.8 log_{10}	2.6 log_{10}	2.69 log_{10}
	Jan	1.44 log_{10}	1.04 log_{10}	1.04 log_{10}	3.17 log_{10}	1.04 log_{10}
	Mars	3.04 log_{10}	1.3 log_{10}	1.04 log_{10}	4.38 log_{10}	2.87 log_{10}
	Mai	3.14 log_{10}	2.66 log_{10}	1.32 log_{10}	3.17 log_{10}	3.14 log_{10}
St 04	Oct	2.38 log_{10}	2.38 log_{10}	1.96 log_{10}	3.44 log_{10}	3.36 log_{10}
	Déc	2.38 log_{10}	1.3 log_{10}	1.04 log_{10}	2.3 log_{10}	2.77 log_{10}
	Jan	3.14 log_{10}	1.04 log_{10}	1.44 log_{10}	3.77 log_{10}	3.77 log_{10}
	Mars	3.14 log_{10}	1.04 log_{10}	3.14 log_{10}	4.57 log_{10}	2.87 log_{10}
	Mai	3.14 log_{10}	3.14 log_{10}	2.66 log_{10}	4.44 log_{10}	4.14 log_{10}

3.1 Rapport CF/SF:

Selon la classification adoptée par Borrego et Roméro 1982, (in Guellaf.F et hannem.S, 2003) :

- Si r< 0.70 ; entièrement d'origine animale
- 0.7 <r<1 ; mixte a prédominance animale
- 1< r<2 ; d'origine incertaine

- 2<r<4 mixte a prédominance humaine
- r>4 source exclusivement humaine

Il en ressort de nos analyses que la contamination fécale est en générale d'origine mixte (tableau 26). Mais selon les travaux de Jagals et al(1995) qui ont noté qu'un rapport CF/SF supérieur a 4 peut être considéré comme un indice de pollution d'origine humaine (cas de la station 3).

Tableau 26 : Rapport CF/SF pour la connaissance de l'origine de la pollution fécale

Station	Rapport CF/SF	Observation
St 01	2.81	Mixte à prédominance humaine
St 02	2.07	Mixte à prédominance humaine
St 03	4.46	Source exclusivement humaine
St04	0.84	Principalement ou entièrement d'origine animale

3.2 Indice de qualité microbiologique (IQM) :

3.2.1 Principe de l'IQM :

Comme pour les analyses chimiques, il est possible de calculer pour les cours d'eau un indice de contamination bactériologique à partir du dénombrement de différents germes dont les principaux, généralement associés à la pollution organique, sont les bactéries totales, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

3.2.2 Calcul de l'IQM :

Les limites des classes ont été établies par Bovesse & Depelchin(1980),

Tableau 27 : Répartition des classes

Classe n°	Bact. tot./ml	colif. f./ml	strepto. f./ml
5	<2000	<100	<5
4	2000-9000	100-500	5-10
3	9000-45000	500-2500	10-50
2	45000-360000	2500-20000	50-500
1	>360000	>20000	>500

Le tableau ci dessous récapitule le degré de contamination fécale.

Tableau 28 : calcul de l'IQM

IQM	Contamination fécale
4,3-5,0	nulle
3,5-4,2	faible
2,7-3,4	modérée
1,9-2,6	très forte
1,0-1,8	très accentuée

L'indice de qualité bactériologique calculé pour les quatre stations donne une moyenne de 3.60, avec un maximum de 3.92 à la station 3 et un minimum de 3.26. Ce qui traduit par une pollution faible (figure 33).

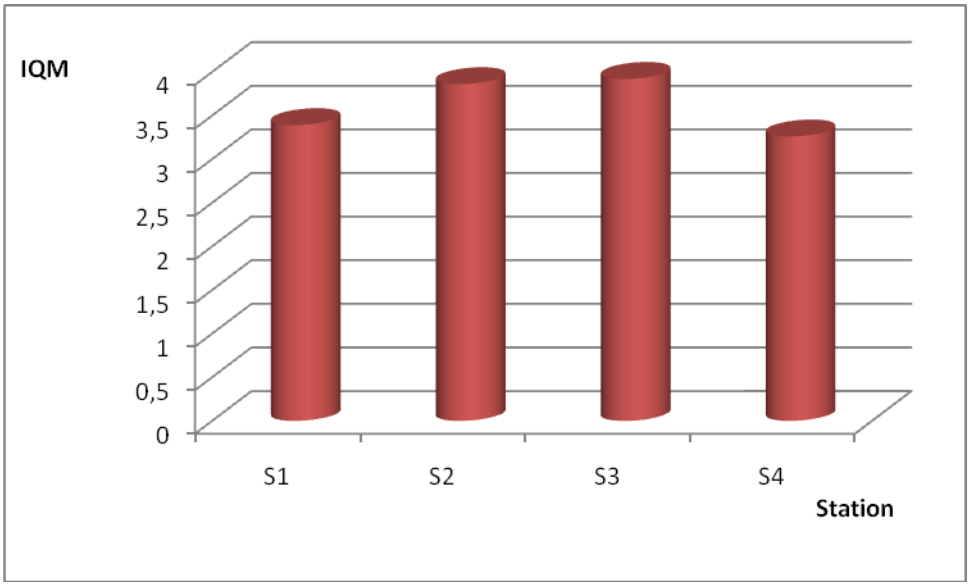


Figure 33: Indice de qualité microbiologique

4. Conclusion

Aux termes de notre travail, nous pouvons conclure que la contamination des ces eaux se manifeste par des teneurs dépassant largement les normes de l'OMS.

De plus la pollution bactérienne était très élevée et presque permanente dans les points étudiés pendant toute la durée de notre travail. Les résultats démontrent aussi un accroissement de la pollution. Les causes de cette pollution sont multiples; parmi lesquelles on peut citer la mauvaise évacuation des eaux usées qui reste la cause principale de cette pollution.

La région d'étude est située au nord-est de l'Algérie orientale. Cette région qui constituée le bassin sud du Kébir-ouest est caractérisé par des potentialités en eaux superficielles. Il s'agit des oueds Mouguer et el Hammam. En effet le développement agricole et l'urbanisation, avec les rejets non assainis font que ces eaux sont dégradées en qualité.

La géologie de la région du bassin sud du Kébir ouest est trop complexe et caractérisée par de formations appartenant à des bassins paléogéographiques définis (Formations telliens, ultra telliens, Numidien et la dorsale).

Le climat est de type méditerrané non continental (R<1). Le bilan hydrologique de Thornthwaite a permis de mettre en évidence que la recharge se fait a partir d'octobre et s'épuisent au mois de juin.

L'hydrochimie à décelé, l'existence de plusieurs facies : facies bicarbonaté calco-magnésien, chloruré-Sodique et potassique ou sulfaté-Sodique et une facies mixte.

Les indices de saturations obtenus montre que ces eaux sont en général sur saturé au Calcite, Aragonite, dolomite. Ce qui traduit par un appauvrissement en calcium, et en sous–saturation en gypse et anhydride, ce qui se traduit par un enrichissement en calcium, magnésium et sulfates.

Les valeurs obtenues de la Pco_2 sont faibles mais elles augmentent au période humide conséquence probable de la dissolution des minéraux.

L'étude de la pollution superficielle a mis en évidence une dégradation totale de la qualité chimique.

Les nitrites, ortho phosphates, et l'ammonium les métaux lords présentant des terras supérieur aux normes fixés par l'OMS qui sont respectivement de 0.2,

0.1 et 0.5 mg/l. La présence de ces éléments provoque une eutrophisation des oueds et du barrage.

L'analyse bactériologique à révélé l'abondance du la flore mésophile totale et les germes indicateurs de pollution fécale. La présence de ces germes dans les eaux entraîne de graves maladies. Si elles ne sont pas traitées biens avant leur distribution.

Bibliographies

Al Agha M.R. (2005). Hydrogeochemistry and carbonate model of groundwater, Khanyounis govarnorate- Gaza Strip, Palestine. Environ. Geol. Vol 47. pp (898-906).

ANRH (2002). Relevé pluviométrique du bassin de Guelma.

Baziz N. (2008). Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé : cas de la ville de Batna. Thèses de Magister en dynamique des milieux physiques et risques naturels. Univ. Batna. 154p.

Belhadj M.Z. (2006). Etude de la pollution du Barrage de Zit-Emba (Commune Bekkouche Lakhdar , Wilaya de Skikda). Thès. Magister. Univ. Batna. 107p.

Berounsky W.M. Nixon S.W. (1993). Rate of nitrification along an estuarine gradient in Narragansettbay. *Estuaries*. vol 16. pp (718-30).

Bertouille S. (1978). *Absorption et localisation du cadmium chez le soja*. Mémoire de licenciés en sciences botaniques, Univ catholique de Louvain. 68 p.

Borrego A.F. Romero P. (1982). Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. VI^{ème} journée Etud. Pollutions. Cannes. pp (561-569).

Bourdon J.L. et Marchal N. (1981). Techniques bactériologiques. Doin. Paris. 335p.

Bovesse M. Depelchin A. (1980). Cartographie de la pollution des cours d'eau de la province de Namur: analyses bactériologiques. 25 p.

Chaouch R. (2007). Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages de la ville d'Annaba: aspects physico-chimiques, bactériologiques des eaux. Mémoire de magister en science de la mer. Univ de Baji Mokhtar. Annaba. 91p.

Chauve et al. (1989). Qualité physico-chimique des eaux de la nappe alluviale de Franche Comté, Laboratoire de géologie structurale et appliquée. 206 p.

Claisse D. Joanny M. Quintin J.Y. (1992). Le réseau national de l'observation de la qualité du milieu marin (RNO). *Anal Magaz*. vol20. pp (19-22).

Coulibaly K. (2005). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèses de doctorat

d'état en pharmacie. Univ de Bamako. 69 p

De Boer J. Van der Zande T.E. Pieters H. & al. (2001). Organic contaminants and trace metals in flounder liver and sediment Fro and Rotterdam harbours and off the Dutch coast. J Environ Monit; vol 3. pp (386-393).

Debièche T.H. (2002). Evolution de la qualité des eaux (salinité, acidité et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : Application à la basse plaine de la Seybouse, N.E. algérien. Thèse de Doctorat. Univ. de Franche Comté. France. 200 p.

Duval J. (1995). Le rôle des légumineuses dans la pollution par les nitrates. Ecological Agriculture Projects. *Agro Bio*. vol 310 . 10 p.

El Hraiki A. Kessabi M. Sabhi Y. Bernard P. & Buhler D. R. (1992). Contamination par le cadmium, le chrome, le mercure, et le plomb. Pêche marocaine prélevée en mer Méditerranée. Rev Wat Med. pp (49-56-143).

FAO (1976). Etude prospective pour le développement agricole des pays de la zone sahélienne. Rome. 64 p.

Galaf F. Ghannam S. (2003). Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Ing. Agronomie. Halieutique. Institut agronome et vétérinaire Hassen II. Rabat.

Ghorbel A.(1991). Guide pratique des calcules hydrlogiques. 52p.

Groen J. Schuchmann J.B. Geirnaer T.W. (1988). The occurrence of high nitrate concentration in ground water in villages in Northwestern Burkina Fasso. *J Afr Earth Sci*. 7 . pp(999-1009).

Guiraud J. (1980). Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris. 615p.

Halimi A. (1980). L'atlas blidéen, climats et étages végétaux. O.P.U. Alger. 523p.

Hamstou M.M.D. (2005). Les eaux résiduaires des tanneries et de teintureries: caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sue les eaux du surface et les eaux souterraines. Thèse de doctorat. Univ. de Bamako. 135p.

Jagals P. Grabow W.O.K. Devilliers J.C. (1995). Evaluation of indicateors for assessment of human and animal faecal pollution of surface runoff. Wat.Sci.Tech. Vol 31. pp (235-241).

Kherici N. (1996). Vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la plaine de Annaba–la Mafragh. Algérie. Thèse de docteur. ès–sciences. université d'Annaba. pp(120–5)

Lahondère J.C. (1987). Les séries ultra-telliennes d'Algérie Nord-orientale et les formations environnantes dans leur cadre structural. Thèse de doctorat. és-Sciences. univ. Paul Sabatier. Toulouse. France. 238 p.

Lebres E. Azizi D. Boudjellab B. (2006). Manuel de travaux pratiques des eaux: microbiologie des eaux et des boissons. Institut pasteur d'Algérie. 60p.

Lebres E. Azizi D. Hamza A. Taleb F, Taouchichet B. (2002). Manuel de travaux pratiques des eaux: microbiologie des eaux et des boissons et de produit de la mer. Institut pasteur d'Algérie. 34p.

Leclercq L. Maquet B. (1987). Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (Bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénotiques et diatomiques. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., 113 p.

Maguer J.F. Lecorre P. Chelguen S. (1996). Source d'azote pour le phytoplancton dans le système brassé peu profond de la Manche occidentale. Importance de la production régénérée : bilan annuel. *J Rech Oceanog* . vol 21. pp (103-105).

Muoy S.(1987). Apport du traçage physico-chimique naturel à la connaissance hydrologique des aquifères. Thèses de doctorat d'état. Univ. Franche-comté. 311p.

Nola M. Njine Monkiedje A. Sikati Foko A. et Djuikom E. (1998). Qualité bactériologique des eaux des ressources en eau et du barrage de Yaoundé (Cameroun). Cahiers. Santé. 8(5). pp 330-336.

Nouar T & Messadi D (2004) Thermodynamique des sources de la région de Guelma. Séminaire nationa,l JSTA 1, univ. Guelma, mai 2004.

Nouar T. Toumi A. Messadi D. (2005). Etude de la pollution des eaux superficielles du bassin de Guelma. Revue LJEE. n°6. pp (32-40).

Ouardi J. (2005). Dégradation des sols et de la nappe des périmètres irrigués du Tadla marocain par salinisation et sodisation. thèse de doctorat-ès national, Univ. Cadi Ayyad. Maroc. 155 p.

Parkhurst D.L. Thorstenon D.C. Plummer L.N. PHREEQ. (1990). A computer program for geochemical calculations. USGS water resources investigations report. 80-96. 210p.

Piper A. (1944). A graphic procedure in geochemical interpretation of water analysis. Trans. Am. Geophys Union 25. pp (914-928).

Rodier J. Bazin C. Broutin J.P. Chambon P., Champsaur H & Rodi L. (1996). L'analyse des eaux naturelles. eaux résiduaires. eaux de mer. Paris . Dunod. 8e édition. 1383p.

Rosecchi E. Charpenter B. (1995). L'aquaculture en milieu lagunaire et marin. Conservation des zones humides méditerranéennes. *MedWet*. N° 3 . 94 p.

Rouabhia A. (2001). Vulnérabilité des eaux souterraines d'une région semi–aride d'Algérie. Cas de la plaine d'El Ma El Abiod. Thèse de magister. Univ. d'Annaba. 150 p.

Rouny C.P. Mclaren R.G. and Cresswel R.J. (1999). Distribution and phytoavailability of lead in soil contamined with lead shot.Water air and soil. 116 pp (535-548).

Sayad L. (2006). Qualité physico-chimiques, bactériologiques des eaux de l'écosystème lacustre lac des oisseaux. wilaya El taref. Mémoire de magister en Géoscience. Univ. de Baji Mokhtar. Annaba.

Schoeller H. (1962). Les eaux souterraines, hydrologie dynamique et chimique, recherche, exploitation et évaluation des ressources. Ed. Masson et Cie. 640 p.

Serghini A. Fekhaoui M. El Abidi A & al. (2003). Contamination métallique des eaux souterraines de la ville de Mohammadia (Maroc). Cahiers d'étude et de recherche francophone/santé. Vol 13, n°3. pp (177-182).

Tarras-Wahlberg N.H. Flachier A. Lane S.N. et Sangfors D. (2001). Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystem n river contamined by small scale gold mining, the puyango river basin. southern Ecuador. Sci total environ. Pp (278-239-269).

Thornthwaite C.W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. Geographical review 38. pp (55-596).

Turc L. (1954). Le bilan d'eau des sols : relation entre précipitation, l'évapotranspiration et l'écoulement. Ann. Argon. 5. pp (491-496).

Vila J.M. (1980). La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de Doctorat és-Sciences. univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI. France pp (58-72).

Vila J.M. (1988). Carte géologique au 1/50.000 de Guelma et skikda et notice explicative rédigée par Vila J. M. Pub. Serv. Carte géol. Algérie.

WHO (1996). WORLD Health organisation. Guidelines for drinking water quality, 2nd ed., vol2. Health criteria and other supporting information. Geneva. Switzerland. pp (914-928).

ANNEXE N°1

Tableau : Indice de Pollution Organique (IPO)

		No_2 μ g/l	NH_4^+ mg/l	Po_4 μ g/l	Moy	Observation
St 01	Oct	1	5	2	2.66	Forte
	Nov	2	3	1	2	Forte
	Dec	3	5	1	3	Modérée
	Jan	1	4	1	2	Forte
	Fev	3	4	2	3	Modérée
	Mars	2	4	2	2.66	Forte
	Avr	1	4	2	2.33	Forte
	Mai	1	4	2	2.33	Forte
St 02	Oct	5	5	5	5	Nulle
	Nov	5	4	5	4.66	Nulle
	Dec	3	4	2	3	Modérée
	Jan	2	5	1	2.66	Forte
	Fev	3	4	3	3.33	Modérée
	Mars	3	4	3	3.33	Modérée
	Avr	2	4	3	3	Modérée
	Mai	2	4	2	2.66	Forte
St 03	Oct	5	5	5	5	Nulle
	Nov	3	4	5	4	Faible
	Dec	3	4	3	3.33	Modérée
	Jan	3	5	1	3	Modérée
	Fev	3	4	3	3.33	Modérée
	Mars	3	4	3	3.33	Modérée
	Avr	2	4	2	3	Modérée
	Mai	2	4	2	2.66	Forte
St 04	Oct	2	5	2	3	Modérée
	Nov	2	4	5	3.66	Modérée
	Dec	3	4	1	2.66	Forte
	Jan	2	5	1	2.66	Forte
	Fev	3	5	2	3.33	Modérée
	Mars	3	4	3	3.33	Modérée
	Avr	3	4	2	3	Modérée
	Mai	2	4	2	2.66	Forte

ANNEXE N°2
Tableau : IHE

		O_2 %	NH_4^+ mg/l	Po_4 μ g/l	Moy	Observation
St 01	**Oct**	5	5	2	4	Faible
	Nov	5	3	1	3	Modérée
	Dec	4	5	1	3.33	Modérée
	Jan	4	4	1	3	Modérée
	Fev	5	4	2	3.66	Modérée
	Mars	4	4	2	3.33	Modérée
	Avr	4	4	2	3.33	Modérée
	Mai	3	3	2	2.66	Forte
St 02	**Oct**	3	5	5	4.33	Faible
	Nov	4	4	5	3.66	Modérée
	Dec	4	4	2	3.33	Modérée
	Jan	4	5	1	3.33	Modérée
	Fev	5	4	3	3	Modérée
	Mars	3	4	3	3.33	Modérée
	Avr	3	4	3	3.33	Modérée
	Mai	3	4	2	3	Modérée
St 03	**Oct**	4	5	5	4.66	Nulle
	Nov	4	4	5	3.66	Modérée
	Dec	4	4	3	3.66	Modérée
	Jan	4	5	1	3.33	Modérée
	Fev	5	4	3	4	Faible
	Mars	3	4	3	3.33	Modérée
	Avr	3	4	2	3	Modérée
	Mai	3	3	2	2.66	Forte
St 04	**Oct**	5	5	2	4	Faible
	Nov	5	4	5	4.66	Nulle
	Dec	5	4	1	3.33	Modérée
	Jan	5	5	1	3.66	Modérée
	Fev	5	5	2	4	Faible
	Mars	4	4	3	3	Modérée
	Avr	3	4	2	3	Modérée
	Mai	2	4	2	2.66	Forte

ANNEXE 3

Tableau: Paramètres statistiques

Stations		Ca+	Mg+	Na	K	Cl	SO4	HCO3
S 1	Max	216	52	60	5	61.2	180	270
	Min	104	6.2	38	0.98	38	100	190
	Moy	136.42	36.4	47.48	2.68	50.92	137.75	223.65
	σ	37.52	14.58	6.82	1.37	7.96	26.49	27.22
	CV	27,5	40,05	14,36	51,11	15,63	19,23	12,17
S 2	Max	360	73	63	7	62	155	310
	Min	68	32	37	1	32	64	120
	Moy	176.47	47.62	48.02	3.09	47.15	123.37	225.37
	σ	93.95	14.87	9.62	2.08	12.26	29.13	66.56
	CV	53,23	31,22	20,03	67,31	26	23,61	29,53
S 3	Max	216	73	145.3	10	72	488	366
	Min	96	28	32	1	36	125	170
	Moy	159.75	47.37	73.16	3.11	56.75	187.25	230.75
	σ	49.86	16.54	45.77	3.22	12.88	122.76	60.39
	CV	31,21	34,91	62,56	103,53	22,69	65,55	26,17
S 4	Max	312	74	168.3	17	350	235	402.6
	Min	68	36	38	0.98	35	120	183
	Moy	148.25	49.12	97.62	4.32	171.25	159.62	275.27
	σ	84.67	15.8	56.85	5.47	112.81	36.75	80.86
	CV	57,11	32,16	58,23	126,62	65,87	23,02	29,37
Stations		**NO3**	**NO2**	**PO4**	**C**	**pH**	**EH**	**NH4**
S 1	Max	0.455	0.32	3.005	1591	9.39	-0.13	1
	Min	0.0243	0.011	0.224	727	7.1	-0.63	0.045
	Moy	0.215	0.152	0.694	1065.75	8.096	-0.218	0.342
	σ	0.142	0.116	0.945	291.91	0.672	0.344	0.321
	CV	66,04	76,31	136,16	27,39	8,3	157,79	93,85
S 2	Max	0.317	0.082	0.653	815	9.31	-0.31	0.432
	Min	0.038	0.003	0.019	724	7.13	-0.77	0.031
	Moy	0.188	0.035	0.225	757.3	8.315	-0.5	0.224
	σ	0.103	0.029	0.189	31.86	0.8	0.21	0.155
	CV	54,78	82,85	84	4,2	9,62	42	69,19
	Max	0.298	0.092	0.562	801	9.14	-0.31	0.528
	Min	0.001	0.006	0.01	655	7.48	-0.79	0.037
	Moy	0.128	0.038	0.216	727.37	8.37	-0.54	0.23

σ

S 3		0.136	0.03	0.15	47.47	0.6	0.177	0.2
	CV	106,25	78,94	69,44	6,52	7,16	32,77	86,95
S 4	**Max**	0.603	0.095	0.644	2260	8.94	-0.1	0.52
	Min	0.109	0.044	0.0221	1213	7.46	-0.54	0.046
	Moy	0.328	0.112	0.274	1553.62	8.18	-0.345	0.227
	σ	0.18	0.153	0.215	313.12	0.541	0.187	0.17
	CV	54,87	136,6	78,46	20,15	6,61	54,2	74,88

ANNEXE N4

Tableau : Indice de Contamination microbiologique (IQM)

		Bact Tot	CF	SF	Moy	Observation
St 01	**Oct.**	4	4	2	3.33	Modérée
	Déc.	5	4	3	4	Faible
	Jan	4	3	3	3.33	Modérée
	Mars	5	3	3	3.66	Faible
	Mai	3	3	2	2.66	Très forte
St 02	**Oct**	4	4	2	3.33	Modérée
	Dec	5	4	4	4.33	Nulle
	Jan	5	5	3	4.33	Nulle
	Mars	5	4	3	4	Faible
	Mai	4	4	2	3.33	Modérée
St 03	**Oct**	4	4	2	3.33	Modérée
	Dec	5	5	4	4.66	Nulle
	Jan	5	5	3	4.33	Nulle
	Mars	5	3	3	3.66	Faible
	Mai	5	3	2	3.33	Modérée
St 04	**Oct**	4	4	2	3.33	Modérée
	Dec	5	4	3	4	Faible
	Jan	4	3	3	3.33	Modérée
	Mars	5	3	1	3	Modérée
	Mai	3	3	2	2.66	Très forte

ANNEXE 5

Tableau 5: Nombre le Plus Probable (NPP)

3 X 10 ml	3 X 1 ml	3 X 0.1 ml	Nombre caractéristique	Limite inferieure	Limite extérieure
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	2	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	29	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800
3	3	3	1400		

ANNEXE 6
Coloration de Gram

. **Mode opératoire**

a.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 fil 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.

b. 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 fushine, 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

Résumé

Ce travail, a pour objectif d'étudier les caractéristiques physico-chimique et bactériologiques des eaux des oueds et du barrages de Zit-Emba dans la wilaya de Skikda.

Les résultas de cette étude montrent une concentration en nitrates ne dépassant pas les normes recommandées par l'OMS. Cependant, les nitrites, ortho phosphates et l'ammonium et les métaux lourds dépassent la norme fixée par l'OMS.

Les eaux du barrage et les oueds qui alimentent présentent une forte pollution bactériologique, avec une concentration en Flore mésophile aérobie. En outre, la contamination fécale est avérée par la présence d'un degré élevé en coliformes totaux, Coliformes Fécaux, en Streptocoques fécaux et les sulfito-réducteurs, ou ces derniers sont présentent des concentrations indénombrables.

Au terme de l'utilisation de la nappe pourrait constituer un risque sanitaire important pour les habitants et les animaux de la région.

Mots clés: Physico-chimie, Bactériologie, Zit-Emba, Algérie

Abstract

This study purposes the physic-chemical and bactériogical characteristics of the water of the rivers and artificial lake of Zit-*Emba.

The results show low concentrations of nitrite were low of standard recommended by WHO. The Nitrites, Phosphates, Ammonium and Heavy metals are present with high concentrations and trespass the standard recommended par WHO.

The waters of rivers and lake present a high bacteriological pollution, with a total flora concentration, the feacal contamination is proven by the presence of a high degree of total coliform, feacal coliform and feacal strptococcus, and Sulfite-rédecteurs wish are indénombrable.

On the long term, any use of these waters could be an important sanitary risk for the inhabitants of Skikda région.

Key words: Physic-chemistry, Bacteriology, Zit-Emba, Algeria.

ملخص

يهدف هذا العمل الى دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية لمياه سد زيت العنبة و الأودية التي تصب فيه. هذه النتائج أظهرت أن تركيز النترات لا يتجاوز الحد الموصى به في منظمة الصحة العالمية. بينما الأمونيوم النتريت و الأورثوفوسفات والمعادن الثقيلة تتجاوز المعايير التي حددتها منظمة الصحة العالمية.

أضهرت مياه السد و الاودية نسبة تلوث بكتيريولوجي عالية جدا, خاصة التلوث الناتج عن البيكتيريا الكلية, وبالاضافة الى ذلك ارتفاع اجمالي في كل معايير التلوث البرازي منها القولونية الكلية, القولونية البرازية, السبحية البرازية, و مرجعات الكبريت.

لذلك فان استخدام هات المياه يمكن ان يكون خطرا كبيرا على صحة الناس والحيوانت التي تعيش في هاته المنطقة.

الكلمات الرئيسية : الفيزيوكيميائيةة البكتيريلوجياة زيت العنبة، الجزائر.