

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 08 Mai 1945 de GUELMA  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCE DE LA TERRE  
ET DE L'UNIVERS

DÉPARTEMENT : ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



## MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science De La Nature Et De La Vie  
Filière: Biologie  
Spécialité: Santé, Eau et Environnement

## THÈME

**Contrôle de qualité (dosage des paramètres physico-chimiques et métaux lourds) et identification fongique partir du lac Oubeira**

### Présenté par :

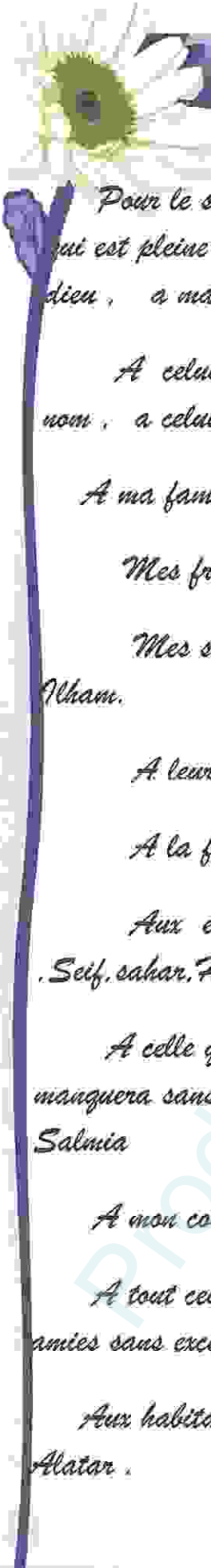
Ali El-Hania

Khelfi Asma

### Membres de jury :

Président :	DJEKOUN M.	Maitre Assistant A	Université de Guelma
Examineur :	Amri S.	Maitre Assistant B	Université de Guelma
Encadreur :	BEDIOUS.	Maitre Assistant A	Université de Guelma

Juin 2011



*Pour le sourire de ma vie et mon ange gardien dans cette existence , celle qui est pleine d'amour et de tendresse et a qui je dois ma réussite après le bon dieu , a ma mère chérie ,*

*A celui qui m'a appris de donner sans retour , et a qui je porte le nom , a celui qui cherche mon bonheur avant tout , a mon père .*

*A ma famille et tous les proches qui représentent la joie de ma vie :*

*Mes frères : Moustafa, Nabil, A. Alwahab, Mah, uid*

*Mes sœurs: Alyamna, Dalila, Houria, Asia, Mi'ika, Thoraia,  
Alham.*

*A leurs maris : Oumaira, Mouad, Altahane, Ibrahim, Said.*

*A la femme a mon frère : Nora*

*Aux enfants ; Soumaia, Aline  
. Seif, sahar, Hiba, Gofrane, Louai, Inesse, Zakaria*

*A celle qui m'a montré tout ce qui est beau dans cette vie , et qui me manquera sans cesse, a celle avec qui j'ai partagé les meilleurs moments :  
Salmia*

*A mon cousin : Alalmi et toute la famille*

*A tout ceux que j'ai connus au département de biologie et a toutes mes amies sans exception*

*Aux habitants de Tbesa et surtout de Bir-  
Alatar .*

# Hania



*A ma mère Mounira pour sa merveilleuse Dignité et sa présence affectueuse Tout au long de ces années.*

*A mon père Toufik disparu trop tôt, et qui je l'espère aurai été fier de moi et de mon travail, j'aurai aimé qu'il assiste a ma joie pour qu'elle s'accomplissent.*

*A ma sœur : Sisi*

*A mes frères : Cholri, Amine, Loufji*

*A toute ma famille : mon grand père décédé, ma grand-mère, mes oncles, et mes tantes*

*A ma deuxième famille : Fatima, Mouhamed, Youcef que dieu le bénisse, Amina, Sofiane, Djamel, Youcef*

*A Salem qui m'a aidé dans ce travail et qui m'a encouragé dans tout mes pas avec patience et effort, je le remercie infiniment.*

*A mes amies chéries que je n'oublierai jamais :  
Amina, Soumia, Sara, Siham, Samia, Houda, Maya*

*Et je salue tout ceux que j'ai oublié*

**Asma**

# Sommaire

Produced with  
SCANTOPDF

**Sommaire****Liste des tableaux****Listes des figures****List des abréviations****Introduction****Chapitre I : L'eau des lacs et description du site d'étude**

I. Généralités sur les eaux des lacs	1
I.1. Définition des lacs	1
I.2. Formation des lacs	1
I.3. Origine des lacs	1
I.4. classification des lacs	2
I.4.1. Lagun	3
I.4.2. Les lacs salés	3
I.4.3. Lacs d'eaux dormantes	4
I.4.4. Lacs d'eaux saumâtres dormantes	4
I.5. Caractéristique des eaux des lacs	5
I.5.1. La couleur	5
I.5.2. La turbidité	5
I.5.3. Le pH	5
I.5.4. La température	5
I.5.5. La conductivité	6
I.5.6. L'alcalinité (TA-TAC)	6
I.5.7. La dureté ou l'hydrotimétrie (TH)	6
I.5.8. L'oxygène dissous	7
I.5.9. L'éclairement	7
II. Description du site d'étude	7
II.1. Présentation	7
II.2. Localisation	8
II.3. Description du site d'étude	9

II.4. Diversité biologique .....	9
II.5. Principales fonction du lac.....	10
II.5.1. Rétention des sédiments et des produits toxique.....	10
II.5.2. Contrôle des crues et préventions des inondation.....	11
II.5.3 Réapprovisionnements et protection de l'aquifère.....	11
<b>Chapitre II : la pollution des lacs et généralités sur les métaux lourds</b>	
I- la pollution des lacs.....	12
I.1. Définition de la pollution de l'eau.....	12
I.2. Origine de la pollution.....	12
I.2.1. L'industrie.....	13
I.2.2. L'agriculture.....	14
I.2.2.1. Pesticides.....	14
I.2.2.2. Les matières organiques.....	15
I.2.2.3. Le phosphore.....	15
I.2.2.4. Les nitrate.....	16
I.3. Les différents types de la pollution de l'eau.....	16
I.3.1. Pollution chimique.....	17
I.3.2. La pollution physique.....	17
I.3.3. La pollution biologique.....	17
I.4. Conséquences de la pollution de l'eau.....	18
I.4.1. Conséquences sanitaires.....	18
I.4.2 Conséquences écologique.....	18
I.4.3. Conséquences industrielles.....	20
I.4.4. Conséquences agricoles.....	20
II. Généralités sur les métaux lourds.....	21
II.1. Définition des métaux lourds.....	21
II.2. Classification des métaux lourds.....	22
II.2.1. Les métaux essentiels : rôle biologique.....	22
II.2.2. Les métaux non essentiels : toxique.....	24

II.3. Toxicité des métaux lourds.....	24
II.3.1. Toxicité de quelques métaux lourds pour la santé humaine.....	24
II.4. Les métaux lourds analysés dans cette étude.....	26
II.4.1. Le cadmium.....	26
II.4.1.1. propriétés fondamentales du cadmium.....	26
II.4.1.2. propriétés biologique et toxicité du cadmium.....	27
II.4.2. Le plomb.....	28
II.4.2.1. propriétés fondamentales du plomb.....	28
II.4.2.2. propriétés biologique et toxicité du plomb.....	28
II.4.3. Le zinc.....	29
II.4.3.1. propriétés fondamentales du zinc.....	29
II.4.3.2. propriétés biologique et toxicité du zinc.....	29
II.4.4. Le cuivre.....	30
II.4.4.1. propriétés fondamentales du cuivre.....	30
II.4.4. Le chrome.....	30
II.4.4.1. propriétés fondamentales du chrome.....	30

### Chapitre III : Généralité sur l'identification fongique (espèces aspergillus et penicillium)

I. Généralité sur les champignons.....	31
I.1. Définition.....	31
I.2. Morphologie.....	31
I.2.1. Le thalle.....	31
I.2.1.1. Mycélium siphonné (Cénocytique).....	32
I.2.1.2. Mycélium articulé (septé).....	32
I.2.2. La Cellule.....	32
I.2.2.1. Cytoplasme.....	32
I.2.2.2. Un endosquelette d'actine.....	33
I.2.2.3. Les éléments nutritionnels de réserve.....	33
I.2.2.4. Le génome.....	33
I.2.2.5. La membrane plasmique.....	33
I.2.2.6. La paroi.....	33

I.2.3. Les spores.....	34
I.2.3.1. Définition.....	34
I.2.3.2. Les type de spores.....	34
I.3. Le développement.....	34
I.3.1. Conditions de développement.....	35
I.4. Mode de vie des champignons.....	36
I.4.1. Saprophytisme.....	36
I.4.2. Symbiose.....	37
I.4.3. Commensalisme.....	37
I.4.4. Parasitismes.....	37
I.5. La reproduction.....	38
I.6. Classification des champignons.....	38
I.7. Role et effets des champignons.....	42
II. Identification fongique de deux espèces <i>Aspergillus</i> et <i>Penicillium</i> .....	42
II.1. Le genre <i>Aspergillus</i> .....	42
II.1.1. Description d' <i>Aspergillus</i> .....	43
II.1.2. Epidémiologie <i>Aspergillus</i> .....	43
II.2. Le genre <i>Penicillium</i> .....	43
II.2.1. Description <i>Penicillium</i> .....	43
<b>Chapitre IV : Matériels et méthodes</b>	
I. L'échantillonnage.....	44
I.1. Le prélèvement des échantillons.....	44
I.2. Le transport d'échantillons.....	45
II. L'identification fongique.....	45
II.1. Le coulage des boîtes.....	45
II.2. Préparation des dilutions.....	45
II.3. Ensemencement.....	47
II.4. L'incubation et lecture.....	47
II.5. Isolement des mycètes filamenteux.....	47
II.6. Préparation du matériel fongique pour l'étude microscopique.....	48
II.7. L'examen à l'état frais.....	48
II.8. L'examen après coloration.....	49
II.9. Conservation des souches.....	49



III. Mesures physico-chimiques.....	50
III.1. Mesure du pH.....	50
III.2. Mesure de la conductivité électrique (CE).....	50
III.3. Mesure de la turbidité.....	51
III.4. Mesure de la température.....	52
III.5. Détermination du titre alcalimétrique simple et complet (TA et TAC).....	52
III.6. Détermination de la salinité.....	53
IV. substances et critères chimiques (indicateur de pollution organique).....	53
IV.1. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	53
IV.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	55
IV.3. Détermination des matières en suspension (MES).....	55
IV.4. Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	56
IV.5. Détermination du nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	57
IV.6. Détermination des nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	58
IV.7. Détermination des phosphores (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	59
IV.8. Détermination de la matière organique (MO).....	60
V. Minéralisation global.....	61
V.1. Détermination du calcium (Ca).....	61
V.2. Détermination du Magnésium (Mg <sup>++</sup> ).....	62
V.3. Détermination des chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	62
V.4. Détermination du résidu sec (R/S).....	63
VI. Les gaz de l'eau.....	64
VI.1. L'oxygène dissous.....	64
VII. L'adsorption atomique.....	64

## Chapitre V : Résultat et discussion

### Conclusion

### Les références bibliographiques

### Annexe

### Résumé

Tableau	Titre	Page
01	d'origine des lacs	2
02	polluant susceptibles d'être contenus dans les effluents de certaines industries	14
03	les différents effets environnementaux et sanitaires de divers polluants	19
04	Les effets directs et indirects de la pollution industrielle	21
05	Liste des métaux essentiels et exemple de propriétés des éléments connus pour leur essentialité	24
06	Les effets de quelques métaux lourds sur la santé et l'environnement	26
07	les propriétés physico-chimiques du Cd.	28
08	les propriétés physico-chimiques du Pb.	29
09	les propriétés physico-chimiques du Zn.	30
10	les exigences thermiques pour le développement de moisissures	37
11	Embranchements de mycètes (selon le système traditionnellement suivi par les mycologues)	39
12	classification des zygomycètes	41
13	Classification des Ascomycètes	41
14	classification des deutéromycètes	42
15	classification des zygomycètes	66
16	l'aspect macroscopique dans le milieu de culture <Czapek simple>	67
17	l'aspect macroscopique dans le milieu de culture <Czapek concentré>	68
18	l'aspect macroscopique dans le milieu de culture < Sabouraud>	74
19	la variation du potentiel d'hydrogène du lac Oubeira	75
20	la variation de la conductivité du lac Oubeira	77
21	la variation de la turbidité du lac Oubeira	78

22	la variation de la température du lac Oubeira	79
23	la variation de titre alcalimétrique du lac Oubeira	80
24	la variation de titre alcalimétrique complet du lac Oubeira	82
25	la variation de la demande chimique en oxygène du lac Oubeira	83
26	la variation de la demande biochimique en oxygène du lac Oubeira	84
27	la variation de la matière en suspension du lac Oubeira	86
28	la variation de l'azote ammoniacal du lac Oubeira	87
29	la variation de nitrite du lac Oubeira	88
30	la variation de nitrate du lac Oubeira	89
31	la variation de la matière organique du lac Oubeira	91
32	la variation de chrome du lac Oubeira	92
33	la variation de plomb du lac Oubeira	93
34	la variation de zinc du lac Oubeira	94
35	la variation de cadmium du lac Oubeira	96
36	la variation de calcium du lac Oubeira	97
37	la variation de magnésium du lac Oubeira	98
38	la variation de résidu sec du lac Oubeira	99
39	la variation de l'oxygène dissous du lac Oubeira	100

Figure	Titre	Page
01	Carte géographique parc national d'El-Kala	8
02	Carte géographique de lac Oubeira	9
03	Intérêt du site d'étude	10
04	l'origine de la pollution de l'eau	16
05	Les métaux lourds dans le tableau périodique	25
06	Classification des champignons	40
07	les quatre sites de prélèvement. (2011)	45
08	Localisation des stations d'échantillonnages dans le lac Oubeira	46
09	<i>Pinicillium digitatum</i>	69
10	<i>Penicillium glabrum</i>	70
11	<i>Aspergillus versicolor</i>	71
12	<i>Pinicilium camembertii</i>	72
13	<i>Aspergillus ustus</i>	73
14	la variation moyennes de pH en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	74
15	la variation temporelle de pH au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	75
16	la variation moyennes de la conductivité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	76
17	la variation temporelle de la conductivité au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	76
18	la variation moyennes de la salinité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	77
19	la variation moyennes de la turbidité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	77

20	la variation temporelle de la turbidité au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	78
21	la variation moyennes de la température en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	79
22	la variation temporelle de la température au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	79
23	la variation moyennes de titre alcalimétrique en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	80
24	la variation temporelle de titre alcalimétrique au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	80
25	la variation moyennes de titre alcalimétrique complet (TAC) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	81
26	la variation temporelle de titre alcalimétrique complet (TAC) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	81
27	la variation moyennes de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	82
28	la variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	82
29	la variation moyennes de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	83
30	la variation temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	84
31	la variation moyennes de la matière en suspension (MES) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	85
32	la variation temporelle de la matière en suspension (MES) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	85
33	la variation moyennes de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	86
34	la variation temporelle de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	86
35	la variation moyennes de nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	87

36	la variation temporelle de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	88
37	la variation moyennes de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	89
38	la variation temporelle de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	89
39	la variation moyennes de la matière organique (MO) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	90
40	la variation temporelle de la matière organique (MO) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	90
41	la variation moyennes de chrome (Cr) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	91
42	la variation temporelle de chrome (Cr) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	91
43	la variation moyennes de plomb (Pb) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	92
44	la variation temporelle de plomb (Pb) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	93
45	la variation moyennes de zinc (Zn) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	94
46	la variation temporelle de zinc (Zn) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	94
47	la variation moyennes de cadmium (Cd) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	95
48	la variation temporelle de cadmium (Cd) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	95
49	la variation moyennes de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	96
50	la variation temporelle de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	96
51	la variation moyennes de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	97

52	la variation temporelle de magnésium ( $Mg^{2+}$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	97
53	la variation moyennes de chlorure ( $Cl^{-}$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	98
54	la variation temporelle de chlorure ( $Cl^{-}$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	98
55	la variation moyennes de résidu sec (S/R) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	99
56	la variation temporelle de résidu sec (S/R) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	100
57	la variation moyennes de l'oxygène dissous en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	101
58	la variation temporelle de l'oxygène dissous au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai 2011)	101

Produced with Scantopdf

**Cd** : Cadmium  
**Cr**: Chrom  
**Cu**: Cuivre  
**DBO<sub>5</sub>**: Demande biochimique en oxygène  
**DCO**: Demande chimique en oxygène  
**FIG** : Figure  
**MES**: Matière en suspension  
**MO**: Matière organique  
**mg/L** : Milligramme par litre  
**Pb**: Plomb  
**pH**: Potentiel d'hydrogène  
**Ppm**: Partie par million  
**Zn** : Zinc  
**T°** : Température  
**Turb** : Turbidité  
**Condu** : Conductivité  
**Sal** : Salinité  
**TA** : Titre alcalimétrique  
**TAC** : Titre alcalimétrique  
**Mg<sup>+2</sup>** : Magnésium  
**Ca<sup>+2</sup>** : Calcium  
**Cl<sup>-</sup>** : Chlorure  
**RS** : résud Sec  
**EDTA** : Ethyle diamine tétra acétique  
**T** : Température



# Introduction

Produced with Scantopdf

Le terme pollution recouvre des acceptions fort diverses et qualifie une multitude d'actions qui dégradent d'une façon ou d'une autre le milieu naturel. Certes, le vocable désigne sans ambiguïté les effets des innombrables composés toxiques rejetés par l'homme dans l'environnement ; cependant, il s'applique également à d'autres altérations du milieu de nature physique ou chimique ou biologique qui sans être nocives par elles-mêmes pour la santé humaine, sont susceptibles de provoquer des perturbations écologiques d'ampleur catastrophique, on peut distinguer dans ce milieu naturel, le milieu aquatique qui n'est pas étranger au danger de cette pollution et qui est connu sous titre de pollution des eaux ; il nous est pas caché que Les eaux de surface sont de plus en plus polluées : taux d'acidité des mers et océans qui ne cesse d'augmenter à cause des gaz à effets de serre ; pollution des mers par des produits toxiques; métaux lourds, engrais et pesticides charriés par les fleuves... sans compter les dizaines de millions de sacs plastiques qui flottent entre deux eaux.(18)

La pollution maritime n'épargne plus aucune région de la planète et les fleuves et les rivières ne sont pas en reste ! Ils contiennent des millions de tonnes de polluants formés des rejets chimiques de nos industries, de notre agriculture et de nos activités quotidiennes. (17)

Notre site qui est le lac Oubeira représente une des richesses naturelles du Parc National d'El- Kala « P.N.E.K», ce plan d'eau est touché par la pollution due au déversement anarchique des effluents contenant diverses substances toxiques. [3]

Dans cette étude permet d'analyser la qualité physique et chimique de l'eau tout en mesurant la quantité de contamination des métaux lourds dans le lac Oubeira afin de caractériser leur répercussions sur l'environnement

Notre étude a été répartie en cinq chapitres :

Chapitre I. est consacrée à une synthèse bibliographique sur l'eau des lacs (définition, formation, origine classification des lacs, ...) et une description sur le site d'étude (localisation du lac, description de site d'étude...).

Chapitre II : la pollution des lacs et généralités sur les métaux lourds, (Définition de la pollution de l'eau, Origine de la pollution, Les différents types de la pollution de l'eau, leurs conséquences,...)

Chapitre III : les critères d'identification des champignons filamenteux

Quand a chapitre IV : Matériel et méthodes (les analyses physico-chimie, dosage des métaux lourds),

Enfin chapitre V : Résultats et discussion

Produced with ScanTopDF



# Chapitre I

*L'eau des lacs et description du site d'étude*

## I. Généralités sur Les eaux des lacs

### I.1. Définition des lacs

Le lac est une nappe d'eau retenue par une contre pente naturelle ou artificielle. (18)  
les lacs sont des accumulations d'eaux douces ou salées formant parfois le niveau de base général d'un bassin versant ou représentant plus souvent un palier dans le profil en long d'une rivière et un élargissement de son champ d'inondation. (15)

### I.2. Formation des lacs

La formation des lacs ont la conséquence de nombreux et divers processus géologiques : déformation de roches stratifiées en grande plissures, déplacement d'importantes masses de roches par des failles, blocage de vallées consécutif à des glissements de terrains, certains lacs comme par exemple le lac de garde ont été créés par évidement et creusement de lits rocheux par les glaciers en de vastes bassins, les matériaux emportés par les glaciers s'étant répartis à l'avant et sur les cotés sous forme de moraines, d'autres lacs résultent de barrages naturels souvent dus à des dépôts glaciaires, laissés il y'a 10000 ans , mais aussi parfois à des éboulements, à des coulées de laves de volcans ou même à des volcans. (17)

### I.3. Origine des lacs

On peut distinguer plusieurs familles de lacs. Selon le type d'événement géologique qui a présidé à leur formation : (15)

Tableau 01 : L'origine des lacs

<b>Océaniques</b>	Comme la mer Caspienne ou la mer d'Aral.
<b>Tectoniques</b>	Dus à l'effondrement de portions de la croûte terrestre, comme le lac Tanganyika, le lac Malawi et le lac victoria.
<b>Volcaniques</b>	Un lac peut se former dans une caldeira ou un volcan actif (lac acide).
<b>Alluvionnaire</b>	Quand un cours d'eau rencontre des dépôts alluvionnaires sur son cours, formant ainsi le lac de Levico et le lac Caldonazzo.
<b>Glaciaires</b>	Dus à l'érosion glaciaire, comme les lacs des régions préalpines ; c'est l'exemple des Cent lacs en Italie.
<b>Pro-glaciaires</b>	Quand le lac est situé devant et alimenté par un glacier.
<b>Morainiques</b>	Quand les matériaux transportés et déposés par les glaciers forment barrage.
<b>Karstiques</b>	Dus à des phénomènes d'érosion en milieu calcaire et souvent très petits.
<b>De déflation</b>	Dus à l'érosion par les vents, tels ceux du Languedoc.
<b>Artificiels</b>	Créés par des ouvrages construits par l'homme, souvent des barrages pour la production hydroélectrique, par exemple le lac de Serre-Ponçon.

#### I.4. Classification des lacs

Cette classification est extraite de la typologie CORNE version 1989 (Brno 1990)

#### I.4.1. lagune

Étendue d'eau marine derrière un cordon littoral. Elles se forment lorsque les étendues d'eau douce se situent dans les plaines côtières soumises aux marées. [7]

Les lagunes sont aggravées par la superposition d'une eau douce plus légère d'une eau salée basale provenant d'un apport marin d'où la formation d'une eau saumâtre. (15)

La plupart des organismes des lagunes sont marines, le milieu lagunaire constitue un écosystème extrêmement productif, qui représente la moitié de matière vivante contenue dans les océans du monde entier, cette forte productivité est due au réservoir de substances nutritive qui résultent de l'arrivée combinée de la marée des courants d'eaux douce.

Ces zone sont abritées et l'abondance de nutriments font de la lagune un habitat idéal pour de nombreux oiseaux, amphibiens et poissons, y compris les poissons et crustacée exploités commercialement pour l'alimentation.

Cependant, les lagunes sont en permanence détruites par la pollution et la marée noire, ainsi que par les dragages, les drainages et les comblements destinés à l'expansion résidentielle et industrielle. (12)

Il est bien connu que les eaux saumâtres côtières sont des milieux eutrophies où la concentration des éléments nutritifs est à l'origine de biomasses élevées ; ces plans d'eau sont faciles d'accès, ils peuvent être misent en valeur par la pratique de la pêche avec des moyens beaucoup plus réduits et moins aléatoires que ceux utilisée en pleine mer, de plus des aménagements piscicoles et conchylicoles peuvent être à l'origine d'aquacultures à très haut rendement dans ces milieux déjà riches naturellement, mais la floculation habituelle des sédiments par la vase transportée. (12)

#### I.4.2. Les lacs salés

Ils se différencient des précédents car ils sont entièrement salés, ils occupent tout le fond d'un bassin endoréique, leur salinité vient de leur origine (ancien bassin maritime comme la mer Morte), ou de la composition de leur versant, ou de ces deux causes réunies. Le principal composant des lacs d'eau salé est le sel commun (la mer Morte à ainsi une teneur en sel très élevée) (15), les lacs amers contiennent des sulfates ; les lacs alcalins

contiennent des carbonates, certains lacs contiennent des tincals et d'autres des combinaisons des substances. (12)

La vie dans ces lacs dépend de leur salinité; plus de salinité moins de faune et de flore (en raison du taux de salinité, la mer Morte est dénuée de toute vie à l'exception de microorganismes), ces eaux ne s'évaporent que par évaporation naturelle qui concentre les sels dissous transportés par les versants. La majorité des lacs salés n'ont pas d'émissaires et se trouvent dans les régions arides, on peut y trouver des espèces de faune marine telles que les crevettes et les crustacés. (26)

#### **I.4.3. Lacs d'eaux douces dormantes (Etang. Mare. Flaque)**

Sont aussi un cas limite; se sont de petites étendues d'eaux douces de faibles profondeurs, ils sont réduits à la seule zone littorale, la plupart sont utilisés pour les piscicultures, et sont des milieux artificiels à cycle de vie très rapide. On les classe d'après leurs profondeurs en flaque (moins de 0.2m), en mares (jusqu'à 0.8m), en petit étang (1m) ou grand étang (plus d'un mètre). (15)

Il est clair ou couvert; la couleur du fond dépend de la qualité de la lumière incidente et du relief des abords terrestres

#### **I.4.4. Lacs d'eaux saumâtres dormantes**

Lacs intérieurs à eau saumâtre, leur salinité provient de sources profondes très minéralisées; les eaux de ces lacs hébergent plusieurs espèces de poisson. La composition de leur fore, la richesse de leurs espèces et leur productivité sont fortement influencées par leur relation avec l'écosystème environnant; ils affectent l'approvisionnement en nutriments, le mouvement de l'eau, le type et le dépôt de sédiments.

Les lacs d'eaux saumâtres sont des terrains d'hivernage pour les oies et les sarcelles d'hiver, et une source de nutriments. Malgré leur grande valeur pour l'environnement, les lacs saumâtres sont progressivement détruits par les drainages et les remblayages. (12)



## **I.5. Caractéristiques des eaux des lacs**

### **I.5.1. La couleur**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux à faible turbidité. La couleur permet de donner une idée sur la composition qualitative de l'eau. En fonction de la turbidité, de la présence de plancton, des matières en solution (acides humiques, fer, manganèses, rejets industriels...). Des saisons elle pourra virer au vert, jaune ou brun. (22)

### **I.5.2. La turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières organiques, etc. elle donne une idée sur la qualité des matières en suspension contenues dans l'eau, plus la charge des matières en suspension est élevée plus la turbidité est remarquable, elle est liée à la couleur qui est elle-même liée aux matières en suspension. (22)

### **I.5.3. Le pH**

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, le pH des eaux douces varie habituellement entre 7,2 et 7,6. Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. D'une façon générale les eaux très calcaires ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelquefois un peu inférieur (environ 6). (20)

Les eaux ayant un pH inférieur à 6 ou supérieur à 8 sont rares, des  $\text{pH} > 8,5$  ne s'observent généralement que dans les eaux stagnantes (marais, étangs, barrages). (22)

### **I.5.4. La température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout les gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc.

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air, et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde. Les mesures de la température sont

à effectuer sur le terrain en utilisant un thermomètre après 10 min d'immersion dans l'eau.

Dans le cas d'un lac, la mesure est faite en plusieurs points, à une distance des bords des rives d'eau moins 10m. (22)

### **I.5.5. La conductivité**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, elle s'exprime en siemens par mètre (s/m) ou ( $\mu/\text{cm}$ ).

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous dans une eau et la conductivité. Elle donne une idée sur le degré de minéralisation de l'eau, pour les eaux de minéralisation moyenne la conductivité est comprise entre 333 et 833  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . (20)

### **I.5.6. L'alcalinité (TA et TAC)**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogencarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), de carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), d'ions hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ). Elle est mesurée par deux paramètres :

Le titre alcalimétrique ou TA : mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalis caustiques.

Le titre alcalimétrique complet ou TAC : correspond à la teneur de l'eau en alcalis libre, carbonates et hydrogencarbonates, c'est la somme des ions  $\text{OH}^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$ . Dans les eaux naturelles l'alcalinité

Exprimée en  $\text{HCO}_3^-$ , varie de 10 à 350mg/L. (22)

### **I.5.7. la dureté ou l'hydrotimétrie (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalis et de l'ion hydrogène, dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions de fer, aluminium, manganèse strontium. (22)

La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésiennes, elle s'exprime milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ , on en degré français ( $^{\circ}\text{F}$ )

En reconnaissant la valeur du TH, on peut classer les eaux en eaux douces, eaux moins dures et eaux dures. (20)

### **I.5.8. L'oxygène dissous**

L'oxygène est peu soluble dans l'eau et cette gaze peut jouer le rôle de facteur limitant dans le milieu aquatique.

La solubilité diminue avec la température et elle est plus faible dans l'eau de mer que dans l'eau douce. La résistance des animaux aquatique au faible teneur en oxygène est très variable, la carpe dissous par contre les autres poissons comme l'omble, le goujon supportent 5 à 7  $\text{cm}^3/\text{l}$ . (28)

### **I.5.9. L'éclairement**

L'absorption du rayonnement solaire est rapide dans l'eau. La profondeur pour laquelle l'intensité lumineuse est réduite à 1% de sa valeur en surface varie de 2 à 30 m suivante. (22)

## **II. description du site d'étude**

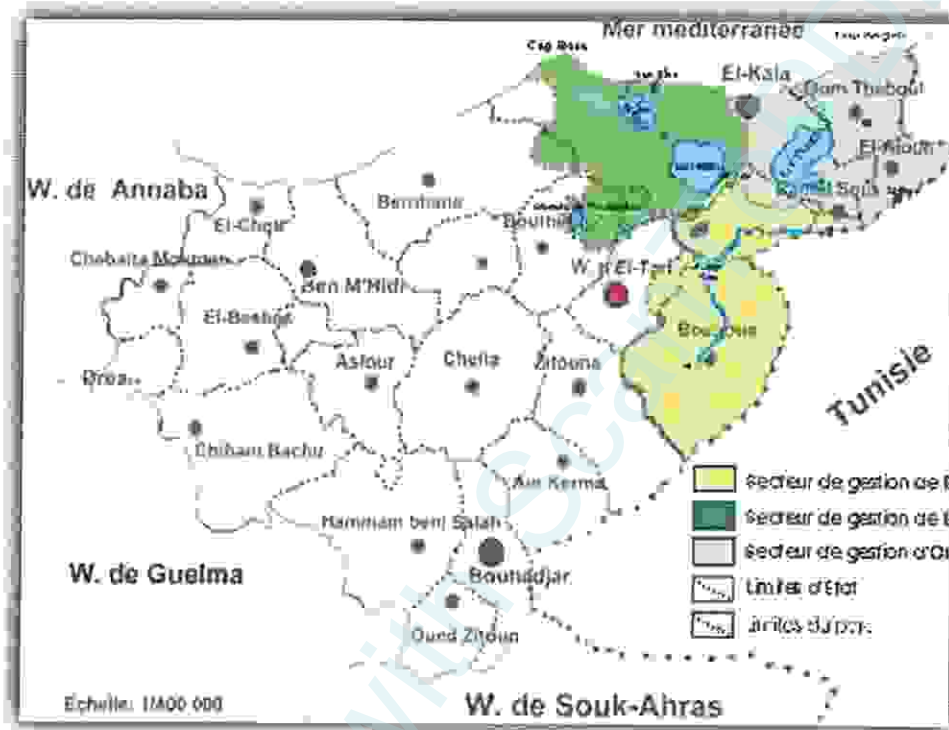
### **II.1. Présentation**

L'Algérie est de 254 zones humides naturelles, dont 26 sont d'une importance internationale. Le parc national d'El-Kala (P.N.E.K), abrite une mosaïque de zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen.

Le P.N.E.K est situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie, limité au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par les monts de Médjerda, à l'Est par la frontière Algéro-tunisienne et à l'Ouest par les plaines d'Annaba.

Le 4 novembre 1982, les lacs Tonga et Oubeira furent inscrits sur la liste Ramsar relative de la biosphère par l'Unesco. (4)

Le P.N.E.K comprend de nombreuses zones humides, dont les plus importantes : le lac Tonga, Oubeira, la lagune d'El-Melleh, le lac Bleu, la tourbière d'Ain-Khiar, le marais de Bouredim, et le lac Noir, qui fut ajouté en 2002 à la liste de Ramsar. (4)



**Fig. 01** : Carte géographique Parc National d'El-Kala

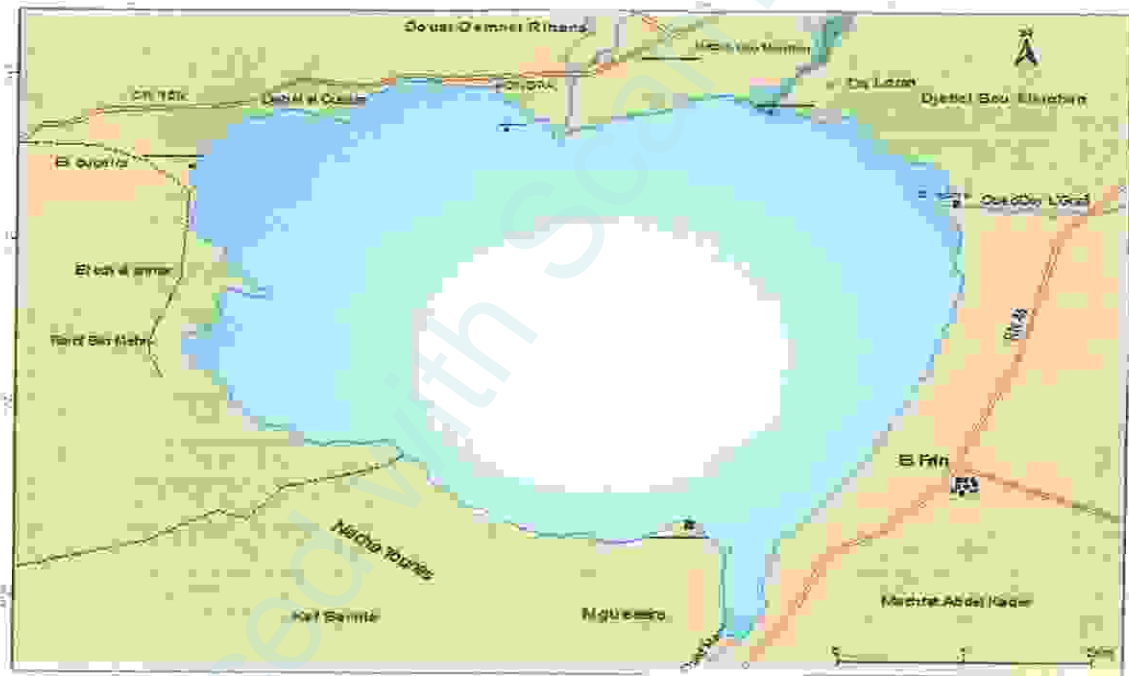
## II.2. Localisation

Le lac Oubeira est un écosystème, appartenant à l'étage bioclimatique subhumide chaud. Il est situé à 3Km à l'Ouest de la ville d'El Kala, dans la Wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-est de l'Algérie. (12)

Le lac Oubeira est localisé entre une latitude de  $36^{\circ}50$  Nord, une longitude de  $08^{\circ}23$  Est, et une altitude de 25 mètres, (4) entre les lacs Melleh et Tonga et à distance de 5 Km à vol d'oiseau de la mer méditerranée. (12)

### II.3. Description du site d'étude

L'Oubeira est un lac endoréique d'eau douce d'origine naturelle de forme subcirculaire, d'une superficie d'environ 2 200 hectares et d'une profondeur maximale de 4 m (5 boumezbour, 2000) (4). Le lac contient un volume d'eau de 32.535.096,80 m<sup>3</sup> avec une profondeur moyenne de 1,24 m. (12) le bassin versant occupe une superficie de 9919,35 ha (20) alimente le site par quatre oueds dont le plus important, le Messida au Sud-est, Oued Demnet Errihane au Nord, oued Boumerchen au Nord-est et Oued Degrah à l'Est. (4)



**Fig. 02** : Carte géographique de lac Oubeira

### II.4. Diversité biologique

Compte tenu de la collection énorme d'espèces végétales et animales, dont une grande partie referme les espèces rares rencontrées uniquement au niveau du P.N.E.K (24)

Le site présente une organisation spatiale typique d'une végétation en ceintures dont la plus grande partie est colonisée par des herbiers flottants. (12)

En été, les ceintures de végétation, bien visible sont pratiquement ininterrompues tout autour du lac. (10)

Le lac Oubeira est d'un grand intérêt socio-économique par la production halieutique, ainsi que par l'exploitation de l'eau pour l'irrigation. Cependant, ce stock est aujourd'hui menacé par le pompage incontrôlé pour les cultures spéculatives et le déversement des eaux usées provenant des villages, constituent aussi une menace non négligeable dont les effets ne pas encore visibles. (4)

## II.5. Principales fonctions du lac



**Fig. 03 :** Intérêt du site d'étude

### II.5.1. Rétention des sédiments et des produits toxiques

Les précipitations, les ruissellements superficiels sont à l'origine de l'alimentation hydrique du lac, charriant toutes sortes de matières dissoutes ou en suspension et dont une partie importante rentre dans le cycle naturel de synthèse / dégradation biologique.

La végétation aquatique émergente, par exemple les roseaux et les scirpes ont un rôle primordial de brise-vent, ce qui assure une stagnation du lac et permet au flux d'eau chargée en MES de subir un traitement mécanique par décantation.

Les sédiments contribuent à la restitution du substratum formant au fond du lac, ils présentent également un intérêt dans la compensation de la perte des terres par évasion, tant que dans le maintien de la fertilité et la structure des rivages.

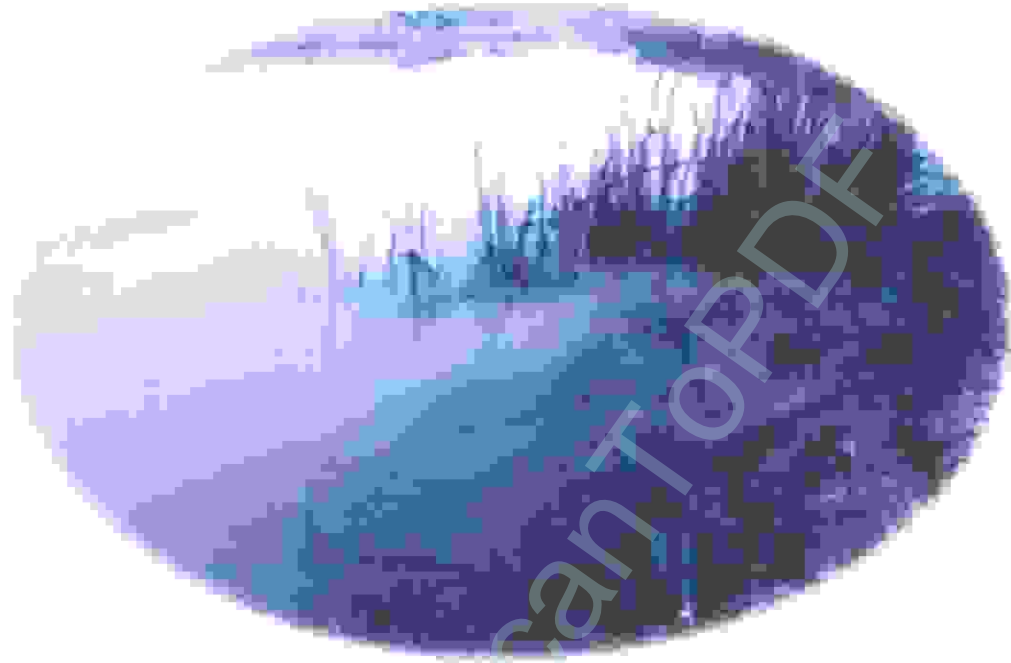
Le stockage de micropolluants : des traces de fer, de manganèse, de phosphore, de soufre se fait en partie par adsorption aux particules décantés, pour se trouver dans les sédiments. Leur remobilisation dans l'hydrosystème est réalisée par action des microorganismes spécifiques qui puisent les formes oxydées (oxy-hydroxyde de fer, de manganèse, carbonate de calcium ou de sulfure...) assurant leur nutrition. (24)

### **II.5.2. Contrôle des crues et préventions des inondations**

Grâce à sa propriété naturelle de stockage hydrique, le site joue un rôle protecteur contre les inondations, à proximité des agglomérations urbaines installées aux rivages. Il est de sorte que le lac emmagasine l'eau lors de l'alimentation de l'Oued par les fortes précipitations saisonnières ou accidentelles. (12)

### **II.5.3. Réapprovisionnements et protection de l'aquifère**

La percolation de l'eau à travers les strates supérieures du sol, permet de retenir la matière polluante comprenant des macromolécules, des éléments toxiques, et microorganismes, la couche aquifère est limitée par la roche mère imperméable et permet de restaurer ainsi l'eau en souterraine réserve; elle est stockée comme source d'irrigation. (12)



# Chapitre II

*La pollution des lacs et généralités sur les métaux lourds*



## I. la pollution des lacs

L'eau est le vecteur choisi par l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu à la formation d'eaux usées, présentes en différentes concentrations à l'état pur ou mélangé. (29)

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organique, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. (29)

### I.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution est une altération de la qualité de l'eau. Le rejet des eaux domestiques et les différentes activités humaines, industrielles et agricoles, sont les principales sources de pollution des eaux de surface. (23)

Les eaux polluées sont des eaux qui contiennent des minéraux toxiques et non toxiques, solubles et non solubles... etc. (35)

On a pu remarquer que les eaux de surface atteignent des niveaux parfois préoccupants, avec des polluants de natures très diverses. (20)

L'Organisation Internationale de Santé «WHO» : définit la pollution des eaux comme changement qui se passe au niveau des éléments introduits dans la composition de l'eau d'une façon directe ou indirecte à cause de l'activité de l'homme ce qui rend ces eaux moins appropriées aux utilisations naturelles on pourrait dire aussi que c'est des changements qui arrivent aux caractères de l'eau (naturel, biologique, chimique), ce qui le rend non potable. (34)

### I.2. Origine de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau provient essentiellement des villes, de l'industrie et de l'agriculture. La pollution générée par deux premières est localisée (pollution ponctuelle), et peut être partiellement traitée, tandis que l'agriculture provoque une pollution diffuse, dispersée dans les champs, qui atteint progressivement les nappes souterraines et les rivières.

Elle a pour origines principales :

- L'activité humaine.
- Les industries.
- L'agriculture.
- Les décharges de déchets domestiques et industriels. (10)

### I.2.1. l'industrie

Une partie non négligeable des résidus de pesticides provient de la production industrielle de ces derniers et de l'utilisation de pesticides par les sociétés de chemins de fer, les services d'entretien des routes, les particuliers et les collectivités. L'azote présent dans l'eau ne provient pas uniquement de l'agriculture, même si celle-ci reste la source d'azote la plus importante. Les eaux usées industrielles contiennent également de l'azote, notamment les eaux rejetées par les fabricants d'engrais ou d'explosifs, les industries de traitements des métaux et les industries agro-alimentaires. (5) En France, les pollutions organiques d'origine industrielle sont désormais inférieures à celles des collectivités. Cette réduction est liée à la mise en place de techniques de détoxification des influents et de recyclage des eaux. Le Rhin charriait ainsi plus de 4 000 tonnes de métaux lourds par an et plus de 7 000 tonnes d'hydrocarbures avant que de efforts considérables ne permettent un début notable d'assainissement : les métaux lourds ont ainsi diminué de 90 % depuis les années 70. (23)

**Tableau 02 :** polluant susceptibles d'être contenus dans les effluents de certaines industries (23)

<b>Abattoirs, laiteries, sucreries</b>	Forte concentration en matières organiques dissoutes et en suspension (protéines, graisses, sucres...)
<b>Industries textiles</b>	Présence de solvants, colorants, sulfures, graisses
<b>Industries papetières</b>	Matières organiques abondantes dissoutes et en suspension : lignine, fibre, sulfures, sels de mercures, produits phénoliques
<b>Industries chimiques et de synthèse</b>	Métaux lourds : mercure (peintures, pharmacie...), arsenic (métallurgie, tannerie, verres...), cadmium (batterie, colorants, photographie...), chrome (galvanoplastique, photographie...)
<b>Raffineries, pétrochimie</b>	Hydrocarbures, sulfures

### 1.2.2. L'agriculture

Au début des années 1960, les agriculteurs ont eu recours à l'agriculture intensive, avec pour conséquence la pollution des eaux des sols par de fortes concentrations en azote, phosphore, pesticides et microorganismes. (5)

#### 1.2.2.1. Pesticides

Les pesticides sont définis comme des substances destinées à «protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action et à détruire les végétaux indésirables». Ils comprennent les herbicides (contre les mauvaises herbes), fongicides (contre les champignons), les nématicides (contre les vers), les acaricides (contre les acariens), les insecticides. L'utilisation de ces produits s'est considérablement accrue depuis les années 60. Du fait de leur toxicité, certains produits organochlorés comme le DDT (insecticide) sont interdits depuis 1972. (5) Alors qu'avant 1940, la plupart des pesticides étaient d'origine minérale, de nos jours, les pesticides utilisés sont exclusivement organiques. Quatre classes principales de pesticides organiques sont synthétisés et

abondamment employés mais leurs mécanismes d'action restent souvent mystérieux. (14)

Les pesticides d'origine agricole les plus souvent quantifiés sont les herbicides. Bien que moins fréquente que celle des herbicides, une présence significative d'insecticides et de fongicides utilisés en traitement de grandes cultures est mise en évidence dans l'eau des rivières. (5)

#### **I.2.2.2. Les matières organiques**

Les déjections animales, issues de l'élevage, contiennent des matières organiques, matières azotées et phosphore pouvant poser des problèmes de pollution des eaux superficielles et souterraines dans les zones d'élevage intensif. Les rejets de bactéries dans l'environnement sont limités par les pratiques agricoles qui consistent à stocker le lisier dans des fosses. Lorsque les conditions d'épandage sont respectées, ces rejets sont bien absorbés par l'environnement. Toutefois, certains peuvent perdurer des semaines, voire des mois dans l'environnement et en zone d'élevage intensif. Le risque de détecter des microorganismes pathogènes dans les rivières peut alors être important. (5)

#### **I.2.2.3. Le phosphore**

Élément limitant de la croissance des plantes, il est le principal facteur de l'eutrophisation et de la détérioration de la qualité des eaux. De très faibles teneurs en phosphore (quelques dizaines de  $\text{mg/l}$ ) peuvent constituer un polluant dangereux. Le phosphore est apporté par l'agriculture sous forme d'effluents d'élevage et d'engrais minéraux. L'usage de phosphore dans l'agriculture, lié à l'utilisation d'engrais, contribue ainsi à la pollution des eaux superficielles. Pourtant, la principale source de phosphore en Europe n'est pas l'agriculture, mais les eaux usées domestiques et l'industrie. En France, par exemple, l'apport de phosphore par l'agriculture ne représente que 23% du total. (5)

#### I.2.2.4. Les nitrates

Une partie des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) est d'origine industrielle et domestique. L'azote rejeté sous forme organique dans les effluents domestiques n'est pas entièrement éliminé par les systèmes d'épuration, et rejoint les cours d'eau sous forme de nitrates. Une part importante de la pollution (parfois chiffrée entre 50 et 60%) provient des activités agricoles (utilisation d'engrais et production de lisier). (23) La contamination de l'eau par les nitrates est un des principaux problèmes liés aux activités agricoles. 66% de la pollution aux nitrates est d'origine agricole, et seulement 12% est d'origine industrielle. (5)



**Fig. 04** : L'origine de la pollution de l'eau

### I.3. Les différents types de la pollution de l'eau

L'eau, qu'elle soit douce, salée, de l'eau de pluie, de l'eau souterraine ou de l'eau superficielle, peut être souillée par des matières qui peuvent la rendre nocive. Selon l'origine des déchets (industriels, agricoles, urbains...), qui est majoritairement anthropique, les pollutions peuvent donc être de nature chimique, physique ou encore biologique. (26)

### I.3.1. Pollution chimique

La plupart des pollutions sont de nature chimique, avec différents types de rejets : les polluants sont fréquemment des molécules organiques. Celles-ci sont pour l'essentiel biodégradables, mais leur disparition nécessite de l'oxygène, qui diminue alors dans les milieux aquatique. (22) Il peut aussi s'agir de substances minérales, comme les nitrates qui deviennent polluants lorsque leur concentration augmente, ou comme les métaux lourds. (22)

La pollution chimique peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle a des origines diverses dues à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies
- le rejet d'effluents par les industries (26)

### I.3.2. la pollution physique

Les pollutions peuvent aussi être de nature physique certaines activités modifient la température ou la transparence de l'eau, d'autres correspondent à des rejets radioactifs. (20) Elle provient essentiellement des centrales thermiques et nucléaires et des usines utilisant l'eau comme liquide de refroidissement. L'eau prélevée dans le milieu naturel va être rejetée par ces structures à une température plus élevée. Ceci va provoquer une élévation de la température. (Notons alors qu'une centrale de 1000 MW utilise et rejette plusieurs dizaines de m<sup>3</sup> d'eau par seconde avec une température élevée de 7 à 8 °C). La pollution thermique qui est liée à l'utilisation de l'eau comme liquide de refroidissement par les industriels, apparaît souvent mineur. Mais il s'accroît, du fait de l'augmentation des besoins de l'industrie. (26)

### I.3.3. La pollution biologique

Elle est liée au surdéveloppement de micro-organismes (bactéries, virus...) ou de végétaux micro ou macroscopiques (champignons) qui provoquent un déséquilibre du milieu environnant. (26)

Les rejets provenant de l'intestin des animaux et de l'homme sont évacués dans le sol ou déversés dans les cours d'eau. Ils y subissent une épuration naturelle. Mais s'ils parviennent trop rapidement à une ressource en eau, ils peuvent provoquer une pollution microbiologique. (27) La désinfection systématique des eaux dans les pays industrialisés a pratiquement éliminé les incidences de la pollution microbiologique sur la santé. De nouvelles recherches sont en cours pour diminuer encore ces risques. C'est aussi le rôle des traitements appliqués à l'eau. Un état de vigilance de tous les instants. (27)

La pollution microbiologique résulte des déchets organiques, en particulier les excréments qui contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau. Ces germes peuvent provoquer des maladies graves qui ont été jadis responsables d'épidémies dramatiques dans nos pays. Aujourd'hui, cette pollution des eaux a fortement diminué dans les pays industrialisés grâce à la mise en service de stations d'épuration qui assurent le nettoyage des eaux usées avant leur rejet dans la nature. (26)

#### **I.4. Conséquences de la pollution de l'eau**

Les conséquences d'une pollution peuvent être classées en deux catégories principales :

##### **I.4.1. Conséquences sanitaires**

La conséquence sanitaire d'une pollution est variable dans le temps en fonction de l'usage de l'eau : par exemple, la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate, mais peut en avoir longtemps après si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable (A.E.P.). (23)

##### **I.4.2. Conséquences écologique**

D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme, promenade ...), à court et long terme. (23)

Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme un objectif en soi (notion de réserve : Antartique). (23)

**Tableau 03** : Les différents effets environnementaux et sanitaires de divers polluants (24)

<b>Polluants</b>	<b>Effets environnementaux</b>	<b>Effets sanitaires</b>
<b>Les matières en suspension</b>	- Eaux plus troubles : perturbe la photosynthèse, la respiration des poissons et colmate les milieux aquatiques	- Transportent des polluants ; ce qui augmente les risques d'absorption de substances toxiques par l'organisme
<b>Pollution organique</b>	-Asphyxie du milieu par consommation de l'oxygène dissous, mort des poissons -Stimulation de la production végétale (eutrophisation) et accumulation de boues - Faiblement biodégradable	- Favorise le développement d'organismes pathogènes pour l'Homme
<b>Azote (nitrates, nitrites), Phosphore</b>	-Eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matières nutritives pour les végétaux (algues) et conduisant à l'asphyxie des milieux - Toxicité de l'ammoniaque et des nitrites pour la faune aquatique	- Nitrates : empoisonnement du sang chez les nourrissons par blocage de l'hémoglobine interdisant le transport de l'oxygène (maladie bleue) - Nitrites : cancers à long terme chez les adultes (même à faible concentration) si associés à certains pesticides
<b>Métaux</b>	Non biodégradables, bioaccumulables	- Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés - Arsenic, Nickel et Chrome sont également considérés comme cancérigènes
<b>Pesticides</b>	- Substances très dangereuses pour les milieux aquatiques - Polluants organiques persistants - S'adsorbent sur les matières en suspension et s'accumulent dans certains compartiments (sédiments, matières organiques, chaîne alimentaire)	- Les plus toxiques : les insecticides - Effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes



On peut également distinguer deux autres conséquences liées à l'utilisation de l'eau comme produit : (23)

#### I.4.4. conséquences industrielles

L'industrie est gros consommateur d'eau : il faut par exemple 1 m<sup>3</sup> d'eau pour produire 1 kg d'aluminium. (23)

La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problèmes de biofouling, c'est-à-dire d'encrassement des canalisations par des organismes. (23)

**Tableau 04** : Les effets directs et indirects de la pollution industrielle

<b>Conséquences industrielles</b>	
<b>Les effets indirects</b>	Sur la santé humaine sont liés à la contamination des milieux aquatiques par des polluants peu biodégradables qui peuvent se stocker dans certains compartiments des écosystèmes et se concentrer ensuite dans les organismes vivants tout au long de la chaîne alimentaire : pollutions métalliques, produits phytosanitaires, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces phénomènes s'observent pour des pollutions à faible dose se développant sur des durées importantes ou se cumulant sur des bassins importants. (24)
<b>Les effets directs</b>	Sur la santé humaine peuvent être dus à la toxicité élevée de polluants déversés dans les ressources en eau potable ou les eaux de baignade : métaux (mercure, chrome, plomb, cadmium, nickel), nitrates, pesticides. (24)

#### I.4.5. conséquences agricoles

Les sources de pollution agricole sont de types : d'une part, les engrais et les produits phytosanitaires comme les pesticides, utilisés de manière importante dans certaines pratiques agricoles intensives ; d'autre part, les influents des élevages riche en composés azotés. (20)

L'eau est, dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation souvent sous forme brute (non traitée). (23)

La texture du sol (complexe argilo humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, son sensibles à la qualité de l'eau. (23)

De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution de l'eau. (23)

## II. Généralités sur les métaux lourds

L'histoire des métaux lourds n'a pas été écrite. Et pourtant, ils paraissent étroitement liés à la civilisation. Il est toutefois remarquable qu'avant même le début de l'ère industrielle, les métaux lourds sont toujours joués un rôle important dans le développement de l'humanité. L'or, l'argent, le cuivre, ont permis de fabriquer les premières pièces de monnaie. Sans métaux lourds il n'y aurait pas eu de distribution d'eaux potable à Rome par la canalisation. Ni peintures, car les peintures anciennes ont résisté au temps grâce aux métaux lourds incorporés aux pigments, ni miroirs, étame d'un amalgame d'étain et de mercure. Depuis la révolution industrielle au XIX eue siècle, les métaux occupent un palace prépondérant dans l'activité économique mondiale. Les industries du fer, de l'aluminium et du cuivre ont majoritairement contribué au développement technologique. L'homme a utilisé les métaux lourds et contenus à utiliser d'abord pour sa survie, puis son confort et ses loisirs. Parfois avec excès, souvent avec inconscience. Ou pire, en toute conscience. Si les métaux lourds ont fait la civilisation, ils peuvent aussi la défaire. Car ces derniers sont aussi des toxiques puissants. (19)

### II.1. Définition des métaux lourds

Les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser. D'un point de vue purement scientifique et technique, les métaux lourds peuvent être également définis comme :

- Tout métal ayant une densité supérieure à 5
- Tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du Sodium ( $Z=11$ ),

- Tout métal pouvant être toxique pour les systèmes biologiques.

Certains chercheurs utilisent des définitions plus spécifiques encore. Le géologue par exemple, considérera comme métal réagissant avec la pyrimidine.

Dans le traitement des déchets liquides, les métaux lourds indésirables auxquels on s'intéresse principalement sont : As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn.

Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn.

Enfin, dans l'industrie en général, on considère comme métal lourd tout métal de densité supérieur à 5, de numéro atomique élevé et présentant un danger pour l'environnement et /ou pour l'homme. (33)

## II.2. Classification des métaux lourds

Il est important de différencier les métaux lourds qui sont essentiels à la vie à partir de leur intervention dans plusieurs domaines tels que l'agriculture.

### II.2.1. Les métaux essentiels (rôle biologique)

Sont nécessaires au fonctionnement normal des plantes et animaux en participant à des réactions biochimiques dans l'organisme, ils sont appelés «oligo-éléments». Les métaux lourds essentiels peuvent provoquer deux sortes de réaction différentes :

Si un organisme ne contient pas suffisamment de l'un des éléments, une fonction peut être inhibée par exemple un processus métabolique et par conséquence il y aura une diminution de la croissance ou du développement.

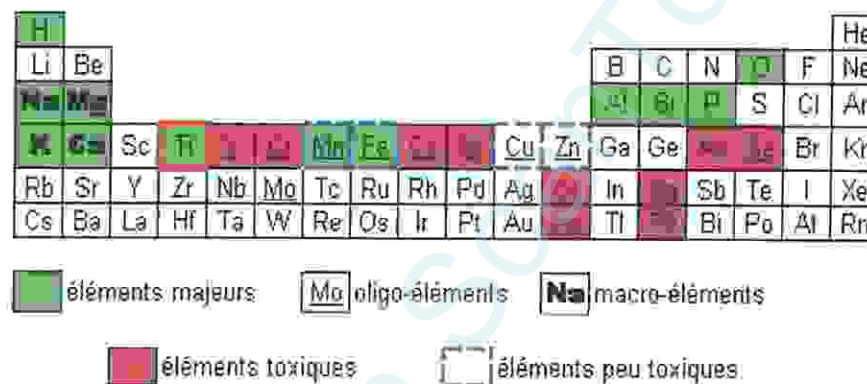
Si un élément se trouve en concentration trop élevée, selon l'organisme considéré, il peut avoir un effet toxique. (25)

**Tableau 05 :** Liste des métaux essentiels et exemple de propriétés des éléments connus pour leur essentialité

<b>Métaux</b>	<b>Propriétés connues</b>
<b>Chrome (Cr)</b>	Impliqué dans le métabolisme du glucose (insuline)
<b>Cobalt (Co)</b>	Présent dans la vitamine B12 intervenant dans la formation de l'hémoglobine
<b>Cuivre (Cu)</b>	Présent dans les cytochromes et l'hémocyanine, des molécules impliquées dans la respiration cellulaire
<b>Fer (Fe)</b>	Présent dans l'hémoglobine pour le transport de l'oxygène.
<b>Iode (I)</b>	Présent dans la thyroxine et lié aux composants assurant le bon fonctionnement du système thyroïdien.
<b>Manganèse (Mn)</b>	Rôle dans le métabolisme des sucres (pyruvate carboxylase) impliqué dans la synthèse des acides gras et des glycoprotéines.
<b>Molybdène (Mo)</b>	Impliqué dans les transferts d'électrons, la fixation de l'azote et aussi couplée à une réaction au molybdène.
<b>Nickel (Ni)</b>	Composant de l'uréase et fait donc partie du cycle du CO <sub>2</sub> .
<b>Sélénium (Se)</b>	Active la glutathion peroxydase pour l'élimination des radicaux libres.
<b>Vanadium (V)</b>	Régulation des messages intracellulaires, cofacteur d'enzymes impliqué dans le métabolisme énergétique agent thérapeutique possible pour les diabètes.
<b>Zinc (Zn)</b>	Nécessaire au fonctionnement des déshydrogénases, aldolases, isomérases, transphosphorylases, ARN et ADN, polymérase, anhydres carboniques, Cu-Zn superoxydase dismutase, et autres.

## II.2.2. Les métaux non essentiels (toxique)

A l'inverse de précédents, certains métaux lourds n'ont aucun rôle biologique actuellement connu. C'est le cas des quatre éléments qui se détachent nettement en ce qui concerne les risques pour la santé : le mercure, l'arsenic, le plomb et le cadmium. Ils sont considérés comme néfastes dès qu'ils sont présents dans le milieu et entraînent des effets biologiques délétères à de très faibles concentrations. (19)



**Fig. 05** : Les métaux lourds dans le tableau périodique

## II.3. Toxicité des métaux lourds

Beaucoup de métaux, à faible teneur, sont nécessaire à l'organisme (cuivre, cobalt, manganèse, zinc,...) mais deviennent toxiques à forte dose. Ne sont pas biodégradables et présentent la faculté de bioaccumulation dans les organismes ce qui amplifie leur toxicité. (25)

### II.3.1. Toxicité de quelques métaux lourds pour la santé humaine

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux qui ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et l'homme.

**Tableau 06** : Les effets de quelques métaux lourds sur la santé et l'environnement (25)

métaux	Effets	
	Santé	environnement
<b>Cadmium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Potentiel toxique élevé.</li> <li>-Dommages rénaux pour des expositions chroniques à faibles doses.</li> <li>-Oxydes, chlorures, sulfates et sulfures de cadmium sont classés cancérigènes (groupe A<sub>2</sub> : cancer observé sur des expérimentations animales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perturbe l'écosystème forestier (décomposition de la matière organique, recyclage des nutriments)</li> <li>-Chez les mammifères entraîne l'anémie, la diminution de la reproduction, de la croissance avec des lésions de foie et des reins.</li> </ul>
<b>Chrome</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chromates endommagent le système respiratoire pour des expositions à long terme</li> <li>-Composés avec du chrome VI responsable d'eczéma ; Cr VI cancérigène (groupe A<sub>2</sub>)</li> </ul>	
<b>Cuivre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Effet irritant par inhalation, allergie par contact</li> <li>-Lésion du foie par voie orale sur période longue</li> </ul>	
<b>Plomb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Entraine l'anémie à forte dose</li> <li>-Perturbe le système nerveux et les reins</li> <li>-Effet mutagène de l'acétate et du phosphate de plomb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Effet neurologique (plomb méthylé) sur le comportement (mésos-faune et macrofaune)</li> <li>-Inhibition de l'activité microbienne dans la décomposition de la matière organique.</li> </ul>
<b>Zinc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas d'effet cancérigène du zinc, par voie orale ou par inhalation</li> <li>-Mais chromate de zinc cancérigène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perturbe l'écosystème forestier (décomposition de la matière organique, recyclage des nutriments)</li> </ul>

Les organes cibles des métaux lourds sont variés. Les ions métalliques se fixent sur les globules rouges (Pb, Cd, CH<sub>3</sub>Hg), aussi les métaux s'accumulent dans le foie et les reins. D'autre part, les métaux solubles dans les lipides comme le plomb tétraéthyl ou le méthyle-mercure peuvent pénétrer dans le système nerveux centrale. (33)

Il a donc été indispensable de réglementer les teneurs en métaux lourds, et pour que les normes soient respectées, il est nécessaire de procéder à leur mesure.

En effet, les mesures des métaux lourds sont des opérations délicates à mener, d'autant plus que le nombre d'éléments est grand et qu'ils sont présents le plus souvent à l'état de traces. Les méthodes de mesure sont très variées et ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients, et le choix de l'une d'elles dépendra de l'exploitation que l'on désire faire du résultat. (33)

## **II.4. Les métaux lourds analysés dans cette étude**

### **II.4.1. Le cadmium**

#### **II.4.1.1. Propriétés fondamentales du cadmium**

De symbole Cd, NA 48 et de couleur blanc brillant le cadmium a une grande résistance à la corrosion ; son point de fusion est bas ; il a une bonne conductivité de l'électricité ; ses produits dérivés ont une bonne résistance aux fortes températures ; il présente des caractéristiques chimiques proches de celles du calcium, en particulier le rayon ionique, facilitant ainsi sa pénétration dans les organismes. Le cadmium est un élément rencontré en milieu aquatique sous diverses formes physiques (dissoute, colloïdale, particulaire) et chimiques (minérale ou organique). Un ensemble de variables physico-chimiques du milieu (Salinité, pH, potentiel redox, caractéristiques sédimentologiques, nature géochimique des particules, concentration en chlorures) gouvernent les transformations du cadmium dans l'environnement. (1)

**Tableau07 :** Les propriétés physico-chimiques du Cd. (21)

les propriétés physico-chimiques	Les valeurs
Masse volumique	8650 Kg/m <sup>3</sup>
Structure cristalline	Hexagonal
Masse atomique	112,411 g
couleur	Grise argenté métallique.
configuration électronique	4d <sup>10</sup> 5d <sup>2</sup>
Température de fusion	321,1°C ; 594,22K
Température d'ébullition	766,9°C ; 1040K
Chaleur massique	223J/Kg.K
Conductivité électrique	13,8. 10 S/m
Energie de fusion	6,192KJ/mol
Etat ordinaire	Solide

#### II.4.1.2. Propriétés biologiques et toxicité cadmium

Contrairement à de nombreux métaux, le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants. Il remplace parfois le Zn dans des systèmes enzymatiques carencés en Zn chez les planctons.

La présence du cadmium dans le milieu aquatique a un impact sur ces organismes, mais sa toxicité diffère selon l'espèce et la concentration. A des concentrations de 0,05 à 1,2µg/L peuvent provoquer des effets physiologiques pour les larves de crustacés (respiration, stimulation enzymatique) et des inhibitions de croissance pour le phytoplancton.

En effet, à des concentrations élevées de 3,3-25 mg/l, les mollusques peuvent mourir. Chez les exposés à des concentrations de 6,4µg/l, alors que chez les poissons, le Cd peut perturber l'équilibre ionique en altérant la perméabilité des membranes cellulaires.

Le Cd présente des risques chez le consommateur. Même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) ou il



entraîne une perte anormale de protéine par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées. (1)

## II.4.2. le plomb

### II.4.2.1. Propriétés fondamentales du plomb

C'est un élément métallique de couleur gris bleuâtre, de symbole Pb et de NA 82, peu ou rarement disponible à l'état natif, il est présent dans de nombreux minerais, la galène PbS, associé au zinc PbZn. Il existe sous trois formes essentielles : le Pb dissous, colloïdal, particulaire). (1)

**Tableau 08** : les propriétés physico-chimiques du Pb (21)

les propriétés physico-chimiques	Les valeurs
Masse volumique	112 Kg/m <sup>3</sup>
Masse atomique	270g
couleur	Bleuté brillant
configuration électronique	327°C
Température d'ébullition	1,740°C

### II.4.2.2. Propriétés biologiques et toxicité du plomb

Les doses létales du Pb, sous la forme de sel minéral, sont souvent supérieures à sa limite de solubilité dans l'eau de mer, c'est-à-dire 4mg/L. le Pb inorganique peut donc être considéré comme toxique (concentration létale de 1 à 10 mg/L) ou modérément toxique (concentration létale de 10 à 100mg/L).

Le seuil de qualité sanitaire réglementaire est de 1,5mg/Kg du règlement européen CE 221/2002. Des effets sur la croissance de certaines espèces phytoplanctoniques ont été enregistrés à partir de 0,5 %/L.

Les invertébrés marins aux stades embryonnaires sont plus sensibles que les adultes. Ainsi, la concentration inhibitrice du développement embryonnaire de la moule est environ 500%g/L. l'effet toxique du Pb peut se traduire par une compétition avec des métaux essentiels.

Enfin, le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication humaine par le Pb. Ses principaux organes cibles sont le système nerveux, les reins et le sang. Cette maladie se caractérise par une anémie et une perturbation du métabolisme par compétition avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$ . (1)

### II.4.3. Le Zinc

#### II.4.3.1. Propriétés fondamentales du zinc

Le Zinc est un élément chimique métallique, bleuâtre, de symbole de Zn et de NA 30. Il s'agit d'un oligo-élément indispensable au développement de la vie, son utilisation est variable et multiple, une grande partie de la pollution provient de la métallurgie. Sa toxicité pour les organismes marins n'est pas prouvée, sauf à de forte concentrations, il s'agit sur la reproduction des moules et les croissances larvaire. (33)

**Tableau 09** : les propriétés physico-chimiques du Zn. (21)

les propriétés physico-chimiques	Les valeurs
Masse volumique	7140 Kg/m <sup>3</sup>
Structure cristalline	Hexagonal
Masse atomique	65,38g
couleur	Bleu grise
configuration électronique	3d <sup>10</sup> 4S <sup>2</sup>
Température de fusion	419,5°C ; 692,68K
Température d'ébullition	906,9°C ; 1180K
Chaleur massique	390J/Kg.K
Conductivité électrique	16,6. 10 <sup>6</sup> S/m
Energie de fusion	7,332KJ/mol
Etat ordinaire	Solide

#### II.4.3.2. Propriétés biologiques et toxicité du zinc

Comme le cuivre, le zinc est un métal essentiel, nécessaire à la vie d'un grand nombre d'organismes, en quantité généralement faible.

Le Zn est l'un des oligo-éléments les plus abondants chez l'homme (besoins 15mg/jour).

Il intervient au niveau de la croissance, du développement osseux et cérébral, de la reproduction, du développement fœtal, du goût et de l'odorat, des fonctions immunitaires et de la cicatrisation des blessures.

Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse, à de fortes concentrations, sur la reproduction des moules et les croissances des larves. (1)

#### **II.4.4. Le Cuivre**

##### **II.4.4.1. Propriétés fondamentales du cuivre**

Élément chimique métallique de couleur rouge-brun, de symbole Cu et NA 29. Il est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-élément). L'ion  $\text{Cu}^{2+}$  forme de nombreux complexes stables avec des ligands minéraux, comme les chlorures ou l'ammonium, ou avec des ligands organiques.

L'oxyde cuivreux  $\text{Cu}_2\text{O}$  est insoluble dans l'eau alors que la formes  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  et  $\text{CuCl}_2$  le sont. La majorité du cuivre rejeté dans l'eau est sous forme particulaire et tend à se déposer, à précipiter ou à s'absorber à la matière organique, au fer hydraté, aux oxydes de manganèse ou aux argiles. Dans l'eau, le cuivre particulaire représenterait de 40 à 90% du cuivre. Après introduction du cuivre dans le milieu aquatique, l'équilibre chimique est généralement atteint en 24 heures. (1)

#### **II.4.5. Le Chrome**

##### **II.4.5.1. Propriétés fondamentales du chrome**

Le Chrome est un élément chimique de symbole Cr, et de NA. Le Cr se trouve rarement naturellement sous sa forme élémentaire, il existe sous deux états de valence ; le Cr trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) et le Cr hexa valent ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Le  $\text{Cr}^{3+}$  est nécessaire à l'état de traces pour le métabolisme des sucres dans le corps humain ; et sa déficience peut causer des dégâts. Alors que le  $\text{Cr}^{6+}$  est très toxique. (25)



# Chapitre III

*Les critères d'identification des champignons filamenteux*

## I. Généralité sur les champignons

### I.1. Définition

Ils sont rencontrés également sous le nom de mycètes (du grec *Mukés*, champignon). La mycologie est une filière de la biologie, spécialisée dans l'étude des champignons, leur nutrition, leur croissance, leur reproduction ainsi que d'autres caractères physiologiques et morphologiques.

Ces organismes *eucaryotes* font partie du groupe des protistes en raison de leur structure imparfaite. L'absence de fleurs apparentes les classe parmi les *Cryptogames* (étymologiquement veut dire : noces cachées). Ils ne présentent pas d'organes végétatifs distingués : pas de tiges, ni feuilles, ni racines ; leur structure se limite à un thalle ou mycélium, ce sont donc des **Thallophytes**.

L'homogénéité des individus de ce groupe se présente sur le plan trophique ou « Mode de vie » : ce sont des organismes **chimio hétérotrophes** dont la nutrition est basée le plus souvent sur la décomposition de la matière organique morte ou ce qu'on appelle «Saprophytisme». Ils comportent, à côté des bactéries, les agents les plus détritivores dans le monde vivant, intervenant ainsi de manière très efficace dans le cycle de la matière. (24)

### II.2. Morphologie

La structure végétative des moisissures est caractérisée par une filamentation emmêlée, pseudo tissulaire, en l'absence d'organisation cellulaire parfaite présente chez les organismes eucaryotes supérieurs.

À maturité les organes de reproduction sexuée et/ou asexuée se différencient sur les filaments végétatifs. (24)

#### II.2.1. le thalle

En l'absence de structure tissulaire vraie, les moisissures sont constituées d'un ensemble de filaments qui se développent par extension, se ramifient et s'entremêlent pour former un plectanyme appelé **thalle**, dont la densité et la texture, aussi bien que la vitesse de croissance, sont logiquement en forte corrélation avec l'intensité et la composition de la matière nutritionnelle, à côté d'autres facteurs physicochimiques et ecophysiologiques de développement, tels que température de croissance, pH du milieu, humidité et lumière. Une portion quelconque du thalle est appelée **mycélium**.

Les filaments mycéliens présentent une structure tubulaire ou dite *siphonnée* chez les moisissures inférieures (Zygomycètes), tandis que des cloisons transversales rapprochées

apparaissent et caractérisent les moisissures supérieures (Basidiomycètes, Ascomycètes, Deutéromycètes). (24)

#### II.2.1.1. Mycélium siphonné (Cénocytique)

Le filament cénocytique est plurinucléé, c'est à dire que les noyaux nagent dans le cytoplasme qui coule librement à travers le filament à structure tubulaire, dépourvu de cloisons transversales. (8)

L'absence de ces cloisons n'est pas absolue, car les siphons présentent quelques rares cloisons ou septa tardifs, sans orifices de communication séparant le mycélium juvénile de la partie vieille ou en dégénérescence ; les septa interviendraient également dans la prévention contre la fuite du cytoplasme au cas de blessure. (21)

Les siphons des zygomycètes sont d'un large diamètre (de 5-20 $\mu$ m) à paroi relativement épaisse, avec des ramifications abondantes à angle droit.

#### II.2.1.2. Mycélium articulé (septé)

Les cloisons, de même composition chimique que la paroi, apparaissent quelques heures après la formation des hyphes ; elles sont pourvues d'un ou plusieurs pores appelées synapses ou orifices de communication, assurant l'alimentation et l'échange cytoplasmique entre les compartiments. (24)

La partie morte du mycélium est séparée de celle plus récente par obturation des pores avec des bouchons de glucanes formés tardivement.

Les moisissures supérieures (Ascomycètes, Basidiomycètes et deutéromycètes) sont des hyphomycètes, dont les filaments ne dépassent généralement pas 10 $\mu$ m de diamètre, la paroi étant mince, constituée d'une seule couche de micro fibrilles de chitine.

Le cloisonnement des hyphes est indépendant de la mitose, chaque compartiment contient donc un noyau ou plus.

Les champignons ne marquent pas une organisation cytologique parfaite qu'on trouve chez les eucaryotes supérieurs (animaux et végétaux).

### II.2.2. La cellule(41)

La cytologie des mycètes est caractéristique des eucaryotes inférieurs

#### II.2.2.1. Cytoplasme

Se subdivise en trois zones différentes :

▪ **Zone apicale :** dépourvue de noyau, très riche en nappes réticulaires dérivées de l'appareil de Golgi et du réticulum endoplasmique. Les nappes réticulaires jouent un rôle identique à celui des dictyosomes, des eucaryotes supérieurs.

▪ **Zone subapicale :** riche en noyau, mitochondries, ribosomes et réticulum endoplasmique, au niveau duquel sont produites des enzymes nécessaires à la croissance apicale caractéristique des mycètes filamenteux.

▪ **Zone de vacuolisation :** les vacuoles servent à équilibrer l'organisme fongique quelque soit la densité du milieu colonisé (forte pression osmotique).

#### II.2.2.2. Un endosquelette d'actine

Permet l'écoulement des organites et des nutriments, se fait à partir des zones en dégénérescence vers les zones juvéniles (en pleine croissance). (24)

#### II.2.2.3. Les éléments nutritionnels de réserve

Sont sous forme de gouttelettes lipidique, forment des rosettes de glycogène (oléosomes ou liposomes), d'autre, de nature glucidique, forment des rosettes de glycogène. (24)

#### II.2.2.4. Le génome

Diploïde ( $\sim 107$  paires de bases) étant inclus dans un noyau parfait, à l'intérieur d'une enveloppe nucléaire ; des molécules d'ADN circulaire comparables aux plasmides bactériens nagent dans le cytoplasme, elles codent essentiellement pour les métabolites secondaires. (7)

#### II.2.2.5. La membrane plasmique

Contient 45 à 50 % de protéines membranaires et 31 à 43 % de lipides, surtout :

**Des phospholipides :** phosphatidylcholine (40-50 %), phosphatidyléthanolamine (15 à 30 %) phosphatidylsérine et phosphatidyinositol (40-50 %).

**Des stérols :** spécifiques des eucaryotes ; les ergostérols sont propres aux champignons. (3)

#### II.2.2.6. La paroi

Protégeant et enveloppant les cellules fongiques, elle est de texture micro fibrillaire constituée de deux types de polymères assurant sa rigidité :

**• Chitine :**

Un polymère résistant mais flexible, analogue à la cellulose, portant un groupement N-acétylglucosamine. La présence de l'azote dans le squelette des champignons est due à leur mode de nutrition, hétérotrophique.

**• Glucanes :**

Des unités de glucose reliées en  $\beta$  (1-4) avec des ramifications en  $\beta$  (1-3).

**• Chitosane :**

Un polymère dérivé de la chitine, dépourvu du groupement acétyle ; rencontré chez les *zygomycètes*. (24)

**II.2.3. Les spores****II.2.3.1. Définition**

Les spores sont des minuscules particules vivantes (3-5  $\mu\text{m}$  pour la plupart) d'origine sexuée et/ou asexuée. Ce sont des cellules déshydratées au métabolisme réduit, entourées de parois protectrices épaisses qui les isolent du milieu ambiant. Elles peuvent être solitaires, groupées en chaînes ou en têtes.

Les spores sont de deux natures :

✓ Les spores sèches transportées par les courants d'air, les vêtements, lors de contacts, de frottements... (c'est le cas des familles d'*Aspergillus*, de *Penicillium*)

✓ Les spores humides, enveloppées dans un mucus hydrophile et véhiculées par l'eau. (*Mucor*, *Acremonium*...). (21)

**II.2.3.2. Les type de spores****➤ Les spores endogènes :**

Une partie du mycélium va se transformer en "sporocystophore" portant un sporocyste, sac dans lequel sont générées les spores.

**➤ Les spores exogènes :**

La formation des spores exogènes est appelée conidiogénèse. Les spores asexuées sont portées par du mycélium libre et sont appelées conidies. Un article du thalle va donner la spore. (21)

**II.3. Le développement**

Le mycélium absorbe, à travers leur paroi, l'eau, les substances nutritives et les ions. Cette fonction implique une perméabilité pariétale qui diminue de l'apex vers les zones plus âgées.



Il dégrade le support par émission d'enzymes et d'acides, et transforme les composants à l'intérieur de la cellule et rejette les déchets à l'extérieur, ou les stocke. L'accroissement des hyphes s'effectue par le sommet, ou apex, où s'effectue l'essentiel des réactions de synthèse et dégradation des métabolites dits "primaires", indispensable à la construction de la cellule du champignon.

Les régions apicales des hyphes sont caractérisées par la présence de nombreuses vésicules cytoplasmiques contenant les enzymes et les précurseurs de synthèses de nouveaux polymères. Les produits des métabolismes "secondaire" non indispensable au fonctionnement de la cellule, sont plutôt stockés en région subapicale. Les métabolites secondaires les plus connus sont les pigments, les antibiotiques, les mycotoxines. (21)

### II.3.1. Conditions de développement

#### ➤ Les éléments nutritifs

Ce sont principalement : le carbone, l'azote, le potassium, le calcium, le soufre, mais également quelques ions métalliques Fe, Cu, Mn, Zn.

Certains éléments vont pouvoir passer directement dans la cellule (vitamines) d'autres (amidon, cellulose) seront transformés avant ce passage.

#### ➤ Les facteurs de l'environnement

α • **L'humidité** : en générale, une atmosphère très humide sert à la croissance des moisissures peu nombreuses, dites xérophiles, est de 65-70 % (*Eurotium-Aspergillus* du groupe *glaucus*). Au fur et à mesure que l'humidité augmente s'installent ensuite des moisissures différentes, de plus nombreuses vers 80-90 %.

α • **Température** : la plupart des champignons, sont mésophiles c'est-à-dire qu'ils se développent autour de 20-25°C. Cependant il peut y avoir des particularités pour certaines espèces et c'est ainsi que l'on définit des températures cardinales qui sont les températures minimales, optimales et maximales de croissance. (24)

**Tableau 10** : les exigences thermiques pour le développement de moisissures(21)

Mesophiles	Thermophiles	Thermotolerants	Psychrophiles
Maximum < 50° C	Maximum 50° C	Maximum 50° C	Maximum 20° C
Minimum >0° C	Minimum 20° C	Minimum >0° C	Minimum <0° C
Optimum 15-30° C	Optimum 35-40° C	Optimum 15-40° C	Optimum 0-17° C

• **L'oxygène** : les champignons sont des organismes aérobies. Cependant, certains tolèrent des quantités relativement faibles d'oxygène et peuvent se développer en anaérobiose avec production d'éthanol et d'acides organiques. Le métabolisme des champignons peut être modifié selon la teneur en oxygène environnemental ; par exemple la production de mycotoxines (patéline et acide pénicillinique) décroît considérablement en conditions d'oxygénation faible.

✖• **Le pH** : les champignons sont peu sensibles au pH du milieu. Ils se développent entre 4,5 et 8 avec un optimum entre 5,5 et 7,5. Certaines espèces (*Aspergillus niger*) peuvent se développer jusqu'à 1,7 et 2. Cette faculté de se développer en milieu acide permet de les séparer des bactéries pour l'isolement.

✖• **La lumière** : les radiations du spectre visible n'ont pas d'actions sur la croissance végétative des champignons mais peuvent agir sur la sporulation.

Beaucoup de champignons n'exigent pas de lumière pour sporuler. [2]

#### II.4. Mode de vie des champignons

Les champignons sont hétérotrophes : ils doivent trouver le carbone nécessaire à leur vie dans leur environnement immédiat, sous la forme de matières organiques, selon les quatre modes de nutrition suivants : [1]

##### II.4.1. Saprophytisme

Les champignons peuvent se nourrir de matière organique morte ou en décomposition (feuilles mortes, débris végétaux ou animaux, excréments) on les appelle

alors des saprophytes. On les trouve souvent en forêt, là où cette nourriture, sous forme d'humus, existe en grande quantité. En dégradant ainsi la matière organique morte, les champignons saprophytes remettent à la disposition des autres organismes des éléments minéraux essentiels de nouveau assimilables (azote, phosphore, carbone). Ils participent ainsi au recyclage de la matière organique. [2]

#### II.4.2. Symbiose

Les champignons peuvent vivre en symbiose avec d'autres êtres vivants autotrophes, au point que l'un ne peut vivre sans l'autre. Ainsi, les lichens sont des associations de champignons (essentiellement des Ascomycètes) mais aussi quelques Basidiomycètes) et de cyanobactéries ou d'algues vertes. Le champignon fournit à l'algue protection, eau et sels minéraux et, en retour, celle-ci l'approvisionne en glucides, produits de la photosynthèse. Mais la plupart des plantes vertes vivent également en symbiose avec des champignons du sol, formant une association symbiotique appelée **mycorhize**. Il existe des cas de symbiose avec des animaux : les champignons aident ainsi fourmis et termites à digérer la cellulose. (3)

#### II.4.3. Commensalisme

Un champignon est dit « commensal » s'il tire profit de son hôte sans nuire à ce dernier (il s'en sert par exemple comme d'un support), mais sans non plus lui apporter d'avantage. (24)

#### II.4.4. Parasitisme

Les champignons peuvent également tirer parti de la matière organique vivante. Ils sont parasites et vivent aux dépens d'un être vivant à leur propre compte. Souvent pathogènes, ils provoquent des maladies et entraînent parfois la mort de leurs hôtes (d'autres champignons, des algues, des plantes ou des animaux). [1]

## II.5. La reproduction

Les champignons vont se reproduire par voie sexuée et / ou par voie asexuée.

- **La reproduction asexuée**

Les spores sont formées par clivage du cytoplasme dans un sporange (sporangiospore), par bourgeonnement (conidiospore) ou par extractions ou expulsion de l'apex.

Les spores asexuées sont : les conidiospores et les sporangiospores.

- **La reproduction sexuée**

La reproduction sexuée implique la reproduction d'organe sexuée et de gamètes.

Les spores sexuées sont : les oospores, les zygosporos, les ascospores et les basidiospores.

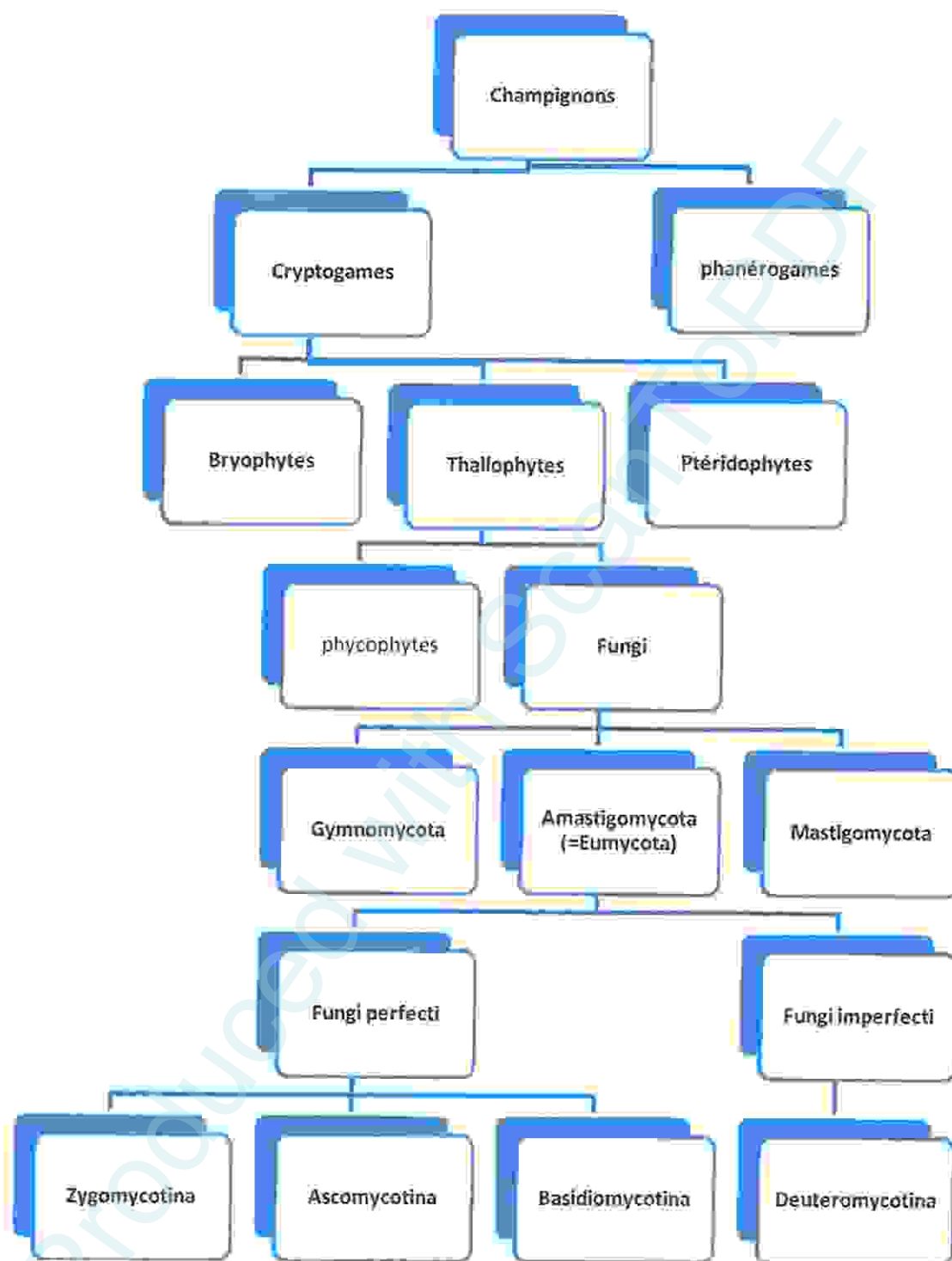
- **La germination des spores**

Les spores de la plus part des espèces de champignon germent si les conditions du milieu extérieure sont favorables (source de carbone et d'azote, pH, température et humidité convenable). La spore augmente son volume jusqu'à plus de 20fois avant l'émergence du tube germinatif. (21)

## II.6. Classification des champignons

**Tableau 11** : Embranchements de mycètes (selon le système traditionnellement suivi par les mycologues) (10)

Embranchement	Nom commun	Nombre approximatif des espèces
<i>Deuteromycota</i>	<i>Deutéromycètes</i>	600
<i>Zygomycota</i>	<i>Zygomycètes</i>	35 000
<i>Ascomycota</i>	<i>Ascomycètes</i>	30 000
<i>Basidiomycota</i>	<i>Basidiomycètes</i>	30 000



**Fig. 06** : Classification des champignons (10)

**Tableau 12** : classification des zygomycètes

Phylum	Zygomycotina	
Classe	Zygomycètes	
Ordre	mucorales	Entomophtorale
Exemple de genre	Mucor Adsidia Rhizopus	basidiobolus conidiobolus

**Tableau 13**: Classification des Ascomycètes

Phylum	ASCOMYCOTINA		
Classe	ASCOMYCETES		
SECTION	Hemiascomycètes (asque nues)	Euascomycètes (asque dans ascocarpe)	
Sous classe	Hemiascomycétidae	plectomycétidae	discomycetidae
Exemple de genre	Saccharomyces Dipodascus Geotrichum		

**Tableau 14:** classification des deutéromycètes

Phylum	deutéromycotina		
Classe	hyphomycetes	blastomycetes	coleomycetes
Ordre	moniliales		
Famille	Moniliaceae (mycélium claire)	Dematiaceae (mycélium mélanisé)	
Exemple de genre	Aspergillus Penicillium Geotrichum	Atemaria Phialophora Cladosporium	

Les zygomycota et les chytridiomycota constituent le groupe des mycètes inférieurs, chez elles le mycélium végétatif n'est pas septé, les septums complets se trouvent seulement dans des structures en cours de reproduction asexuée se caractérise par la production des sporanges ; la reproduction sexuée se caractérise par la production des zygospores. (3)

Les deux autres embranchements les ascomycètes et les basidiomycètes qui possèdent un mycélium complexe avec des septums perforés, constituent les mycètes supérieurs. Les ascomycètes produisent des conidiospores asexuées et des ascospores sexuées dans des cellules sacciformes appelées asques. [2]

Les basidiomycètes produisent rarement des spores asexuées et leurs spores sexuées naissent à partir des basides en forme de massue. [1]

Un cinquième groupe, le deutéromycota existant chez les mycètes supérieurs contient tous les mycètes n'ayant pas de reproduction. [2]

## II.7. Rôle et effets des champignons

- Ce sont des déstructures de la matière organique mortes en participant au cycle C N S P et donc à la fertilité des sols.
- Ils jouent un rôle dans la dégradation des déchets humains en transformant un produit inutilisable et en synthétisant à la place, de l'acide, de l'alcool et de l'aldéhyde. Les enzymes de ces champignons sont utilisés industriellement.
- Ce sont des producteurs utiles d'antibiotiques, de protéines, d'alcaloïdes ou stéroïdes.
- Ils participent à la valorisation des denrées alimentaires (fermentation pain et bière, vin, fromages)
- Ils provoquent la biodétérioration des appareils optiques, radio, glace, verre, peintures, livres.
- Ils sont d'un apport important aux sciences fondamentales : en biologie moléculaire, c'est sur les champignons que le rôle de l'ADN dans la synthèse protéique a été mis en évidence (*Neurospora*, travaux de beadle et Tatum). La découverte de pénicilline chez *Penicillium* et son mode d'action a permis de montrer que la synthèse de la paroi cellulaire est sous dépendance génétique. La découverte de l'aflatoxine chez *Aspergillus* responsable du cancer, permet d'étudier les mécanismes de cancérisation en laboratoire. (3)

## II. Identification fongique de deux espèces *Aspergillus* et *Penicillium*

### II.1. le genre *Aspergillus*

#### II.1.1. Description

Le genre est caractérisé par la présence d'un thalle à mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressé, non ramifiés, terminés en vésicule. Phialides formées directement sur la vésicule (têtes conidiennes bisériées). Conidies sèches, en chaîne, divergentes ou associées en colonnes compactes, unicellulaires, de forme globuleuse ou



elliptique, elles sont lisses ou ornementées, hyalines ou pigmentées en jaune, brun, noir ou vert. (12)

### II.1.2. Epidémiologie

Les *Aspergillus* sont des moisissures cosmopolites, extrêmement répandues dans l'environnement, ils sont saprophytes de matières organiques en décomposition, ils se développent dans les silos, les composts, les balles de foin mais aussi les céréales et diverses plantes. Ce sont des contaminants fréquents (salles hospitalières, laboratoires...). En effet, les spores sont véhiculées dans l'espace aérien avec les poussières, ce qui permet leur passage par le tractus respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires.

Certains d'entre eux sont thermo tolérants et peuvent de ce fait provoquer des lésions chez l'homme, si les conditions de développement sont favorables (26)

## II.2. le genre *Penicillium*

### II.2.1. Description

Thalle vert ou plus rarement blanc, dont la texture est souvent utilisée comme critère de détermination. Conidiophores isolée, groupés en faisceaux lâches ou granuleux en corémies bien définies, hyalins, lisses ou granuleux, simples ou ramifiés, terminés par un pénicille. Pénicilles constitués, suivant le cas, soit d'un simple verticille de phialides (monoverticillés), soit d'un verticille de ramifications (mutéles) portant les phialides (biverticillés), soit de plusieurs verticilles successifs comportant des ramifications, des métules et des phialides (triverticillés, quadriverticillés,...etc). Les caractères des pénicilles servent à la différenciation des groupes et des espèces. Phialides ampulliformes ou lancéolées. Conidies disposées en longues chaînes, globuleuses, elliptiques, cylindriques ou fusiformes, lisses hyalines, grisâtres ou verdâtre. (7)



# Chapitre IV

*Matériels et Méthodes*

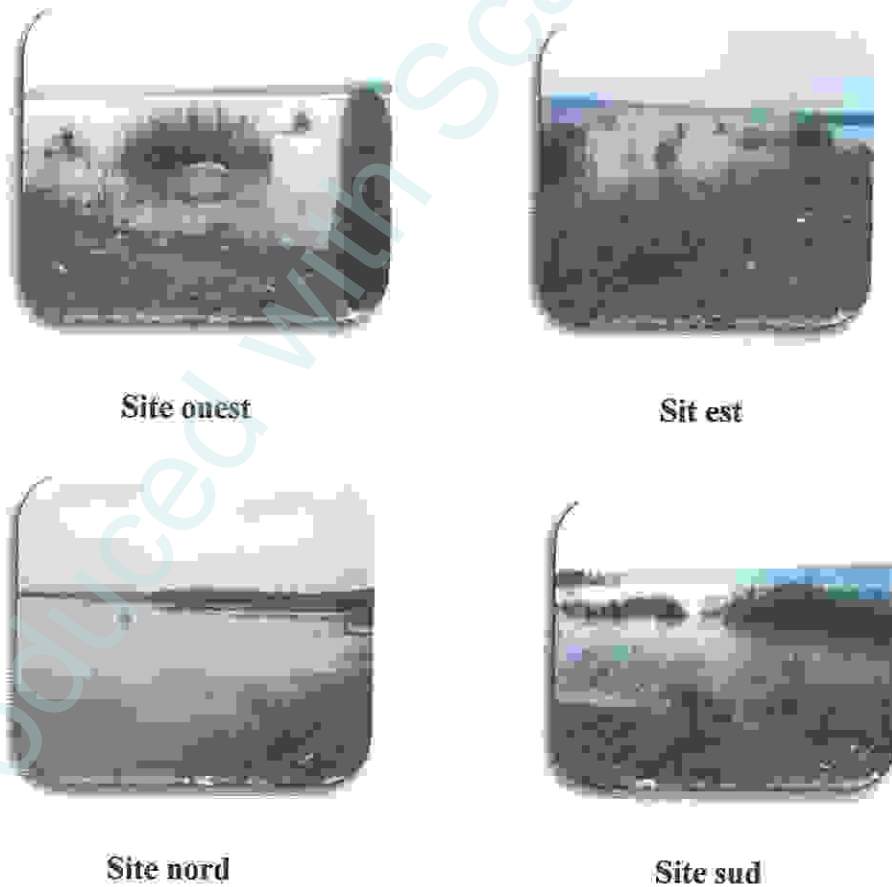
Scantopdf.eu

## I. L'échantillonnage

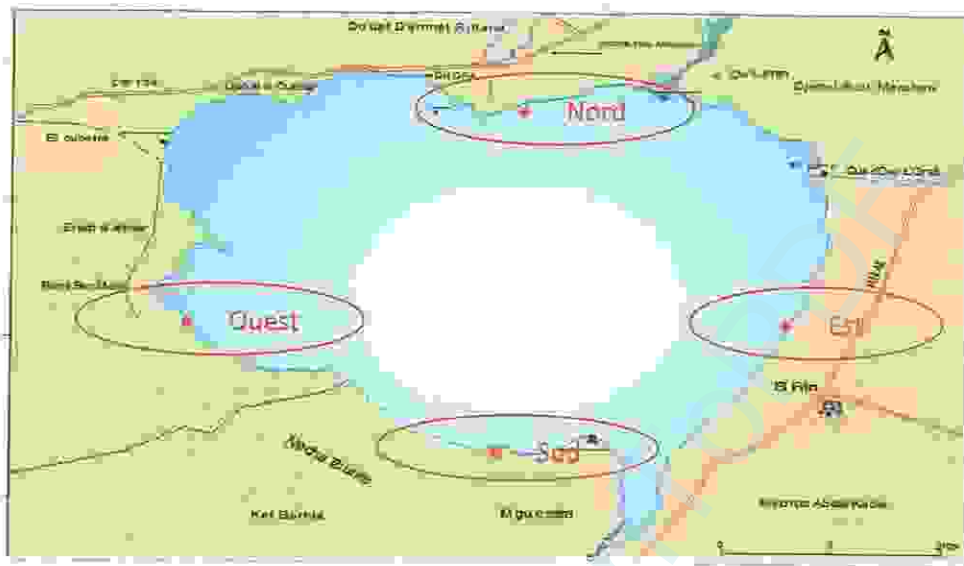
### I.1. Le prélèvement des échantillons

Notre stage a été effectuée sur 4 site du lac classés selon la carte suivante (Nord, Sud, Est et Ouest) pour augmenter la chance d'avoir des colonies de champignons et connaître les valeurs moyennes des différent paramètres d'eau du lac Oubeira.

Et pour que nos échantillons ne soient pas infectés on utilise des flacons en verre bien stérilisé à four pasteur pendant 20 minutes à 180°C. On prélève 4 échantillons de chaque site étude, l'ouverture et la fermeture des flacons se fait dans l'eau à une profondeur de 25 à 30cm de manière à éviter de les remplir totalement.



**Fig. 07 :** les quatre sites de prélèvement. (2011)



**Fig. 08** : Localisation des stations d'échantillonnages dans le lac Oubeira

## **L2. Le transport d'échantillons**

Les échantillons sont mis dans une glacière (4°C) et ont été transportés jusqu'au laboratoire dans la même journée à fin d'éviter les modifications de la composition chimique ou microbienne.

## **II. L'identification fongique**

### **II.1. Le coulage des boîtes**

Les différents milieux de cultures utilisés : **Sabouraud**, **czapek simple** et **concentré** sont coulés dans des boîtes de pétries, laisser refroidir en évitant la condensation des buées.

### **II.2. Préparation des dilutions**

#### **📌 But**

La diminution de la charge microbienne par dilution de l'échantillon d'eau à analyser, a pour but une purification plus aisée des colonies bien séparées obtenues en culture mixte.

### ⚡ Principe

La dilution décimale consiste à diminuer la densité de l'eau en micro-organismes, d'abord à 1/10 puis à 1/100 et ainsi de suite jusqu'à réduire la concentration microbienne de l'échantillon mère au facteur de  $10^{-6}$ ; ainsi l'eau est prête à l'analyse microbiologique, bien que la probabilité d'éliminer un nombre considérable d'espèces microbienne est non nulle.

### ⚡ Matériel et méthode

- Créer une zone stérile de 30cm de diamètre, par la flamme du bac bunsen, sur une paillasse soigneusement nettoyée ;
- Homogénéiser l'échantillon mère par agitation du flacon de prélèvement ;
- Prélever à l'aide d'une pipette graduée, 1ml d'échantillon mère, puis l'ajouter à 9ml d'eau physiologique stérile dans un tube à essai, permettant ainsi d'obtenir une suspension microbienne diluée à  $10^{-1}$  par rapport à l'échantillon mère ;
- Prélever 1ml de la suspension  $10^{-1}$  agitée à l'avance à l'aide d'un vortex avec une pipette pasteur neuve et diluer dans un second tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, pour arriver à une dilution de  $10^{-2}$ ; et ainsi de suite, à chaque dilution, pour arriver à diminuer la charge microbienne de l'échantillon mère à l'exponentiel de  $10^6$ .

### ⚡ Précaution

Eviter les courants d'air pour empêcher une évidente contamination par les spores aérotransportés.

### II.3. Ensemencement

Tout en respectant les conditions d'asepsie et en manipulant toujours dans la zone stérile :

- Bien homogénéiser le contenu du tube à essai contenant la suspension diluée à  $10^{-6}$  ;
- Prélever à l'aide d'une pipette pasteur, une goutte de cette suspension.
- Mettre la goutte sur la surface centrée de la boîte (méthode de touche).

Trois boîtes de pétri sontensemencées de la manière décrite ci-dessus, pour chaque milieu de culture. La procédure est reprise pour toutes les dilutions préparées, étalant du mois dilué au plus dilué, jusqu'à l'ensemencement à partir de l'échantillon mère.

### II.4. L'incubation et lecture

- Les boîtes sont mises en cultures à température  $25^{\circ}\text{C}$
- Une autre boîte est étuvée à  $35^{\circ}\text{C}$  afin de mettre en évidence les dermatophytes.
- Compte tenu des variations des vitesses des croissances chez les différentes espèces de moisissures, les boîtes mises en culture sont lues à différents intervalles de temps, d'abord à 24 heures, à 48 heures, 72 heures et à 5 jours sur les cultures dites jeunes différenciées.

### II.5. Isolement des mycètes filamenteux

Une microflore fongique variée et pousse en mélange après l'incubation ; elle de moins en moins confluent sur les boîtesensemencées à partir des suspensions les plus diluées.

#### ✚ Technique

A l'aide d'une anse de platine stérile, gratter, au bord de la colonie un fragment du mycélium et le déposer au centre de la nouvelle boîte de pitri contenant le milieu de culture sur lequel elle a été récoltée ou, un milieu voisin pouvant être plus sélectif. L'incubation

des cultures est effectuée en maintenant les mêmes conditions écoclimatique correspondantes à chaque souche.

## II.6. Préparation du matériel fongique pour l'étude microscopique

Cette étape consiste à décrire les spécificités morphologie détaillées qui font, à coté des caractères culturaux et comportementaux, les critères identification des champignons.

### ✚ Principe

La préparation microscopique consiste à choisir un fragment mycélien à partir d'un site de prélèvement, sur le thalle, intermédiaire du mycélium juvénile à la marge et le vieux mycélium au cent ceci permet le visionnement idéal des appareils sporifères. Le matériel biologique fongique est préparé pour l'observation sous microscopie photonique, aux différents grossissements.

## II.7. L'examen à l'état frais

L'examen à l'état frais permet l'observation des champignons vivant en l'absence de toute coloration.

- \* La morphologie des champignons.
- \* Leur mode de regroupement et leur structure.

### ✚ La technique

Prélever à l'aide d'une anse de platine probablement flambée et refroidie ; une goutte de la culture qu'on dépose au milieu d'une lame propre.

Recouvrir avec une lamelle en évitant la formation de bulles d'air

### II.8. L'examen après coloration

L'examen après coloration est indispensable à l'étude il précise la morphologie et la structure des champignons.

Par ailleurs, les préparations colorées peuvent se conserver longtemps pour d'autres résultats valables en microscopie optique. Les colorant les plus utilisée est le bleu de méthylène, le bleu coton et le lactofuchine.

#### ✚ Préparation des frottis

Les frottis destinés à la coloration doivent être étalés en couches minces régulières, séchés et le plus souvent fixés.

#### ✚ Coloration simple au bleu de méthylène

##### ✓ Réactif :

\*Bleu de méthylène.

##### ✓ Technique

\*Recouvrir le frottis et le fixé avec le bleu de méthylène.

\*Laisser agir de 1 à 3 minutes selon la force de la solution colorante

\*Laver puis sécher délicatement avec un papier filtre fin.

\*Examiner à l'inversion (x100)

### I.9. Conservation des souches

De petits cubes de 6mm<sup>3</sup> sont découpés dans la frange mycélienne du thalle en croissance dans un milieu gélosé en boîte de pétri, et transférés dans l'eau distillé stérile en flacon à bouchon vissé. Les flacons hermétiquement fermés sont conservés à température ambiante.

Cette méthode à permet la conservation durant plusieurs années de champignons appartenant aux groupes les plus divers de la classification.



### III. Mesures physico-chimiques

#### III.1. Mesure du pH

##### ⚡ principe

L'eau à analyser est additionnée d'un indicateur et la coloration obtenue comparée à une échelle de teintes préparée à partir de solutions de pH connues. (14)

Le pH en relation avec la concentration en ions hydrogène  $H^+$  présents dans une eau. (13) la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence. Plongée dans une même solution neutre. Le potentiel des électrodes est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

##### ⚡ Appareil :

\*pH mètre.

##### ➡ Mode opératoire

\*plonger la sonde du pH mètre dans l'eau

\*attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran, puis lire le résultat de la mesure

#### III.2. Mesure de la conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) (7)

##### ⚡ Principe

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) maintenues parallèles

##### ⚡ Appareil :

\*conductimètre ou multi paramètre. (NFT 90-031)

#### ✚ Mode opératoire :

-D'une façon généralement, à l'aide d'une verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage avec l'eau distillée.

-Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec l'eau distillée puis en la plongeant dans récipient en prenant soin que les électrodes platine soient complètement émergées.

-Ajouter le liquide afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant cette agitation permette aussi d'éliminer les bulles d'air sur l'électrode.

Le résultat est donné directement en  $\mu\text{s}/\text{cm}$

### III.3. Mesure de la turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. (13)

#### ✚ Principe

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par une gamme étalon constituée de solution de formazine. (8)

#### ✚ Appareil :

- turbidimètre.

- Cuvette dévaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre

#### ✚ Mode opératoire

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

La mesure est obtenue directement en NTU. (NFT 90-033)

### III.4. Mesure de la température

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond. La mesure de la température est à effectuer sur le terrain. (14)

On utilise souvent un thermomètre ; la lecture est réalisée après une immersion de 10 minutes. La moyenne de deux lectures donne la température de l'eau au moment de l'observation. (13)

### III.5. Détermination du titre alcalimétrique simple et complet (TA et TAC)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates. (14)

#### ⬇ Principe

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. (14)

#### ⬇ Réactifs

- Acide chlorhydrique ou sulfurique 0,02 N
- Solution de phénolphthaléine dans l'alcool à 0,5%
- Solution de méthylorange à 0,5%
- Eau permutée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition de 15 min)

#### ⬇ Mode opératoire

##### ✓ détermination du TA

- 100 ml d'eau à analyser.
- 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphthaléine

- o Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA nul, (PH<8,3)

#### Expression des résultats

$$TA (F^{\circ}) = V H_2SO_4 \text{ titré}$$

#### ✓ détermination du TAC

- 100ml deau à analyser.
- 2à3 gouttes de solution de méthylorange à 0.5%
- Titrer par l' $H_2SO_4$  (N/50) (jusqu'au virage du jaune au jaune orangé)

#### Expression des résultats

$$TAC (F^{\circ}) = V H_2SO_4 \text{ titré} \cdot 0,5$$

### III.6. Détermination de la salinité

L'appareil utilisé pour la mesure est un salinomètre de précision de (0.003%) ou multi paramètres. Et les résultats sont exprimés en gramme de chlorure de sodium (Na Cl) par litre d'eau.

### IV. substances et critères chimiques (indicateur de pollution organique)

L'estimation de pollution organique est un problème complexe et délicat qui fait appel a des dosages et a des tests du fait même de la nature très diverse des matières organiques est des divers stades de dégradation.

#### IV.1. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est la concentration, exprimée en mg/l d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate par les matières en suspension, lors de traitement d'un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme.

#### ✦ Principe

Dans des conditions définies, certains matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium. (14)

#### ✦ Réactif

- Sulfate de mercure cristallisé 0,5g.
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0,25N.
- Solution de dichromate de potassium 0,25N.
- Solution de ferrouine.
- Etalon à 500mg/l DCO

#### ✦ Mode opératoire

- 10ml d'eau distillé déminéralisé dans chauffe ballon.
  - Introduire 10ml de l'échantillon dans le ballon.
  - 0.2g de sulfate de mercure  $HgSO_4$  (catalyseur pour favoriser l'oxydation).
  - 1ml de sulfate d'argent  $AgSO_4$  avec pipete pour masquer les éléments qui faussent les résultats.
  - 5ml d'oxydant  $K_2Cr_2O_7$  (0,25N).
  - 14ml de solution du sulfate d'argent.
- Après 2 heures de temps dans la chauffe ballant pour distillation.
- Dilué à 70 ml d'eau avec une goutte de ferrouine puis titrer avec la solution de sel de Mohr et agiter avec barreau magnétique jusqu'au virage de couleur vers le rouge violet.

#### Expression des résultats

$$DCO = (VB - V_e / B - E) \times 8000 \times T = 800 \cdot T \cdot (VB - V_e)$$

**VE** : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml).

**VB** : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai a blende.

**T** : titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

**P.E** : volume de la prise d'essai.

#### IV.2. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biochimique en oxygène est définie comme la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable par les microorganismes pendant 5 jours à 20°C à l'abri de la lumière.

##### ✦ Principe

Mesure de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C. (14)

##### ✦ Mode opératoire

- Préparation de l'eau de dilution : mettre le prélèvement dans un récipient de 10ml, de l'eau de robinet dans laquelle on plonge pendant 24h un aérateur qu'est saturés en oxygène.
- Ajouter 1ml  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  + 1ml de phosphate + 1ml  $\text{CaCl}_2$  + 1ml  $\text{MgSO}_4$ .
- Préparation des flacons de mesure, fermer le flacon sans y laisser d'air, ainsi deux flacons identiques.
- Mesure au temps 0 : doser l'oxygène dissous dans un flacon d'échantillon dilué ( $t_0$  en mg/h). Incubation : placer les deux flacons restant à l'étuve à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours
- Mesure au temps 5 jours : doser l'oxygène dissous dans le flacon d'échantillon dilué restant ( $t_5$  en ml/h).

#### IV.3. Détermination des matières en suspension (MES)

La détermination des matières en suspension de l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation.

#### ✚ Principe

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

#### ✚ Matériel spécial

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression (rampe).
- Membranes de filtration

#### ✚ Mode opératoire

- Mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 1h.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Ensuite les peser soit P1 : poids des membranes avant filtration.
- Placer les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200ml d'eau à analyser à travers.
- Rendre les membranes à uve à 105°C afin de les sécher pendant 1h.
- Les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2ème fois soit P2 : poids des membranes après filtration.

#### Expression des résultats

$$\text{MES (mg/l)} = (P2 - P1) \times 5 \times 1000$$

#### IV.4. Détermination de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

L'habitude été prise de désigner sous le vocable ammoniacque des formes ionisées (NH<sub>4</sub>) et non ionisées (NH<sub>3</sub>). L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique d'origine animale ou végétale.

**✦ Principe**

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

**✦ Réactif**

- Réactif I
- Réactif II coloré.

**✦ Appareil**

Spectrophotomètre ultra-violet (UV) visible.

**✦ Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4ml du réactif I
- Ajouter 4ml du réactif II et ajuster à 50ml distillée et attendre 1h.

L'apparition de la coloration verdâtre indique de  $\text{NH}_4^+$ .

**Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

**IV.5. Détermination du nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )****✦ Principe**

Les nitrites réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N-1Naphthylethylènediamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm

**✦ Réactif**

- Réactif de mixte.



**⚡ Appareil**

- Spectrophotomètre UV- Visible.

**⚡ Mode opératoire**

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml du réactif de diazoïque.
- Attendre 10 min.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .

- Effectuer la lecture à 543 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

**IV.6. Détermination des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Toutes les formes d'azotes (azote organique, ammoniacale, nitrites ...etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

**⚡ Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrites donnent du paranitrososalicylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

**⚡ Réactif**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5% (renouveler toutes les 24h).
- Solution d'hydroxyde de sodium 30%.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.

**✚ Appareil**

Spectrophotomètre UV- visible

**✚ Mode opératoire**

- Prendre 10 de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de Na OH à 30%.
- Ajouter 1ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à 75-88°C (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résider.
- Reprendre le résidu avec 2ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, laisser reposer 10 minutes.
- Ajouter 15ml d'eau distillée.
- Ajouter 15ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415 nm. Le résultat est donné en mg/l.

**IV.7. Détermination des phosphores (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)****✚ Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et le potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'adsorption.

**✚ Appareils**

- Spectrophotomètre UV- visible

**✚ Réactif**

- Acide ascorbique à 10%.
- Réactif mixte : mélange de solution a+b+c.

**⚡ Mode opératoire**

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml d'acide ascorbique.
- 2 ml de réactif mixte.
- Attendre 10 min de développement de la couleur bleu.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

**IV.8. Détermination de la matière organique (MO)****⚡ Principe**

Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10 minutes), des matières oxydables (organique) contenues dans l'échantillon. Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium. (21)

**⚡ Réactifs**

- Solution d'acide sulfurique 50%.
- Solution de permanganate de potassium N/80.
- Solution d'acide oxalique N/80.

**⚡ Mode opératoire**

Introduire dans un Erlen-Meyer de 500 ml, 100 ml d'eau à analyser et 10 ml d'acide sulfurique à 50 %, ajouter 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80. Porter l'échantillon à ébullition ménagée pendant 10 minutes à partir du moment où les bulles en formation au fond du ballon viennent crever la surface du liquide. Ajouter ensuite 10 ml d'acide oxalique N/80 pour décolorer. Revenir immédiatement à la teinte rose faible mais persistante à l'aide d'une burette graduée, la solution de permanganate de potassium N/80. Faire un Essai à blanc en opérant dans les mêmes conditions. (T 90-050)

**Expression de résultat**

$$M/O (O_2/l) = (V_{\text{échl}} - V_{\text{Blac}})$$

**V. Minéralisation global****V.1. Détermination du calcium (Ca<sup>2+</sup>)****✚ Principe**

Le principe est identique à celui de la méthode complexo-métrique directe pour la dureté totale. (21)

Comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi ne se combine qu'avec le calcium. (20)

**✚ Réactifs**

- Solution d'EDTA N/50.
- Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) à 2 N.
- Indicateur coloré : Murexide

**✚ Mode opératoire**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un Erlen-Meyer au col large.
- Ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde et quelques grains d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au violet.

Soit V le volume de solution d'EDTA verser.

**Expression des résultats**

$$[Ca^{2+}] \text{ mg/l} = V [\text{EDTA}] \times F \times 8$$

F: facteur = 0,98.

## V.2. Détermination du Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

### ⚡ Principe

Après élimination du calcium, le magnésium est précipité dans l'eau sous forme de phosphate ammoniac-magnésium qui, après calcination, permet le dosage des ions  $Mg^{2+}$  sous forme de pyrophosphate  $Mg_2 P_2O_7$ . (22)

### ⚡ Réactif

- Solution d'EDTA (N/50).
- Noir Euriochrome T.
- Solution d'hydroxyde d'ammonie (Na OH) 2N.

### ⚡ Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un Erlen-Meyer au col large.
- Ajouter 02ml de  $NH_4OH$  à  $pH = 10$  et une pincée de noir Euriochrome T.
- Titrer par EDTA (N/50) jusqu'au virage de la couleur bleu ( $V_2$ ).

### Expression de résultat

$$[Mg^{2+}] \text{ mg/l} = (V_2 - V_1) \times F \times 4,8$$

$V_2$  : volume titrée de calcium et de magnésium.

$V_1$  : volume titrée de calcium

F : facteur =  $12,5/V$  (EDTA).

## V.3. Détermination des chlorures ( $Cl^-$ )

### ⚡ Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement.

Addition d'un petit excès d'ions d'argent et formation du chromate d'argent brun rouge avec des ions chromâtes qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation. (20)

⚡ **Réactif**

- Solution de nitrate d'argent à 0.01.
- Solution de chromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) à 10%.

⚡ **Mode opératoire**

- Introduire 25 ml d'eau à analyser, dans un Erlen-Meyer au col large. Ajouter 02 à 03 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %.
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes.

Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent N/50 utilisés. (NFT 90-014)

**Expression des résultats**

$$\text{Teneur en } Cl^- = V \text{ (ml)} \times 14$$

**V.4. Détermination du résidu sec (R/S)**

⚡ **Principe**

Le résidu sec correspond au poids de la totalité des matières dissoutes par litre d'eau, une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. (1)

⚡ **Matériel**

- Capsule en porcelaine.
- Balance analytique.
- Etuve réglable.

**Mode opératoire**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher.
- Prélever 200 ml d'eau à analyser.
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant 1/4 heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement

**Expression des résultats**

$$R/S \text{ (mg/l)} = (P_p - P_v) \times 5 \times 1000$$

**P<sub>p</sub>** : poids plein de la capsule.

**P<sub>v</sub>** : poids vide de la capsule.

**VI. Les gaz de l'eau****VI.1. L'oxygène dissous**

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est en fonction de la température et la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par des phénomènes électrochimiques, d'où son importance dans les phénomènes d'arrosions. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 ml/l. (23)

**VII. L'adsorption atomique**

Certains microorganismes ont la capacité soit d'absorber ou d'adsorber les métaux lourds. C'est le cas des champignons microscopiques qui sont dotés d'une paroi riche en chitine et en chitosène.

Dans notre cas nous nous intéressons à l'adsorption par les champignons microscopiques, grâce à leur composition de paroi certains champignons filamenteux ont la propriété de piéger les cations métalliques en solution aqueux même à l'état de biomasse

morte biosorbant. Cette méthode biologique de récupération des métaux est plus efficace et économique que les méthodes traditionnelles utilisées (méthodes physico-chimiques).

#### ✦ Mode opératoire

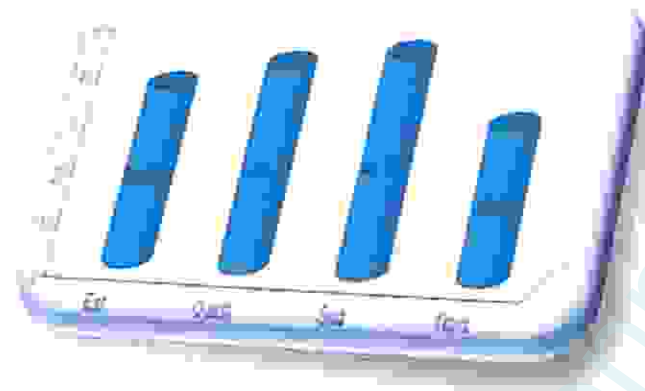
On a utilisé un analyseur de métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Zn.) à l'aide d'une spectrophotométrie d'adsorption atomique avec flamme

#### ✦ Préparation des échantillons

Dans un Erlen-Meyer de 500 ml nous avons ajoutés le mercure à différentes concentrations en présence des champignons.

Produced with ScanTOPDF





# Chapitre V

*Résultat et discussion*

## I. l'identification fongique

## I.1.1. l'aspect macroscopique

## I.1.1. dans le milieu de culture &lt; Czapek simple &gt;

Tableau 15 : L'aspect macroscopique dans le milieu de culture &lt; Czapek simple &gt;

Prélèvement	Site	A 25°C	A 35°C
P1	Est	-une colonie de couleur blanche avec un diamètre 1cm	- absence de colonie
	Ouest	- une colonie de la couleur verte avec un diamètre 1cm	une colonie de couleur blanc et de diamètre 2,5cm
	Sud	-2colonies de couleur noire avec contour blanc et un diamètre 1cm	-absence de colonie
	Nord	-absence de colonie	-une colonie de couleur marron et avec diamètre 7cm
P2	Est	-absence de colonie	2colonies de couleur noire et de diamètre 1cm
	Ouest	-une colonie de couleur blanche avec un diamètre 2cm	-une colonie de couleur vert-bleu et avec diamètre 1,8cm
	Sud	-une colonie de couleur noire et de diamètre : 2cm	-absence de colonie
	Nord	-absence de colonie	-absence de colonie

## I.1.2. dans le milieu de culture &lt; Czapek concentré &gt;

**Tableau 16** : L'aspect macroscopique dans le milieu de culture < Czapek concentré >

Prélèvement	Site	A 25°C	A 35°C
P1	Est	-absence de colonie	-une colonie de couleur blanche vers le marron de diamètre : 2cm
	Ouest	- 2 colonies de couleur : blanche et de diamètre : 2 cm	-absence de colonie
	Sud	- une colonie de couleur blanc vert de diamètre 1,5cm	-absence de colonie
	Nord	-absence de colonie	-absence de colonie
P2	Est	- une colonie de couleur marron de diamètre 2cm	-2 colonies de couleur verte de diamètre 1cm
	Ouest	-une colonie de couleur marron de diamètre 2cm	-absence de colonie
	Sud	-absence de colonie	-absence de colonie
	Nord	-absence de colonie	-absence de colonie

## I.1.3. dans le milieu de culture &lt; Sabouraud &gt;

Tableau 17 : L'aspect macroscopique dans le milieu de culture &lt; Sabouraud &gt;

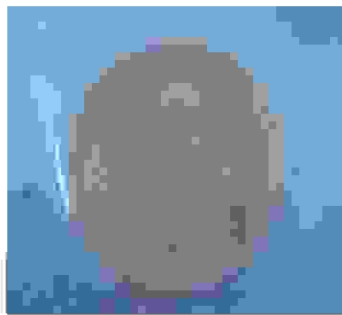
Prélèvement	Site	A 25°C	A 35°C
P1	Est	-absence de colonie	- une colonie de couleur gris vert de diamètre 3 cm
	Ouest	-absence de colonie	
	Sud	-2colonie de couleur gris avec auteur blanc de diamètre 0,7 - 1cm	- une colonie de couleur blanche de diamètre 0,5cm
	Nord	- une colonie de couleur grise noire de diamètre 0,5cm	-absence de colonie
P2	Est	-une colonie de couleur blanche marron de diamètre 1,5 cm	- une colonie de couleur blanc jaune de diamètre 1 cm -une colonie de couleur verte de diamètre 0,5cm
	Ouest	- absence de colonie	-une colonie de couleur verte avec autour blanc de diamètre 3,5cm
	Sud	-une colonie de couleur blanc vert de diamètre 1,5cm	-absence de colonie
	Nord	- une colonie de couleur vert gris de diamètre 1cm	-une colonie de couleur blanche de diamètre 1cm -une colonie de couleur verte de diamètre 0,5cm

## I.2. Aspect microscopique

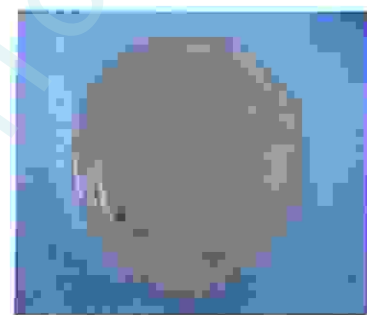
### I.2.1. La colonie gris noire

- Grossissement Gx100

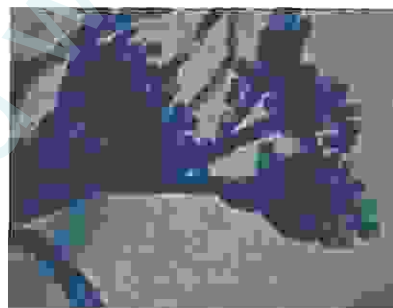
Des filaments simples sans cloisons possèdent des ramifications, paroi lisse, les têtes sont formées de vésicule fixée sur une columelle et chaque vésicule se termine par une chaîne de spore de forme ovoïde cloisonnée.



Colonie sur Sabouraud à 25°C (Recto)



Colonie sur Sabouraud à 25°C (Verso)

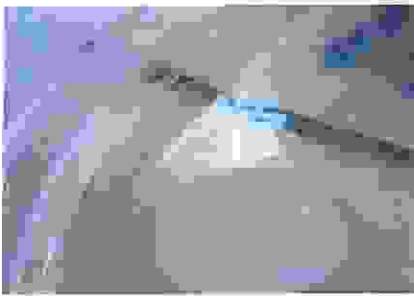


**Fig. 09** : *Penicillium digitatum*

### 1.2.2. La colonie blanche

- **Grossissement Gx100**

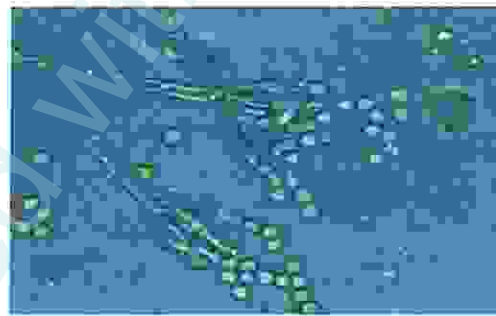
Des filaments très longs de taille variable, creux avec paroi mince, lisse termine par des têtes constituées d'une columelle ou ils s'attachent vésicules allongé, menu de spores organisées en petites chênettes.



Colonie sur Czapek simple à 25°C (recto)



Colonie sur Czapek simple à 25°C (verso)

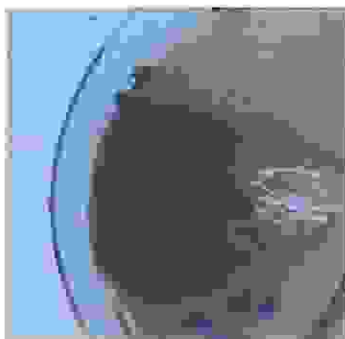


**Fig. 10 :** *Penicillium glabrum*

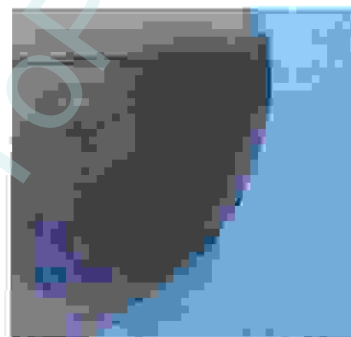
### I.2.3. La colonie verte à contour blanc

- Grossissement Gx100

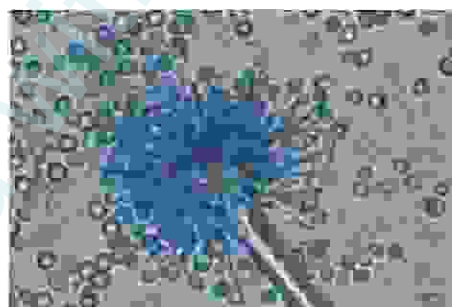
Les filaments sans cloisons avec des têtes de forme allongée, les spores sont organisées en canettes sur les têtes du mycélium.



Colonie sur Sabouraud à 35°C.(recto)



Colonie sur Sabouraud à 35°C (verso)

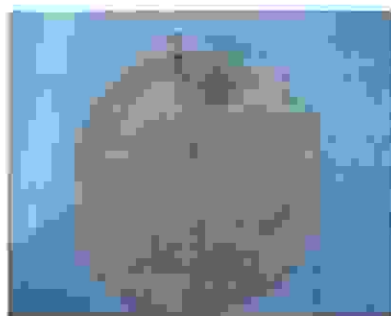


**Fig. 11** : *Aspergillus versicolor*

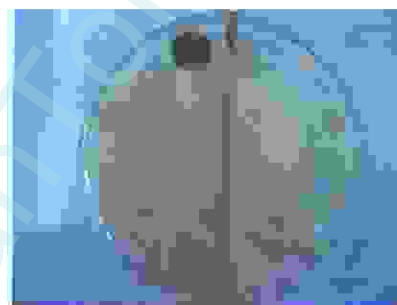
#### I.2.4. La colonie verte

- **Grossissement Gx100**

Des mycéliums cloisonnés en cellules de forme rectangulaires, contiennent des grains noirs à l'intérieur des cloisons, possèdent des ramifications comme les bourgeonnements. Les filaments sont volumineux et cloisonnés, les spores sont de couleur marron et de forme sphériques.



Colonie sur Czapek simple à 25°C (recto)



Colonie sur Czapek simple à 25°C (verso)



**Fig. 12** : *Penicillium camembertii*



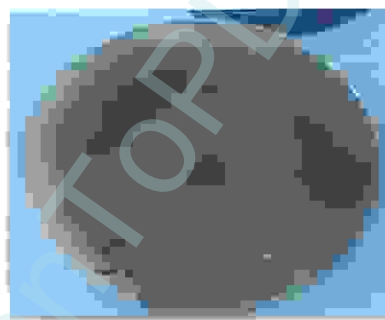
#### I.2.4. La colonie marron

- **Grossissement Gx100**

Des filaments longs avec des têtes de forme sphérique. Des filaments sont creux sans cloisons de paroi lisse et mince de couleur marron, les têtes sont des cystospores avec une paroi très mince et des spores à l'intérieur.



Colonie sur Czapek simple à 35°C (recto)



Colonie sur Czapek simple à 35°C (verso)



Fig. 13 : *Aspergillus ustus*

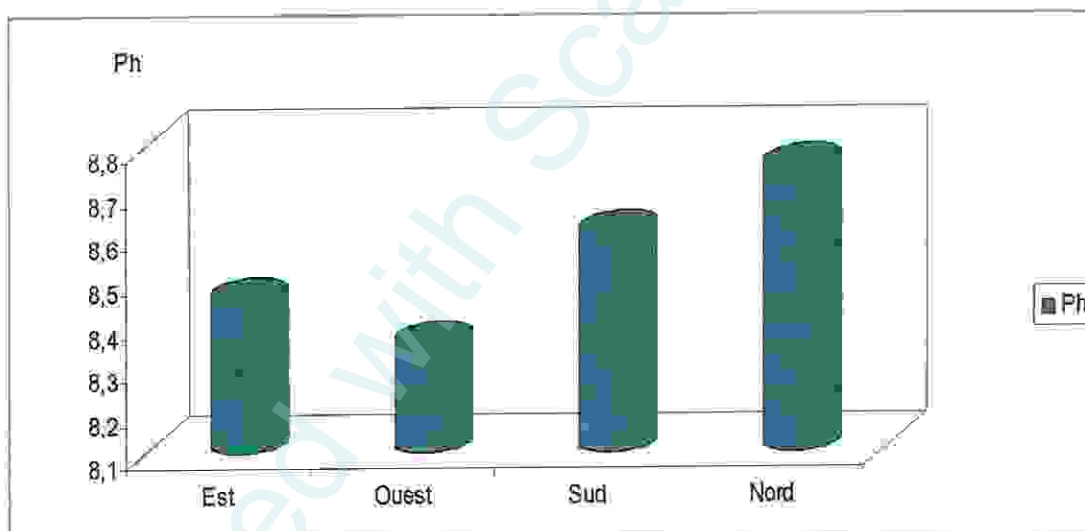
## II. Mesure physico-chimique

Les résultats des analyses physico- chimique de l'eau de lac Oubeira, nous ont montre des taux et des valeurs variables. Certains sont cependant largement supérieurs aux normes.

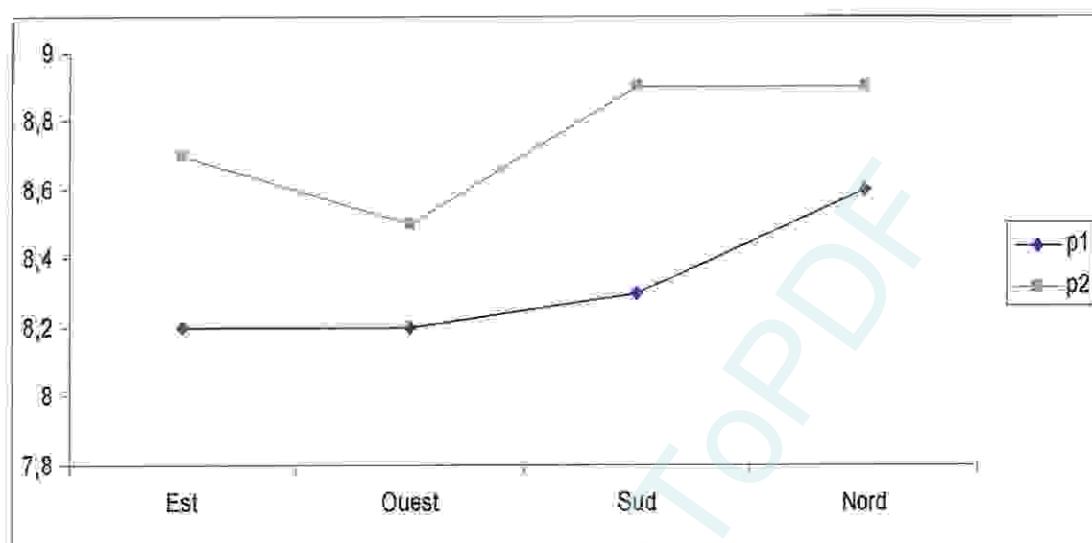
### II.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

**Tableau 18** : la variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des sites du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	8,20	8,20	8,30	8,60
04-05-2011	8,70	8,50	8,90	8,90
moyenne	8,45	8,35	8,60	8,75



**Fig. 14** : La variation moyenne de pH en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 15** : la variation temporelle de pH au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

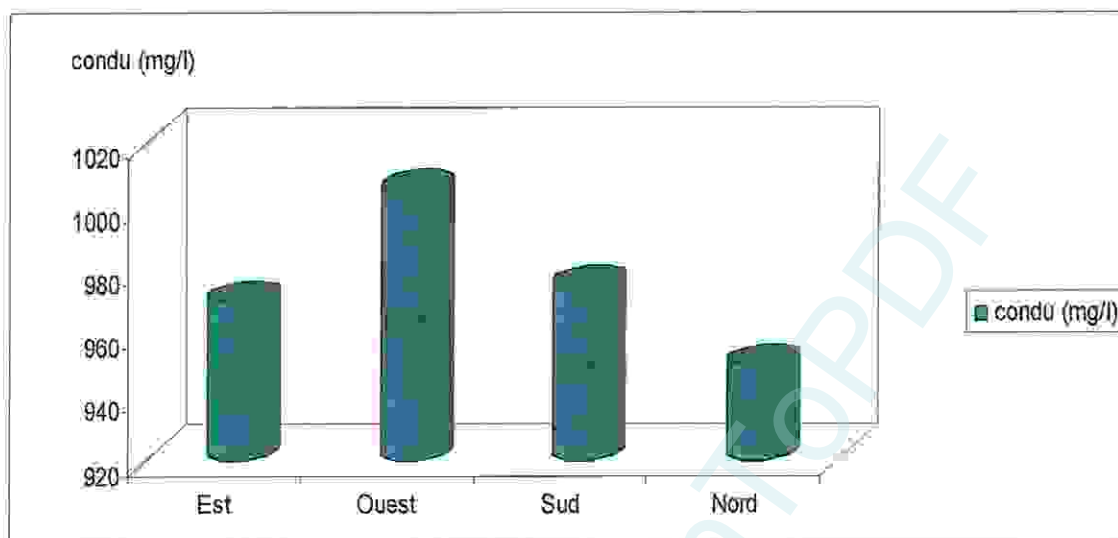
La figure ci-dessus (11), représente les valeurs des pH pour les différents sites du lac Oubeira pendant les mois d'avril et mai.

La plus part des sites présentent les mêmes valeurs à l'exception de quelques sites (pH compris entre 8.2 et 9.5), mais on note que le pH le plus élevé est obtenu au niveau du site ouest (prélèvement 2) Car notre lac est influencée par la photosynthèse de la végétation et la nature chimique des fonds avec déplacement de l'équilibre carbonique des eaux.

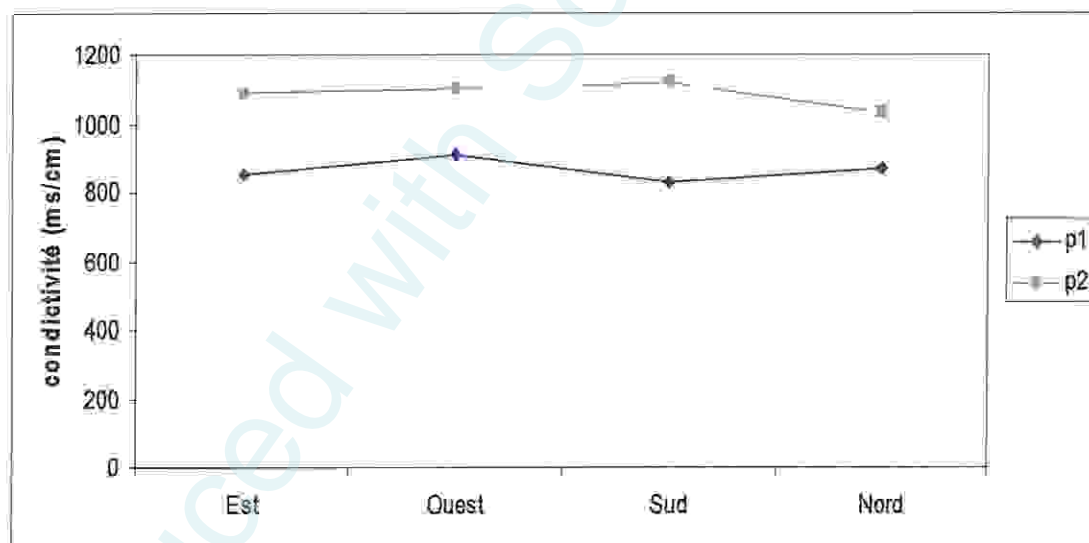
## II.2. La conductivité électrique (CE), la salinité (SAL)

**Tableau 19** : la variation de la conductivité du lac Oubeira

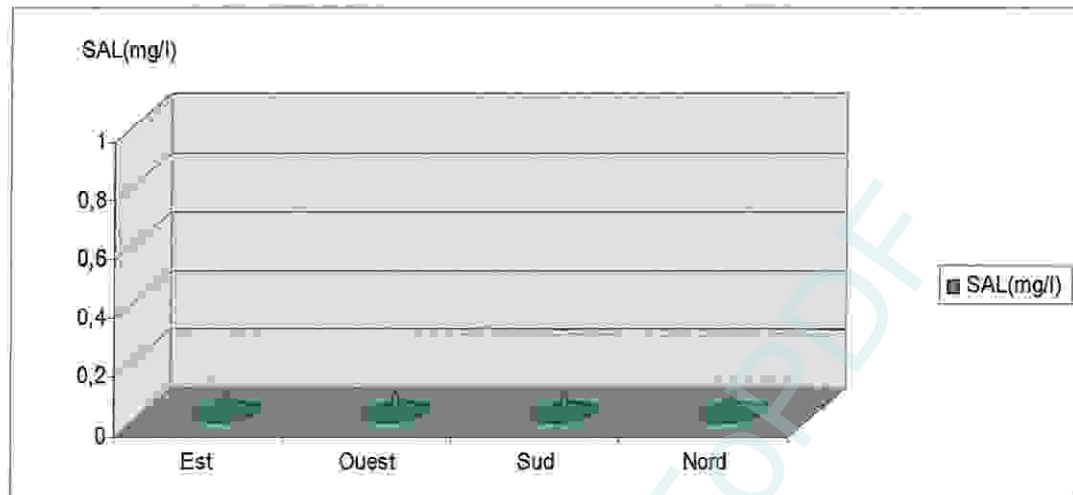
Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	850	910	830	870
04-05-2011	1090	1100	1120	1030
Moyenne	970	1005	975	950



**Fig 16** : La variation moyenne de la conductivité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig 17** : la variation temporelle de la conductivité au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



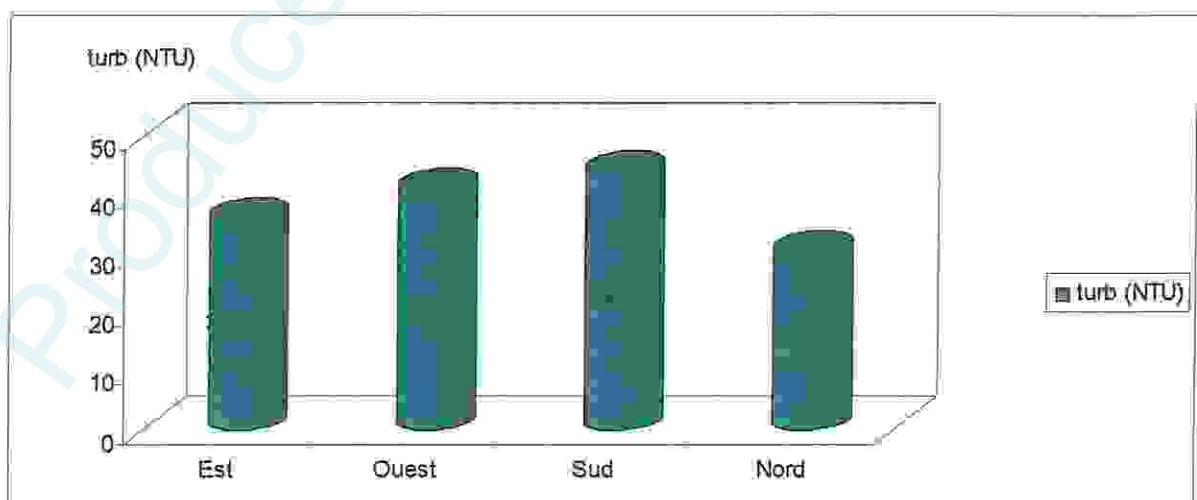
**Fig 18 :** La variation moyenne de la salinité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

La variation de la conductivité permet d'évaluer rapidement nos approximativement la minéralisation globale de l'eau nos valeurs comprise entre 830 et 1120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  la conductivité ce qui traduit une minéralisation importante.

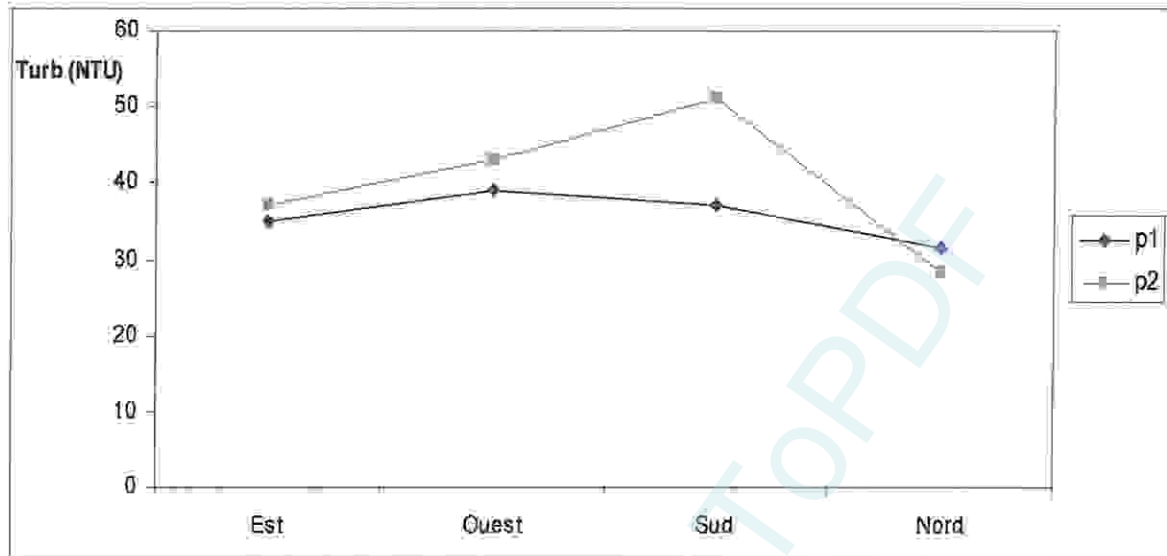
### 11.3. La turbidité

**Tableau 20 :** la variation de la turbidité du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	35	39	37,2	31,5
04-05-2011	37,1	43	51	29,3
moyenne	36,05	41	44,1	30,4



**Fig 19 :** La variation moyenne de la turbidité en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



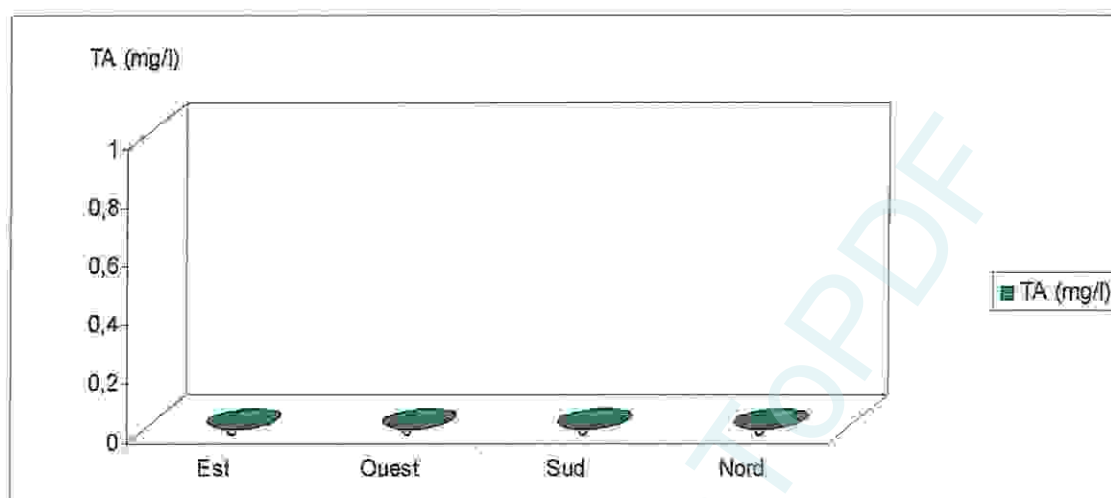
**Fig 20:** la variation temporelle de la turbidité au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les eaux de lac Oubeira ont des valeurs de la turbidité comprise entre 29,3 et 51 NTU pour les quatre sites pendant les deux mois de notre stage, cette variations augmente de l'est à l'ouest et du nord au sud, et la valeur la plus élevée de la conductivité est obtenue au niveau du site sud (prélèvement 2), ce qui empêche la propagation de la lumière dont la diminution d'intensité a pour conséquence résiduelle constitue une gêne pour l'efficacité des traitements de décontamination.

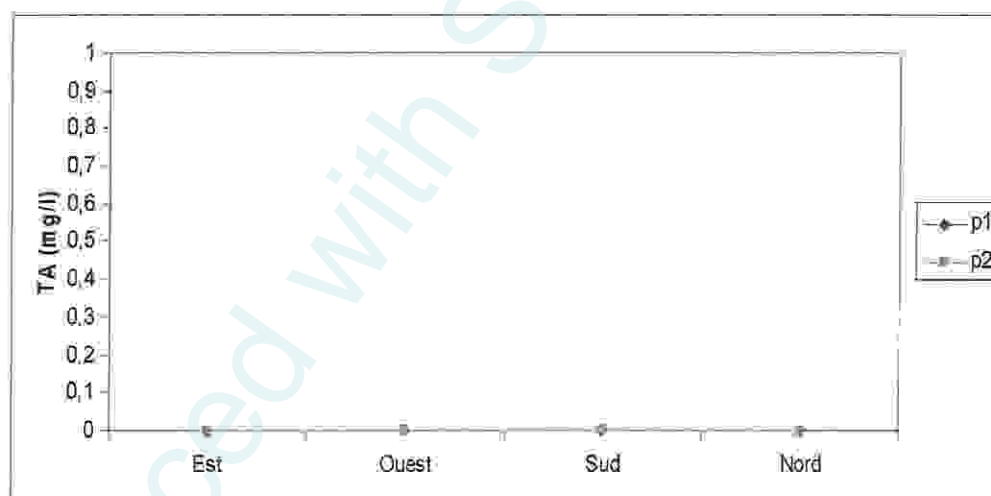
#### II.4. la température (T°)

**Tableau 21 :** la variation de la température du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	22	23	23	20
04-05-2011	20	19	18	19
moyenne	21	21	25	19,5



**Fig. 23** : La variation moyennes de titre alcalimétrique en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

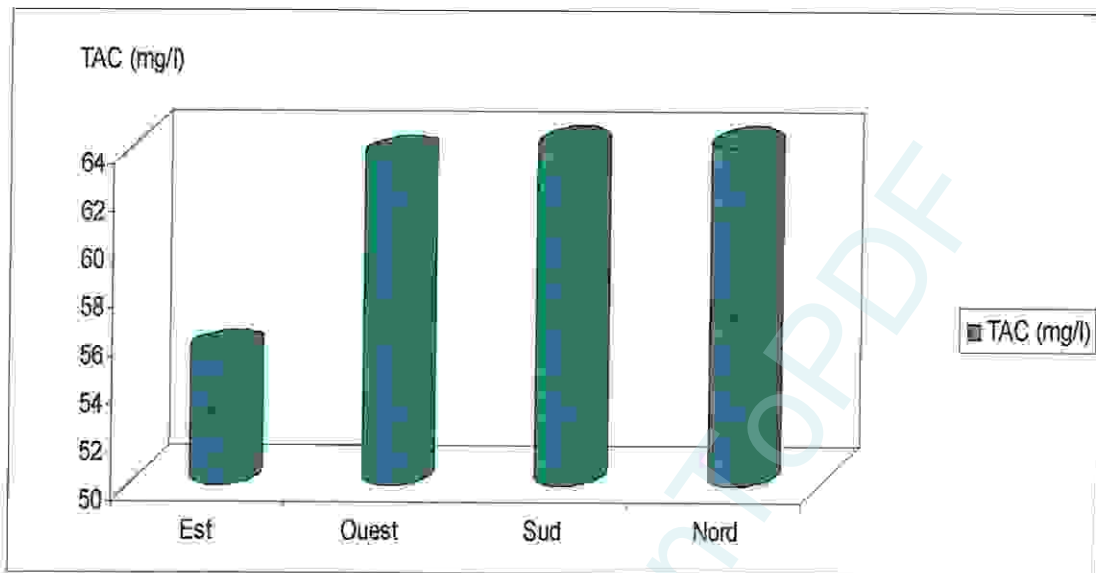


**Fig. 24** : la variation temporelle de titre alcalimétrique au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

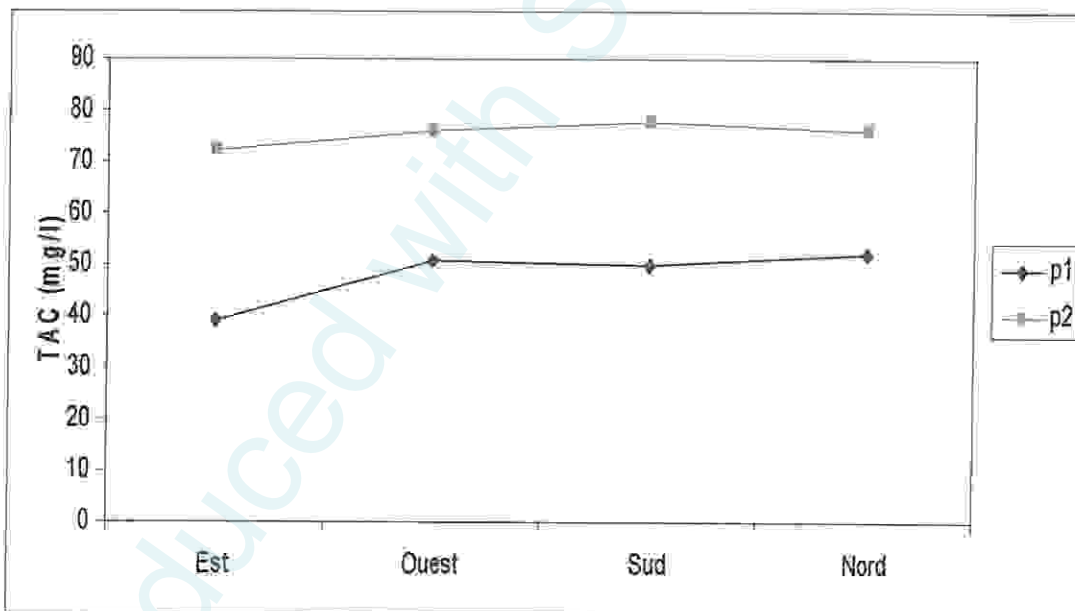
### II.5.2. le titre alcalimétrique complet (TAC)

**Tableau 23** : la variation de titre alcalimétrique complet (TAC) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	39	51	50	52
04-05-2011	72	76	78	76
moyenne	55,5	63,6	64,0	64,0



**Fig. 25 :** La variation moyenne de titre alcalimétrique complet (TAC) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 26:** la variation temporelle de titre alcalimétrique complet (TAC) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les valeurs du TA des sites augmentent d'un site à l'autre cet évolution est en fonction des conditions naturelles (conditions météorologiques, caractéristiques de l'eau d'appoint, etc.)

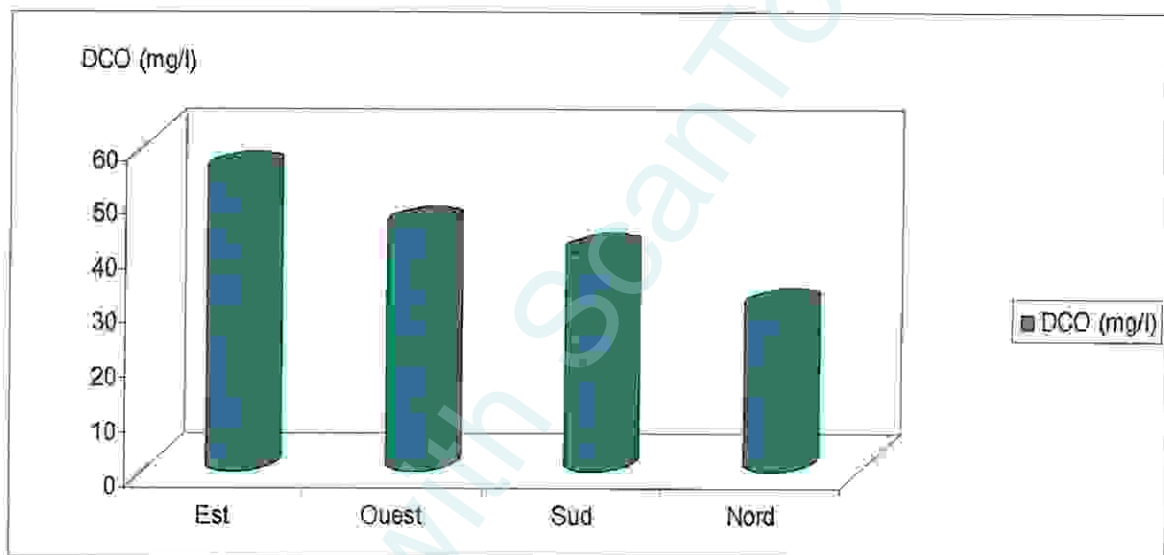


### III. Substance et critère chimique (indicateurs de pollution)

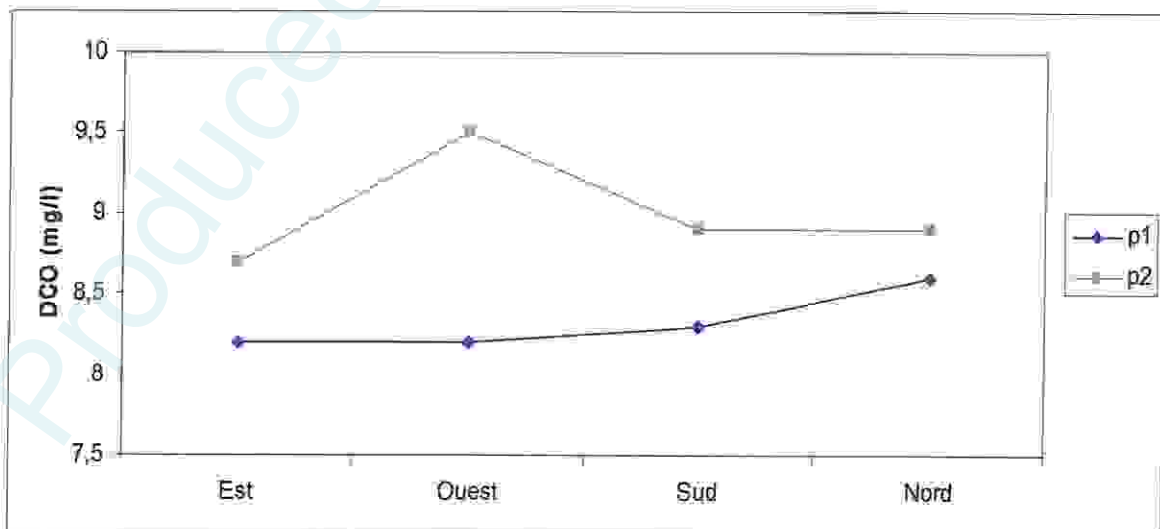
#### III.1. La demande chimique en oxygène (DCO)

**Tableau 24** : la variation de la demande chimique en oxygène (DCO) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	80	50	60	40
04-05-2011	30	40	20	20
moyenne	55	45	40	30



**Fig. 27** : La variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig 28** : la variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

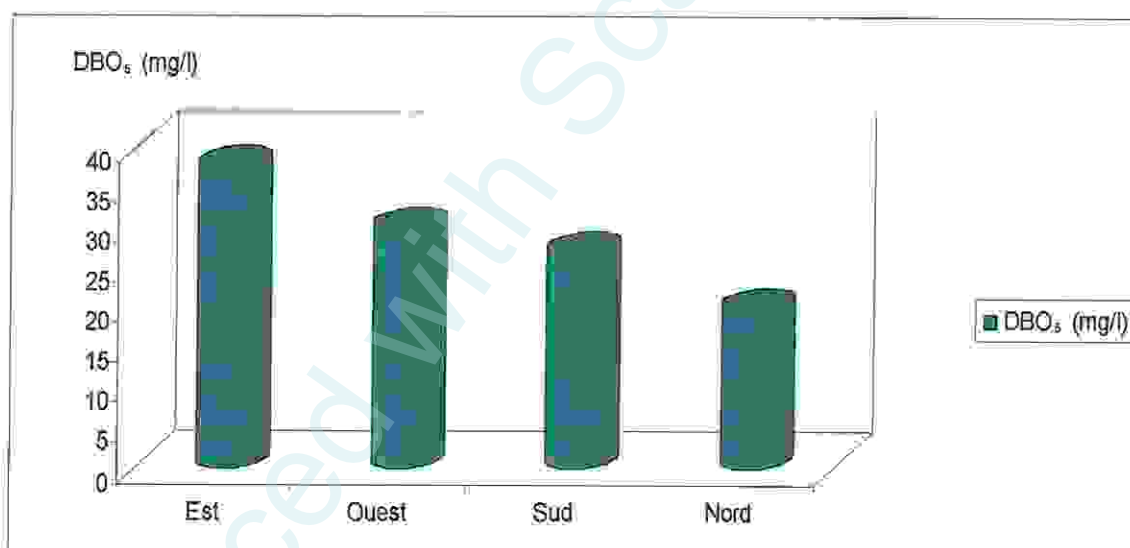
Les valeurs présentent une variation irrégulière et importantes d'un site à l'autre pour le 1er et 2eme prélèvement ce qui expriment que les composés azotés ainsi que certains noyaux aromatiques et certaines chaînes aliphatiques retrouvées peuvent échapper à l'oxydation.

### III. 2. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

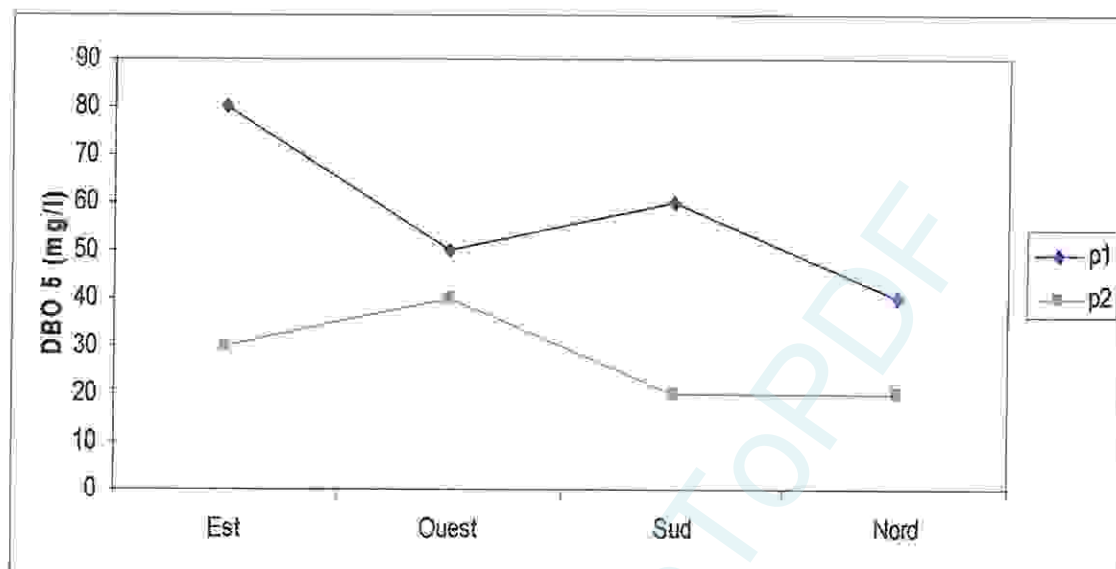
**Tableau 27** : la variation de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) du lac

Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	54	33	40	26
04-05-2011	21	27	14	14
moyenne	37,5	30	27	20



**Fig. 29** : La variation moyenne de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



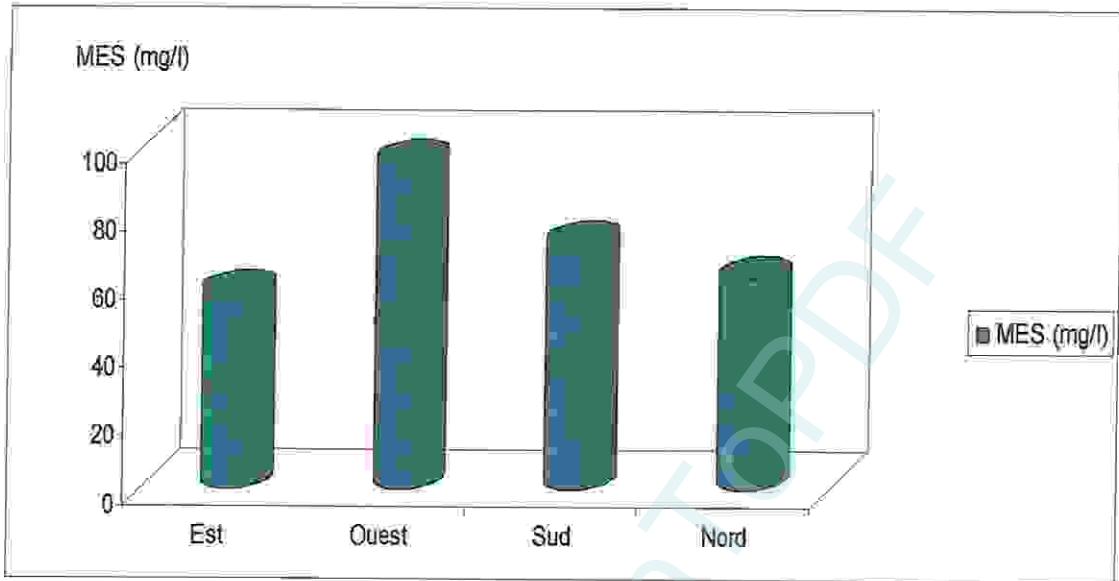
**Fig. 30** : la variation temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> présentent des variations irrégulières et importantes d'un site à l'autre pour le 1<sup>er</sup> prélèvement, or dans le 2<sup>ème</sup> prélèvement on remarque une augmentation de la DBO<sub>5</sub> du site Est au site Ouest, ce qui permet de noter que la dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protidiques des matières organiques existants dans le lac un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées.

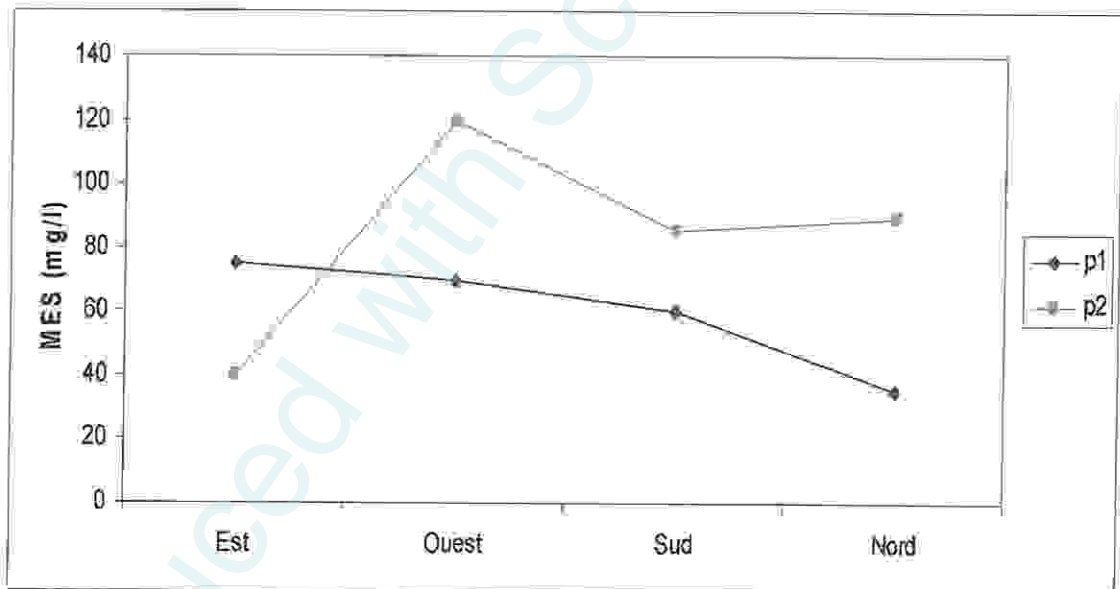
### III. 3. Matières en suspension (MES)

**Tableau 26** : la variation de la matière en suspension (MES) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	75	70	60	35
04-05-2011	40	121,5	85	89
moyenne	57,5	95,75	72,5	62



**Fig. 31 :** La variation moyennes de la matière en suspension (MES) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

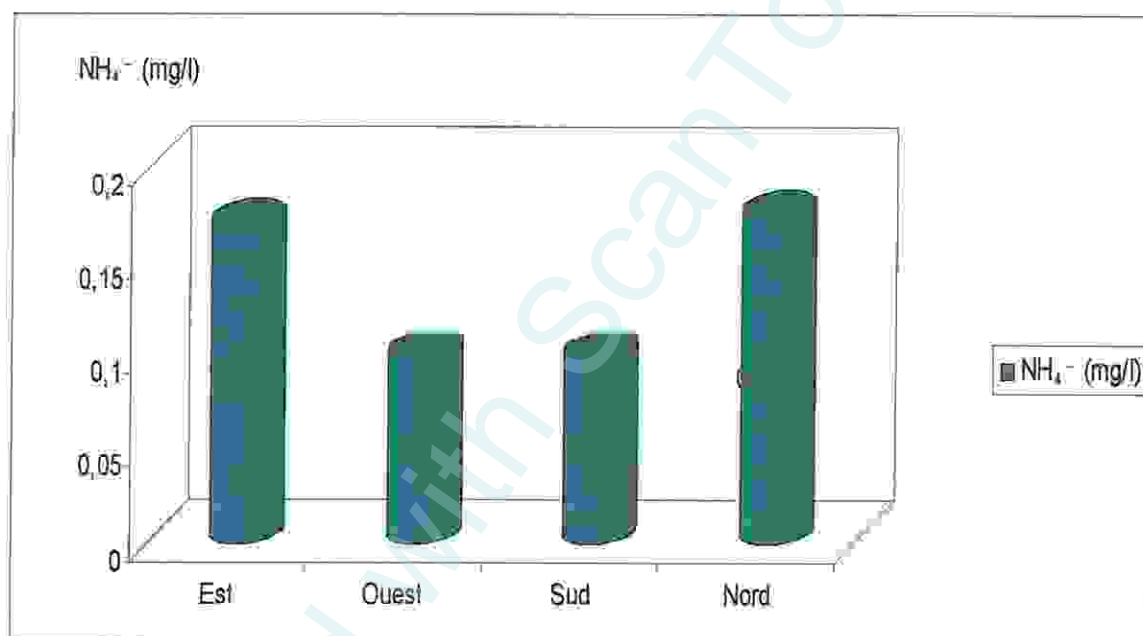
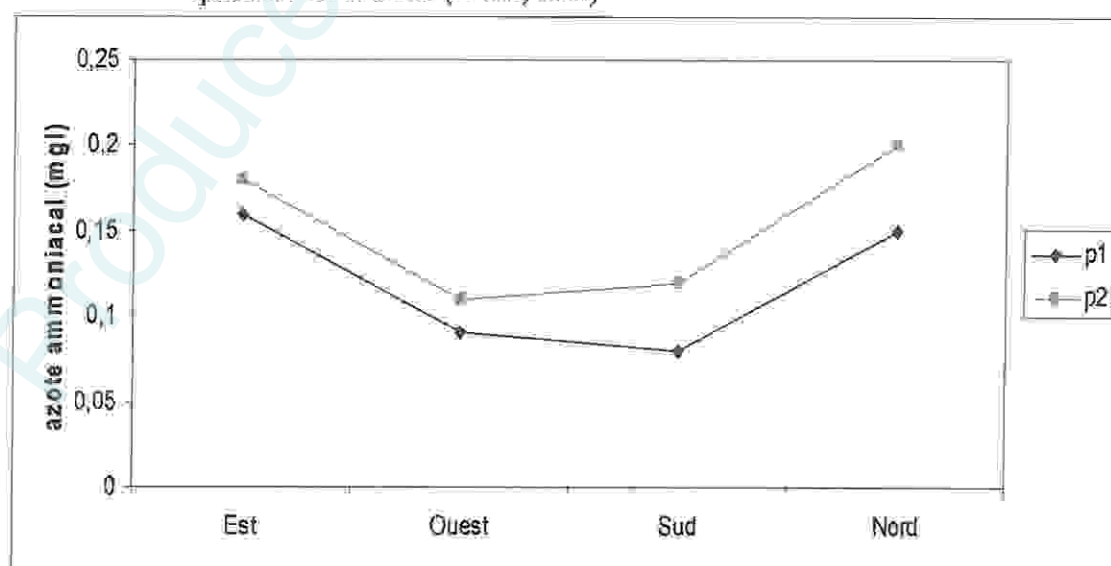


**Fig. 32 :** la variation temporelle de la matière en suspension (MES) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les concentrations des MES observées au niveau des eaux du lac Oubeira sont importantes d'un site à l'autre durant les deux mois mais la valeur la plus élevée est observée au niveau du site ouest (prélèvement 2). Car ces augmentations interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'adsorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes.

III.4. l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^-$ )**Tableau 27** : la variation de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^-$ ) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,16	0,09	0,08	0,15
04-05-2011	0,18	0,11	0,12	0,20
moyenne	0,17	0,10	0,10	0,175

**Fig. 33** : La variation moyenne de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^-$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)**Fig. 34**: la variation temporelle de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^-$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

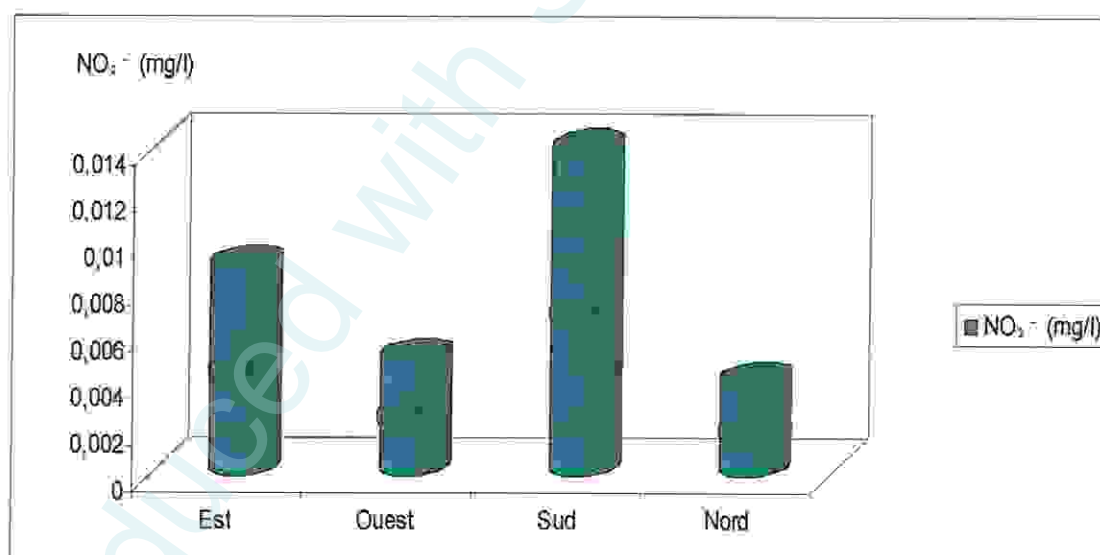
La figure ci-dessus (30), représente les valeurs de l'azote ammoniacal pour les différents sites du lac Oubeira pendant les mois d'avril et mai.

L'allure des deux courbes est presque identique, elle montre une légère variation de l'azote ammoniacal en fonction des quatre sites pendant les deux mois, cependant nous remarquons que l'azote ammoniacal le plus élevé est obtenu au niveau du site Nord (prélèvement 2)

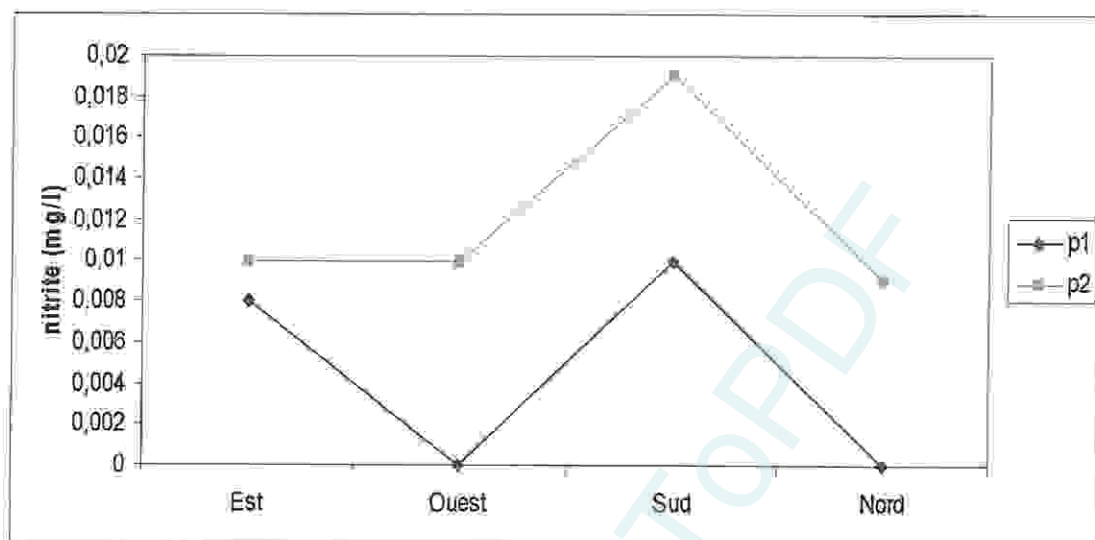
### III.5. Les Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

**Tableau 28** : la variation de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,008	0	0,010	0
04-05-2011	0,010	0,010	0,019	0,009
moyenne	0,009	0,005	0,014	0,004



**Fig. 35** : La variation moyenne de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



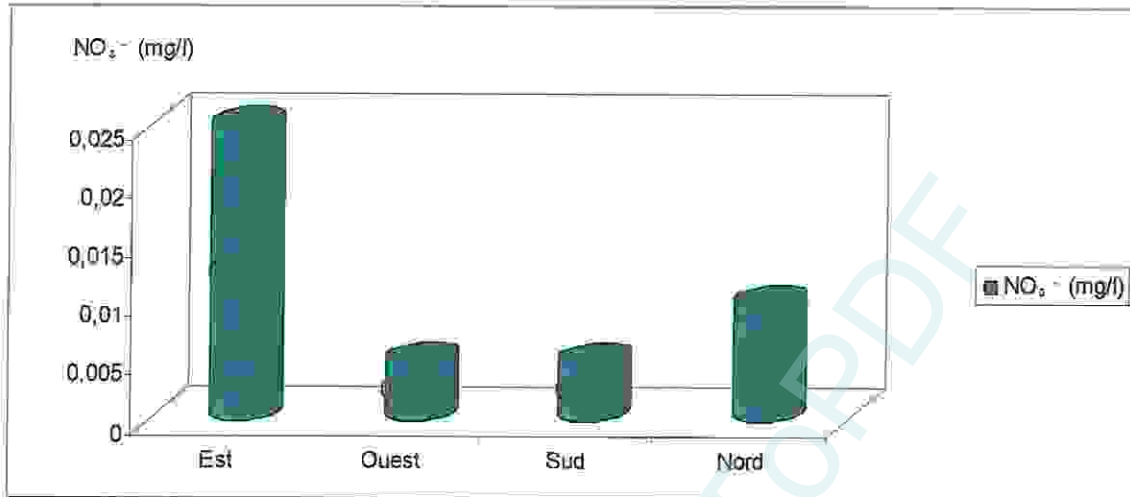
**Fig. 36 :** la variation temporelle de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les eaux de lac Oubeira ont des valeurs du nitrite variées entre 0et 0,19 pour les quatre sites pendant les deux moi ces concentration proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.

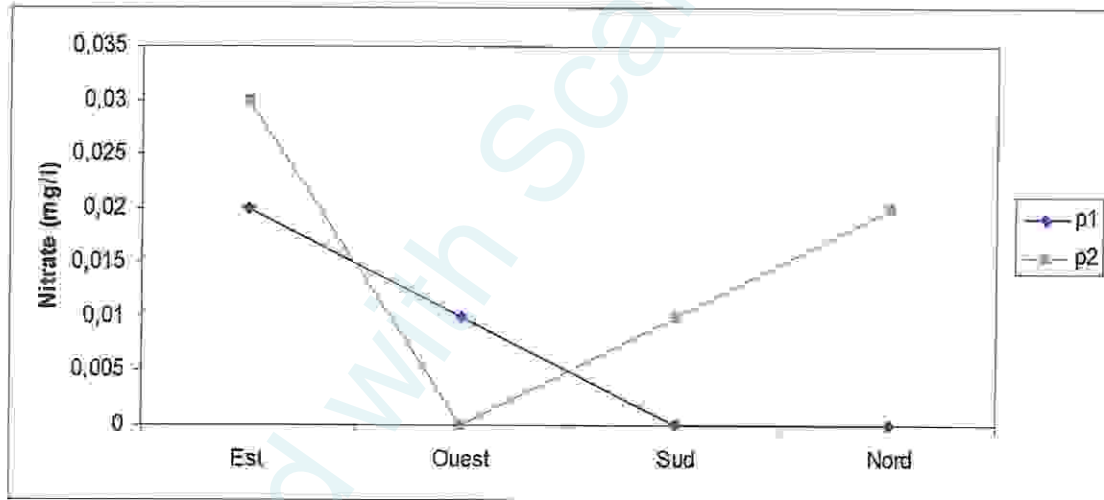
### III.6. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

**Tableau 29 :** la variation de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,020	0,010	0	0
04-05-2011	0,030	0	0,01	0,020
moyenne	0,025	0,005	0,005	0,010



**Fig. 37 :** La variation moyenne de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 38 :** la variation temporelle de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

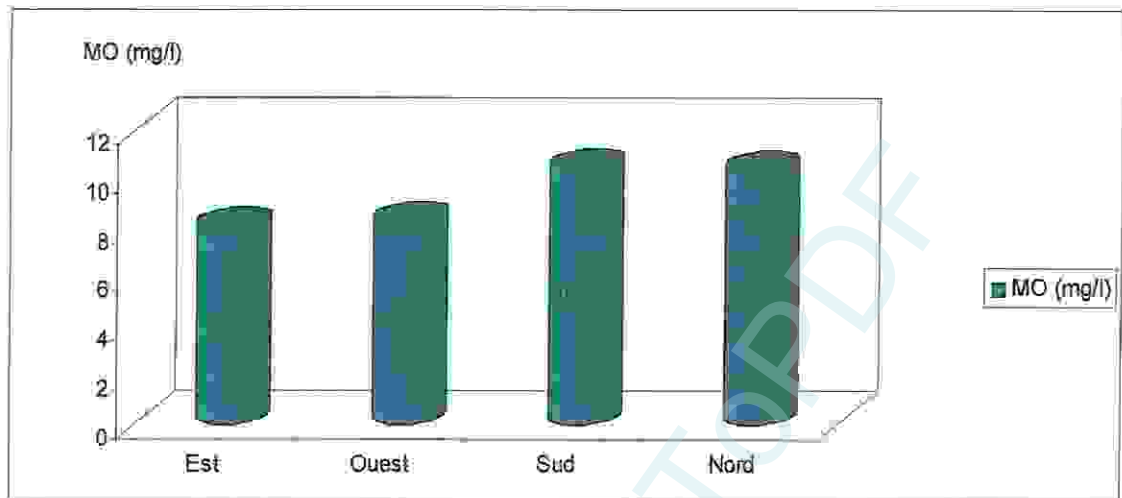
La variation du nitrate en fonction des quatre sites est variées le taux de nitrates selon la saison et l'origine des eaux (lac) seulement que de nitrate le plus élevé est obtenu au niveau du site Est (prélèvement 2).

### III.8. Matière organique (MO)

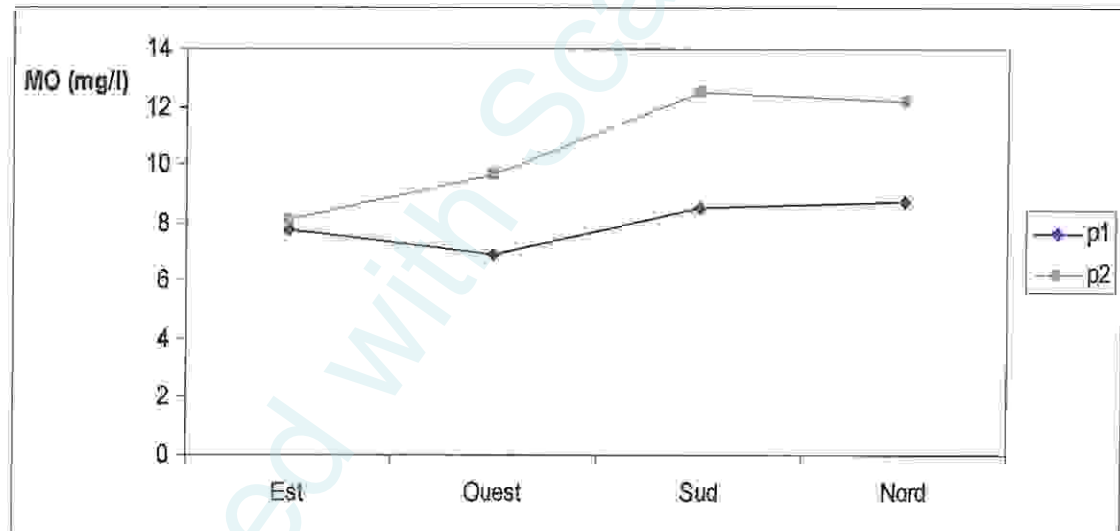
**Tableau 30 :** la variation de la matière organique (MO) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	7,8	6,9	8,5	8,7
04-05-2011	8,4	9,7	12,5	12,2
moyenne	8,1	8,3	10,5	10,4





**Fig. 39 :** La variation moyenne de la matière organique (MO) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 40 :** la variation temporelle de la matière organique (MO) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les teneurs en MO présentent des variations importantes d'un site à l'autre durant les deux mois ces valeurs comprises entre 6,9 et 12,2 mg/l pour les quatre sites pendant les deux mois en donnant l'apparition de mauvaise odeur

### III.9. Dosage des métaux lourds

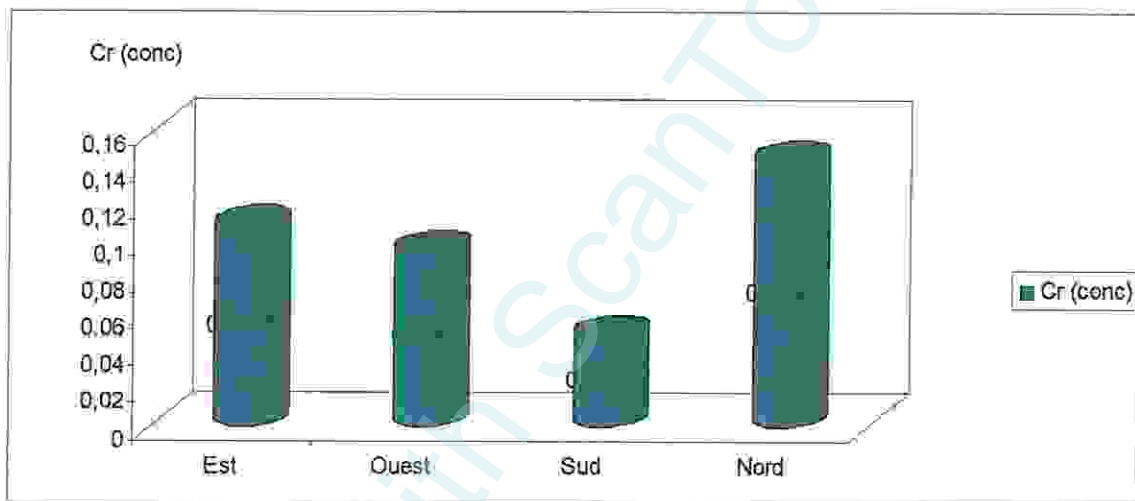
Les métaux lourds se présentent naturellement dans les eaux superficielles sous forme de trace, et avec des teneurs élevées dans les eaux polluées.

Le dosage du plomb, cadmium, zinc, cuivre et chrome contenant dans les eaux du lac Oubeira montre des taux approximativement élevé ces éléments.

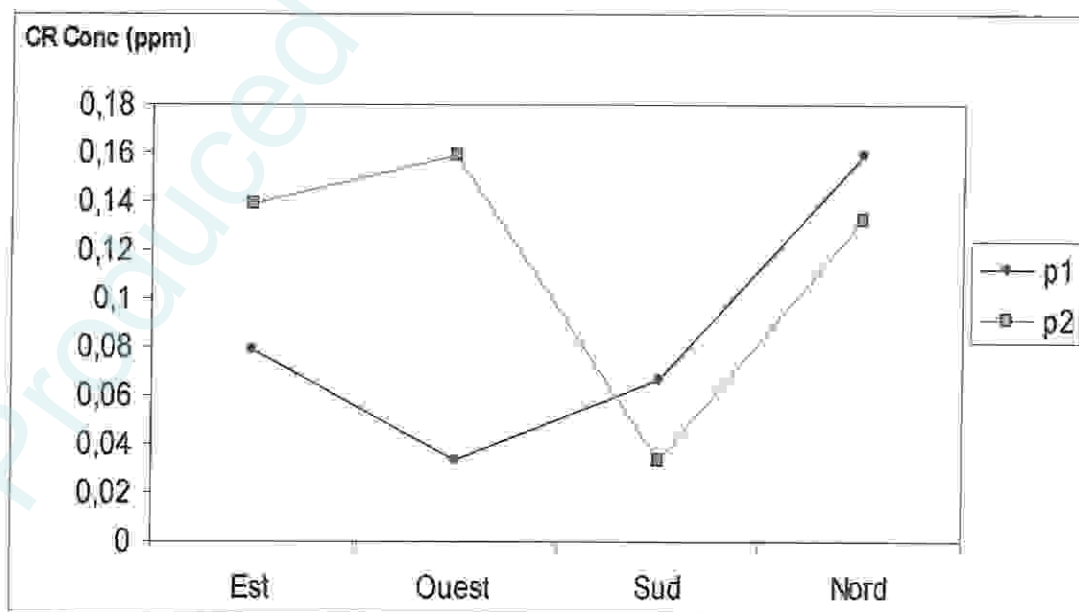
III.9.1. Le chrome

**Tableau 31** : la variation de chrome (Cr) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,0794	0,0331	0,0662	0,1589
04-05-2011	0,1390	0,1589	0,0331	0,1324
moyenne	0,1092	0,0960	0,0496	0,1456



**Fig. 41** : La variation moyenne de chrome (Cr) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



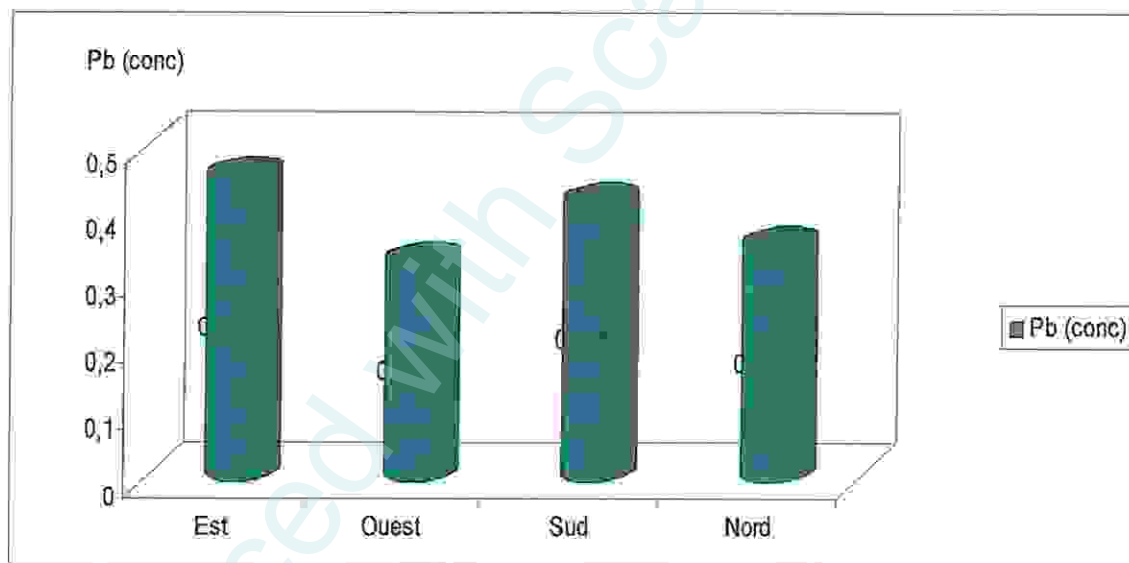
**Fig. 42** : la variation temporelle de chrome (Cr) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les valeurs du chrome présentent des variations faibles d'un site à l'autre la valeur la plus importante ont été enregistrées au niveau des deux sites nord et ouest pour le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> prélèvement respectivement car sa solubilité est faible vis-à-vis des phénomènes de lessivage des sols.

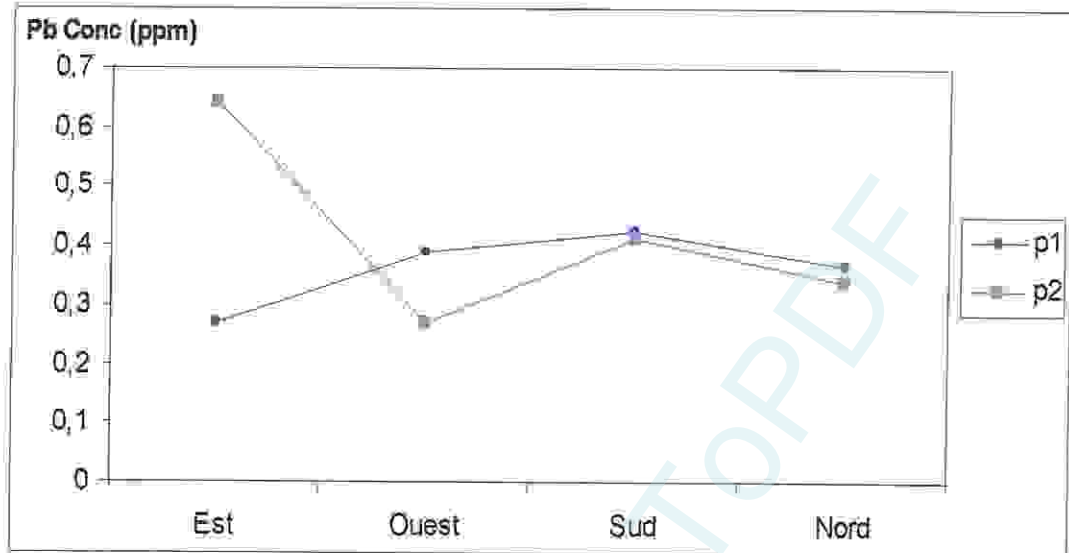
### III.9.2. plomb

**Tableau 32** : la variation de plomb (Pb) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,2671	0,3886	0,4250	0,3643
04-05-2011	0,6436	0,2671	0,4128	0,3400
moyenne	0,4553	0,3278	0,4189	0,3521



**Fig. 43** : La variation moyenne de plomb (Pb) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig 44** : la variation temporelle de plomb (Pb) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

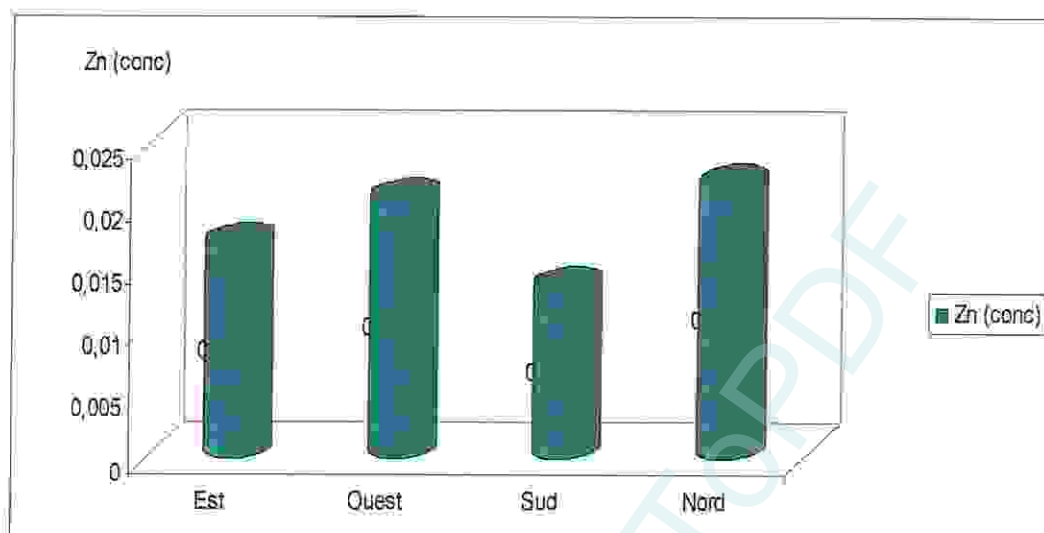
Les eaux de lac Oubeira ont des valeurs du plomb comprises entre 0,2671 et 0,6436 Ppm pour les quatre sites pendant les deux mois.

Le plomb est un constituant naturel, largement réparti dans la croûte terrestre la présence de plomb à des teneurs plus élevées, qu'il soit solubilisé ou fixé sur les matières en suspension en indique une pollution en plomb

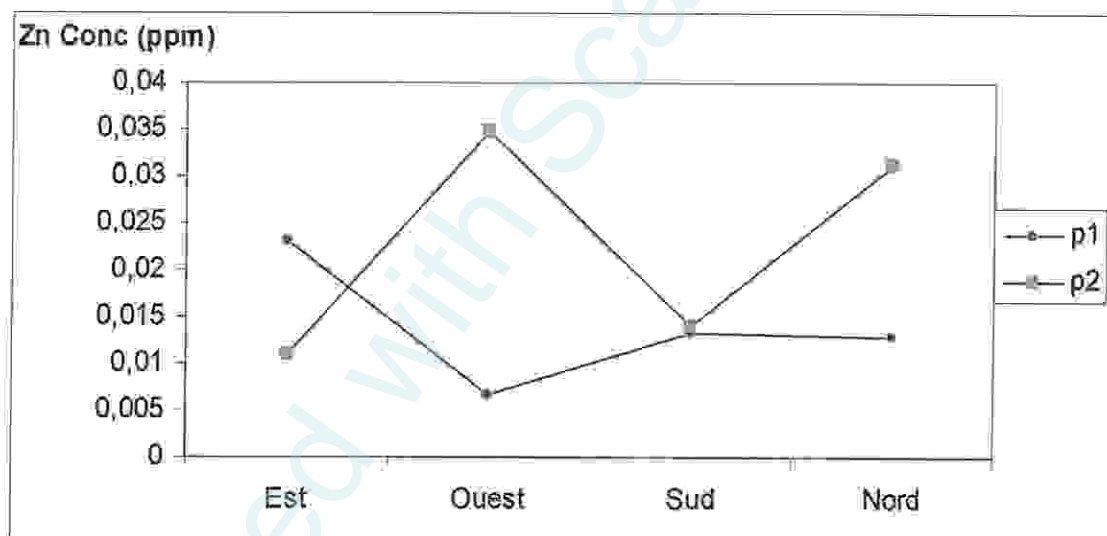
### III.9.3. Zinc

**Tableau 33** : la variation de zinc (Zn) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,0232	0,0067	0,0134	0,0128
04-05-2011	0,0110	0,0348	0,0140	0,0311
moyenne	0,0171	0,0207	0,0137	0,0219



**Fig. 45** : La variation moyenne de zinc (Zn) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



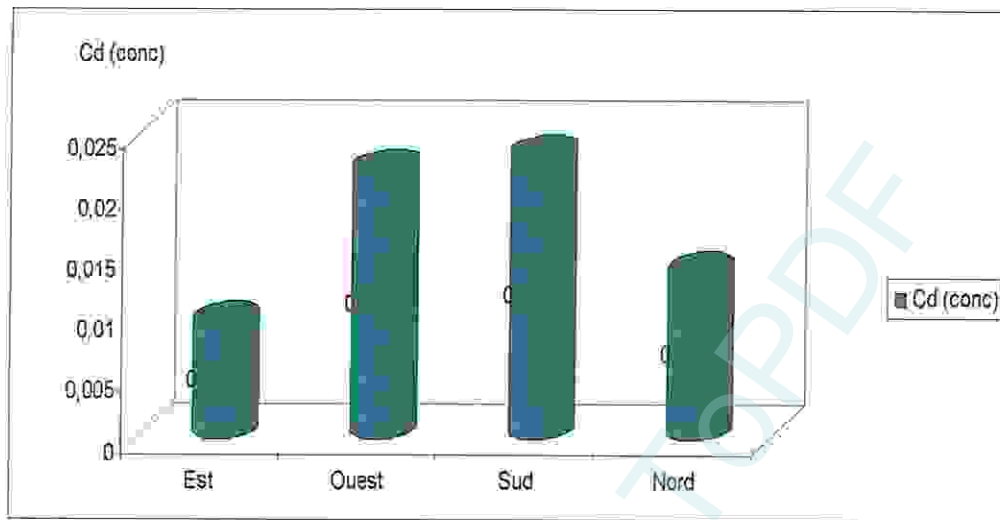
**Fig. 46** : la variation temporelle de zinc (Zn) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les eaux de lac Oubeira ont des concentrations du zinc comprises entre 0,0110 et 0,0348 mg/l pour les quatre sites pendant les deux mois.

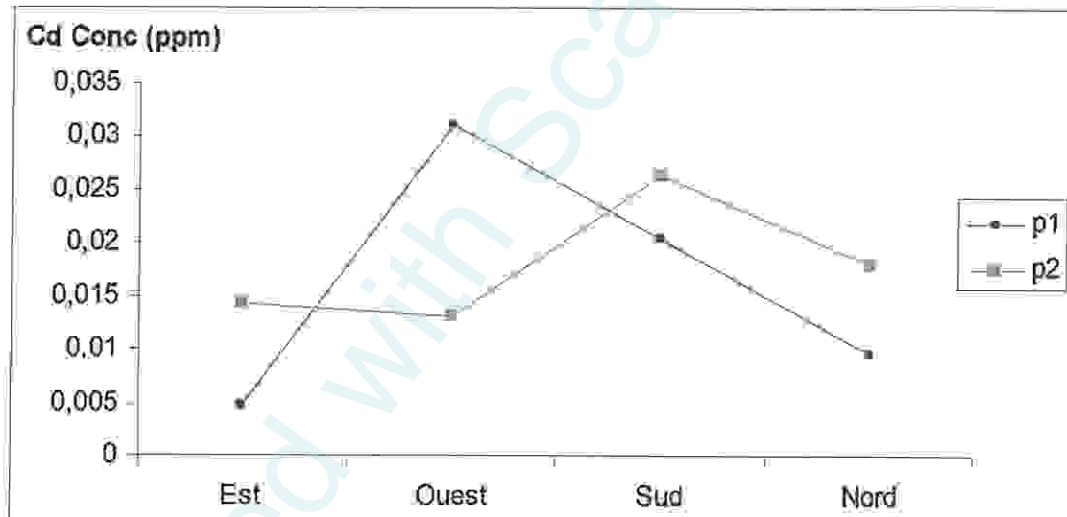
#### III.9.4. cadmium

**Tableau 34** : la variation de cadmium (Cd) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	0,0048	0,0311	0,0204	0,0096
04-05-2011	0,0144	0,0132	0,0264	0,0180
moyenne	0,0096	0,0221	0,0234	0,0138



**Fig. 47 :** La variation moyenne de cadmium (Cd) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 48 :** la variation temporelle de cadmium (Cd) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Les valeurs du cadmium présentent des variations importantes d'un site à l'autre durant les deux mois, cependant nous remarquons que la valeur la plus élevée est observée au niveau du site Ouest (prélèvement 1).

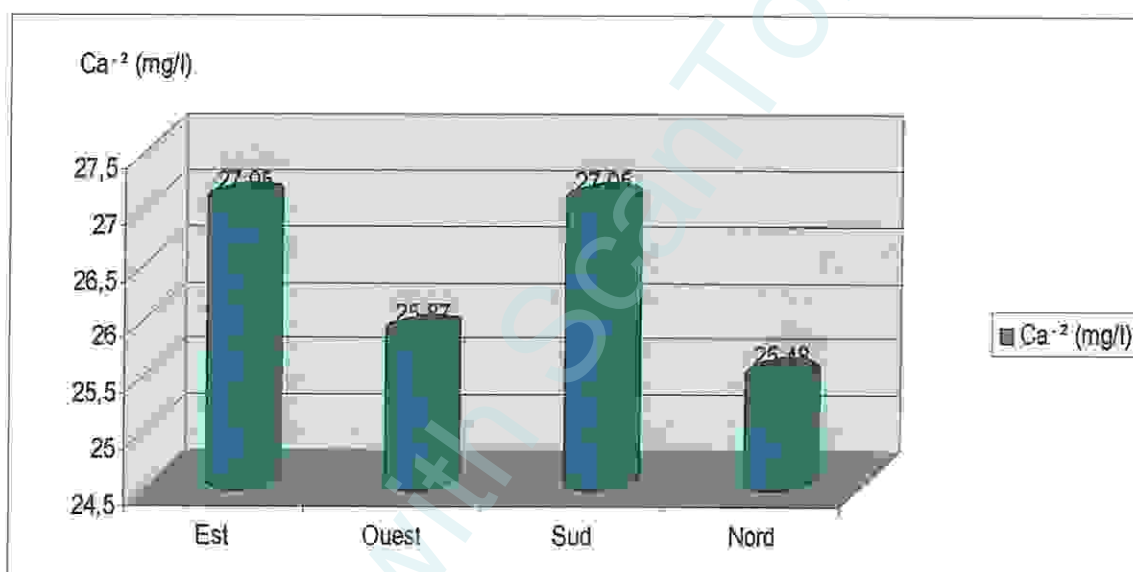
Dans la nature le cadmium est généralement associé au zinc ; ces concentrations le cadmium peut aussi être entraîné par les pluies à partir des fumées industrielles. il peut aussi provenir de sa dissolution à partir de certaines canalisations galvanisées ou en matière plastique.

IV. Minéralisation globale

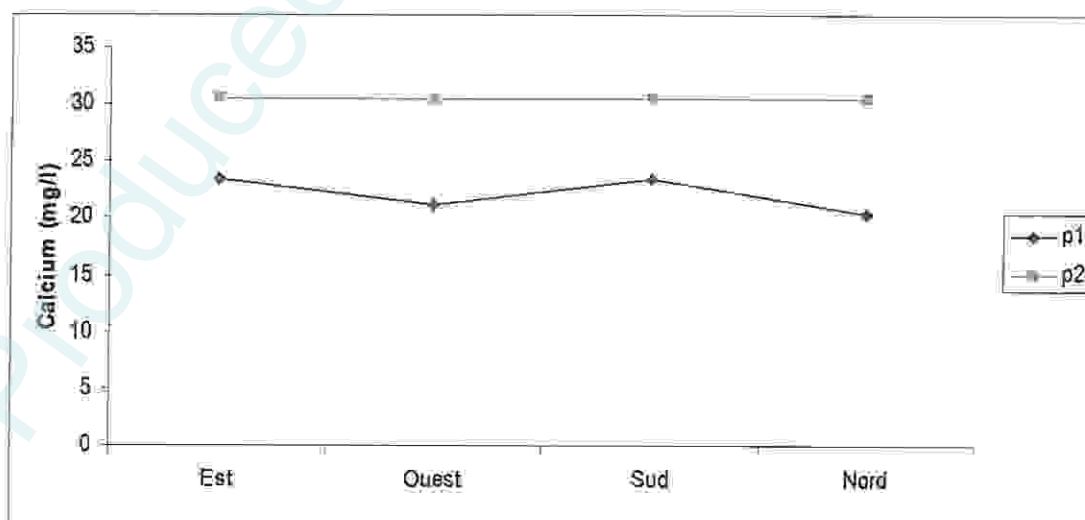
IV. 1. Le calcium ( $Ca^{2+}$ )

**Tableau 35** : la variation de calcium ( $Ca^{2+}$ ) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	23,52	21,17	23,52	20,38
04-05-2011	30,58	30,58	30,58	30,58
moyenne	27,05	25,87	27,05	25,48



**Fig. 49** : La variation moyenne de calcium ( $Ca^{2+}$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



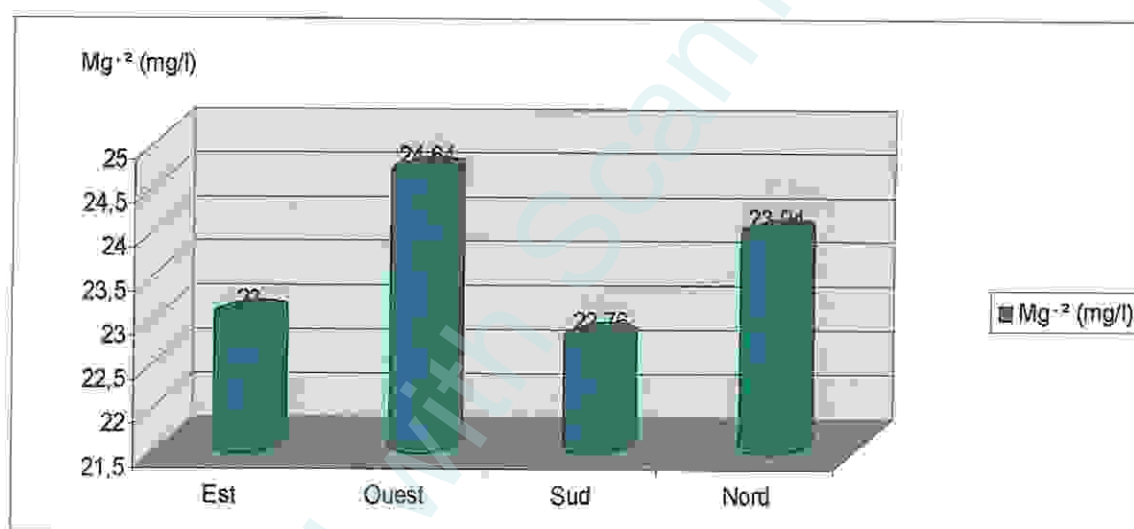
**Fig. 50** : la variation temporelle de calcium ( $Ca^{2+}$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

Le calcium est un métal alcalin terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc.

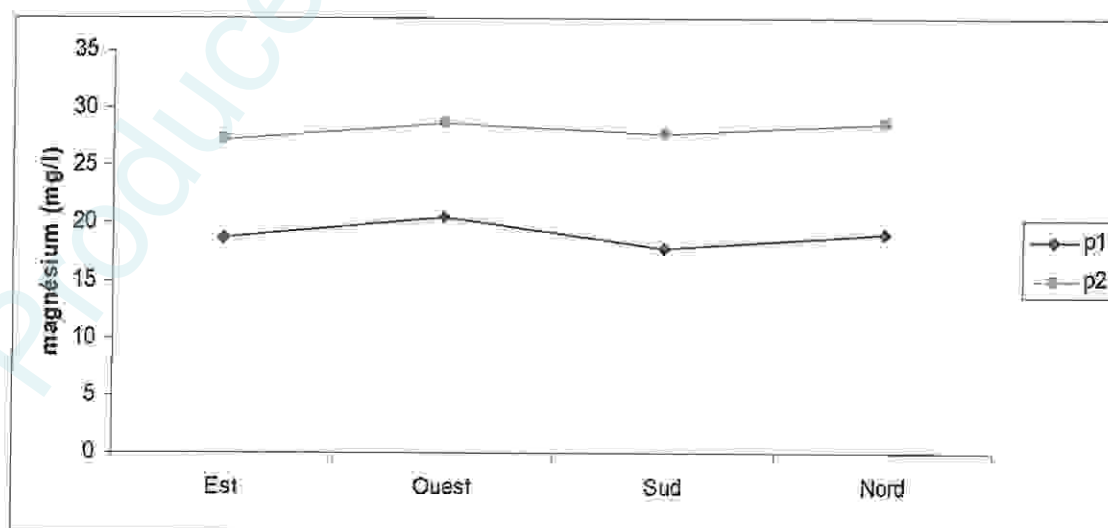
#### IV.2. Le magnésium ( $Mg^{2+}$ )

**Tableau 36** : la variation de magnésium ( $Mg^{2+}$ ) du lac Oubeira.

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	18,72	20,59	17,78	19,18
04-05-2011	27,28	28,70	27,75	28,70
moyenne	23,00	24,64	22,76	23,94



**Fig. 51** : La variation moyenne de magnésium ( $Mg^{2+}$ ) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 52** : la variation temporelle de magnésium ( $Mg^{2+}$ ) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

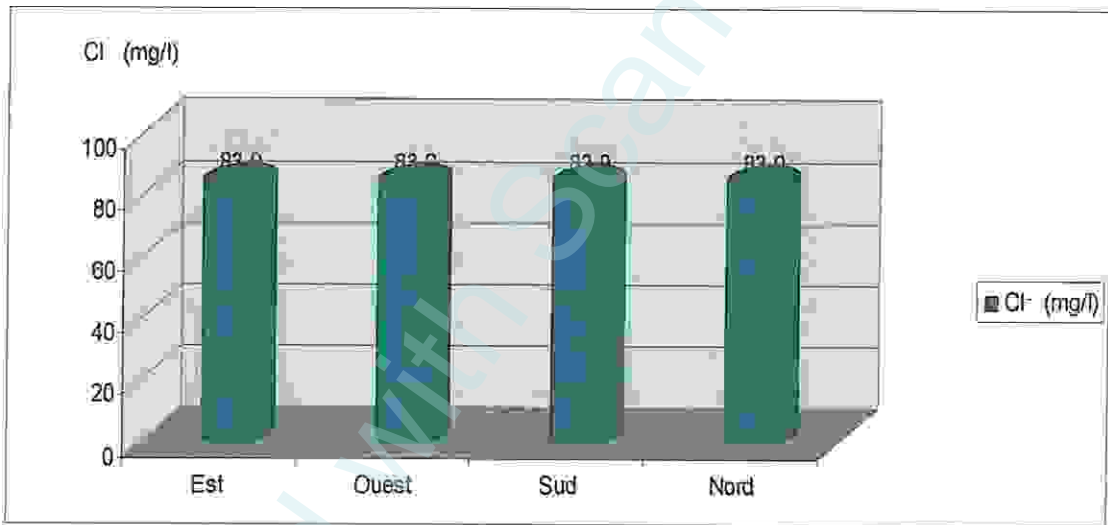


Les concentrations de magnésium notes au niveau des eaux du lac Oubeira sont variées en fonction des sites et cet variation dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées.

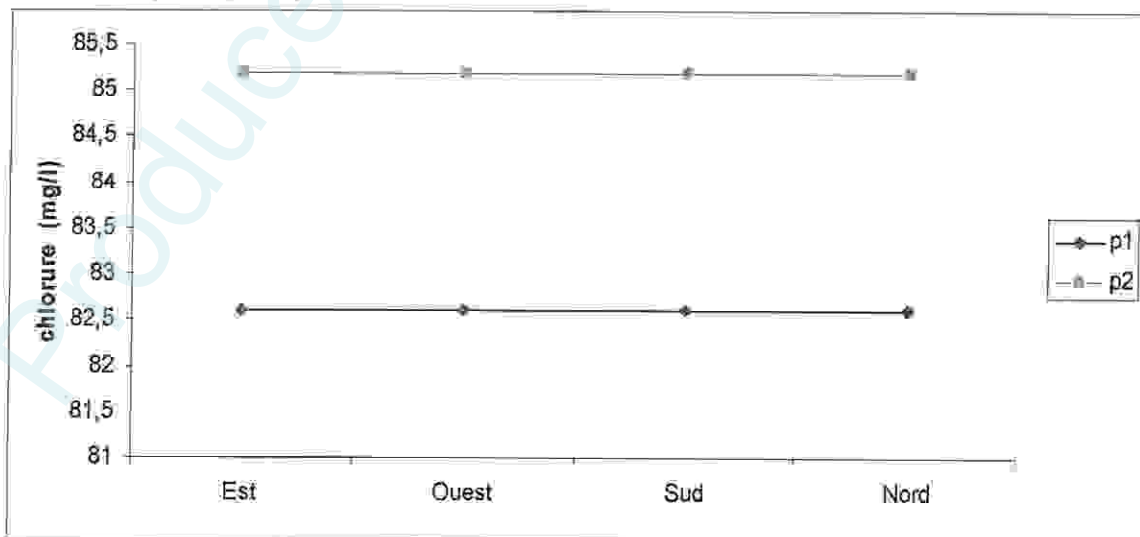
**IV.3. Le chlorure (Cl<sup>-</sup>)**

**Tableau 37** : la variation de chlorure (Cl<sup>-</sup>) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	82,6	82,6	82,6	82,6
04-05-2011	85,2	85,2	85,2	85,2
moyenne	83,9	83,9	83,9	83,9



**Fig. 53** : La variation moyenne de chlorure (Cl<sup>-</sup>) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 54** : la variation temporelle de chlorure (Cl<sup>-</sup>) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

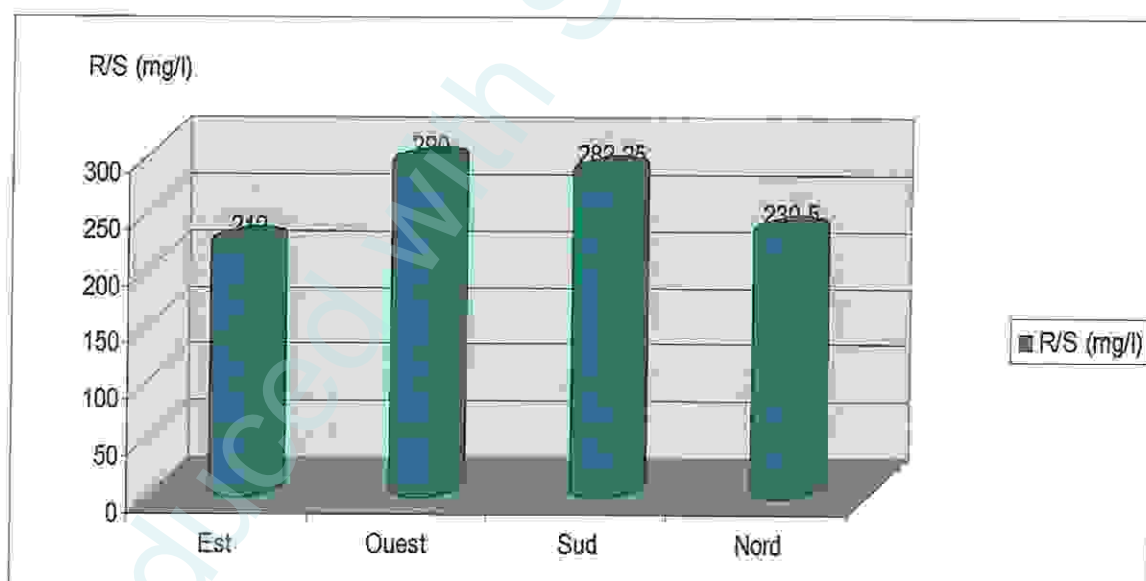
Les valeurs de chlorure de l'eau du lac Oubeira obtenus sont représentées sur la figure (50), on remarque une valeur fixe et stable au niveau des quatre sites étudiés pour le 1<sup>er</sup> prélèvement et le 2<sup>ème</sup> prélèvement.

Les teneurs en chlorures des eaux naturelles sont susceptibles de subir des variations provoquées - dans les zones urbaines et industrielles par des pollutions liées à des eaux usées (mines de potasse: 1kg de potasse donne 3kg de sels résiduaire, réalisation de stockages pétroliers, industries chimiques)

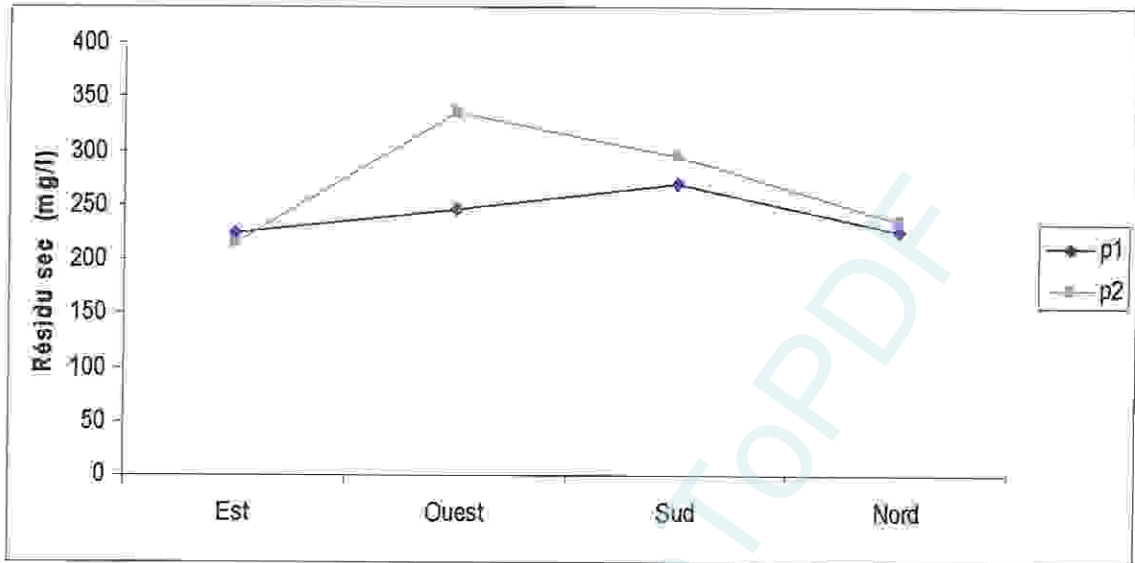
#### IV.4. les résidus sec (S/R)

**Tableau 38** : la variation de résidu sec (S/R) du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	223	245	270	225,5
04-05-2011	215	335	294,5	235,5
moyenne	219	290	282,25	230,5



**Fig. 55** : La variation moyenne de résidu sec (S/R) en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 56 :** la variation temporelle de résidu sec (S/R) au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

La figure ci-dessus (52), représente les valeurs de résidu sec pour les différents sites du lac Oubeira pendant les mois d'avril et mai

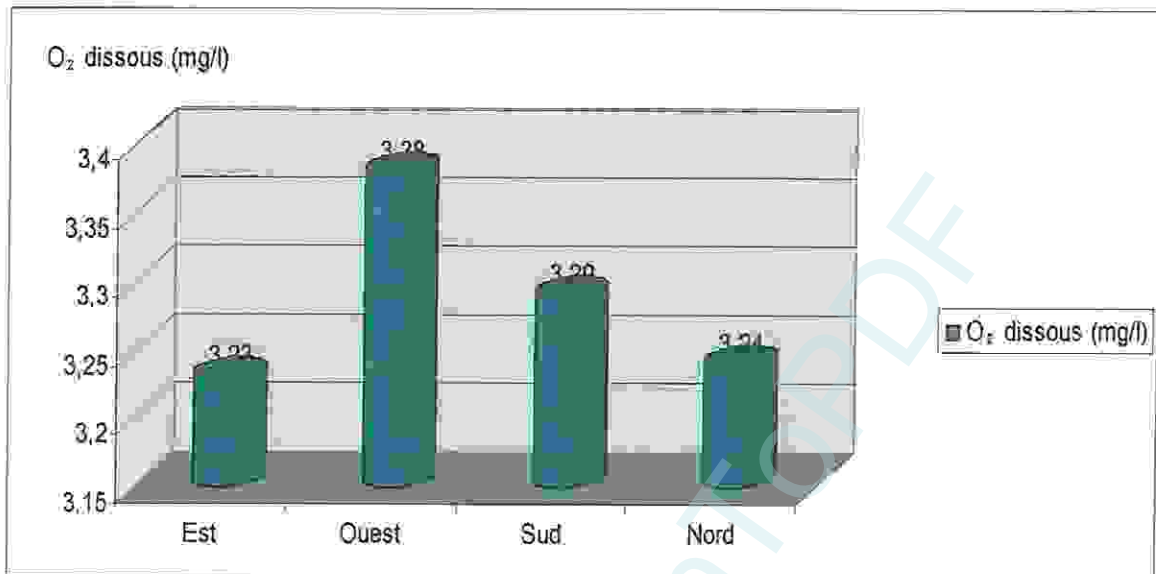
Les eaux de lac Oubeira ont des valeurs de l'oxygène dissous compris entre 2,15 et 3,35 (mg/l) pour les quatre sites pendant les deux mois. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles; les valeurs obtenues permettent d'apprécier la minéralisation de l'eau devient désagréable.

## V. Les gaz de l'eau

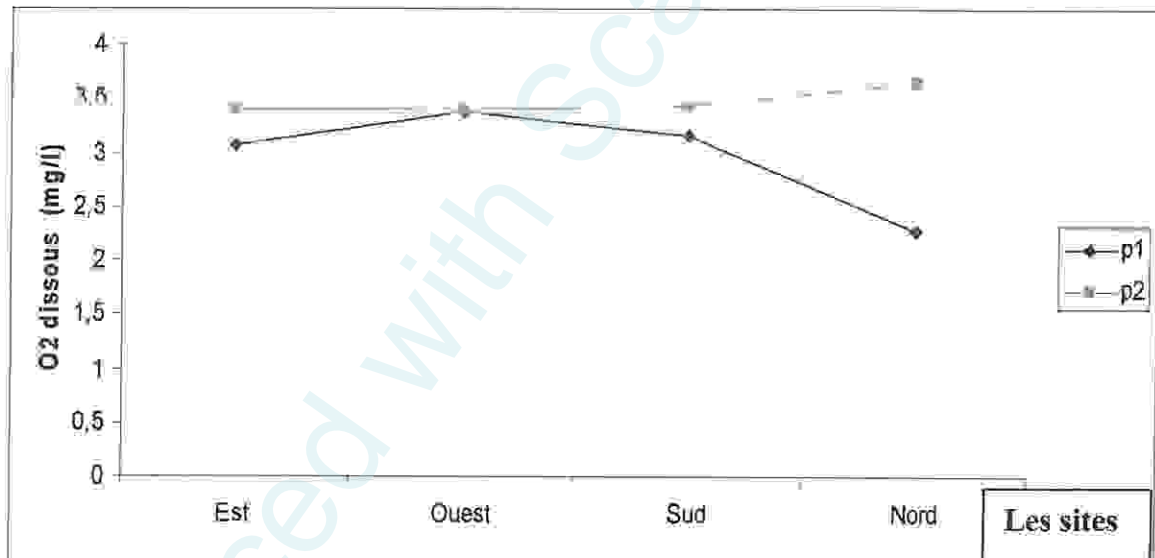
### V.1. L'oxygène dissous

**Tableau 39 :** la variation de l'oxygène dissous du lac Oubeira

Compagnes de prélèvement	Est	Ouest	Sud	Nord
10-04-2011	3,07	3,38	3,15	2,28
04-05-2011	3,40	3,39	3,44	3,65
moyenne	3,23	3,38	3,29	3,24



**Fig. 57 :** La variation moyenne de l'oxygène dissous en fonction des quatre sites étudiés (Avril, Mai)



**Fig. 58 :** la variation temporelle de l'oxygène dissous au niveau des quatre sites étudiés (Avril, Mai)

La figure ci-dessus (54), représente les valeurs de l'oxygène dissous pour les différents sites du lac Oubeira pendant les mois d'avril et mai.

Les eaux de lac Oubeira ont des valeurs de l'oxygène dissous compris entre 2,28 et 3,65(mg/l) pour les quatre sites pendant les deux mois. L'oxygène toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température; la teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau Dans les milieux à faible taux de renouvellement (lacs, retenues de barrages, baies, etc.), la teneur en oxygène dissous a tendance à diminuer avec la profondeur, et des phénomènes anaérobies peuvent se développer dans les fonds.

# conclusion

Produced with Scantopdf

Notre stage a été consacré sur deux prélèvements répartis en quatre sites dont le but d'une évaluation qualitative à partir des analyses physico-chimiques et dosages des métaux lourds ainsi que une identification fongique.

Notre résultat permet d'avoir une quantité importante des paramètres physicochimiques grâce à la production matière organique à partir des effluents en provoquant à la fois une pollution oxydante et une croissance fongique

Pour protéger cette zone ( lac oubiera) il ne faut un contrôle systématique pour ses effluents qui contiennent les rejets industriels

Produced with ScanTopDF



# Références bibliographiques

**1- Livres et publication**

- (01). **AMEL BENDJAMA, 2007.** «Niveaux de contamination par les métaux lourds du complexe lacustre «TONGA, OUBIERA, EL-MALLAH» du Park National d'El-Kala». Thèse de magistère en Sciences de la Mer. Université Bedji Mokhtar, ANNABA. p
- (02). **AMINO A. ET CHAUSSPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *C.N.E.X.O.FRANCE*, p 395.
- (03). **AMIROUCH N., BOUGUEDOURA N., HADJ-ARAB H., 2008.** Botanique «Algues, Champignons, Lichens». HOUMA éditions.p45-59.
- (04). **AMRI SANDRA, 2008.** Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac OUBIERA et le lac Noire (P.N.E.K.).
- (05). **Anonyme, 2011.** Pollution de l'eau : origine et impacts. Association santé environnement.
- (06). **AOUATA LIELA, 2011.** Analyse des eaux. Thèse pour l'obtention de technicien chimiste. Université de Guelma.
- (07). **B. BOTTON, A. BRETON, M. FEVER, S. GAUTHIER, PH. GUY, J.-P. LARPENT, P. REYMOND, J.-J. SANGLIER, Y. VAYSSIER, P. VEAU. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles importances industrielles. 2<sup>ème</sup> édition .Edition Masson Paris, 95-189p.
- (08). **BEDOUD ASMA, BENOUIKES IMEN, BOUKHAROUBA AHLEM, 2009.** La qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de Guelma. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie biologique. Université de Guelma.
- (09). **BELABED BOURHANE EDDIN, 2006.** Evaluation de la contamination par les métaux lourds du littoral d'ANNABA et la lagune EL-MALLAH. Thèse de magistère en. Université Bedji Mokhtar, ANNABA.



- (10). **BOUKERTOUTA SAMI, 2009.** Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et l'identification fongique à partir des eaux du lac oubeira. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie biologie. Université de Guelma. p13-29
- (11). **BREMOND R. ET VUICHARD R., 1973.** Les paramètres de la qualité des eaux. *La documentation française*, Paris, 173p.
- (12). **CHERAITI NARDJESS, 2007.** Isolement des souches d'actinomycètes productrices de nouvelles molécules antifongiques (cas des eaux du lac oubeira). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. p6-47.
- (13). **DEGREMONT, 1989.** Mémento technique de l'eau. Tom 1. p19-30
- (14). **DIDIER GAUJOUS. 1995.** La pollution des milieux aquatiques «Aide mémoire». 2<sup>ème</sup> édition. Technique & documentation. p16-182.
- (15). **DOMINIQUE, CHAMPIAT, 1988.** Biologie des eaux, p 13.
- (16). **EMILIEN KOLLER, 2004.** Traitement des pollutions industrielles : Eau. Air. Déchets .sols . Boues. Edition de Dunod. p 04-24
- (17). **Encarta 2009**
- (18). **ENCYCLOPEDIE UNIVERSALIS 2011**
- (19). **FATIHA MEKIRCHA, 2008.** Evaluation du risque de contamination environnementale par les métaux lourds susceptibles d'être présents dans les produits fertilisation agricoles. Thèse de magistère en biologie Ectoxicologie. Université de Jijel.
- (20). **FRANCK REJSEK. 2002.** Analyse des eaux «Aspects réglementaires et techniques». Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine. p47-237.
- (21). **GHODBANE HALIMA, 2009.** Contrôle de qualité et dosage des métaux lourds à partir des eaux douces (lac OUBIERA). Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie biologie. Université de Guelma.

- (22). **JEAN RODIER, COLL.** Analyse de l'eau «Eau naturelles, Eau résiduaire, Eau de mer». 8<sup>ème</sup> édition. DUNODE, PARIS.
- (23). **J.-F. BEAUX.** 1998. L'environnement «Repères pratique». Editions Nathan. p70-121.
- (24). **KACHOUR LAILA,** 2005. Identification des moisissures isolées à partir des eaux de lac OUBIERA (P.N.E.K.). Thèse de magistère en microbiologie de l'environnement. Université Bedji Mokhtar, ANNABA.
- (25). **KRENFLA BENHABILES,** 2008. Evaluation biototoxicologique du risque de contamination de sols et d'eaux naturelles par les métaux lourds susceptibles d'être présents dans des effluents de tannerie. Thèse de magistère en biologie, option : ECTOXICOLOGIE. Université de Jijel.
- (26). **LECLERC H. .** 1969. Biologie générale. Doin éditeurs. p 384,386
- (27). **LOUIS Yoann, NICOLAU Rudy, MARKAI Sandrine, MOUNIER Stéphane.** Origine et spéciation de différents métaux lourds sur le bassin versant d'une petite rivière méditerranéenne. *Laboratoire PROTEE-CAPTE Université du Sud, Toulon Var. BP 20132, 83957 LA GARDE Cedex.*
- (28). **MIREILLE DEFRANCESCHI.** 1996. L'eau dans tous ses états. Ellipses / édition marketing S.A. p 75-101
- (29). **OLIVIER ATTEIA.** 2005. Chimie et pollutions des eaux souterraines. TEC & DOC Lavoisier, Paris. p
- (30). **BOUX,** 2003. TP de microbiologie : Analyses de l'eau. *NOVELLO Célia, IUP SIAL,* Université Paris 12p.
- (31). **SAMIR GRIMES,** Mai 2005. Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Taraf). Projet régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région méditerranéenne (Projet MedMPA).

- (32). **SAYAD L., 2008.** *Qualité physico-chimique et bactériologie des eaux de l'écosystème lacustre Lac des Oiseaux (wilaya de Taraf).* Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 125p.
- (33). **TALBI HANENE, 2008.** Niveau de contamination par les métaux lourds dans les Oueds Mebouđa et Seybouse. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. p 4-26

## 2-Site Internet

- [1]. **Anonyme,** classification fongique,

<http://biologie.Univ-mrs.fr/upload/p107/classificationfungi.pdf>. (03.03.2011).

- [2]. **Anonyme,** les champignons,

[http://www.lrmh.fr/lrmh/w\\_publication/micribio/champ.htm](http://www.lrmh.fr/lrmh/w_publication/micribio/champ.htm). (16.05.2011).

- [3]. **Anonyme,** Fiche descriptive sur les zones humides RAMSAR

Réserve Intégrale du lac Oubeira, Wilaya d'El Taref,

<http://www.witlands.org/reports/ris/IDZOO1fr.pdf>. (20.05.2011).

- [4]. **Anonyme,** intoxication de l'environnement pollution par les métaux lourds.

<http://www.bioprfection.com/sante/toxicite.htm>. (23.04.2011).

- [5]. **Anonyme,** la pollution de l'eau (20.05.2011)

<http://www.actu-environnement.com/ae/pollu-environnement/definition/pollution.php4>

- [6]. **Anonyme,** L'origine de la pollution de l'eau (20.05.2011)

<http://www.horizons-dz.com/actualite/18949.html> (20 mars 2011 à 14:22.)

- [7]. Zone humide algérienne : <http://www.zha.dz>

**I. Composition des milieux de culture utilisée**

Czapek simple	
NaOH <sub>3</sub>	2g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1g
KCl	0,5g
MgSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,5g
FeSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,01g
ZnSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0 005g
CuSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,01g
Saccharose	30g
Agar	20g
Eau distillée	1000ml

Czapek concentré	
NaOH <sub>3</sub>	30g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	20g
KCl	10g
MgSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	10g
FeSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,2g
Saccharose	30g
Agar	20g
Eau distillée	1000ml

Sabouraud	
Glucose	20g
Peptone	10g
Agar	15g
Eau distillée	1000ml

**II. Les appareils**

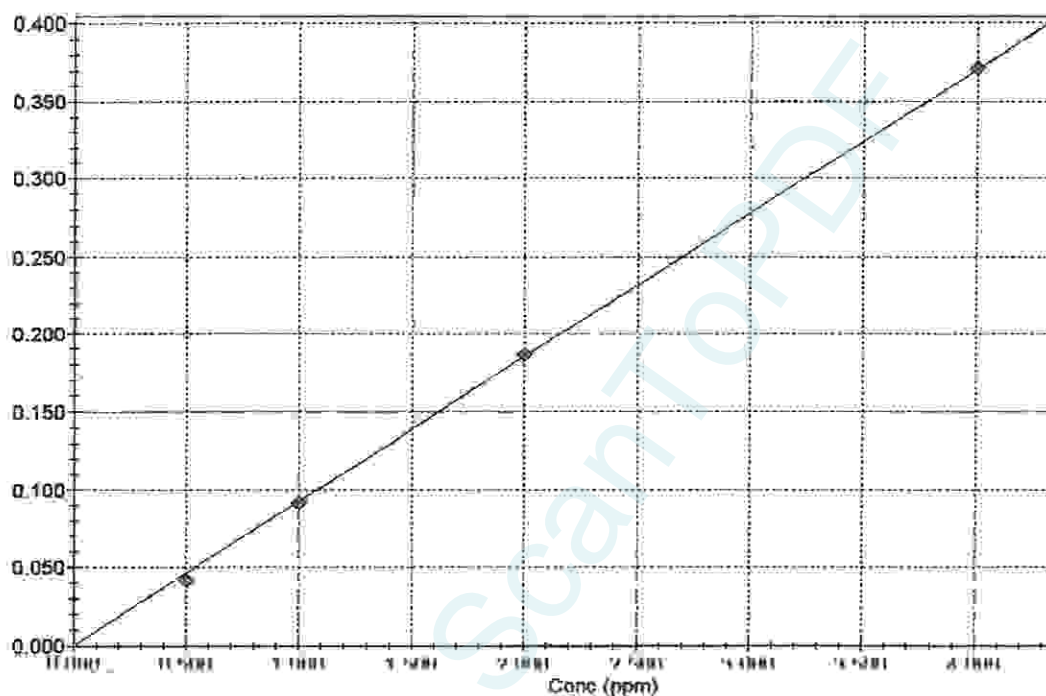
- Agitateur (ISO 9002).
- Balance analytique (BP 2215 SARORIUS).
- Bain marie (FALC M38545).
- Dissecteur (GL).
- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression.
- Etuve (INCUCCELL).
- Multi paramètre.
- Microscope optique (MOTIC SFC-18).
- Oxymétrie (YSI550).
- pH mètre (HANNA 209).
- Turbidimètre (TN-100).
- Spectrophotomètre (ODYSSY HACH).
- Spectrophotomètre d'adsorption atomique avec flamme.
- Plaque chauffant (CERAN ISO 9000).
- Chronomètre numérique (NOVO).
- Autoclave (SANO clan K1-7-3).

**III. Les matériels**

- Anse de platine.
- Bêchers.
- Boîte des pétris.
- Burettes.
- Capsule en porcelaine
- Cuvette de verre incolore de 50nm
- Erlen-Meyer au col large
- Flacons en verre de 250ml
- Glacière
- Lames et lamelles
- Membrane de filtration
- Papier hygiénique
- Pipettes graduées (1 ml, 10 ml, 15 ml)
- Pipette pasteurs.

## IV. Les courbes des étalonnages des métaux étudiant

Courbe d'étalonnage du Cu utilisée en SAA :



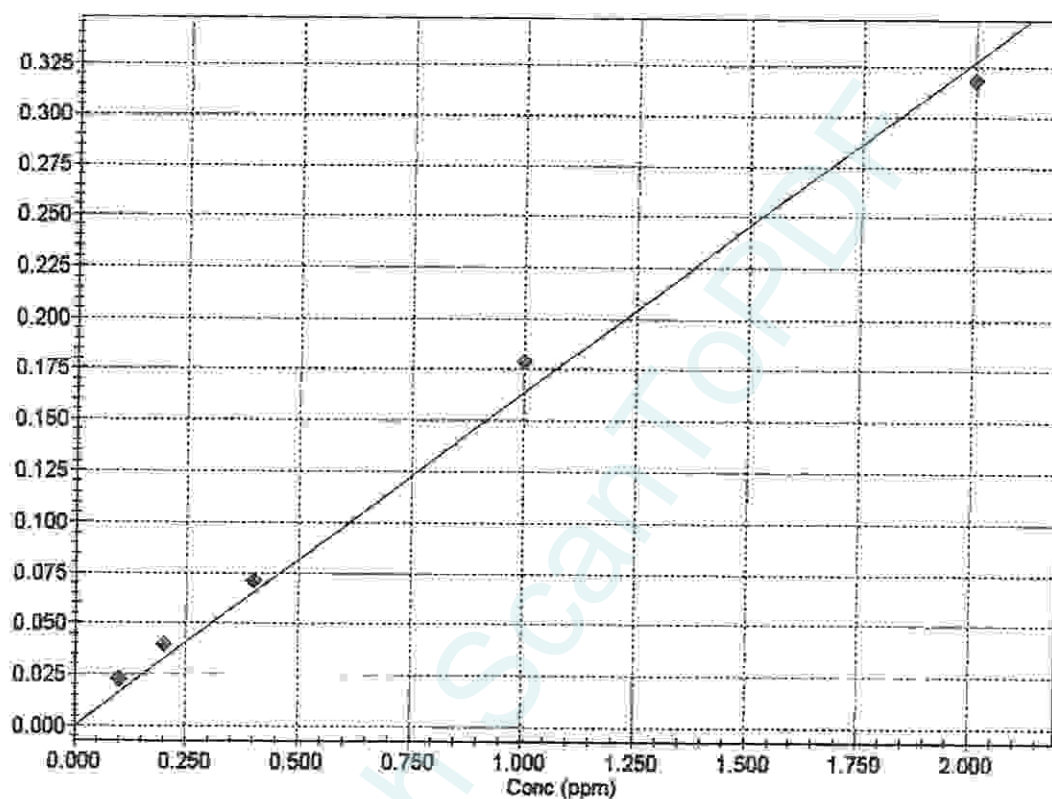
$$\text{Abs} = 0.0926965 \text{Conc} + 0 \quad r = 0.9999$$

CONC
0.5000
1.0000
2.0000
4.0000

ABS
0.0414
0.0915
0.1858
0.3715

n°	Action	Sampe ID	True	Conc. (ppm)	Abs.
2	STD	STD 1	0,5000		0,0414
3	STD	STD 2	1,0000		0,0915
4	STD	STD 3	2,0000		0,1858
5	STD	STD 4	4,0000		0,3715
9	UNK1	Est P1		0,0076	0,0007
12	UNK4	Est P2		0,0076	0,0007
16	UNK8	Nord P1		0,0065	0,0006
17	UNK9	Nord P2		0,0043	0,0004
18	UNK10	Quest P1		0,0076	0,0007
19	UNK11	Quest P2		0,0097	0,0009
21	UNK13	Sud P1		0,0162	0,0015
22	UNK14	Sud P2		0,0065	0,0006

## Courbe d'étalonnage du Zn utilisée en SAA :



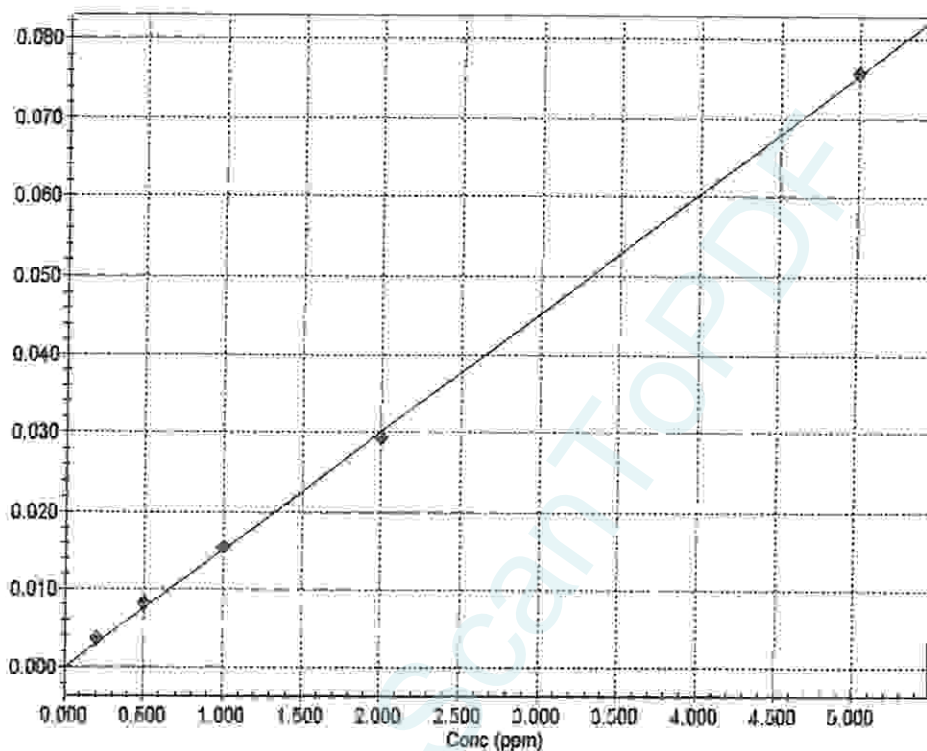
$$\text{Abs} = 0.163729 \text{Conc} + 0 \quad r = 0.9984$$

CONC
0.1000
0.2000
0.4000
1.0000
2.0000

ABS
0.0229
0.0395
0.0711
0.1788
0.3178

n°	Action	Sampe ID	True Value	Conc. (ppm)	Abs.
2	STD	STD 1	0,1000		0,0229
3	STD	STD 2	0,2000		0,0395
4	STD	STD 3	0,4000		0,0711
5	STD	STD 4	1,0000		0,1788
6	STD	STD 5	2,0000		0,3178
9	UNK1	Est P1		0,0232	0,0038
12	UNK4	Est P2		0,0110	0,0018
13	UNK5	Nord P1		0,0128	0,0021
14	UNK6	Nord P2		0,0311	0,0051
15	UNK7	Ouest P1		0,0067	0,0011
16	UNK8	Ouest P2		0,0348	0,0057
17	UNK9	Sud P1		0,0134	0,0022
19	UNK11	Sud P2		0,0140	0,0023

## Courbe d'étalonnage du Cr utilisée en SAA :



$$\text{Abs} = 0.015107 \text{Conc} + 0 \quad r = 0.9998$$

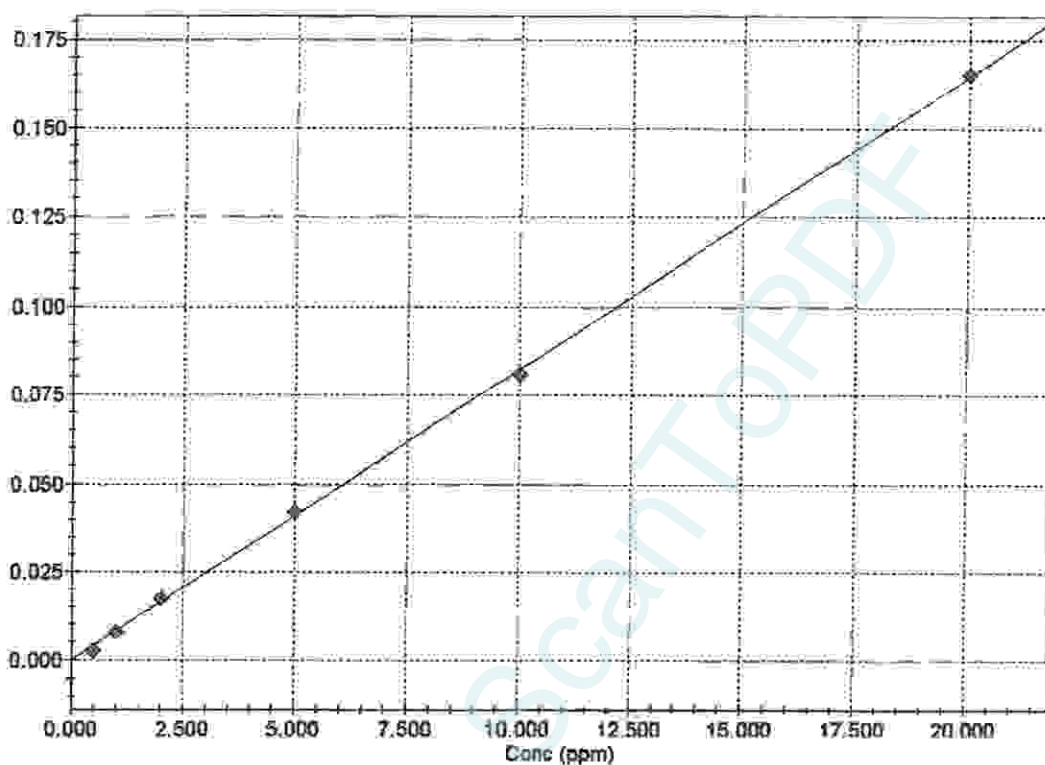
CONC
0.2000
0.5000
1.0000
2.0000
5.0000

ABS
0.0037
0.0081
0.0155
0.0294
0.0757

n°	Action	Sampe ID	True Value	Conc. (ppm)	Abs.
15	STD	STD 1	0,2000		0,0037
16	STD	STD 2	0,5000		0,0081
17	STD	STD 3	1,0000		0,0155
18	STD	STD 4	2,0000		0,0294
19	STD	STD 5	5,0000		0,0757
24	UNK1	Est P1		0,0794	0,0012
25	UNK2	Est P2		0,1390	0,0021
26	UNK3	Nord P1		0,1589	0,0024
28	UNK5	Nord P2		0,1324	0,0020
29	UNK6	Ouest P1		0,0331	0,0005
30	UNK7	Ouest P2		0,1589	0,0024
31	UNK8	Sud P1		0,0662	0,0010
32	UNK9	Sud P2		0,0331	0,0005
34	UNK11				



## Courbe d'étalonnage du Pb utilisée en SAA



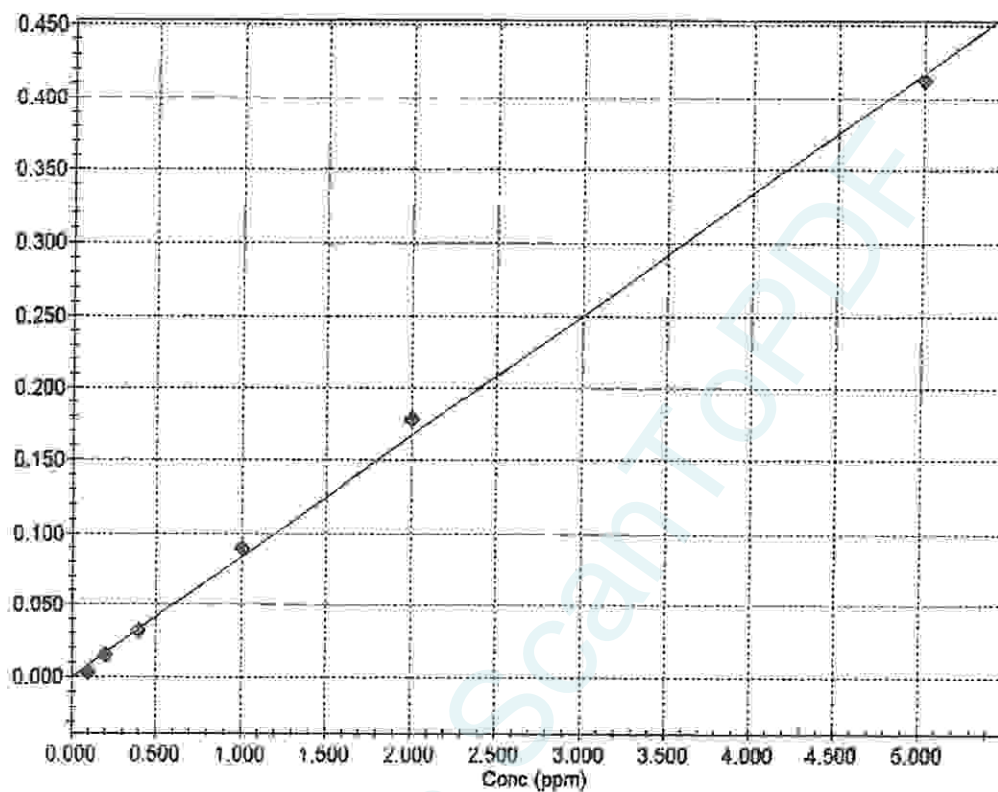
$$\text{Abs}=0.00823555\text{Conc}+ 0 \quad r=0.9998$$

CONC
0.5000
1.0000
2.0000
5.0000
10.0000
20.0000

ABS
0.0026
0.0078
0.0174
0.0422
0.0808
0.1652

n°	Action	Sampe ID	True Value	Conc. (ppm)	Abs.
14	STD	STD 1	0,5000		0,0026
15	STD	STD 2	1,0000		0,0078
16	STD	STD 3	2,0000		0,0174
17	STD	STD 4	5,0000		0,0422
18	STD	STD 5	10,0000		0,0808
19	STD	STD 6	20,0000		0,1652
38	UNK9	Est P1		0,2671	0,0022
39	UNK10	Est P2		0,6436	0,0053
40	UNK11	Nord P1		0,3643	0,0030
41	UNK12	Nord P2		0,3400	0,0028
42	UNK13	Ouest P1		0,3886	0,0032
43	UNK14	Ouest P2		0,2671	0,0022
44	UNK15	Sud P1		0,4250	0,0035
45	UNK16	Sud P2		0,4128	0,0034

## Courbe d'étalonnage du Cd utilisée en SAA



$$\text{Abs} = 0.0834859 \text{Conc} + 0 \quad r = 0.9991$$

CONC

0.1000  
0.2000  
0.4000  
1.0000  
2.0000  
5.0000

ABS

0.0035  
0.0147  
0.0318  
0.0892  
0.1782  
0.4121

n°	Action	Sampe ID	True	Conc. (ppm)	Abs.
13	STD	STD 1	0,1000		0,0035
14	STD	STD 2	0,2000		0,0147
15	STD	STD 3	0,4000		0,0318
16	STD	STD 4	1,0000		0,0892
23	STD	STD 5	2,0000		0,1782
25	STD	STD 6	5,0000		0,4121
29	UNK2	Est P1		0,0048	0,0004
30	UNK3	Est P2		0,0144	0,0012
32	UNK5	Nord P1		0,0096	0,0008
33	UNK6	Nord P2		0,0180	0,0015
34	UNK7	Ouest P1		0,3110	0,0026
35	UNK8	Ouest P2		0,0132	0,0011
39	UNK9	Sud P1		0,0204	0,0017
37	UNK10	Sud P2		0,0264	0,0022

**Tableau. Classifications des eaux d'après leur pH.**

<b>pH&lt;5</b>	Acidité forte: présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
<b>pH=7</b>	pH neutre
<b>7&lt;pH&lt;8</b>	Neutralité approchée: majorité des eaux de surface.
<b>5.5&lt;pH&lt;8</b>	Majorité des eaux souterraines
<b>pH&gt;8</b>	Alcalinité forte, évaporation intense

Produced with ScanTopDF