

**UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA**

**Faculté des Sciences et de la Technologie et Science de la matière**

**Département de Génie des Procédés**



N° d'ordre :  
N° de série :

**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine Sciences et Technologie**

**Filière Génie des Procédés**

**Spécialité Ingénierie de gaz naturel**

**Présenté Par :**

**BENNANA MOHAMED**

**Thème**

**Étude de la pollution de l'eau et du littoral  
du lac de Hassi ben Abdellah**

**Soutenue publiquement le : 22 /06/2013**

**Devant le jury composé de :**

<b>Dr. Bebba Ahmed Abdelhafid</b>	<b>President</b>	<b>UKM Ouargla</b>
<b>Dr. Saad Zeghdi</b>	<b>Examineur</b>	<b>UKM Ouargla</b>
<b>Melle Mokadem khadra</b>	<b>Rapporteur</b>	<b>UKM Ouargla</b>

**Année Universitaire : 2012 /2013**

## SOMMAIRE

Introduction général.....	1
---------------------------	---

### **Chapitre I : Pollution de Lac**

I-1- Définition Des Lacs .....	2
I-2- Caractéristiques Généraux Des Lacs .....	4
I-3- Pollution de l'eau:.....	5
I-4- La pollution des sols.....	5
I-5- Différents Types de Pollution de L'eau et de Sol:.....	6
I-5-1- Pollution physique:.....	6
I-5-2- Pollution chimique:.....	7
I-5-3- Pollution biologique:.....	7
I-5-4- Pollution bactérienne.....	7

### **Chapitre II : MATERIELES ET METHODES**

II-1- Milieu d'étude .....	8
II-1-1- Présentation de la région d'étude .....	8
II-1-2- Présentation de la zone d'étude (Hassi Ben Abdellah) .....	8
II-1-3- Présentation du lac Hassi Ben Abdellah .....	8
II-2- Principaux renseignements à fournir pour les analyses:.....	8
II-3- Prélèvement et échantillonnages .....	9
II-3-1- Choix des stations d'échantillonnage .....	9
II-3-2-Mode de Prélèvement d'échantillons de Sol .....	11
II-3-3- Mode de prélèvement des échantillons d'eaux .....	12
II-3-4- Prélèvements .....	12
II-3-4-1- Prélèvements d'eaux .....	12
II-3-4-2- Prélèvements du Sol .....	13
II-3-5- Mesures et méthodes d'analyse .....	14
II-3-5-1- Paramètres physico-chimiques : .....	14
II-3-5-2- Paramètres de pollution .....	15
II-3-5-3- Paramètres résiduels .....	17
II-3-5-4- Métaux lourds .....	19
II-3-5-5- Paramètres bactériologiques .....	19

### Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

III-1- Paramètres physico-chimiques .....	20
III-1-1- Température .....	20
III-1-2- pH .....	21
III-2- Paramètres de pollution .....	22
III-2-1- Nitrate .....	22
III-2-2- Nitrite .....	23
III-2-3- L'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	23
III-2-4- Phosphate .....	24
III-3- Paramètres résiduels .....	25
III-3-1- DCO et DBO <sub>5</sub> .....	25
III-3-2- MES .....	27
III-4- Métaux lourds.....	27
III-4-1- Les "Zn.Cu.Pb" de sol .....	28
III-4-2- Les "Cd .Hg" de sol .....	29
III-4-3-métaux lourds l'eau.....	29
III-5- paramètres bactériologiques .....	31
III-5-1- Germes totaux .....	31
III-5-2- Streptocoques fécaux .....	31
III-5-3- Coliformes Totaux et E. Coli.....	31
Conclusion générale .....	33
bibliographie .....	34

# Liste des figures

## CHAPITRE I

Figure I-1: Milieux de transition entre les lacs et les principaux milieux aquatiques continentaux .....	3
Figure I-2: Zonation spatiale d'un lac profond.....	4
Figure I-3: photo de Pollution de l'eau.....	5

## CHAPITRE II

Figure II-1 Photo par satellite de la Situation du lac Hassi Ben Abdellah (mai 2013).....	8
Figure II-2 Localisation des sites d'échantillonnage au lac Hassi Ben Abdellah.....	10
Figure II-3 : photo d'appareil de prélèvement d'échantillons de sol.....	13
Figure II-4 : pH-mètre.....	14
Figure II-5 : conductimètre.....	15
Figure II-6 : spectrophotomètre DR 2500.....	15
Figure II-7 : DCOmètre .....	17
Figure II-8 : DBOmètre .....	18
Figure II-9 : Thermo Scientific.....	19

## CHAPITRE III

Figure III-1 Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau du lac.....	20
Figure III-2 Variation mensuelle du PH de l'eau du lac.....	21
Figure III-3 Variation mensuelle de la conductivité (uS/cm) de l'eau du lac.....	22
Figure III-4 Variation mensuelle de Nitrate (mg/l) de l'eau et de Sol du lac.....	22
Figure III-5 Variation mensuelle de Nitrate (mg/l) de l'eau et de Sol du lac.....	23
Figure III-6 Variation mensuelle de l'azote ammoniacal (mg/l) de l'eau du lac.....	24
Figure III-7: la transformation de l'azote organique par oxydation en nitrites et nitrates.....	24
Figure III-8 Variation mensuelle de Phosphate (mg/l) de l'eau du lac.....	25
Figure III-9 Variation mensuelle de DCO (mg/l) de l'eau du lac.....	25
Figure III-10 Variation mensuelle de DBO5 (mg/l) de l'eau du lac.....	26
Figure III-11 Variation mensuelle de MES (mg/l) de l'eau du lac.....	27
Figure III-12 Variations mensuelle de Pb (mg/l) de Sol du lac.....	28
Figure III-13 Variations mensuelle de Cu (mg/l) de Sol du lac.....	28
Figure III-14 Variations mensuelle de Zn (mg/l) de Sol du lac.....	28

Figure III-15 Variations mensuelle de Cd (mg/l) de Sol du lac.....	29
Figure III-16 Variations mensuelle d'Hg (mg/l) de Sol du lac.....	29
Figure III-17 Variations mensuelle de Cu (mg/l) de l'eau du lac.....	30
Figure III-18 Variations mensuelle de Pb (mg/l) de l'eau du lac.....	30
Figure III-19 Variations mensuelle de Zn (mg/l) de l'eau du lac.....	31
Figure III-20 Variation de la norme internationale de baignade (nb/100ml).....	32
Figure III-21 Variation mensuelle des germes (nb/100ml) de l'eau du lac.....	32

### *Liste des tableaux*

Tableau II-1 : les différents choix des stations d'échantillonnage.....	9
Tableau II-2 : Dates de prélèvements et type d'analyses.....	13
Tableau II-3 : Dates de prélèvements et type d'analyses.....	13
Tableau III-1: Explication les rapports (DCO/DBO <sub>5</sub> ).....	26

## *SYMBOLES*

$\mu\text{S/cm}$	Micro siemens par centimètre
ADE	Algérienne des eaux
ANRH	Agence nationale des ressources hydraulique
CE	Conductivité électrique
CT	Coliformes Totaux
SF	Streptocoques fécaux
Cu	Cuivre
DBO <sub>5</sub>	Demande biologique d'oxygène
DCO	Demande chimique d'oxygène
MES	matières en suspension
Mn	Manganèse
OMS	Organisation mondiale de la santé
Pb	Plomb
pH	potentiel hydrogène
S.E.E.E	Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement
T	Température
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
ETM	Les éléments Traces Métalliques
Cd	Cadmium
Zn	Zinc
Pb	Plomb
Hg	Mercure

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

La pollution des sols n'est pas un sujet « à la mode » comme le changement climatique par exemple et pourtant ce type de pollution peut entraîner des effets non négligeables pour l'environnement et la santé humaine

Ce manque d'intérêt pourrait être expliqué en partie par le fait qu'il s'agit d'une préoccupation relativement récente vu que ce problème a été pris en compte seulement après la deuxième guerre mondiale.

Si ce souci n'est venu que tardivement, c'est bien parce que le sol a été trop longtemps considéré comme « une boîte noire », une sorte de réceptacle inconditionnel et illimité destiné à accueillir nos déchets et les polluants générés par nos activités industrielles ou urbaines.

Ainsi les autorisations d'exploitation délivrées jusqu'il y a peu ne mentionnaient aucune précaution à prendre pour prévenir la pollution du sol et du sous-sol, ce manque de cadre législatif posait bien sûr un problème.

Mais de plus en plus on reconnaît que le sol est un milieu écologiquement sensible, au même titre que le milieu « air » ou le milieu « eau ».

Pour étudier ce phénomène, nous prenons un modèle du lac Hassi Bin Abdallah et de voir ce à l'afflux de résidents de la zone à des fins récréatives par le manque des lieux de loisir, en plus d'utiliser pour aquaculteurs par l'Etat.

Ils ont fait une étude l'an dernier sur l'eau de lac et ont constaté que l'eau est contaminée et ne convient pas pour la natation et le contact humain.

Le but de cette étude est déterminer la proportion de la pollution des sols du lac de Hassi Ben Abdallah et trouver la source de la pollution de l'eau et du sol du lac, et comment faire le traitement de cette pollution et les solutions possibles.

Ce travail a été divisé en deux parties : partie théorique intitulé de la généralité sur la pollution, et Partie pratique contenant l'étude du milieu, prélèvement et les échantillonnages, mesures et méthodes d'analyse, et termine cette dernière partie par les résultats et les discussions .



# Chapitre I

## Pollution de Lac

**I-1- Définition Des Lacs :**

Les eaux stagnantes continentales sont constituées par des flaques, des mares, des étangs et des lacs.

Une flaque n'atteint pas 20 cm de profondeur, la température de son eau est directement liée à l'ensoleillement, sans stratification thermique. Au cours de l'année, les flaques et les mares peuvent s'assécher naturellement. Ce caractère temporaire en fait des habitats très particuliers.

Une mare est un petit étang dont la profondeur peut atteindre 0,6 à 1 mètre. La température y est variable en fonction de la chaleur solaire qui produit une petite stratification thermique.

Un étang est un lac artificiel, d'au moins un mètre de profondeur, dont la formation dépend directement de l'homme qui peut l'assécher et l'utiliser. Les étangs sont en général moins profonds que les lacs et sont envahis par une végétation qui ne reste pas localisée aux seules rives comme dans les lacs.

Un lac peut être considéré comme une étendue d'eau libre stagnante remplissant une dépression naturelle des continents, sans contact direct avec les océans.

Cette définition générale des lacs englobe des eaux de salinité variée allant de quelques mg/l jusqu'à 45mg/l.

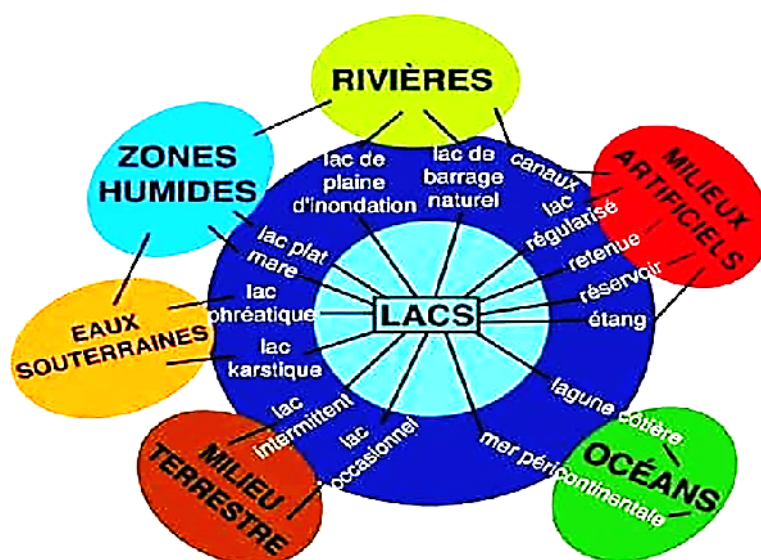
La superficie des plans d'eau lacustres s'étend sur 7 ordres de grandeur, la profondeur, sur plus de 3, et le volume, sur près de 10 ordres de grandeur.

La "Mer" Caspienne est actuellement le plus grand lac du monde en termes de volume ( $78.103 \text{ km}^3$ ) et de superficie ( $374.103 \text{ km}^2$ , chiffre variable) ; en ce qui concerne les plus petits lacs, il est pratique de s'arrêter à une superficie de 1 Ha et/ou à un volume de  $10.103 \text{ m}^3$ , ce qui correspond à une profondeur moyenne de 1 m.

En dessous de ces valeurs, les plans d'eau sont le plus souvent envahis par la végétation et doivent plutôt être considérés comme des zones humides. (Meybeck. 1995)

Limites typologiques des lacs ne sont pas nettes (voir figure ci-dessus). Un élargissement de rivière peut être caractérisé par des zones d'eau stagnante (cas du lac Saint-Pierre sur le Saint-Laurent). Les réservoirs de barrage, non considérés en tant que tels dans cet ouvrage, sont un des meilleurs exemples de ces milieux de transition aux caractéristiques à la fois fluviales et lacustres ; certains lacs de barrage naturels, comme celui de Chaillexon, dans le Doubs, ont d'ailleurs des fonctionnements très semblables à ceux des réservoirs artificiels et sont aussi des milieux mixtes. Les lacs côtiers, souvent appelés lagunes, peuvent avoir une ouverture, quelque fois agrandie par l'homme, sur l'océan. Lorsque les échanges avec les eaux salées sont très importants, la lagune et le plan d'eau côtier peuvent alors être considérés comme faisant partie du milieu marin (cas pour la mer Baltique).

La Baltique doit aussi être considéré comme un milieu intermédiaire : elle est très peu salée dans le golfe de Finlande, mais elle est en connexion directe avec l'océan Atlantique. De légères modifications du seuil suffisent à la priver de cette connexion, ce qui lui est arrivé deux fois depuis le retrait des glaciers. Certains lacs ne sont pas en eau de façon permanente mais intermittente (plaines d'inondation, lacs en région karstique), ou occasionnelle (lacs en région aride). (Meybeck. 1995)



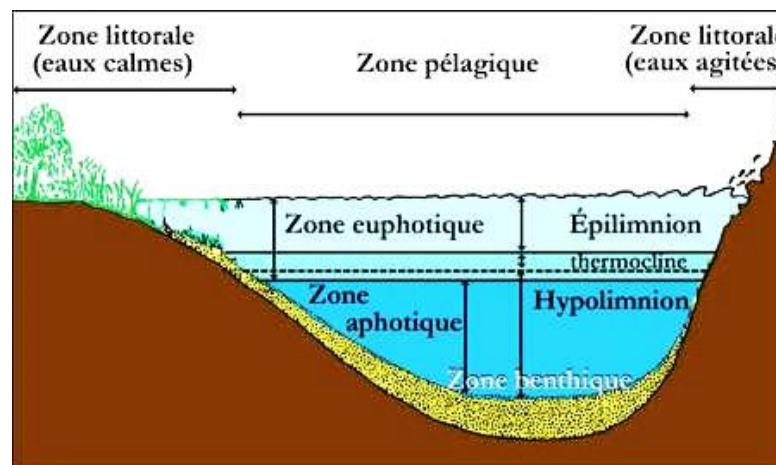
*Figure I-1: Milieux de transition entre les lacs et les principaux milieux aquatiques continentaux (Meybeck. 1995)*

## I-2- Caractéristiques Généraux Des Lacs:

L'étude des lacs constitue une science appelée limnologie. Par rapport au milieu marin, les lacs n'occupent que des zones très réduites et peu profondes. Le volume réduit n'entraîne pas une diminution proportionnelle de la biomasse, car ces milieux sont très favorables à la vie, les lacs ont des limites spatiales bien nettes favorisant l'isolement génétique.

La répartition des propriétés physiques (lumière, chaleur, densité, turbulence) et chimiques (concentration en solutés) impose aux lacs une structure physique fortement liée à leur morphologie qui dépendent de l'organisation de chaque communautés biologiques. Celles-ci se répartissent en zones définies par un ensemble de caractères qui déterminent leur mode de fonctionnement. Cette notion de zonations est largement employée en limnologie. Toutefois, les différentes zones définies par leur nature (énergétique, chimique ou écologique) se recoupent sans se superposer strictement, tant sur le plan horizontal que vertical.

Horizontalement, on distingue une zone littorale où proliféreront des végétaux (ceinture à macrophytes), une zone centrale ou pélagique (zone de pleine eau) et une zone benthique (fond du lac). C'est la profondeur qui est l'agent principal de zonation horizontale.(André. 1997)



*Figure I-2: Zonation spatiale d'un lac profond*

### I-3- Pollution de l'eau:

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est l'interface entre l'air et le sol, subit donc les dégradations de ces deux milieux (Bouziane. 2000).

L'eau compte tenu de ses propriétés physico-chimique est trop souvent utilisée par l'homme comme un vecteur d'évacuation de la majorité de ses déchets, ainsi polluée, elle devienne un vecteur de pollution (Emilian. 2004).

La pollution de l'eau est peut être observée à différents niveaux dont on cite:

- Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses, latrines).
- Les eaux de surfaces: les fleuves; les rivières et les oueds qui sont rouilles par les déversements des eaux non traités.
- Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau (Bouziani. 2000).

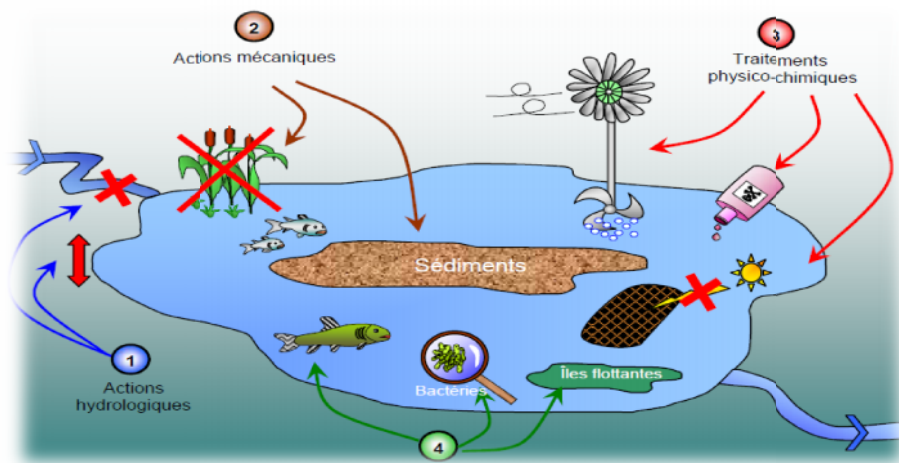


Figure I-3: photo de Pollution de l'eau

### I-4- La pollution des sols

La notion de pollution des sols désigne l'ensemble des formes de pollution touchant tous les types de sols, qu'ils soient forestiers, agricoles, urbains ...

La pollution engendre une dégradation du sol et de son biotope et résulte de la dissémination de substances toxiques, éventuellement radioactives ou d'organismes

pathogènes, susceptibles d'entraîner des altérations biologiques, physiques et/ou chimiques, plus ou moins importantes sur l'écosystème.

Les polluants du sol peuvent être d'origine organique ou minérale. Les polluants les plus couramment rencontrés et les plus fréquemment recherchés sont les métaux lourds ou (ETM) éléments traces métalliques et les hydrocarbures.

Les ETM les plus fréquemment étudiés, car les plus présents en cas de pollution inorganique, sont l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le chrome, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc.

Dans la majorité des cas, les contaminations locales des sols trouvent leur origine dans des pratiques du passé (industries dérivées du charbon, sidérurgie, métallurgie, imprimerie, miroiterie, présence d'une station service à proximité, ...) via le stockage de matières toxiques sans mesure de protection du sol, le dépôt de déchets,

Les contaminations diffuses trouvent leur origine dans la combustion d'énergies fossiles, l'incinération de déchets et l'épandage excessif ou régulier de lisiers, boues d'épuration,

A noter que l'essentiel des émissions provenant d'incinérations retombent sous forme de poussières dans un rayon relativement proche du site émetteur (3 à 5 km).

## **I-5- Différents types de pollution de l'eau et de sol:**

### **I-5-1- Pollution physique:**

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau; qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourds que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (Bouziani, 2000).

La pollution physique désigne autre type de pollution, telle que la pollution thermique due au température élevée qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz (Boudjeal et Djouid., 2003), et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire) (Bouziani,2000).

**I-5-2- Pollution chimique:**

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sels, ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses. (Boudjelal et Djoudi, 2003).

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories: Les substances chimiques dites indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et les colorants et autre éléments toxiques (Bouziani, 2000).

**I-5-3- Pollution biologique:**

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme une simple moyenne de transport pour ces microorganismes.

L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont: les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, viral ou parasitaire (Thomas et al, 1995).

**I-5-4- Pollution bactérienne:**

L'eau polluée peut contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affection dites des maladies à transmission hydrique (MTH).

La plupart de ces pathogènes sont d'origine fécale car ils sont plus connus et facile à rechercher et à dénombrer, et leur transmission dite oro-fécale.

Parmi les germes teste de contamination fécale qui se trouvent d'une façon presque constante dans les matières fécales humaines et animales appartiennent aux espèces suivantes:

- Coliformes: coliformes totaux et coliformes fécaux (*E-coli*)
- Streptocoques du groupe D: dite streptocoques fécaux.
- Clostridium-sulfio- réducteurs. (Fjgarella et Al, 2001).

# Chapitre II

## MATERIELS ET METHODES



## II-1- Milieu d'étude :

### II-1-1- Présentation de la région d'étude :

La région d'Ouargla est une des plus grandes oasis du Sahara algérien située au sud-est du pays. La wilaya d'Ouargla couvre une superficie de 163.323 km<sup>2</sup>, limitée au nord par la wilaya d'El-Oued, au sud par la wilaya d'Illizi, à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa, et à l'est par la Libye.

### II-1-2- Présentation de la zone d'étude (Hassi Ben Abdellah) :

La commune de hassi ben Abdellah est située à environ 27 km, au Nord-Est du chef lieu de la wilaya d'Ouargla et à 157 m d'altitude. Sa superficie est de 3060 km<sup>2</sup>. Hassi ben abdellah est une zone à vocation agricole, fondée en 1970, avec une superficie actuelle de 560 Ha, majorité de palmiers, accompagné de cultures maraîchères et fourragères.

### II-1-3- Présentation du lac Hassi Ben Abdellah :

Le lac Hassi Ben Abdellah, d'une superficie de 10 Ha et d'une profondeur maximale de 4,7m est située au fond d'un creux à l'ouest de la commune (32°01'54" Nord et 5°44'66" Est), Il est bordé par des dunes de sable au Nord (Ergs), par une Sebkhha au sud et à l'est, par la route nationale N56.



*Figure II-1 Photo par satellite de la Situation du lac Hassi Ben Abdellah (mai 2013).*

## II-2- Principaux renseignements à fournir pour les analyses:

- 1) Identité du préleveur.
- 2) Date et heure du prélèvement.

- 3) Particulier ou autorité demandant l'analyse.
- 4) Motif de la demande d'analyse (analyse initiale ou contrôle périodique, pollution, intoxication, épidémie,...etc.) et usages de l'eau (boisson, lavage, abreuvement, incendie, industrie, etc.).
- 5) Ville ou établissement que l'eau alimente ; le cas échéant, le type de traitement utilisé.
- 6) Nom du point d'eau et localisation précise.
- 7) Origine de l'eau (source, puits, forage, rivière, lac, barrage, citerne,...etc.) et aspect particulier (couleur, débris, irisation, odeur, etc.).
- 8) Température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement et Conditions météorologiques du moment (précipitations, vent, pression atmosphérique, etc.).
- 9) Débit approximatif à la minute ou à la seconde. Dans le cas d'une nappe souterraine, préciser la profondeur et l'épaisseur de cette nappe, la durée du pompage et le débit, et le nombre de renouvellements de l'eau d'un piézomètre avant prélèvement.
- 10) Nature géologique des terrains traversés et aspect du milieu naturel.
- 11) Causes de souillures permanentes ou accidentelles auxquelles l'eau paraît exposée (établissement agricole ou industriel, rejet de ville ou d'usine, puits perdu, cimetière, etc.).
- 12) Enregistrer les remarques des usagers ou riverains concernant les variations d'aspect ou de débit ainsi que les modifications provoquées par les pluies ou la fonte des neiges (Rodier et al. 1996).

### II-3- Prélèvement et échantillonnages

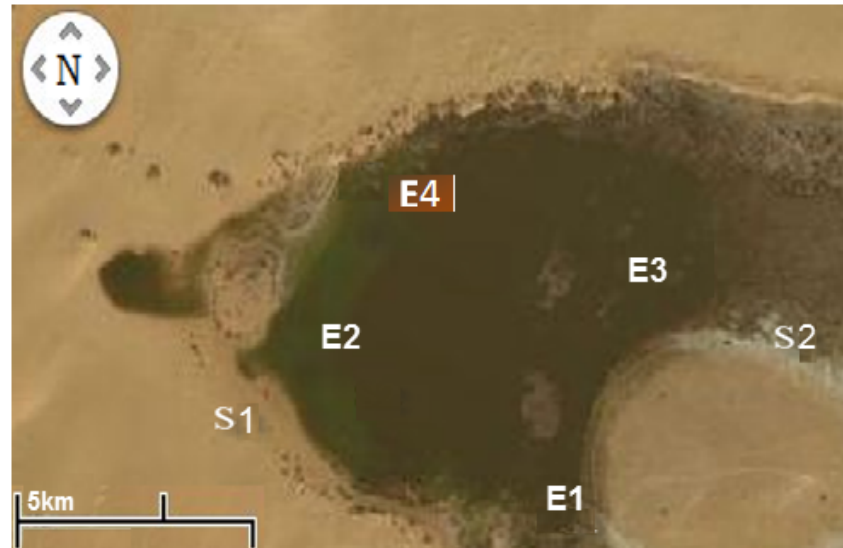
#### II-3-1- Choix des stations d'échantillonnage :

Le choix des stations d'échantillonnage s'est basé sur les différentes influences.

Au total, trois stations ont été choisies au pourtour et au centre du lac :

*Tableau II-1 : les différents choix des stations d'échantillonnage.*

Pour l'eau	Pour sol
Station(E 1) Source d'eau du lac	Station (S 1): L'absence de plantes
Station (E 2) la gauche du lac.	
Station (E 3) droite du lac.	Station(S 2) : La présence de plantes
Station (E4) : nord du lac (A.nemli ,2012).	



*Figure II-2 Localisation des sites d'échantillonnage au lac Hassi Ben Abdellah.*

### **II-3-2-Mode de Prélèvement d'échantillons de Sol :**

Le résultat d'une analyse de terre dépend fortement de la méthode utilisée sur le terrain pour prélever l'échantillon.

C'est donc bien souvent l'élément à analyser qui détermine la procédure d'échantillonnage à suivre. Parfois, on cherche à réaliser une description rapide du profil. Dans d'autres cas, on recherche une détermination précise de la composition chimique de l'échantillon ou de sa teneur en eau volumique, ensemble complet de prélèvement de sol pour analyses chimiques:

Cet ensemble complet est destiné à effectuer des prélèvements en vue d'une détermination précise de la présence de composants volatils tels que le benzène, le toluène etc.. La méthode utilisée doit donc éviter de perturber les agrégats du sol et permettre un transport anaérobie jusqu'au laboratoire.

Avec ce kit, la volatilisation et l'oxydation des composants du sol sont limitées le plus possible.

L'échantillon n'est jamais en contact avec des matériaux synthétiques. (Prélèvements de sols ou de sédiments contenant des composés volatils).

L'échantillon a un volume de 226 ml. Le set peut donc être également utilisé pour la mesure de l'humidité volumique d'échantillons non remaniés.

Pour effectuer le prélèvement, un tube en acier inox aux parois très fines est fixé à l'extrémité d'une tête avec pas de vis.

Le tube est ensuite enfoncé dans le sol soit directement soit à l'aide d'une masse à tête nylon anti rebonds

Les Avantages de cette méthode de prélèvement :

- 1) Méthode de prélèvement (détermination de composants volatils dans des échantillons de sol ou de sédiments).
- 2) Adapté à la mesure de l'humidité volumique des sols.
- 3) Contact minimum avec l'air ambiant.
- 4) Le transport des échantillons dans les tubes n'est pas indispensable.
- 5) Du fait d'une résistance à la pénétration très faible, le système peut être utilisé dans des sols durs.
- 6) Une valve contenue dans la tête porte-tubes crée un vide et maintient l'échantillon dans le tube pendant sa récupération.



*Figure II-3 : photo d'appareil de prélèvement d'échantillons de sol.*

**II-3-3- Mode de prélèvement des échantillons d'eaux :**

Dans le cas d'un lac ou d'une retenue d'eau, il y a lieu de choisir plusieurs points de prélèvements et, en chacun d'eux, de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale. S'il est nécessaire de se servir d'un vase intermédiaire pour le prélèvement, il doit être préalablement lavé et rincé soigneusement (Rodier et al. 1996).

Il existe des dispositifs permettant d'ouvrir les flacons à un niveau déterminé et ainsi de prélever l'eau en un point donné. Le mélange de plusieurs échantillons ainsi recueillis peut donner un échantillon moyen.

Les prélèvements d'eau sont réalisés mensuellement, durant la période s'étalant de mars 2012 à mai 2013, pour cela nous avons utilisé des flacons en verre stériles d'une capacité de 250 ml.

Les flacons stériles sont plongés à une distance d'environ 20cm de la surface de l'eau puis sont ouverts dans l'eau à contre courant ; une fois remplis totalement ils sont refermés sous l'eau pour éviter la formation de bulles d'air et tout risque de contamination lors du transport.

La stérilisation de la verrerie et de l'instrumentation utilisée pour l'ensemble des manipulations consiste à un lavage à l'aide de détergent et d'eau chaude, suivi de 3 rinçages à l'eau distillée puis d'une stérilisation dans une étuve maintenue à une température de 121° C pendant 15 min, (OMS, 1983).

Les flacons ont été étiquetés mentionnant l'origine, le lieu, la date et l'heure de prélèvement (OMS, 1986), En suit transportés rapidement dans une glacière, dans laquelle la température est maintenue entre 4°C et 10°C (ACIA ; 2004) jusqu'à ce qu'ils soient traités.

**II-3-4- Prélèvements:****II-3-4-1- Prélèvements d'eaux :**

Trois stations choisies au niveau du lac de Hassi Ben Abdellah pour les prélèvements d'eau destinées aux différentes analyses, sont illustrées dans le tableau II-2 :

*Tableau II-2 Dates de prélèvements et type d'analyses*

Date de prélèvements	Types d'analyse
08/04/2013	Paramètres physico-chimiques (T, CE, pH) Paramètres de pollution ( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NH}_4^+$ ).
01/05/2013	Paramètres physico-chimiques (T, CE, pH) Paramètres de pollution ( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NH}_4^+$ ), Paramètres résiduaire (DCO, DBO <sub>5</sub> , MES) Les métaux lourds (Pb, Zn, Hg, Cd, Cu).
23/05/2013	Paramètres physico-chimiques (T, CE, pH) Paramètres de pollution ( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NH}_4^+$ ), Paramètres résiduaires (DCO, DBO <sub>5</sub> , MES) Les métaux lourds (Pb, Zn, Hg, Cd, Cu) .paramètres bactériologiques.

#### II-3-4-2- Prélèvements Du Sol:

Deux stations choisies du sol au niveau du lac de Hassi Ben Abdellah pour les prélèvements du sol destinées aux différentes analyses, sont illustrées dans le tableau II-2 :

*Tableau II-3 Dates de prélèvements et type d'analyses.*

Date de prélèvements	Types d'analyse
01/05/2013	Paramètres physico-chimiques (T, CE, pH) Paramètres de pollution ( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ), Les métaux lourds (Pb, Zn, Hg, Cd, Cu).
23/05/2013	Paramètres physico-chimiques (T, CE, pH) Paramètres de pollution ( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ), Les métaux lourds (Pb, Zn, Hg, Cd, Cu). paramètres bactériologiques

**II-3-5- Mesures et méthodes d'analyse :**

Les analyse des paramètres (physico-chimiques, pollutions et résiduaire) ont été effectuées au laboratoire de l'ANRH, et celles des paramètres (bactériologiques et métaux lourds) au laboratoire de l'ADE.

**II-3-5-1- Paramètres physico-chimiques :****II -3-5-1-1-Température :**

Elle a été mesurée à l'aide d'un thermomètre au 1/10 de degré trempé dans l'échantillon pendant cinq (5) minutes. Nous avons mesuré la température dans le lieu de prélèvement (in situ).

L'OMS donne une valeur guide concernant la température la limite acceptable est 25°C. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme.

**II -3-5-1-2- pH :**

Un pH mètre muni d'une électrode préalablement étalonnée a été utilisé avec des solutions tampon pH = 4 puis pH = 7. La méthode consiste à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher dans lequel le barreau d'un agitateur magnétique homogénéise l'échantillon. La valeur du pH sera notée après la stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH mètre.



*Figure II-4 pH-mètre*

**II -3-5-1-3- Conductivité (CE) :**

La détermination de la conductivité se fait par la mesure de la résistance. Une tension électrique (un voltage) est appliquée entre deux électrodes plongées dans l'échantillon et la chute (brusque ou progressive) de la tension due à la résistance de la solution utilisée pour calculer la conductivité par centimètre.

La conductivité d'une solution est affectée directement par la température de la solution. Donc il est nécessaire de lier les mesures de conductivité à une

température de référence : 25°C pour l'appareil HACH qui a été utilisé lors des mesures.

L'unité principale de mesure de la conductivité est le Siemens. Dans les solutions aqueuses on utilise fréquemment le milli siemens/centimètre (mS/cm) ou le micro siemens /centimètre ( $\mu\text{S/cm}$ ).



*Figure II-5 conductimètre*

#### **II-3-5-2- Paramètres de pollution (Méthodes spectrométrique) :**

Le spectrophotomètre DR 2500, est un appareil qui fonctionne avec La loi de Beer Lambert, menu de deux programmes dont HACH est conçue à l'utilisateur, ce dernier prépare une gamme des étalons (absorption moléculaire) ayant des concentrations données (connues), afin de noter les valeurs de leurs absorbances. (*Figure II-6*).



*Figure II-6 spectrophotomètre DR 2500.*



**II -3-5-2-1-Dosage de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :**

Le nitrite dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit à son tour avec l'acide chromo tropique pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrite présent.

- Prélevé les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastiques.
- Stocké les échantillons à une température inférieure à 4° C.

**II -3-5-2-2-Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :**

Le cadmium métallique réduit les nitrites en nitrates. L'ion nitrite réagit en milieu acide avec l'acide sulfurique du réactif pour donner un sel diazonium intermédiaire.

Ce dernier réagit avec l'acide gentisique pour former une solution de couleur ambre proportionnelle à la quantité de nitrate présente dans l'eau; Nous avons toujours procédé à l'analyse immédiatement après le prélèvement.

Les cas pour lesquels nous avons été empêchés, nous avons stocké à 4°C les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastique au maximum pendant 48 heures pour plus de précautions, nous l'acidifié avec 2ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentré par litre d'échantillon.

**II -3-5-2-3-Détermination des phosphates ( $\text{PO}_4^-$ ) :**

On remplit un volume de 40 ml d'eau à analysée dans un bécher, puis on ajoute 1 ml d'acide ascorbique de concentration massique 10%, et 2 ml du réactif mixte, on attend ensuite jusqu'à ce que la couleur bleue apparaisse progressivement, en mettant la solution dans l'appareil, on lit finalement la valeur affichée après avoir réglé la longueur d'onde à 880 nm.

**II -3-5-2-4- Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :**

On remplit un volume de 40 ml d'eau à analysée dans un bécher, puis on ajoute 4 ml du réactif I (Acide dichloroisocyanurique (2g) et Hydroxide de sodium (NaOH) 32 g dans 1000 ml d'eau distillée), puis ajouter 4 ml du réactif ii (tricitrate de sodium 130g et salicylate de sodium 130 g et Nitropruciate de sodium 0.97 g dans 1000 ml d'eau distillée) enfin ajuster à 50 ml avec eau distillée et attendre 1h. 30.

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de ( $\text{NH}_4^+$ ), et effectuer la lecture à 655 nm.

**II-3-5-3- Paramètres résiduaire :****II -3-5-3-1- Demande Chimique en Oxygène :**

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non.

Elle s'exprime par la quantité d'O<sub>2</sub> fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides...) présentes dans les eaux résiduaires. Donc en un mot, c'est la demande chimique en oxygène mesurée en g/litre qui exprime la quantité totale d'oxygène nécessaire pour oxyder en présence de permanganate, les substances contenues dans l'eau notamment les éléments chimiques.

Détermination de la DCO par la méthode respirométrique (DCOmètre).



*Figure II-7 DCOmètre*

**II -3-5-3-2- Demande Biochimique en Oxygène : DBO**

La DBO exprime la consommation naturelle d'oxygène en g/litre des corps contenus dans l'eau, dégradés par les bactéries du milieu par une oxydation.

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation de dioxygène (O<sub>2</sub>). La mesure de cette demande en oxygène permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables, donc son degré de pollution ou sa qualité, la DBO peut-être caractérisée par les besoins des bactéries épuratrices.

Cette valeur est d'autant plus intéressante que beaucoup de stations d'épuration épurent par voie biologique. L'évolution de la DBO permet donc en principe de suivre l'efficacité du traitement.

La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protidiques se traduit dans un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées. Celle-ci commence immédiatement dure 20 jours et demande beaucoup de temps. Dans ces conditions il a été retenu conventionnellement d'exprimer la DBO en mg de dioxygène ( $O_2$ ) consommé pendant 5 jours à  $20^\circ C$  ( $DBO_5$ ). La  $DBO_5$  indique l'influence probable des eaux usées sur les cours d'eau récepteurs, du point de vue de la réduction de leur teneur en oxygène.

Détermination de la DBO par la méthode respirométrique (DBOmètre).



*Figure II-8 DBOmètre*

### **II -3-5-3-3-Les matières en suspension (M.E.S) :**

Pour la détermination des matières en suspension (M.E.S), nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant. Elle repose sur la séparation des matières en suspension de l'échantillon d'eau. Le filtre est séché à  $105^\circ C$ , puis pesé après refroidissement.

**II-3-5-4- Métaux lourds :**

Spectrophotomètre d'absorption atomique (The Thermo Scientific ICE 3500 AA) à effet Zeeman équipé d'un four à graphite (gaz argon) et un spectrophotomètre (thermo Fisher A Analyste 300) équipé d'une flamme air/acétylène.

Méthodes analytiques de références préconisées par le PNUE et AIEA.

Certification de l'analyse: Echantillon standard SDM 2TM fourni par MEL/MES/AIEA-Monaco.



*Figure II-9 Thermo Scientific*

**II-3-5-5- Paramètres bactériologiques :**

La méthode de dénombrement utilisée des germes fécaux (coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux) est celle préconisée par l'OMS/PNUE (1995).

Quant aux salmonelles et les vibrions, la méthode quantitative a été utilisée selon les étapes principales (enrichissement, isolement et identification biochimique).

# Chapitre III

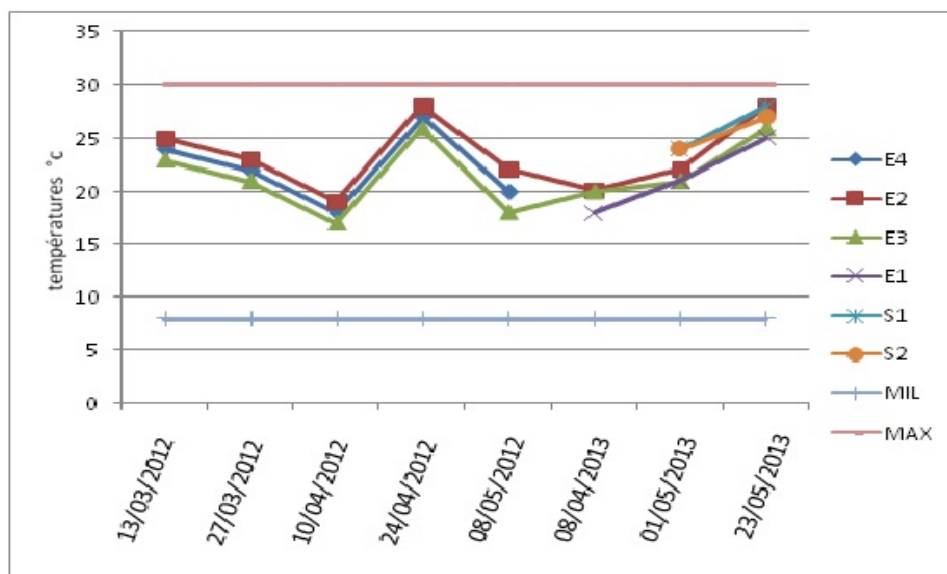
## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### III-1- Paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques des eaux du lac étudié montrent de grandes variations d'une station à l'autre. Les résultats de cette étude seront traités en discutant les paramètres mesurés. Nous avons utilisé les maximums et les minimums pour évaluer les variations de ces paramètres pour chaque station.

#### III-1-1- Température :

La température des eaux du lac étudié est généralement supérieure à 16°C (Figure III-1) température favorable pour le développement des bactéries, des parasites, des larves de moustique et autres germes microbiens, arrivant à un maximum de 28°C durant le mois de mai à la station2. Les écarts entre le maximum et le minimum sont variables, on note une différence de 12°C entre toutes les stations. Ces écarts thermiques peuvent être expliqués par la durée de stagnation de l'eau et au couvert végétal. Selon les normes marocaines de classification des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces, les eaux du lac étudié appartiennent à une classe de qualité de "bonne qualité".



*Figure III-1* Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau du lac.  
(2012/2013)

### III-1-2- pH :

Le pH des eaux analysées varié de 7.5 à 8.12 c'est à dire qu'il est conforme aux normes 6.5- 8.5.

Le pH des eaux naturelles lié à la nature des terrains traversés. D'une façon générale, les eaux très calcaires ont un plus élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaire ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelque fois un peut inférieur. Au dessus de plus 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination microbienne par le chlore. Par ailleurs, la chloration diminue le pH. Dans notre cas, le plus qui est normalement élevé à cause de la forte présence de calcaire dans la région, se retrouve abaissé par le grand apport de chlorures suite à la chloration lors du traitement.

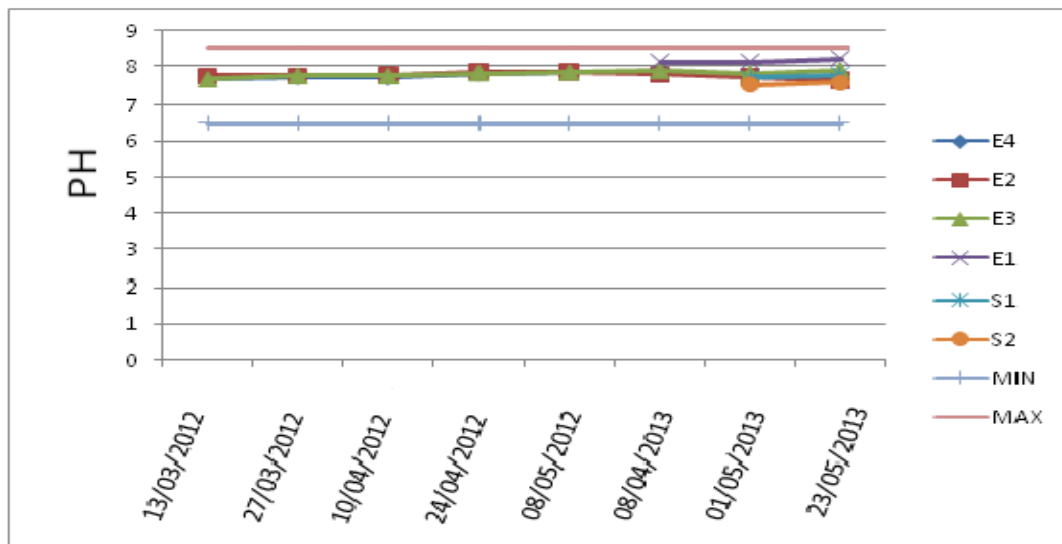


Figure III-2 Variation mensuelle du pH de l'eau du lac.

### III-1-3- Conductivité (CE) :

La conductivité électrique des eaux est importante dans le lac. (Figure III-3). Nous avons enregistré également une augmentation de la conductivité électrique avec la température, cela est lié à la concentration des sels dans l'eau. Nous avons mesuré également la salinité, facteur limitant pour certaines espèces larvaires, et nous avons remarqué qu'elle varie proportionnellement avec la conductivité électrique. Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces qui classent ces eaux de "mauvaise qualité".

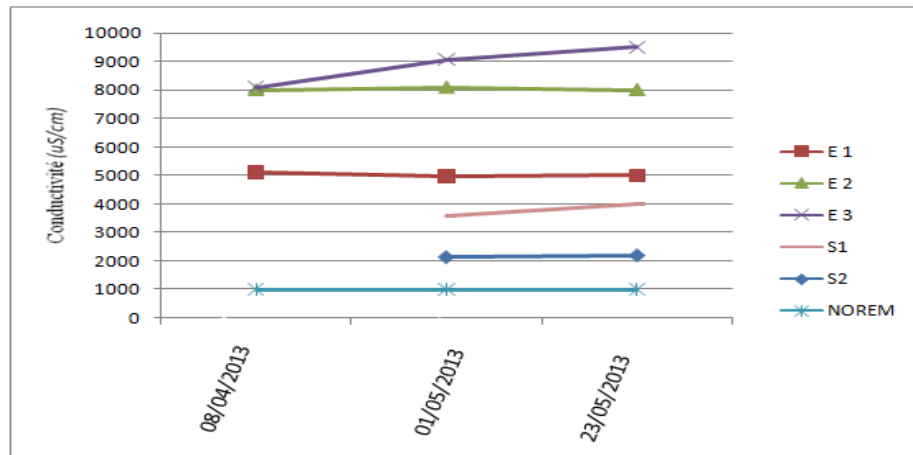


Figure III-3 Variation mensuelle de la conductivité (uS/cm) de l'eau du lac.

### III-2- Paramètres de pollution :

#### III-2-1- Nitrate :

Les nitrates ont des origines agricoles (épandage d'engrais ou élevage du bétail) après lessivage des terres agricoles. Ils proviennent aussi de la minéralisation de l'azote organique et l'oxydation de l'ammonium. (Figure III-7)

Les concentrations les plus élevées des nitrates sont enregistrées aux les stations E3 et S2 (160mg/l) (Figure III-4).

Les concentrations enregistrées varient de 7 à 160 mg/l et sont supérieur à 50 mg/l. Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS(1991) des eaux de surfaces permettant de classer ces eaux dans la classe "mauvaise qualité".

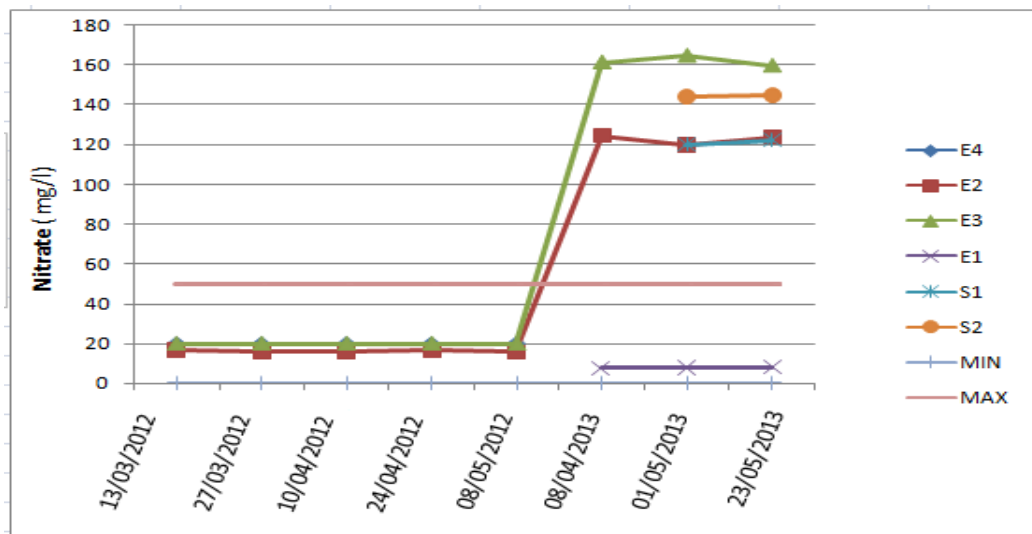


Figure III-4 Variation mensuelle de Nitrate (mg/l) de l'eau et de Sol du lac.



### III-2-2- Nitrite :

Les valeurs des teneurs en nitrite sont très basses ( $<0.043$  mg/l) et ne montrent pas une différence significative (Figure III-5). Toutes fois dans les cinq stations étudiées, il s'est établi un gradient croissant commençant du moi de mars allant jusqu'à mai qui se traduit par une évolution inverse à celle des nitrates. Le gradient observé semble être en relation avec la diminution des teneurs en oxygène. Il s'agit donc d'une oxydation incomplète de nitrite en nitrate, car l'ammonium se transforme par oxydation en nitrite, lui-même s'oxyde aussi en nitrate en milieu plus oxygéné. (Figure III-7)

Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces permettant de classer ces eaux dans la classe "bonne qualité".

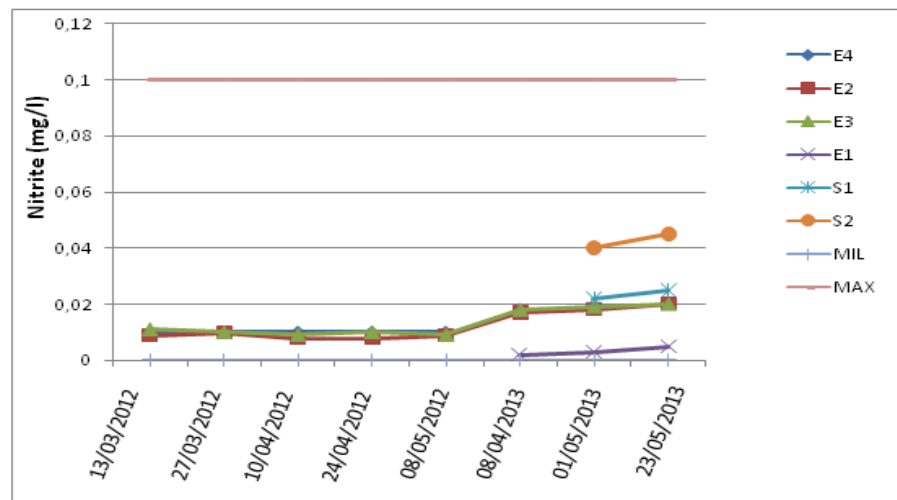


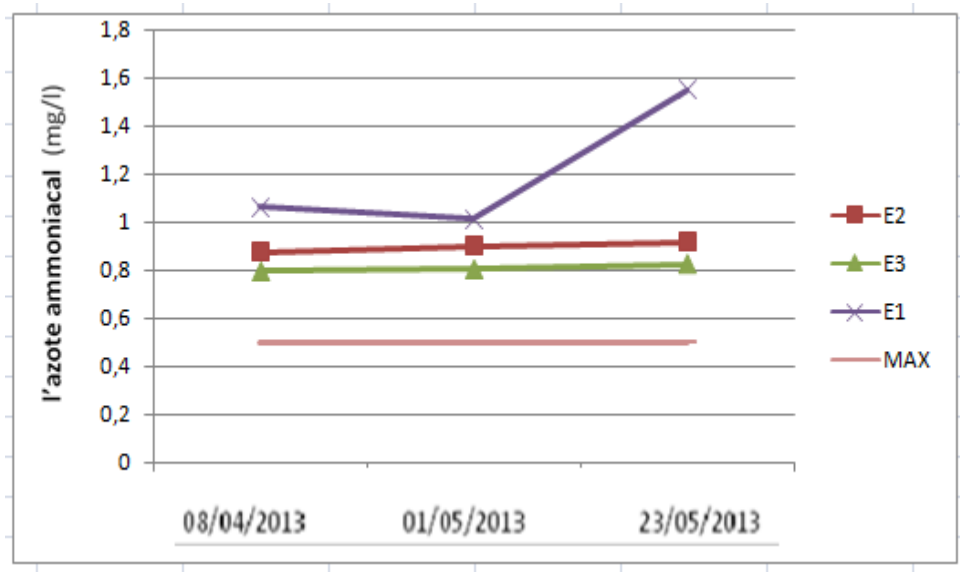
Figure III-5 Variation mensuelle de Nitrite (mg/l) de l'eau et de Sol du lac.

### III-2-3- L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :

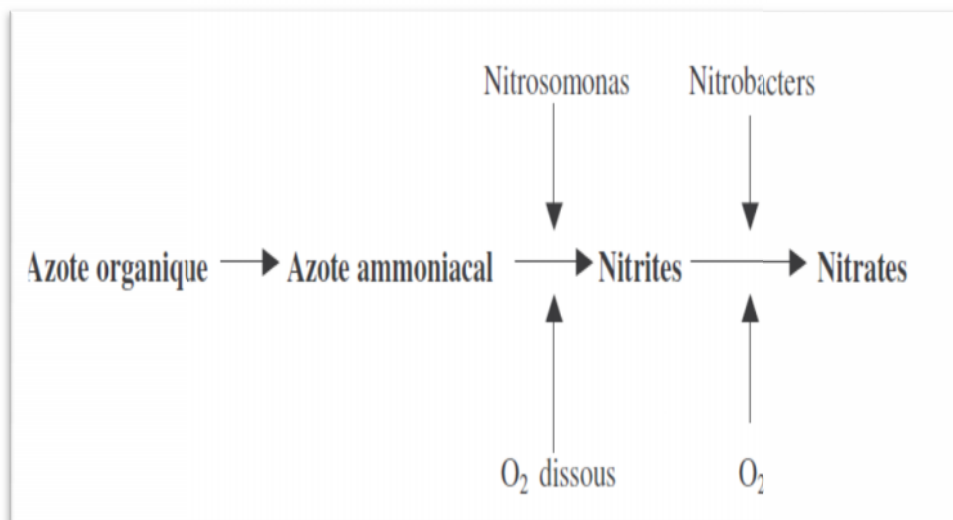
L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique  $\text{NH}_4^+$ . Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique  $\text{NH}_4^+$ , l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation

Les concentrations les plus élevées de L'azote ammoniacal sont enregistrées aux la station E1 (1,55mg/l) (Figure III-6).

Les concentrations enregistrées varient de 0.79 à 1.55 mg/l et sont supérieur à 0.5mg/l. Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS(1991) des eaux de surfaces permettant de classer ces eaux dans la classe "mauvaise qualité"



*Figure III-6* Variation mensuelle de l'azote ammoniacal (mg/l) de l'eau du lac.  
(Avril -Mai 2013)



*Figure III-7* : la transformation de l'azote organique par oxydation en nitrites et nitrates.

#### III-2-4- Phosphate :

Les ortho-phosphatés proviennent en grande partie des activités agricoles, il y a un grand différent de concentration de ortho-phosphate entre les années 2012 et 2013.

Les concentrations les plus élevées de phosphate sont enregistrées aux la station E1 (7.11mg/l)qui permettent de classer ces eaux dans les normes aux directives Marocaines (S.E.E.E. 2007) et D'OMS(1991) (Figure III-8).

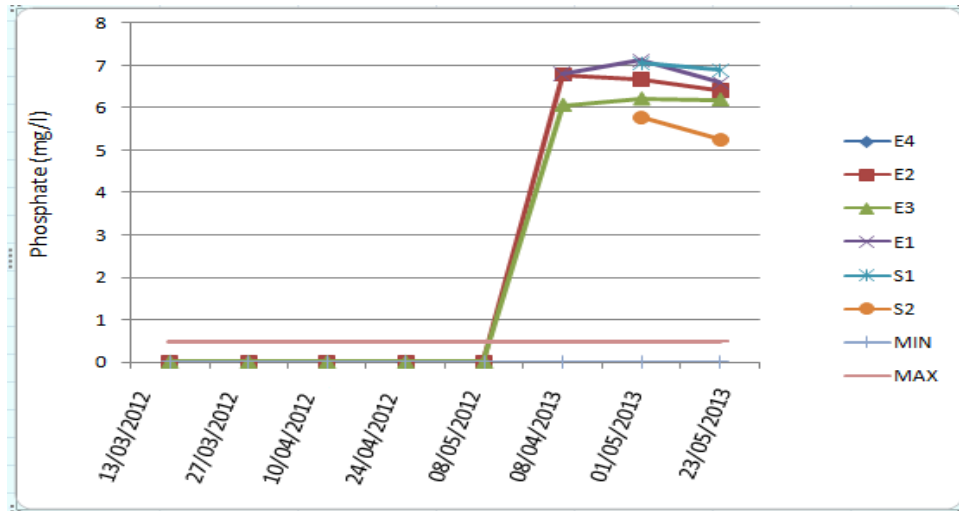


Figure III-8 Variation mensuelle de Phosphate (mg/l) de l'eau du lac.

### III-3- Paramètres résiduels

#### III-3-1- DCO et DBO<sub>5</sub> :

L'évaluation de la pollution organique est déterminée à travers la DCO et la DBO<sub>5</sub>, les résultats obtenus sont présentés dans les figures (III-9)(III-10).

Les valeurs de la DCO varient entre 100 et 220 mg/L, ce qui confirme l'importance de la teneur en matières organiques. Ces valeurs très élevées qui sont oscillent <30 mg/L (les normes D'OMS (1991) des eaux de surface et les normes Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007)), ces valeurs sont interprétées par la présence de matières oxydables organiques et minérales qui proviennent des activités agricoles.

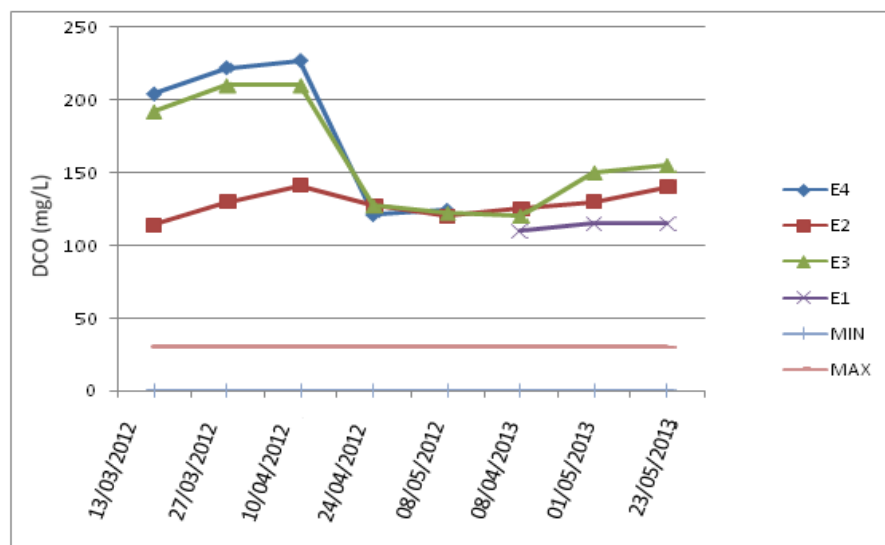


Figure III-9 Variation mensuelle de DCO (mg/l) de l'eau du lac.

Les valeurs de la  $DBO_5$  varient entre 20 et 100 mg/L, ce qui montre qu'une partie importante de la pollution organique est biodégradable. Ces valeurs très élevées qui oscillent  $< 6$  mg/L (les normes D'OMS 1991 des eaux de surface et les normes Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007)), et elles sont interprétées par la présence de matières biodégradables qui proviennent activités agricoles.

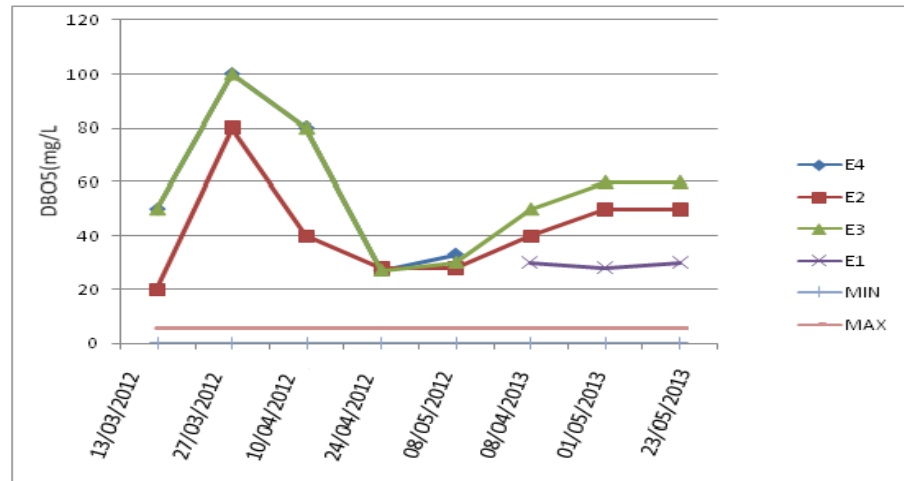


Figure III-10 Variation mensuelle de  $DBO_5$  (mg/l) de l'eau du lac.

Le rapport de biodégradabilité  $DCO/DBO_5$  : ce rapport donne une idée sur l'aptitude des eaux à la dégradation biologique.

Tableau III-1: Explication les rapports ( $DCO/DBO_5$ )

		13/03/2012	24/04/2012	08/05/2012	08/04/2013	01/05/2013	23/05/2013
$DCO/DBO_5$	E2	5,70	4,54	4,29	3,12	2,9	3,22
	E3	3,84	4,70	4,07	2,8	3,11	3,29

Le rapport  $DCO/DBO_5$  est supérieur à 3, ce qui est conforme aux valeurs généralement observées pour les eaux de surface, on peut dire que l'effluent n'est pas biodégradable. Un traitement biologique suffit pour éliminer l'essentiel de la pollution.

### III-3-2- MES :

L'évaluation de la pollution particulaire est déterminée à travers les matières en suspension (MES), les résultats obtenus sont présentés dans la figure III-11.

Les valeurs défèrent varient entre 30 et 45 mg/L, ce qui n'est pas élevé Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces les valeurs des MES devrait être inférieure à 50 mg/l.

Les valeurs obtenues confirment que le lac analysé n'est pas très chargés en matières en suspension.

Ces valeurs peuvent être interprétées par la présence de matières fines, particules minérales et organiques demeurant en suspension dans l'effluent, ces matières proviennent principalement des résidus des activités agricoles et ajouté à des particules de sable.

Et elles permettent de classer ces eaux dans la "classe bonne".

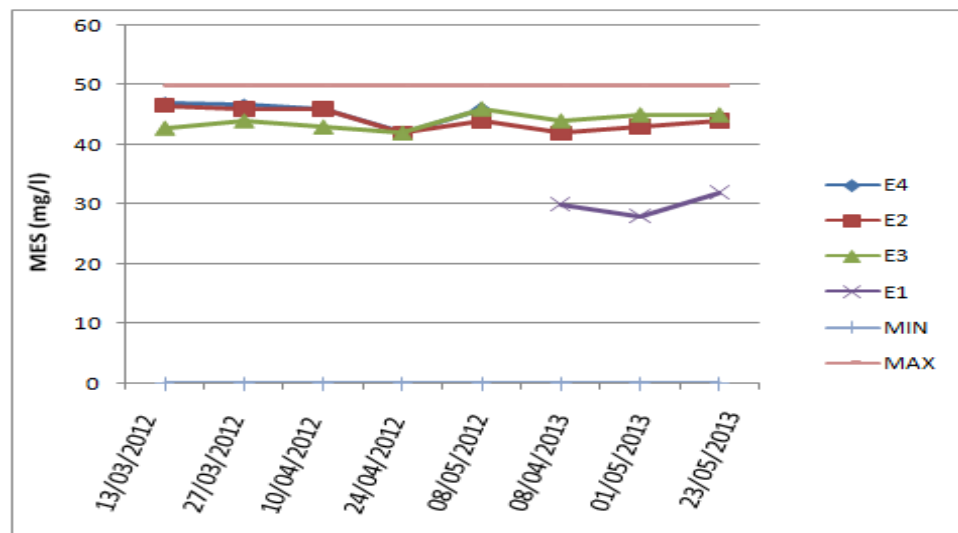


Figure III-11 Variation mensuelle de MES (mg/l) de l'eau du lac.

### III-4- Métaux lourds

Les teneurs les plus importantes en Zn, Hg, Cd, Cu et Pb dans les sédiments vaseux sont rencontrées dans le lac étudié (vase sableux) qu'on rencontre les valeurs les plus basses des métaux analysés (Figures (III-12... III-16)).

Ainsi comme c'est le cas de la plupart des métaux la distribution de leur concentration dépend étroitement de la nature argileuse du sédiment et ou de sa teneur en matière organique.

Les indices de contamination révèlent que les sédiments déposés dans le sol du lac contiennent des métaux lourds aux concentrations ne proches pas des niveaux naturels (Figures III-12-13-14-15-16).

III-4-1- Les "Zn.Cu.Pb" de sol :

Les valeurs de concentrations sont supérieures à celles des concentrations normales (Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces), sa concentration très élevée pour atteindre le niveau marquant de la pollution.

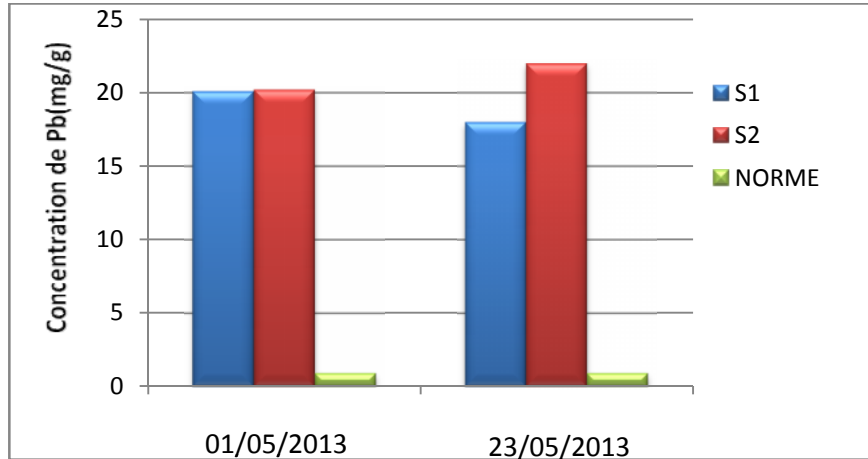


Figure III-12 Variations mensuelle de Pb (mg/l) de Sol du lac.

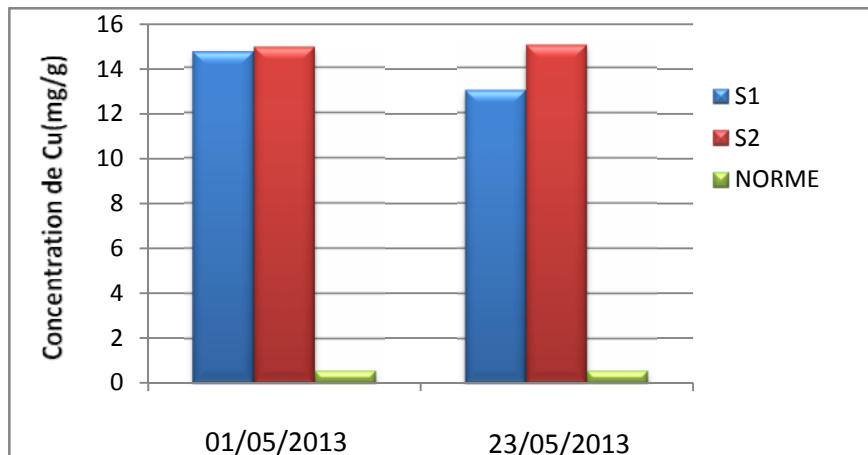


Figure III-13 Variations mensuelle de Cu (mg/l) de Sol du lac.

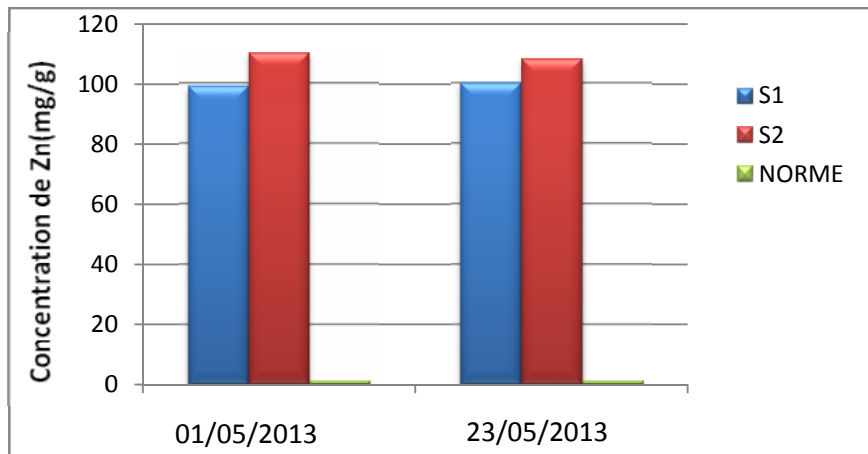
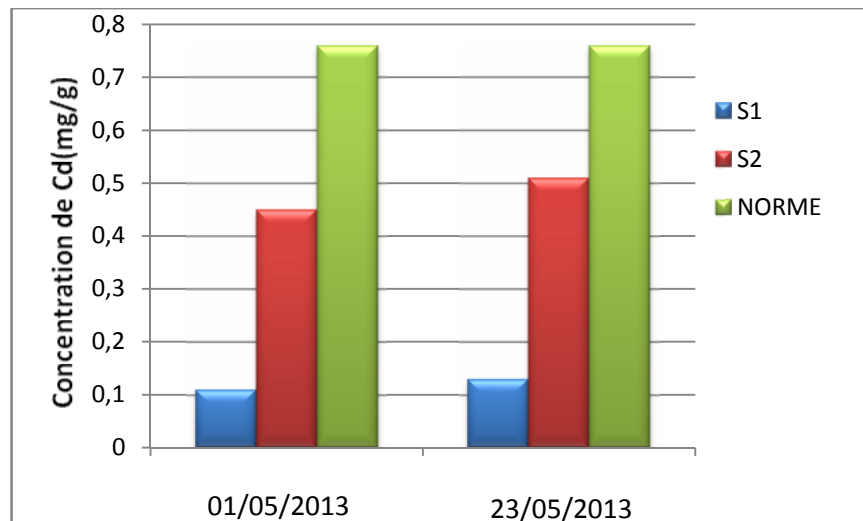


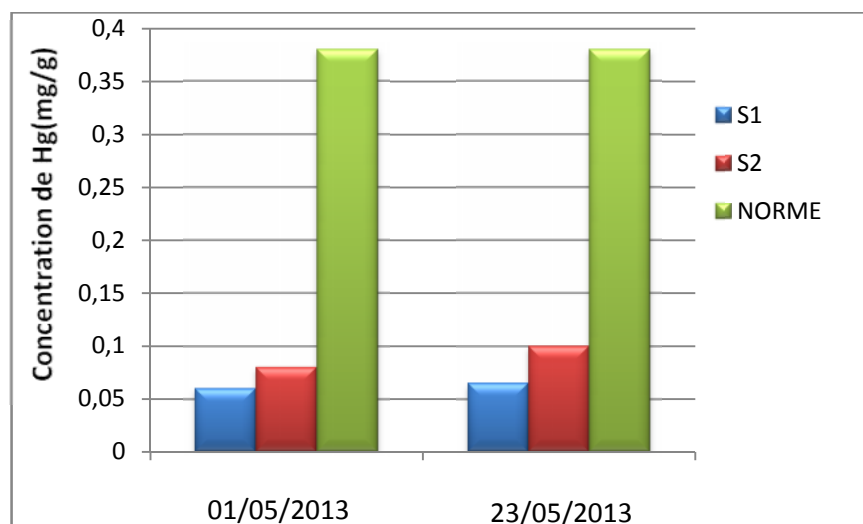
Figure III-14 Variations mensuelle de Zn (mg/l) de Sol du lac.

**III-4-2- Les "Cd et Hg" de sol :**

Les valeurs de concentrations sont inférieure à celles des concentrations normales (Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces), sa concentration très élevée pour atteindre le niveau marquant de la pollution.



*Figure III-15 Variations mensuelle de Cd (mg/l) de Sol du lac.  
(Mai 2013)*



*Figure III-16 Variations mensuelle d'Hg (mg/l) de Sol du lac.  
(Mai 2013)*

### III-4-3 Métaux lourds l'eau :

Les indices de contamination révèlent que les sédiments déposés dans le lac contiennent des métaux lourds aux concentrations proches des niveaux naturels (Figures III-17-18-19). Les valeurs de concentrations sont inférieures à celles des concentrations normales (Selon la classification Marocaine des eaux piscicoles (S.E.E.E. 2007) et les normes D'OMS (1991) des eaux de surfaces), mais sa concentration n'est pas aussi élevée pour atteindre le niveau marquant de la pollution.

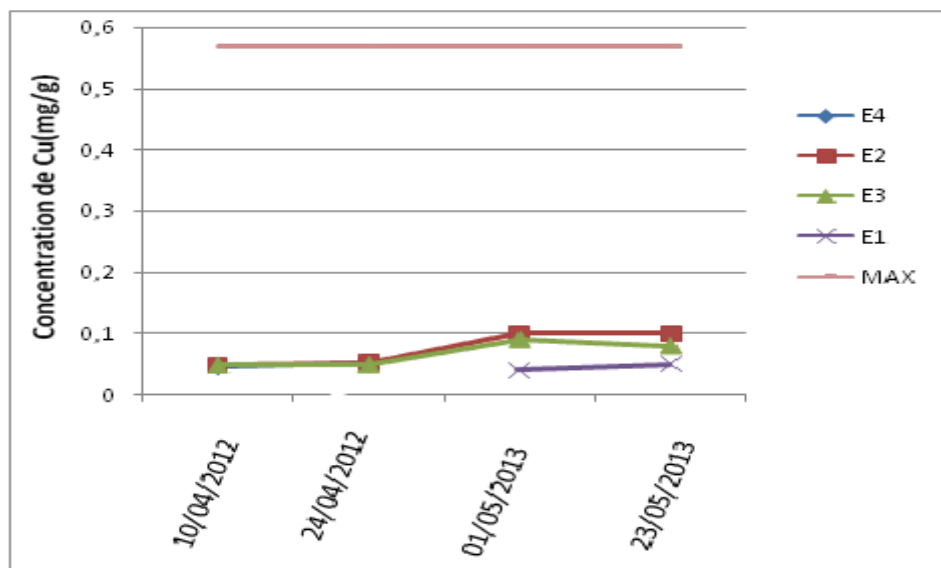


Figure III-17 Variations mensuelle du Cu (mg/l) de l'eau du lac.

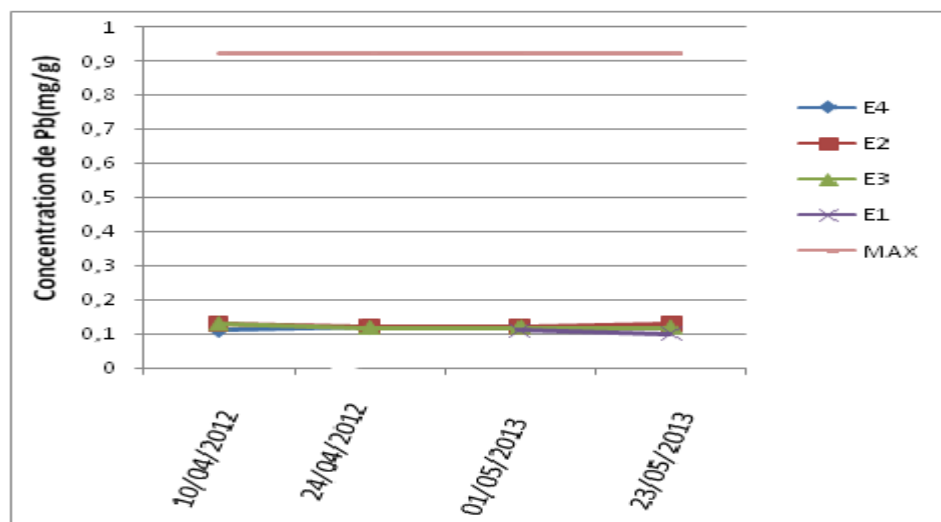


Figure III-18 Variations mensuelle de Pb (mg/l) de l'eau du lac.



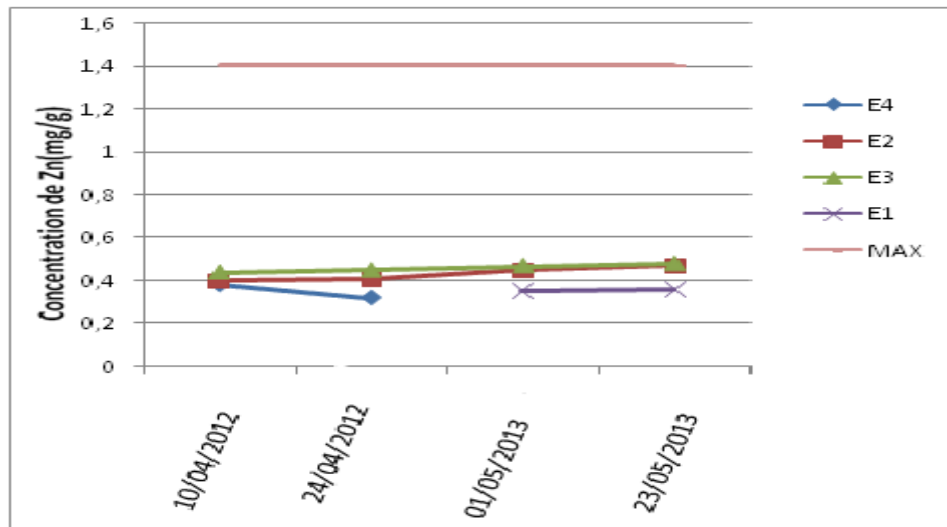


Figure III-19 Variations mensuelle du Zn (mg/l) de l'eau du lac.

### III-5- paramètres bactériologiques :

#### III-5-1- Germes totaux :

Les résultats des prélèvements des germes totaux trouvés sont dépassés les normes internationales pour les eaux de baignade de bonne qualité (figure III-20-21).

#### III-5-2- Streptocoques fécaux :

Nous avons constaté que des variations temporelles du nombre plus probable (NPP) dans le lac étudié.

Les résultats dépassent largement les normes limites admises ( $NPP < 100$ ) à l'exception du prélèvement, le nombre des Germes a diminué considérablement dans tous les prélèvements (Figure III-21).

#### III-5-3- Coliformes Totaux et E. Coli:

Les résultats des analyses indiquent que le nombre des coliformes totaux et E. Coli dépassent les valeurs guides pour le prélèvement du mois de Mai dans les trois stations de l'eau et les deux stations de sol (figure III-21).

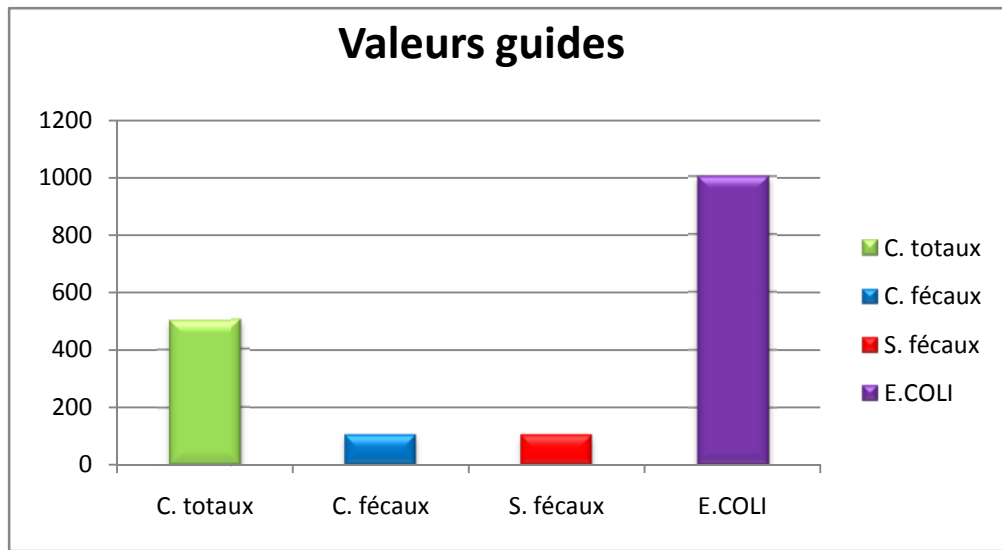


Figure III-20 Variation de la norme internationale de baignade (nb/100ml).

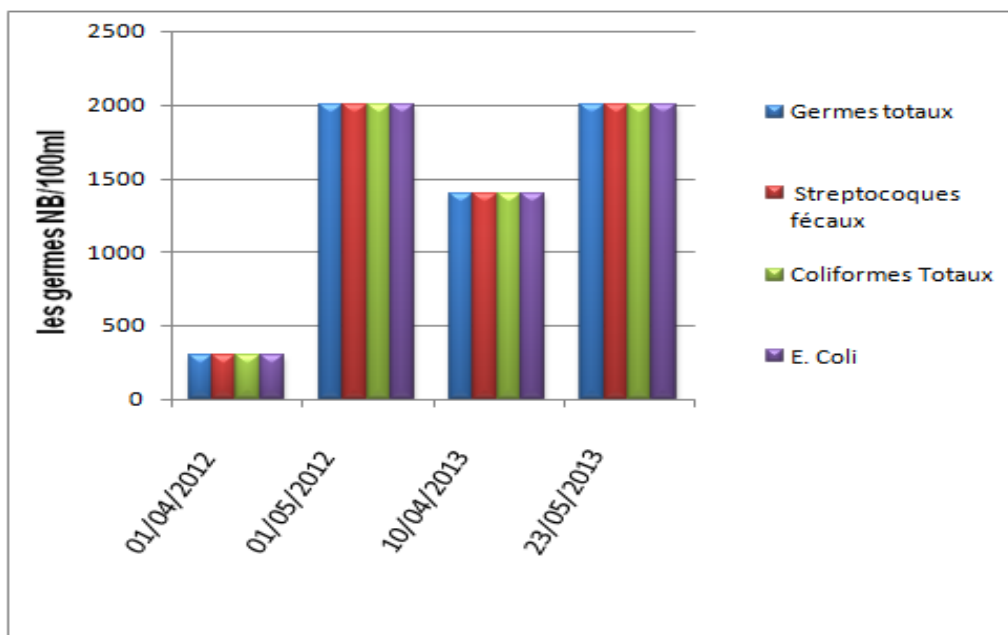


Figure III-21 Variation mensuelle des germes (nb/100ml) de l'eau du lac.

Touts les résultats des différents types de bactéries entre les années 2012et 2013 sont dépasse les normes internationales pour les eaux de baignade.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

### Conclusion générale :

Le but de cette étude est déterminer la proportion de la pollution des sols du lac de Hassi Ben Abdallah et trouver la source de la pollution de l'eau et du sol du lac.

Touts les résultats obtenus confirment la contamination du sol par l'eau du lac, Les résultats ont également montre que la source du lac n'est pas contaminée avec un pourcentage important, cela confirme que la contamination du lac ci l'accumulation des métaux lourds et les matières organiques.

Dans cette étude, nous avons trouvé toutes les causes de la contamination des sols est la pollution central et de la pollution diffuse et leurs causes sont des déchets d'engrais et de pesticides.

Donc la pollution revenir a la source de les eaux du lac d'un côté, et d'autre côté à l'accumulation de matières organiques et de métaux lourds en raison de l'absence de mouvement de l'eau qui conduit à une augmentation de la pollution et de sa transmission au sol.

La contamination des sols est très dangereuse parce qu'il se déplace vers les eaux souterraines et la pollution de l'eau du lac affecte les gens qui se baignent dans ce lac.

Les résidents de la région d'Ouargla utilisent ce lac comme un parc public, donc cette lac promenez-vous où beaucoup de personnes.

Si les collectivités locales doivent peut éliminer cette pollution dans cette lac et le transformer en un parc protégé.

Nous vous proposons quelques solutions :

- ✓ La circulation de l'eau du lac.
- ✓ Mettez le poisson dans le lac.
- ✓ Protéger le lac à partir de déchets.

## *Bibliographie*

André Guyard (1997), Cours d'hydrobiologie (DESS Eaux continentales, pollutions et aménagements).

Boudjelal .,Djoudi H (2008), pollution de l'oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielle et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèses ing, tatho des écosystèmes universitaires, Stif : p 6-13.

Bouzaini M, (2000). L'eau de la pénurie maladie. Ed. I BN-KHALDOUN. , Oran: 59-64. Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi ben abdellah Phase 1 : rapport d'orientation:p1-4

Emillain K.( 2004) Traitement des pollutions industrielles, p 1-24

Rouibah M,( 2005) ETUDE DE LA POLLUTION DU LITTORAL ALGEROIS ET DU LAC DE REGHAIA, projet fine d'étude, INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL ISMAL, p 3,31-46

Nemli.A(2012).UMK. Etude de l'état des principales pollutions et leurs impact dans la région de Hassi Ben Abdellah (Lac Hassi Ben Abdellah)

Meybeck M, (1995) - Les lacs et leur bassin in Limnologie générale (dir. Pourriot & Meybeck). Masson Ed.

Moss B, Backer T., Stephen D., Williams A., Balayla D., Beklioglu M. &Carvalho L. (2005), Consequences of reduced nutrient loading on a lake system in a lowland catchment: Deviations from the norm, Freshwater biology, p 50, 1687 – 1705.

Sébastien Devidal, (2007),SOLUTIONS CURATIVES POUR LA RESTAURATION DE LACS PRÉSENTANT DES SIGNES D'EUTROPHISATION, Master environnement de l'université de Rouen (France), p 5,6-8

Souchu P, Gasc A., Collos Y., Vaquer A., Tournier H.,Bibent B., Deslous-Paoli J-M. (1998), Biogeochemical aspects of bottom anoxia in a Mediterranean lagoon (Thau, France). Mar. Ecol. Prog. Ser. P 164: 135-146.

Vincent NOE, (2007) Restauration des milieux lagunaires vis à vis de l'eutrophisation en Languedoc-Roussillon, mémoire fin d'étude Master Professionnel Economie Environnement, p 10,11

S.E.E.E, (2007). Classification marocaine des eaux piscicoles

OMS, DECRET N°91-257 DU 7 MARS 1991.

## Résumé :

Grâce à cette étude sur la pollution de l'eau et du sol du lac de Hassi Ben Abdallah, qui a duré environ deux ans 2012/2013 pour l'eau du lac et 2013 pour le sol du lac. Lorsque nous avons choisi trois zones du lac à l'échantillonnage de l'eau et deux pour l'échantillonnage du sol de lac et nous avons déterminé que l'eau après le lac et les sols contaminés et que par la réalisation d'analyses de l'eau et du sol et par rapport aux réglementations internationales telles que les normes de qualité des eaux d'irrigation santé et internationales. Lors que nous avons trouvé une augmentation significative des phosphates et des nitrates par rapport à l'année dernière, Nous avons effectué suite à l'analyse dans laboratoires d'algérienne de l'eau et les laboratoires de l'Agence nationale des ressources hydraulique. La raison derrière cette contamination à la source d'eau, qui est l'une des eaux d'irrigation et l'accumulation de métaux lourds et des matières organiques en raison de l'absence de mouvement de l'eau et de la stagnation.

## Mots Clef :

Pollution, Lac, Sol, eau, DCO, DBO, Matières Organiques, Métaux Lourds,

## ملخص:

من خلال هذه الدراسة حول تلوث المياه والتربة لبحيرة حاسي بن عبد الله التي امتدت لحوالي عامين 2013/2012 بالنسبة للمياه البحيرة ولعام 2013 بالنسبة لتربة البحيرة. حيث قمنا باختيار ثلاث مناطق من البحيرة لأخذ العينات بالنسبة للماء ومنطقتين لأخذ العينات بالنسبة لتربة البحيرة وتوصلنا إلى أن مياه البحيرة وتربتها ملوثة و ذلك من خلال إجراء تحاليل لمياهها وتربتها ومقارنتها مع النظم الدولية كالمنظمة الدولية للصحة ومعايير الجودة لمياه السقي. حيث وجدنا ارتفاع كبيرة في الفوسفات والنترات مقارنة بالعام الماضي, وقد أجرينا التحاليل في كل من مخابر الجزائرية للمياه ومخابر الشركة الوطنية للموارد المائية . يعود سبب هذا التلوث إلى مصدر المياه والتي هي من مياه السقي و تراكم المعادن الثقيلة والمواد العضوية بسبب عدم حركة المياه وركودها.

## الكلمات الدالة:

التلوث, البحيرة, التربة, الماء, الطلب الكيميائي للأوكسجين, الطلب البيولوجي للأوكسجين, المعادن الثقيلة, المواد العضوية.