

République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

Université 8 Mai 1945

-Guelma-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie



MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biochimie Microbiologie Appliquée

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET  
UNE IDENTIFICATION FONGIQUE A PARTIR DES EAUX DU LAC  
OUBEIRA**

Présenté par :

- EGREY Hissein Oumar
- SINGO Gbongué Patrick
- TRAORE Cheickna Hamala



Membres de jury :

<b>Président</b> : M <sup>R</sup> HOUAHAMDI Moussa (Pr)	(Université 08 MAI 45 de Guelma)
<b>Examineur</b> : M <sup>R</sup> ATOUSSI Sadek (M A A)	(Université 08 MAI 45 de Guelma)
<b>Examineur</b> : M <sup>R</sup> GUETAF (M A A)	(Université 08 MAI 45 de Guelma)
<b>Encadreur</b> : M <sup>lle</sup> BEDIOUT Soraya (M A A)	(Université 08 MAI 45 de Guelma)

Juin 2012

## Remerciements

*Nous remercions le Dieu tout puissant de nous avoir éclairé tout au long de notre cursus et de nous avoir fait grâce de terminer ce projet.*

*Notre gratitude et nos sincères remerciements vont à M<sup>R</sup> HOUAHAMDI Moussa d'avoir bien voulu présider ce jury.*

*Nous tenons à remercier Messieurs ATOUSSI Sadik, GUETAF pour avoir exprimé leur entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements vont à l'encontre de notre encadreur M<sup>lle</sup> Bedioui Soraya pour sa confiance, son encouragement, et pour avoir accepté de diriger ce travail avec compétence, pour son aide, sa patience ainsi que pour sa bonté et ses conseils.*

*Nos sincères remerciements vont à tous les enseignants du Département de Biologie de l'Université de Guelma, aux responsables des laboratoires du Département et aux techniciennes du laboratoire de l'ADE (hammam debagh).*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui, de loin ou de près nous aidé dans la réalisation de ce modeste travail. Enfin, nous exprimons tout le bonheur à toute la promotion sortante (2011/2012) du Département spécialement les étudiants de la 2<sup>e</sup> année Master Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire.*

## Sommaire

Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	

### Chapitre I : généralité sur les lacs et description du site d'étude

1. Les eaux de surface	2
2. Définition d'un Lac	2
2.1. Origine des lacs	2
2.2. Evolution d'un lac	2
3. Les propriétés physico-chimiques des eaux des lacs	3
3.1. La couleur	3
3.2. La turbidité	3
3.3. Le pH	3
3.4. La température	3
3.5. La conductivité	3
3.6. L'alcalinité (TA-TAC)	4
3.7. La dureté ou l'hydrotimétrie (TH)	4
3.8. Les phosphates	4
3.9. Les ions majeurs	4
3.10. L'oxygène dissous	4
3.11. La demande biochimique en oxygène (DBO)	5
3.12. La demande chimique en oxygène (DCO)	5
3.13. L'oxydabilité	5
4. Le lac Oubeira	6
4.1. Localisation générale	6
4.2. Valeurs hydrologiques	7

4.3. Caractéristiques physiques.....	7
4.4. Caractéristiques écologiques.....	7

## Chapitre II : pollution des eaux

1. Définition de la pollution de l'eau.....	9
2. Origine de la pollution.....	9
3. Les effets de la pollution sur les eaux de surface.....	9
4. Les différents types de pollution :.....	9
5. Les polluants présents dans l'eau.....	10
6. Pollution par les métaux lourds.....	11
6.1. Les origines des métaux lourds.....	11
6.2. Les métaux lourds et leur toxicité.....	11
6.3. Les effets environnementaux des métaux lourds.....	13
6.4. Impacts sur la santé humaine.....	13
7. Lutte contre la pollution des eaux.....	14

## Chapitre III : identification fongique

A. généralités.....	15
I. Classification fongique.....	15
1.1. Les Chytridiomycètes.....	15
1.2. Les Zygomycètes.....	16
1.3. Les Ascomycètes.....	16
1.4. Les Basidiomycètes.....	16
1.5. Les Deutéromycètes.....	16
2. Le thalle végétatif.....	17
3. La reproduction.....	17
3.1. Reproduction asexuée.....	17
3.1.1. Chez les Levures.....	17
3.1.2. Chez les Champignons filamenteux.....	18

3.2. Spores de résistance .....	18
3.3. Reproduction sexuée.....	18
B. Aspergillus et Penicillium .....	19
1. Le genre Aspergillus .....	19
2. Le genre Penicillium .....	19
3. La morphologie .....	20
4. Facteurs influençant leur croissance.....	21
5. Utilisation industrielle .....	21
6. Les maladies et dégâts causés.....	22

#### Chapitre IV : Matériels et Méthodes

I. Identification fongique .....	23
1. La zone d'étude.....	23
2. L'échantillonnage .....	23
3. Préparation des milieux de culture .....	23
4. Stérilisation des milieux .....	23
5. L'ensemencement .....	24
a. La dilution .....	24
b. L'ensemencement proprement dite.....	24
6. L'incubation.....	24
7. La coloration.....	28
8. Le repiquage des souches .....	28
9. La lecture .....	28
9.1. Critères d'identification.....	28
a. Caractères cultureux.....	28
b. Caractères morphologiques.....	28
10. La conservation des souches.....	29
II. L'analyse physicochimique .....	29
I. Matériels et réactifs.....	29
1.1. Matériels.....	29
1.2. Réactifs.....	30

2. Les paramètres physicochimiques .....	31
2.1. Les matières en suspension (MES) .....	31
2.2. La température.....	32
2.3. La turbidité .....	32
2.4. Les chlorures.....	32
2.5. Les matières organiques.....	32
2.6. Résidu sec.....	33
2.7. Le Magnésium.....	33
2.8. La dureté totale.....	34
2.9. Le calcium : .....	34
2.10. Titre alcalimétrique simple et complet (TA et TAC).....	35
2.11. Les nitrates .....	36
2.12. Les nitrites .....	36
2.13. L'ammonium .....	37

## **Chapitre V : Résultats et discussion**

1. Résultats des paramètres physicochimiques.....	38
2. Résultat de l'identification fongique .....	48

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Produced With ScanTopDF

### Liste des figures

N°	Titres	Pages
01	Carte du parc national d'El Kala : position du lac Oubeira	6
02	Les chytridiomycètes	15
03	Les deutéromycètes	16
04	Le genre Aspergillus	20
05	Le genre Penicillium	21
06	Préparation des dilutions	25
07	Exemple de protocole d'ensemencement par épuisement	26
08	Exemple de protocole d'ensemencement par touche	27
09	Variation de la température	38
10	Variation de la conductivité	39
11	Variation de pH	39
12	Variation de la turbidité	40
13	Variation des matières organiques	41
14	Variation des résidus secs	41
15	Variation du calcium	42
16	Variation du magnésium	43
17	Variation du chlorure	43
18	Variation du nitrate	44
19	Variation du nitrite	45
20	Variation de l'ammonium	45
21	Variation des matières en suspension	46
22	Variation des moyennes des paramètres physico-chimiques	46

23	Variation des moyennes des paramètres physico-chimiques	47
24	<i>Aspergillus niger</i>	51
25	<i>Aspergillus fumigatus</i>	52
26	<i>Penicillium chrysogenum</i>	53
27	<i>Aspergillus candidus</i>	54
28	<i>Aspergillus ochraceus</i>	55
29	<i>Aspergillus flavus</i>	56

Produced with ScantOPDF

### Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau N°01</b>	Classification des lacs	<b>02</b>
<b>Tableau N°02</b>	Classification des eaux selon la turbidité usuelle	<b>03</b>
<b>Tableau N°03</b>	Classification des eaux selon leur pH	<b>03</b>
<b>Tableau N°04</b>	Echelle de valeurs de la DBO <sub>5</sub>	<b>05</b>
<b>Tableau N°05</b>	Les caractéristiques physiques du lac Oubeira	<b>07</b>
<b>Tableau N°06</b>	La faune et la flore remarquable	<b>08</b>
<b>Tableau N°07</b>	Les différents types de pollution	<b>10</b>
<b>Tableau N°08</b>	Quelques métaux lourds et leur toxicité	<b>12</b>
<b>Tableau N°09</b>	Les maladies causées par les métaux lourds	<b>13</b>
<b>Tableau N°10</b>	Identification des caractères culturaux sur Czapek concentré à 28°C	<b>48</b>
<b>Tableau N°11</b>	Identification des caractères culturaux sur Czapek simple à 37°C	<b>49</b>
<b>Tableau N°12</b>	Identification des caractères culturaux sur Sabouraud à 28°C	<b>50</b>

### LISTE DES ABREVIATIONS

- **DBO** : demande biochimique en oxygène
- **DCO** : demande chimique en oxygène
- **EDTA** : éthylène diamine-tétra-acétique
- **MES** : matières en suspension
- **MI** : matières inhibitrices
- **MO** : matières organiques
- **NTU** : nephelometric turbidity unit
- **PCB** : polychlorobiphényle
- **TA** : titre alcalimétrique
- **TAC** : titre alcalimétrique complet
- **TGEA** : tryptone glucose extrait agar
- **TH** : titre hydrotimétrique

Produced with ScanTOPDF

# *Introduction*

Produced with ScanTOPDF

**Introduction :**

L'eau est très irrégulièrement répartie à la surface de la planète : 97 % du volume total s'accumule dans les océans, 2 % sur les continents, 0,6 % en phase solide dans les régions polaires, enfin une part très modeste en phase gazeuse dans l'atmosphère. (Dercourt, 2006)

Elle est utilisée par l'homme depuis le début de leur existence pour différents usages et en ont ainsi modifié la qualité. Aujourd'hui la nature n'est plus en mesure de dépolluer les milieux naturels, les habitudes que nous avons prises de considérer les cours d'eau, les lacs, les rivières, les fleuves comme des décharges susceptibles d'accueillir l'ensemble de nos déchets ont engendré des pollutions irrémédiables. Les déchets créés par l'homme sont nombreux et plus polluants qu'autrefois, particulièrement à cause de l'urbanisation et aux pratiques agricoles.

Ceux-ci ont un impact sur le développement des eaux de surface, ressources vitales pour l'homme, la faune et la flore. La pollution de l'eau a atteint un seuil critique ; si cette situation venait à perdurer, l'eau ne sera plus utilisable et l'humanité en subira d'énormes conséquences obligeant l'homme à se rabattre sur les océans, les mers, etc.

Etant donné la forte salinité de ces eaux, celle-ci engendra l'utilisation des moyens colossaux et très coûteux pour la désalinisation ; c'est pourquoi l'on se doit de maintenir les eaux douces en bon état, ce qui représente un enjeu très important pour l'homme.

Dans le cadre de ce travail, nous réaliserons une approche de l'étude de la qualité des eaux du lac Oubeira, dans le but d'une analyse des paramètres physico-chimiques et d'une identification fongique.

Le travail se repartit en partie théorique et pratique selon le plan suivant.

**Chapitre I:** Généralité sur les lacs et la description du site d'étude

**Chapitre II:** La pollution des eaux

**Chapitre III:** Identification fongique

**Chapitre IV:** Matériels et méthodes pour déterminer la qualité des eaux du lac Oubeira et l'identification fongique

**Chapitre V:** Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques et l'identification fongique, et enfin on terminera par une conclusion

# *Partie théorique*

Produced with ScanTOPDF

# *Chapitre I :*

*Généralité sur les lacs et  
description du site d'étude*

## 1. Les eaux de surface

Les eaux de surface comprennent les eaux courantes (cours d'eau : rivières, canaux) et les eaux stagnantes ou plans d'eau (lacs, retenues de barrage, étangs...). (06)

## 2. Définition d'un Lac :

Volume d'eau libre superficiel remplissant une dépression naturelle ou artificielle, sans connexion directe avec les océans et dans lequel le déplacement de l'eau n'est pas unidimensionnel. (12)

### 2.1. Origine des lacs

Une classification des lacs peut se faire sur le type d'événement géologique qui a présidé à leur formation. :

Tableau 1 : classification des lacs (05)

Origines des lacs	Différents types de lacs
Océanique	La mer Caspienne, etc...
Tectonique	Le lac Tanganyika, le lac Malawi, le lac Victoria
Volcanique	Le lac Albano, le lac de Nemi, etc...
Artificielle	Le lac de Serre-Ponçon
Glaciaire et pro-glaciaire	Lac alimenté par un glacier
Alluvionnaire	Le lac de Levico, le lac de Caldonazzo

### 2.2. Evolution d'un lac

Un lac présente trois parties.

- **Un stade oligotrophe**

C'est le stade jeune du lac. Ses eaux pures (faiblement minéralisées) et claires, peu nourricières, contiennent un petit nombre d'espèces végétales et animales qui sont essentiellement représentés par du plancton. (12)

- **Un stade mésotrophe**

Augmentation des populations végétales et début d'accumulation des déchets au fond du lac. (17)

- **Un stade eutrophe**

Le lac se ferme progressivement, il se trouve envahi par la végétation, et finit par se combler : on parle d'eutrophisation. (12)

### 3. Les propriétés physico-chimiques des eaux des lacs

#### 3.1. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (11)

#### 3.2. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile, grains de silice, limon, matières organiques, etc. (13)

**Tableau 2:** classification des eaux selon la turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit) (13)

La turbidité (NTU)	Type de l'eau
NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

#### 3.3. Le pH

Le pH est une mesure de l'activité des ions d'hydrogène ( $H^+$ ) contenus dans l'eau, il correspond au logarithme de la concentration des ions  $H^+$ . (13)

**Tableau 3:** classification des eaux selon leur pH (13)

pH	Type de l'eau
pH < 5	Forte acidité => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Forte alcalinité, évaporation intense

#### 3.4. La température

La température 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 profond. (13)

#### 3.5. La conductivité

La conductivité de l'eau est en fonction de son contenu en ions, spécialement de leur capacité à conduire l'électricité. La conductivité de l'eau est directement liée à la concentration

des impuretés présentes dans l'eau sous forme ionique dont sa mesure est influencée par le pH et la température. Il est aussi possible de déduire le résidu sec filtrable par la conductivité.

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 us/cm. (13)

### 3.6. L'alcalinité (TA-TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogencarbonates ( $\text{HC03}$ ), de carbonates ( $\text{C03}^{''}$ ), d'ions hydroxydes ( $\text{OH}''$ ). elle est mesurée par 2 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  $\text{C03}$ .

Dans les eaux naturelles l'alcalinité exprimée en  $\text{HC03}$  varie de 10 à 350mg/l.

### 3.7. 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.

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

### 3.8. Les phosphates

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5mg/l doivent constituer un indice de pollution. (13)

### 3.9. Les ions majeurs

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate. (11)

### 3.10. L'oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la

minéralisation de l'eau : la saturation en  $O_2$  diminue lorsque la température et l'altitude augmentent. (13)

### 3.11. La demande biochimique en oxygène (DBO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à  $20^\circ C$ , à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la **DBO<sub>5</sub>**.

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg de CH consommé (tableau ci dessous). (11)

**Tableau 4:** Echelle de valeurs de la DBO<sub>5</sub>

Situation	DBO <sub>5</sub> (mg/l d'O <sub>2</sub> )
Eau naturelle pure et vive	$C < 1$
Rivière légèrement polluée	$1 < C < 3$
Egouts	$100 < C < 400$
Rejet station d'épuration efficace	$20 < C < 40$

### 3.12. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO.

La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). (13)

### 3.13. L'oxydabilité

Est une mesure similaire à la DCO, utilisée dans le cas de faible concentration en matière organique ( $DCO < 40 \text{ mg/l d'O}_2$ ).

#### 4. Le lac Oubeira

El kala est une zone humide unique en méditerranée, se situant dans le parc national qui a une importance internationale car il est le plus important site d'hivernage d'Algérie.

Le parc national d'El kala est un ensemble de plans d'eau répartie entre lacs et marais dont les principaux sont le lac Tonga, le lac Oubeira, le lac Mellah, le lac bleu, le marais de Bourdim et beaucoup d'autres d'importances écologiques égales.

##### 4.1. Localisation générale

Le Lac Oubeira est situé à 4 Km à l'ouest de la ville d'El-Kala dans la Wilaya d'El-Tarf à l'extrême nord-est de l'Algérie. La grande ville la plus proche est Annaba (60 Km).

L'Oubeira est situé entre le Lac Mellah et le Lac Tonga. Ce lac d'eau douce endoréique d'une profondeur maximal de 4 m, avec une moyenne de 1.24 m, dont le fond plus ou moins plat est légèrement incliné vers le nord, de forme subcirculaire, il est au centre d'un bassin versant de 9900 ha, à 4 km de la mer à vol d'oiseau. (01)

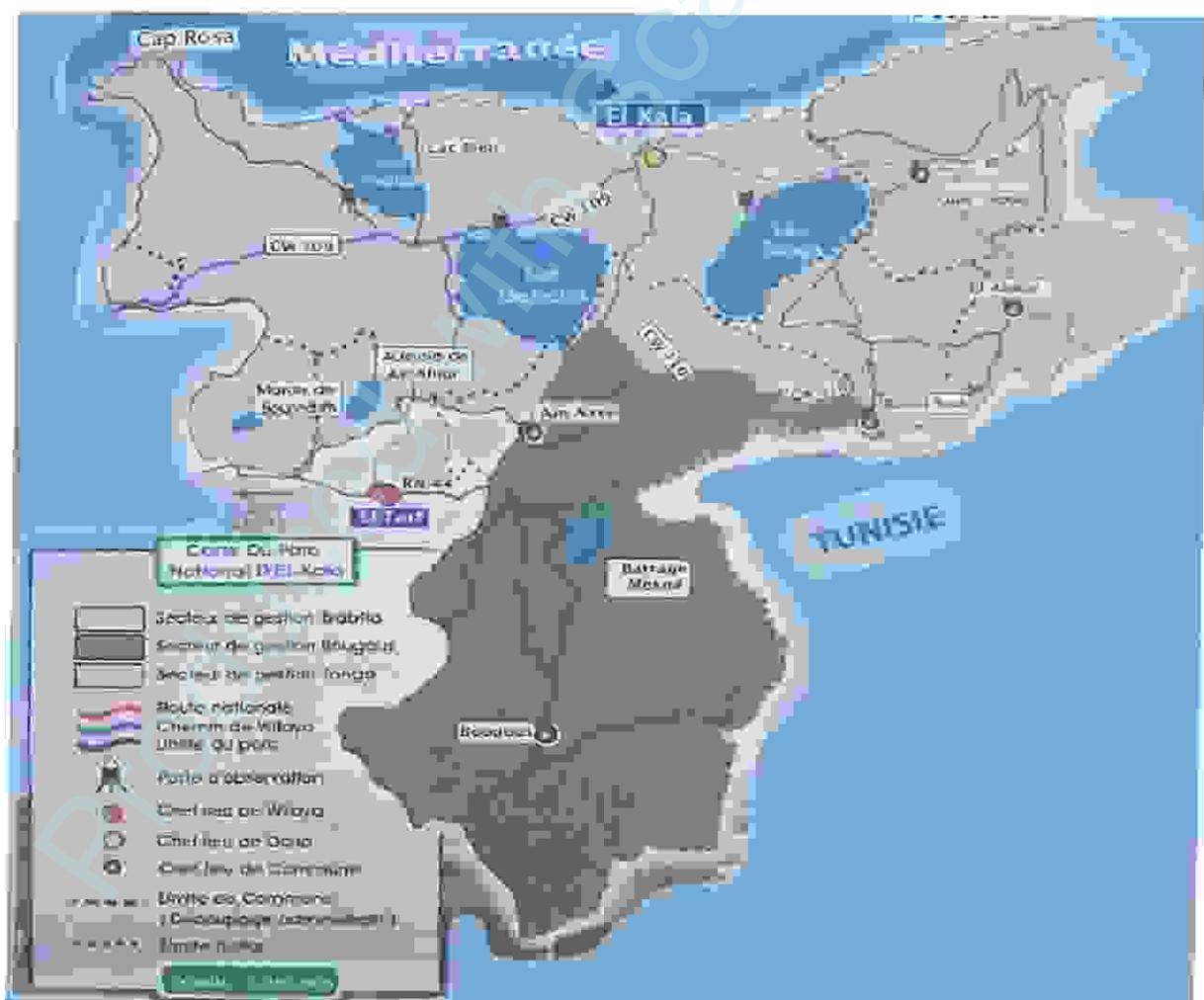


Figure 1 : la carte du parc national d'El-kala : position du lac Oubeira

#### 4.2. Valeurs hydrologiques

Lac endoréique joue un rôle de réservoir permettant la maîtrise des crues de l'Oued El-Kebir. Le Lac constitue un dépotoir de sédiment provenant du bassin versant. (01)

#### 4.3. Caractéristiques physiques

Les différentes caractéristiques physiques du lac Oubeira sont représentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5 :** Les caractéristiques physiques du lac Oubeira

La qualité des eaux	Eaux très turbides surtout en hiver, avec un pH variant entre 8 et 10,65
La température	Elle varie de 8,8 à 15,2 °C
Le climat	Des vents dominants Nord-Ouest (permanents) avec une pluviométrie annuelle entre 800 mm et 1000 mm
Géologie et géomorphologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lac endoréique, d'eau douce</li> <li>- Substrat composé essentiellement d'argile</li> <li>- Profondeur maximale de 4 m</li> <li>- Présence d'alluvions limoneuses au Sud du lac</li> <li>- Lac alimenté essentiellement par l'Oued Messida et d'autres petits affluents avoisinants</li> </ul>

#### 4.4. Caractéristiques écologiques

Le complexe humide de la région présente une organisation spatiale typique en ceintures de végétation (Hélophytes) avec une importante superficie colonisée par des herbiers flottants d'hydrophytes. En été, les ceintures de végétation sont bien visibles et pratiquement ininterrompues tout autour du Lac et ont une largeur et une densité différentes selon les rives ; les ceintures les plus larges (environ 400 m) sont formées d'Hélophytes Phragmites, Typha et scirpe)

Les herbiers flottants par les Hydrophytes (*Trappas natans*, *Myriophylle potamogetons*.) et occupent le grande surface d'eau libre. (01)

Tableau 6 : la faune et la flore remarquable (01)

La flore remarquable	La faune remarquable
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceinture d'hélophyte indispensable à la nidification des oiseaux d'eau</li> <li>• Espèces rares : châtaigne d'eau (<i>Trappa natans</i>), le nénuphar blanc (<i>Nymphaea alba</i>) et le nénuphar jaune (<i>Nuphar luteum</i>)</li> </ul>	<p>Les oiseaux d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sédentaires</b> : la poule sultane, le Butor étoilé, le Busard des roseaux, le Blongios nain, la rousserolle turdoïde</li> <li>• <b>Hivernais</b> : Erismature à tête blanche, la grande aigrette, l'oie cendrée, le grand cormoran, la spatule blanche</li> </ul> <p>Ibis falcinelle et Flamant rose, espèces observées durant l'année de façon irrégulière.</p>

Produced with ScanTool

*Chapitre II:*  
*La pollution des eaux*

Produced with ScanTOPDF

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

La pollution de l'eau est une altération qui rend leur utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique, elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et les eaux souterraines. Elle perturbe aussi les conditions de vie de la flore et la faune aquatique et compromet les utilisations de l'eau et de l'équilibre du milieu aquatique.

### 2. Origine de la pollution

La pollution de l'eau provient essentiellement des villes, de l'industrie, de l'agriculture. La pollution générée par les 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. (04)

Elle a pour origines principales :

- L'activité humaine
- Les industries
- L'agriculture
- Les décharges de déchets domestiques et industriels

### 3. Les effets de la pollution sur les eaux de surface

- Une diminution de la teneur en oxygène dissous
- Une prolifération d'algues
- Une modification physique du milieu récepteur : (Augmentation de la turbidité, modification de la salinité, augmentation de la température). (15)
- La présence de bactéries ou virus pathogènes : les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agroalimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé. (08)

### 4. Les différents types de pollution :

Cinq causes importantes de pollution des eaux peuvent être retenues :

#### ➤ La pollution organique :

C'est une pollution qui survient lorsque les rejets des matières organiques sont trop importants, ce qui entraîne une insuffisance de l'autoépuration d'où l'accroissement de la pollution. (16)

#### ➤ La pollution chimique (minérale) :

C'est une pollution survenant lorsque les eaux usées ou les eaux de ruissellement contenant des résidus rejetés par la métallurgie (Pb, Cd, Hg, etc...) et d'autres activités (hydrocarbures) vont se déverser dans les cours d'eau. (16)

➤ **La pollution thermique :**

Les rejets d'eau chaude peuvent provoquer une élévation anormale de température incompatible avec la survie et la prolifération des organismes, qui ont besoin d'une température élevée pour se développer. (09)

➤ **La pollution bactériologique :**

Caractérisée par l'existence des germes pathogènes

➤ **La pollution radioactive :**

Résulte du lessivage des terrains ou des poussières radioactives.

**Tableau 7 : les différents types de pollution (14)**

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejets d'eaux chaudes	Centrales électriques
Fertilisants chimiques	Nitrates, phosphates, mercure	Agriculture
Pesticides	Insecticides, Fongicides	Agriculture
Composés organiques	PCB, solvants chlorés	Industries
Matière organique	Glucides, lipides, protides	Effluents domestiques
Pollution microbiologique	Bactéries, virus	Effluents urbains

**3. Les polluants présents dans l'eau**

On distingue plusieurs catégories de polluants :

✓ **Les sels minéraux :**

Représentent à la fois par les masses en cause et par leurs effets biologiques, des polluants majeurs. Ils nuisent à la potabilité des eaux superficielles. (26)

✓ **Les matières en suspension (MES) :**

Désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau, les espèces végétales se développent plus difficilement, l'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu, et les espèces animales en souffrent. (26)

✓ **Les matières organiques (MO) :**

Sont tous les déchets carbonés, l'inverse de MES, ces matières constituent une nourriture de choix pour les microorganismes de l'eau et provoquent leur prolifération.

✓ **Les matières inhibitrices (MI) :**

S'avèrent toxiques pour les daphnies (du zooplancton), on y trouve des métaux ou metalloïdes (mercure, plomb et Zinc), des pesticides, notamment les organochlorés (lindanes), certains huiles minérales et certains hydrocarbures. Les MI présentent des risques d'effets toxiques immédiats ou différés par accumulation dans les chaînes alimentaires dans les chaînes alimentaires et des risques d'effets cancérogènes. (11)

✓ **Les matières colorantes :**

Modifient la transparence et l'éclairement du milieu, l'action chlorophyllienne s'en trouve ralenti, la production d'oxygène diminue, il ya tendance a l'installation des conditions anaérobies.

Les textes législatifs distinguent la pollution par l'azote réduit (azote organique et ammoniacal), par le phosphore, par les composés organohalogènes et par les métaux lourds. Cette dernière catégorie regroupe sept métaux et un metalloïde (chlorure, Zinc, plomb, mercure, et cadmium, etc.): (11)

## 6. Pollution par les métaux lourds

### 6.1. Les origines des métaux lourds

Les métaux lourds sont des micropolluants de nature à entraîner les nuisances même quand ils sont rejetés en quantités très faibles car les petites quantités (mesurées en microgrammes par litre) sont souvent compensées par bioaccumulation et concentration dans un faible volume. (25)

Les sources anthropogènes sont les suivantes :

- ✓ Effluents d'extractions minières
- ✓ Effluents industriels
- ✓ Effluents domestiques et ruissellements orageux urbains
- ✓ Lessivage de métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides

### 6.2. Les métaux lourds et leur toxicité

Les métaux lourds sont présents dans l'environnement et entraînent des effets néfastes dans l'environnement et dans l'organisme.

**Tableau 8** : quelques métaux lourds et leur toxicité (02)

<b>ALUMINIUM</b>	La toxicité de l'aluminium semble affecter les os, (causant la fragilité ou l'ostéoporose), les reins, l'estomac et le cerveau
<b>ARSENIC</b>	Extrêmement poison, inodore et incolore, l'arsenic pénètre dans le corps par la bouche, les poumons et la peau. La toxicité de l'arsenic affecte surtout la peau, les poumons et le système gastro-intestinal, cause des troubles nerveux, une détérioration de la coordination motrice, des affections respiratoires, des dommages aux reins aussi bien que des cancers de la peau, du foie, de la vessie et des poumons.
<b>CADMIUM</b>	L'exposition au cadmium se fait par inhalation ou l'ingestion. La fumée de cigarette est la source la plus importante pour la toxicité du cadmium qui affecte les poumons, les reins, les os et le système immunitaire conduisant au cancer des poumons, de la prostate, aux maladies de cœur et l'anémie.
<b>PLOMB</b>	Le plomb est une neurotoxine naturelle, la contamination se fait surtout par l'eau de consommation contaminée, l'air polluée et la vie à l'intérieur ou près d'anciens édifices peints ou de certains secteurs industriels toxiques. La toxicité du plomb vise surtout le système nerveux, les reins, les os, le cœur et le
<b>MERCURE</b>	Un dangereux poison, le mercure se trouve dans notre environnement sous des formes diverses. on en trouve comme agent de conservation dans certains vaccins pour enfants. Le mercure des amalgames dentaires est la principale source d'exposition toxique et, sous forme de vapeurs, compte pour la plus grande part de toutes les expositions (par inhalation). La toxicité du mercure peut affecter le système nerveux central, les reins et le foie.
<b>THALLIUM</b>	Le thallium est un métal lourd toxique sans fonction biologique connue La toxicité du thallium affecte surtout le système nerveux et peut conduire à des maladies telles que la calvitie, la dégénérescence des nerfs, les cataractes.

**6.3. Les effets environnementaux des métaux lourds**

- Bioaccumulation dans les sols, affectant ainsi leurs propriétés physicochimiques
- Pollution des eaux et destruction de l'écosystème aquatique (huîtres, moules, poissons, crevettes, algues etc.) par bioaccumulation
- Acidifications des sols entraînant la mort des organismes du sol
- Toxique pour les organismes vivants (plantes, etc.)
- Perturbation de la photosynthèse et d'autres mécanismes du métabolisme menaçant ainsi l'écosystème. (25)

**6.4. Impacts sur la santé humaine**

Les métaux lourds, une fois dans l'organisme entraînent des maladies graves, voire létales

**Tableau 9 : les maladies causées par les métaux lourds (02)**

<b>ALUMINIUM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ostéoporose, atteinte des reins</li> <li>• Atteintes de l'estomac et le cerveau</li> </ul>
<b>ARSENIC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affecté les poumons, le système gastro-intestinal, les voies respiratoires</li> <li>• Cause des troubles nerveux, une détérioration de la coordination motrice, des dommages aux reins</li> <li>• Cancers de la peau, du foie, de la vessie et des poumons.</li> </ul>
<b>CADMIUM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cancer des poumons, de la prostate</li> <li>• L'anémie.</li> <li>• Fuite calcique dans les selles</li> <li>• Augmentation de la tension</li> <li>• Modifie les propriétés des os</li> </ul>
<b>PLOMB</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atteinte du système nerveux central</li> <li>• Saturnisme, anémie</li> <li>• Pertes auditives, atteintes aux reins</li> <li>• Baisse du quotient intellectuel</li> </ul>
<b>MERCURE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lésions des centres nerveux</li> <li>• Troubles psychiques, Nephrotoxie</li> <li>• Insuffisance rénale</li> <li>• Douleur abdominale, vomissement</li> <li>• Atteinte du système nerveux</li> </ul>
<b>THALLIUM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atteinte du système nerveux</li> <li>• Calvitie, les cataractes</li> <li>• Dégénérescence des nerfs</li> </ul>

### 7. Lutte contre la pollution des eaux

Etant donné l'importance et la rareté de l'eau et l'ampleur de la pollution, il convient donc de lutter de manière individuelle mais aussi collective, dans la mesure du possible, à la source même de celle-ci :

- Diminuer les sources de pollution (les polluants)
- Diminuer notre consommation (diminuer les traitements chimiques et les infrastructures nécessaires)
- Réduire la dose de détergents (vaisselle, carrelage, agriculture)
- Utiliser les détergents qui respectent l'environnement (sans phosphates ni décolorants)
- Éviter les engrais chimiques (nitrates), utiliser des engrais biologiques
- Ne pas jeter des déchets dans l'eau (les trier)
- Ne pas jeter les huiles de vidange, huiles ménagères, herbicides et autres rejets de produits polluants dans le réseau d'eaux usées (éviter), une fosse sceptique (toilettes) ou une rivière
- Protéger de la pollution : assainir (diminuer la concentration en matières organiques)
- Utiliser de nouveaux procédés de traitement de l'eau plus « sain » comme l'ultrafiltration et la nano filtration (filtres constitués d'une membrane permettant d'extraire physiquement les micropolluants). (18)

*Chapitre III:*  
*Identification fongique*

Produced with Scantopdf

### A. généralités

Les Champignons, encore appelés "Fungi" ou mycètes, sont aujourd'hui érigés en règne autonome, au même titre que les Procaryotes (Archéobactéries, Bactéries, Cyanobactéries), les Protistes, les Végétaux et les Animaux. (16)

Ce sont des organismes eucaryotes, c'est-à-dire possédant des noyaux individualisés pourvus d'une membrane nucléaire, de chromosomes et d'un nucléole, et un appareil mitochondrial. L'existence simultanée d'une paroi cellulaire périphérique et de vacuoles turgescentes dans le cytoplasme, les rapproche aussi des végétaux. Ils possèdent une paroi peptidopolysidique épaisse, de composition variable selon les groupes : mannanes, glucanes, chitine, chitosane, protéines, phospholipides, et une membrane riche en stérols (ergostérol). L'absence de chloroplastes fait d'eux des organismes hétérotrophes dont la nutrition carbonée dépendant de la présence de matières organiques. (12)

Leur nombre est environ 60.000 espèces, vivant pratiquement en saprophytes dans le sol, sur des plantes mortes ou vivantes, mais uniquement à leur surface. Beaucoup d'espèces sont des parasites de plantes, d'autres sont opportunistes et peuvent devenir pathogènes pour l'homme et les animaux. Enfin, diverses espèces sont symbiotiques, soit associées à des algues (les lichens), ou à des racines (les mycorhizes). (24)

L'organisation cellulaire de base des champignons est le thalle qui constitue l'appareil végétatif. Celui-ci se caractérise par une grande variété de structures, qui vont d'une forme unicellulaire (levure) à une forme filamenteuse. L'ensemble des filaments (ou hyphes) est appelé mycélium. Ils se reproduisent par des spores, selon un mode asexué et/ou sexué. (14)

## 1. Classification fongique

### 1.1. Les Chytridiomycètes

Ces champignons, souvent unicellulaires, sont probablement proches des algues. Sans pathogénicité pour l'homme, pouvant être responsables de zoonoses chez les amphibiens. (08)

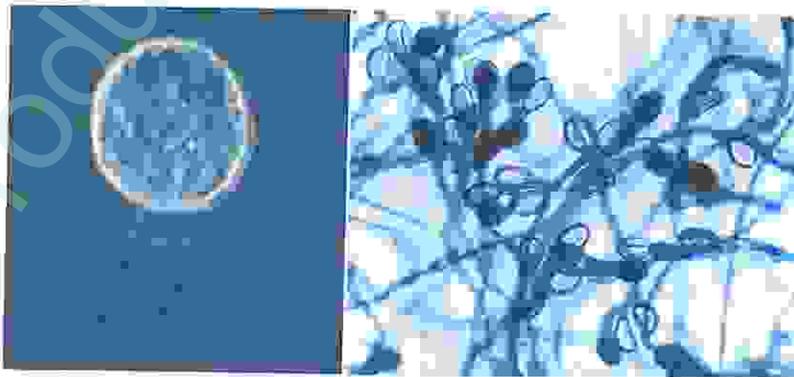


Figure 2 : les Chytridiomycètes

### 1.2. Les Zygomycètes

Les Zygomycètes, qui comprennent environ 200 espèces, rassemblent des champignons saprophytes, ainsi que des champignons parasites d'insectes (Entomophthorales), de Nématodes et d'Amibes (Zoopagales), et de plantes. Les Mucorales comprennent un grand nombre de moisissures saprophytes, mais aussi quelques espèces parasites des champignons, des animaux et des hommes (mucormycoses). (14)

### 1.3. Les Ascomycètes

Les Ascomycètes comprennent environ 15.000 espèces, auxquelles il faut ajouter un nombre à peu près équivalent d'espèces lichénisantes. De nombreuses espèces sont utilisées pour la fabrication d'antibiotiques, de médicaments, pour des fermentations. Certaines sont très recherchées pour leur valeur gastronomique (Morilles, Truffes). Quelques unes sont de redoutables parasites des végétaux, des animaux et des hommes. (14)

### 1.4. Les Basidiomycètes

Les Basidiomycètes, dont il existe environ 20.000 espèces, sont les champignons que l'on peut considérer comme les plus perfectionnés. Ils comprennent de nombreuses espèces à fructification développées ou carpophores (Cèpes, Amanites, etc.). (14)

### 1.5. Les Deutéromycètes

Encore appelés Adélomycètes, Fungi imperfecti (Champignons imparfaits), les Deutéromycètes ne constituent pas un groupe naturel, mais d'un ensemble artificiel regroupant environ 15.000 espèces (plus du quart des champignons actuellement connus) ne présentant jamais, ou très exceptionnellement, de forme de reproduction sexuée. La plupart présentent, néanmoins, des affinités d'Ascomycètes. Ils se reproduisent uniquement par voie végétative au moyen de spores asexuées ou par simple fragmentation du mycélium. Ils sont responsables d'un grand nombre de maladies des végétaux et humaines. (07)

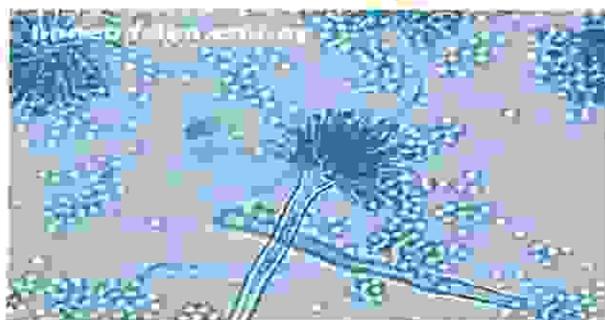


Figure 3: les Deutéromycètes (*Aspergillus conidios*)

## 2. Le thalle végétatif

Les champignons ne possèdent ni tige, ni racine, ni feuille ; la structure végétative est un thalle (entité ou paroi chitineuse qui peut être unicellulaire ou pluricellulaire à l'intérieur duquel se trouve un ou deux noyaux (deux noyaux pour les basidiomycètes), ils possèdent des mitochondries, un cytoplasme plus des éléments nutritifs.

- L'ensemble du thalle constitue un mycélium.
- Le thalle ne constitue pas de vrai tissu, le thalle peut être cloisonné ou non cloisonné. (le thalle des champignons supérieurs est toujours cloisonné)
  - ❖ **Le thalle cloisonné** : permet la segmentation où chaque segment est d'une longueur de **50µ**. Les cloisons sont munies d'ouvertures qui permettent la circulation des éléments cellulaires d'un segment à l'autre. En cas de stress ou de contraintes environnementales, les corps de Woronin isolent les segments et la circulation des éléments cellulaires n'est plus valable.
  - ❖ **Le thalle non cloisonné ou siphonné** : pour les champignons inférieurs pas de segmentation (cœnocytique), donc la présence ou l'absence de cloisons à l'intérieur des thalles est un critère de classification des champignons. (03)

## 3. La reproduction

La reproduction chez les champignons se fait selon le mode asexué et/ou le mode sexué (selon les espèces. Dans le premier type de multiplication, des processus de différenciation aboutissent, sans phénomène méiotique, à la formation de spores asexuées (multiplication végétative). Dans le second type de multiplication, interviennent la conjugaison de thalles différents, pour conduire à la formation de spores sexuées. (25)

### 3.1. Reproduction asexuée

Il existe fondamentalement deux modes de formation des spores asexuées : le mode endogène, où les spores (endospores) sont formées et contenues à l'intérieur d'une enveloppe portée par un filament mycélien (Zygomycètes : Mucorales, Entomophthorales), le mode exogène, où les spores (spores externes ou conidies) sont formées et émises successivement à l'extérieur du mycélium qui leur a donné naissance (Ascomycètes et Basidiomycètes). (16)

#### 3.1.1. Chez les Levures

Les levures sont un cas particulier de forme fongique unicellulaire possédant un seul noyau par cellule, existant dans de nombreux groupes de champignons. Les levures se distinguent en premier lieu par leur mode de division cellulaire : le bourgeonnement ou, beaucoup plus rarement, la fission. Dans le premier cas, la cellule mère produit un bourgeon (blastoconidie),

qui va se séparer après formation d'une cloison (septum) et donner naissance à une cellule fille. Dans le deuxième cas, la cellule ne bourgeonne pas mais s'allonge, et sa division par le milieu après formation d'un septum donnera naissance à deux cellules filles. (18)

### 3.1.2. Chez les Champignons filamenteux

La multiplication asexuée se réalise le plus souvent par l'intermédiaire de zoospores biflagellées, l'un des flagelles étant antérieur et l'autre postérieur. En réalité, la distinction entre zoospores mobiles et spores immobiles reste imprécise, car il n'est pas rare que les zoospores s'enkystent, c'est-à-dire se transforment en spores. Chez certaines espèces (Saprolegniales), il peut y avoir deux stades flagellés (des zoospores de première génération atypiques, deux flagelles apicaux identiques, s'enkystent puis libèrent des zoospores typiques de deuxième génération, dont la germination produit un mycélium. Il existe des espèces aériennes dont les sporocyste produisent des spores qui, soit donnent naissance à des zoospores lorsqu'elles se trouvent en contact avec l'eau (rosée, goutte d'eau) présente sur la plante hôte, soit émettent directement un mycélium. (18)

Chez certaines espèces (zygomycètes), lors de la sporogénèse, un filament mycélien (sporocystophore) se dresse à partir du mycélium végétatif et son extrémité se renfle pour former le sporocyste (ou sporange). Une spore unique (Entomophthorales) ou un grand nombre de spores (Mucorales) sont produites au sein du sporocyste après division de son cytoplasme et est/sont libérée(s) après rupture de la paroi du sporocyste. Ces endospores germent en donnant directement naissance à un mycélium.

La reproduction asexuée des Ascomycètes et les Basidiomycètes s'effectue par l'intermédiaire de spores exogènes (ou conidies). (18)

### 3.2. Spores de résistance

Il existe chez tous les champignons, des spores de résistance appelées chlamydospores, formées de façon terminale ou intercalaire, isolées ou en chaînes. Elles caractérisent par leur abondance certains *Fusarium*, *Mucor racemosus* et l'espèce *Candida albicans* lorsque celle-ci est cultivée sur un milieu sans glucose. (18)

### 3.3. Reproduction sexuée

Alors que les noyaux de spores asexuées se forment par simple mitose, les noyaux des spores sexuées se forment après des processus plus complexes :

- la plasmogamie qui réunit dans un même thalle deux noyaux compatibles ; avant de fusionner, les noyaux vont cohabiter durant une phase (dicaryophase) plus ou moins longue (le couple de noyaux prend le nom de dicaryon) ;

- la caryogamie, correspond à la conjugaison de noyaux haploïdes pour donner un noyau diploïde ;
- la division réductrice ou méiose, qui conduit à des noyaux à nouveau haploïdes. (15)

Chez de nombreuses espèces, la reproduction sexuée implique des organes de fécondation morphologiquement similaires (isogamie) auxquels il n'est pas possible d'attribuer un sexe. Chez d'autres, la fusion cellulaire a lieu entre cellules différenciées (anisogamie), dans ce dernier cas, les champignons sont hermaphrodites. (14)

## B. *Aspergillus* et *Penicillium*

*Aspergillus* et *Penicillium* appartiennent à la classe des Déutéromycètes.

### 1. Le genre *Aspergillus*

Les *Aspergillus* sont des champignons filamenteux imparfaits appartenant à la classe des Déutéromycètes. Quelques formes parfaites (sexuées) sont connues et appartiennent à la classe des Ascomycètes (*Emericella*, *Eurotium*, *Neosartorya*, etc.). On connaît près de 200 espèces d'*Aspergillus*, dont une vingtaine est impliquée dans des pathologies humaines (*A. carbonarius*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. ochraceus*, *A. parasiticus*, etc.).

Les *Aspergillus* sont cosmopolites. Ce sont des moisissures saprophytes et ubiquitaires (matière organique en décomposition, sol, poussière, compost, denrées alimentaires, céréales,). Ils sont omniprésents dans l'environnement humain. Chaque tête aspergillaire est capable de produire jusqu'à  $10^4$  spores. Les *Aspergillus* produisent de nombreuses mycotoxines (acide kojique, acide neoaspergilline, aflatoxines, griséofulvine, ochratoxine, stérigmatocystine, etc.) et sont impliqués dans de nombreuses pathologies relativement graves regroupées sous le terme d'aspergilloses.

Les *Aspergillus* sont très utilisés dans l'industrie agro-alimentaire, chimique et des biotechnologies. (21)

### 2. Le genre *Penicillium*

Les *Penicillium* sont des champignons filamenteux imparfaits appartenant à la classe des Déutéromycètes. Quelques formes parfaites (sexuées) sont connues et appartiennent à la classe des Ascomycètes (*Carpentales*, *Eupenicillium*, *Talaromyces*). Ce genre comprend entre 100 et 250 espèces.

Les *Penicillium* sont des champignons polyphages, très communs dans l'environnement pouvant être responsables de nombreuses dégradations. Ils ont pour habitat le sol, les denrées alimentaires, les matières organiques en décomposition, le compost, les graines, les céréales... Diverses espèces sont cultivées au niveau industriel pour la fabrication de fromages

(*Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*), pour la production de métabolites tels que les antibiotiques (*Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*), l'acide gluconique (*Penicillium purpurogenum*), et de nombreuses mycotoxines (citrioviridine, griséofulvine, patuline, roquefortine, etc.). (20)

### 3. La morphologie

L'identification des *Aspergillus* est plus facile que celle des *Penicillium*. Les colonies mycéliennes sont duveteuses ou poudreuses et généralement peu développées (2-3 cm de diamètre après une semaine de culture en boîte de Petri). Leur teinte diffère selon les espèces : *Aspergillus candidatus* est blanc, *Aspergillus ochraceus* est ocre (d'où son nom), *Aspergillus niger* est noir et les autres comme *Aspergillus glaucus* et *Aspergillus flavus* sont dans les tons verts. Les conidiophores sont érigés et renflés à leur extrémité en tête sphérique ou ovoïde. Une ou deux rangées de stérigmates (selon les espèces) prennent naissance sur cette sphère. C'est à partir de ces stérigmates que les spores ont formés en de très longues chaînes au point de faire plier les conidiophores. Les spores sont claires, plus ou moins colorés ou noirâtres. Elles sont globuleuses à ovoïdes et mesurent de 2,5 à 4 µm. (23)

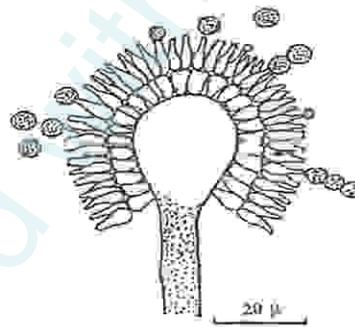


Figure 4 : Le genre *Aspergillus*

- Chez le *Penicillium*, les colonies, duveteuses ou poudreuses, à croissance rapide, sont généralement vertes ou plus rarement blanches. Les conidiophores isolés, groupés en faisceaux lâches ou agrégés en corémies bien définies, simples ou ramifiés, possèdent une forme ressemblant à celle d'un pinceau. Les conidies sont disposées en longues chaînes, globuleuses, elliptiques, cylindriques ou fusiformes, lisses ou rugueuses, hyalines, grisâtres ou verdâtres. (22)

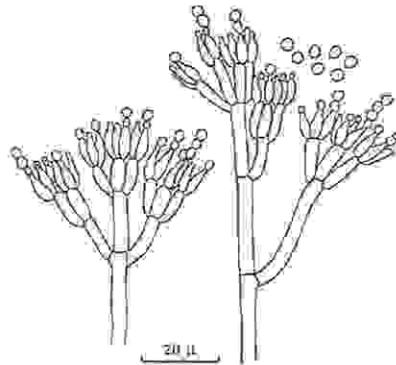


Figure 5 : Le genre *Penicillium*

#### 4. Facteurs influençant leur croissance

Certains facteurs influence la croissance des *Aspergillus* et *Penicillium* tels que :

- La température
- Le pH
- L'aération
- L'humidité
- La lumière

#### 5 Utilisation industrielle

Diverses espèces sont cultivées au niveau industriel pour la fabrication de fromages (*Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*), pour la production de métabolites : les antibiotiques de type pénicillines (*Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*), l'acide gluconique (*Penicillium purpurogenum*), la griséofulvine (*Penicillium griseofulvum*). (22)

D'autres interviennent dans le processus de fermentation (levures)

Les *Aspergillus* sont très utilisés dans l'industrie agro-alimentaire et dans l'industrie des biotechnologie, notamment pour la fermentation, la production d'enzymes, la production d'acides organiques, et la production d'antimicrobiens. (23)

Dans le domaine de la santé, ils produisent des médicaments comme la cyclosporine qui sert à prévenir les rejets de greffes d'organes.

L'industrie chimique utilise les champignons pour produire des acides (l'acide gibbéréllique), qui favorise la croissance des plantes, des enzymes pour les lessives et des colorants. Diverses vitamines sont obtenues grâce à des champignons : l'ergostérol, molécule que l'on peut

extraire des restes de levures de fermentation, permet d'obtenir la vitamine D, mais aussi la riboflavine (Vit. B2) et la biotine (Vit. H).

#### 6. Les maladies et dégâts causés

Ces moisissures, bien qu'étant utiles, sont responsables de la détérioration des textiles, des papiers et des produits alimentaires tels que *Penicillium expansum* agent de pourriture des fruits (pomme, poire etc.), *Penicillium digitatum* et *Penicillium italicum* responsable de la pourriture des agrumes. (22)

Elles peuvent aussi produire de dangereuses mycotoxines telles que la patuline (*Penicillium griseofulvum*), aflatoxines (*Aspergillus flavus*) ou l'ochratoxine (*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*), certaines espèces sont pathogènes pour l'homme et les animaux tels que *Penicillium marneffeii* (redoutable pour les malades atteints du VIH), *Aspergillus fumigatus* responsable d'aspergillose humaine (aspergillose broncho-pulmonaire, asthme aspergillaire, etc.) ou aviaire, *Aspergillus niger* responsable d'aspergillose du conduit auditif. (23)

Produced with Scantopdf

# *Partie pratique*

Produced with SCANTOPDF

Produced with ScanTOPDF

# *Chapitre IV:*

## *Matériels et méthodes*

## I. Identification fongique

### 1. La zone d'étude

Les différents constituants du lac ne sont pas homogènes pour toutes régions de l'écosystème, pour cela nous avons divisé le lac en 6 sites [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Pour augmenter la chance d'avoir des colonies de champignons et déterminer la quantité moyenne des différents composants tels que la distribution des microorganismes, des sels minéraux, le pH... etc.

### 2. L'échantillonnage

L'échantillonnage est un problème délicat en raison d'une distribution hétérogène des germes dans les milieux aquatiques.

L'analyse de l'eau a pour but de fournir une information quantitative et qualitative, et de préciser les propriétés hydrodynamiques des systèmes observés. Dans des flacons en verre, stérilisés au four pasteur à 180°C pendant 30 minutes afin d'éliminer toutes contaminations, on prélève 3 échantillon de chaque site étudié. L'ouverture et la fermeture des flacons se fait sous l'eau à une profondeur de 25 à 30 cm de manière à éviter de remplir totalement les flacons. Ensuite ses flacons doivent être hermétiquement fermés et conservés dans une glacière à 4°C.

Il est important que le travail analytique soit réalisé immédiatement ou le plutôt possible après l'échantillonnage, de manière à éviter les modifications de la composition chimique dues au dégazage et aux réactions photolytiques ou microbiennes.

### 3. Préparation des milieux de culture

Trois catégories de milieux peuvent être distinguées pour l'identification des moisissures :

- Milieu czapek simple et czapek concentré permettent de différencier sur les boîtes ensemencées, les *Penicillium* et *Aspergillus...* en outre l'acidité de ces milieux permet d'éliminer les bactéries.
- Milieu sabouraud est utilisé pour l'isolement de la culture des levures et moisissures.

Les différents constituants des milieux sont pesés à l'aide d'une balance de précision et mis dans un bécher gradué tout en complétant le volume jusqu'à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Ensuite on chauffe le tout pendant 5 min à une température supérieure ou égale à 100°C tout en exerçant une agitation pendant 20 min à l'aide d'un agitateur magnétique pour l'homogénéisation, enfin on verse le milieu liquide dans des flacons stériles en verre.

### 4. Stérilisation des milieux

La stérilisation est destinée à détruire tous les germes présents au départ dans le milieu, elle est réalisée dans un autoclave par la vapeur sous haute pression, à haute température (120°C) pendant 20 minutes.

## 5. L'ensemencement

### a. La dilution

Elle consiste à réaliser une suspension du produit à analyser suivie d'une série de dilution au 1/10 pour ensemencer un milieu de culture approprié. Après incubation, chaque thalle observé provient du développement d'un germe présent dans la suspension de départ.

La technique de la dilution est une technique visant à diminuer la charge microbienne dans la solution mère, s'effectuant devant la flamme du bec Bunsen et dans des tubes à essais stériles contenant au préalable 9 ml d'eau distillée.

Ensuite, à partir de la solution mère, on prélève à l'aide d'une pipette graduée 1 ml qu'on met dans le premier tube (dilution  $10^{-1}$ ), à partir de ce dernier, on prélève 1 ml qu'on introduit dans le deuxième tube (dilution  $10^{-2}$ ) et ainsi de suite jusqu'à obtenir la dilution  $10^{-6}$ . Dans notre pratique, nous avons utilisé pour chaque site une dilution équivalente au site c'est-à-dire la dilution  $10^{-1}$  pour le site N°1, jusqu'à la dilution  $10^{-6}$  pour le site N°6.

### b. L'ensemencement proprement dite

Dans notre travail, nous avons utilisé deux méthodes d'ensemencement :

- L'ensemencement dans la masse qui consiste à couler le milieu dans les boîtes de pétri renfermant au préalable l'inoculum.
- L'ensemencement en surface, réalisée par étalement de l'inoculum sur le milieu gélosé et refroidi.

Après les dilutions décimales, on ensemence les boîtes de pétri.

A partir de chaque dilution, on prélève 1 ml qu'on divise en deux gouttes sur les deux côtés de la boîte de pétri.

## 6. L'incubation

Après l'ensemencement, les boîtes de pétri sont incubées à l'étuve à deux températures :

- 37°C pour les boîtes contenant le milieu czapek simple
- 28°C pour celles contenant le milieu czapek concentré et le milieu sabouraud

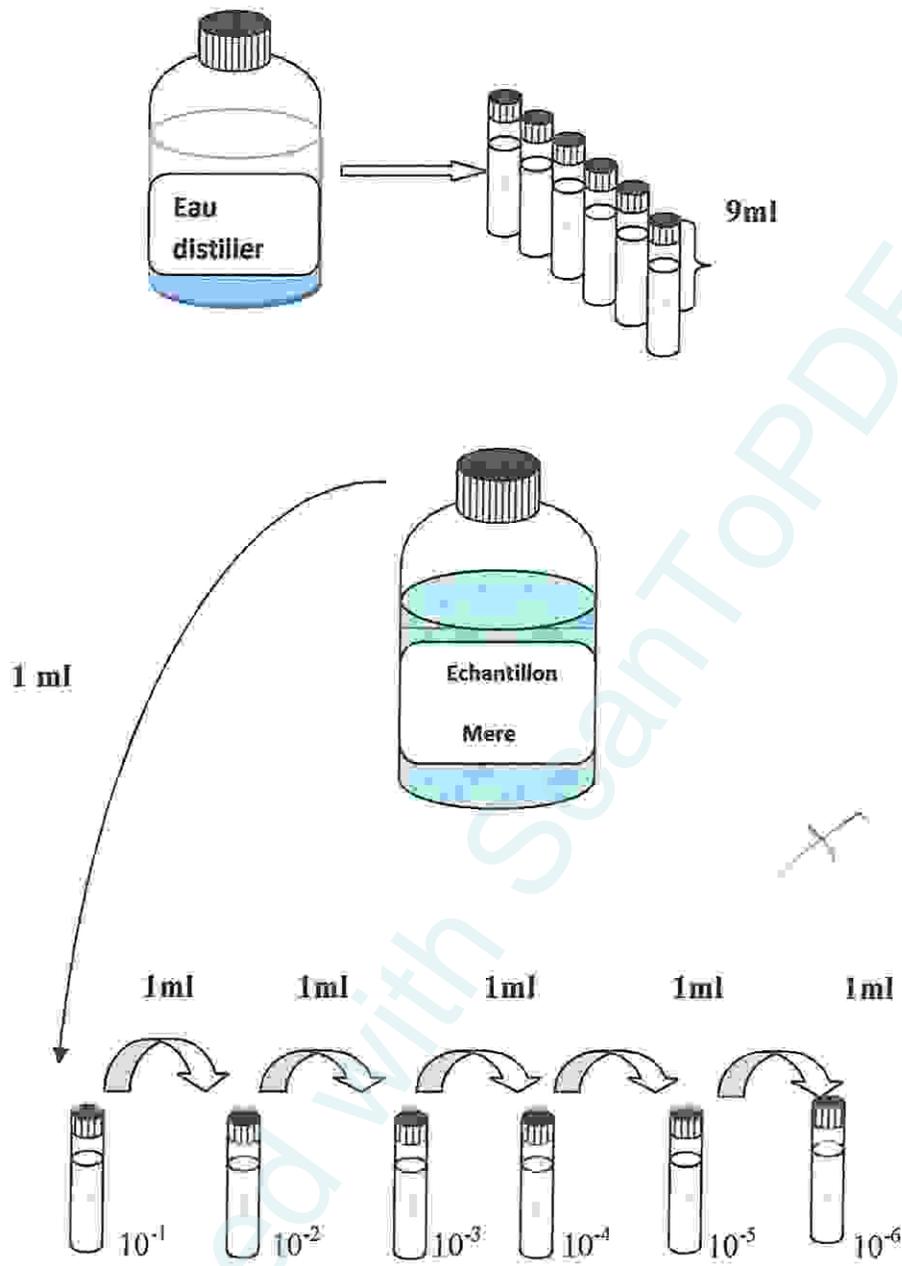


Figure 6: préparation des dilutions

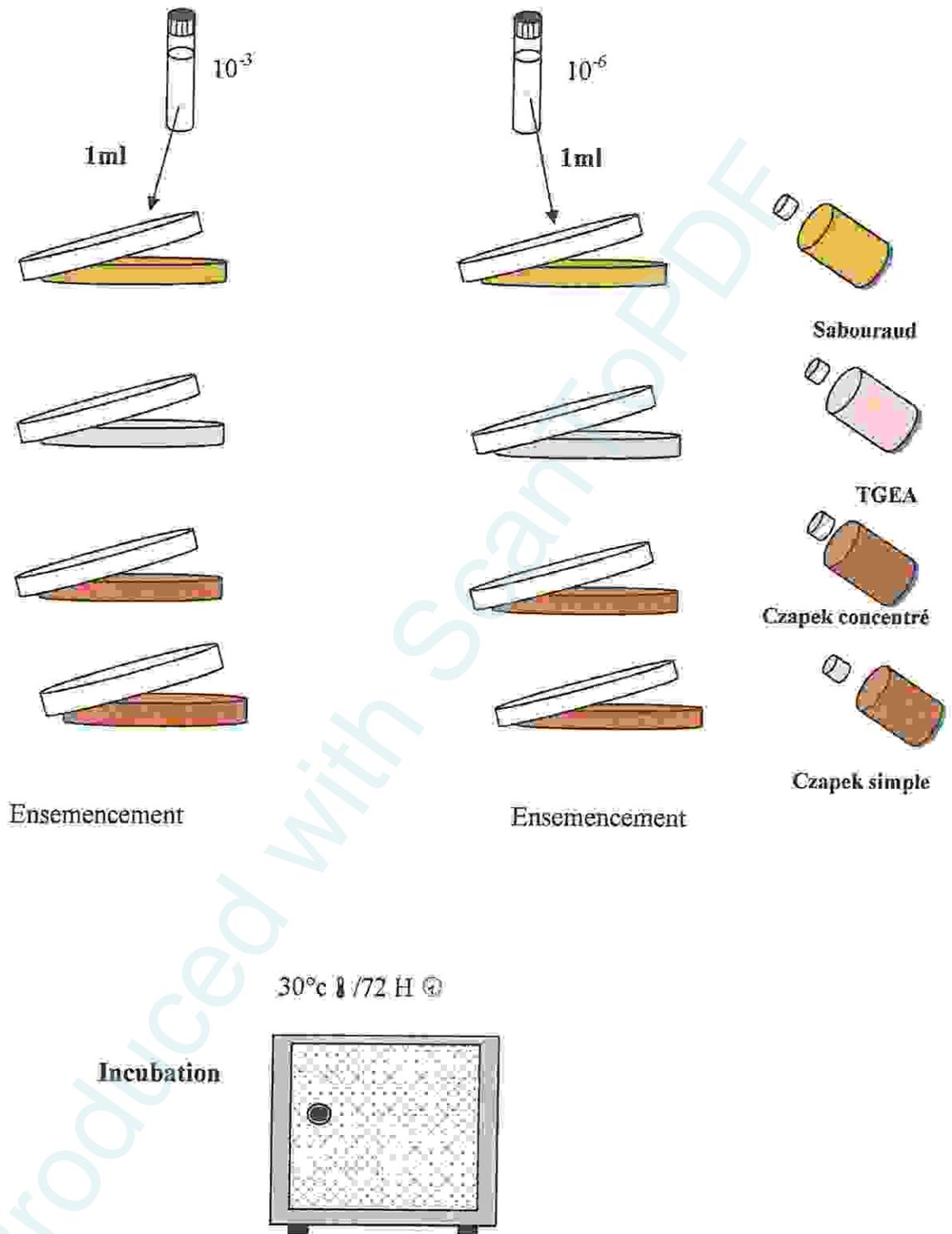
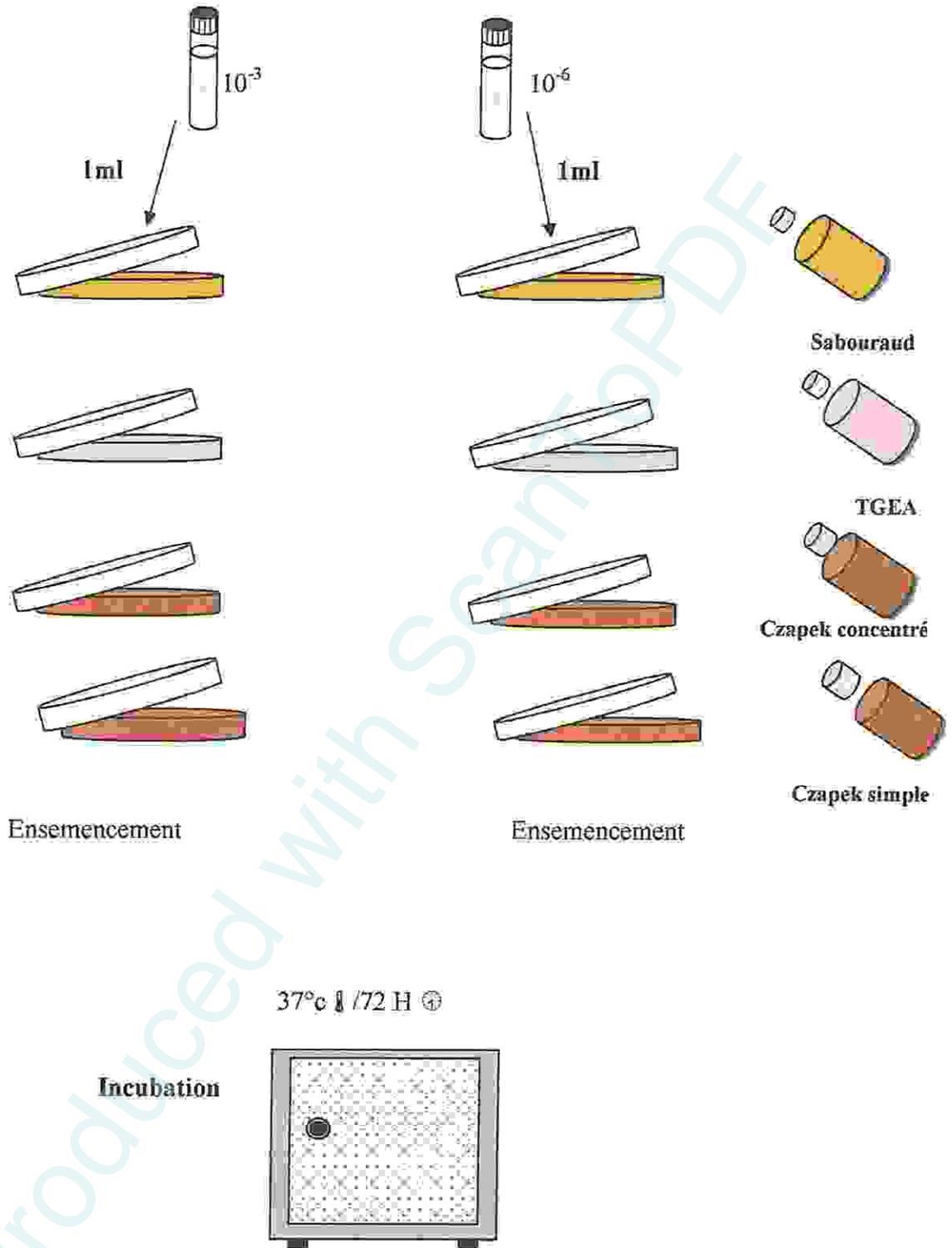


Figure 7 : Exemple de protocole d'ensemencement par épaulement



**Figure 7** : Exemple de protocole d'ensemencement par touche

## 7. La coloration

Le plus souvent, l'observation microscopique des moisissures ne requiert aucune coloration. Les colorants peuvent améliorer la qualité du contraste ou mettre en relief certains détails de la structure (ornementation des spores, cloisonnement des hyphes, etc.). Les colorants les plus utilisés sont : le bleu de méthylène, le bleu coton, la fuchsine

## 8. Le repiquage des souches

Le plus souvent il se développe dans le milieuensemencé une flore variée d'espèces en mélange qu'il convient de séparer rapidement en culture pure en vue de les identifier. Le repiquage est l'opération consistant à transférer aseptiquement un germe sur un milieu stérile pour l'isoler ou le maintenir en culture pure.

Il suffit de prélever avec une anse de platine stérile quelques spores ou un fragment mycélien à la marge de thalle, et de transférer l'inoculum sur un milieu neuf.

Pour obtenir un développement typique de champignon, l'inoculation doit être réalisée en un seul point et non en strie comme en bactériologie, en déposant la bouture sur la pente d'un milieu en tube ou soit au centre d'un milieu en boîte de pétri.

## 9. La lecture

### 9.1. Critères d'identification

L'identification des moisissures fait essentiellement appel aux caractères cultureux et morphologiques, rarement à des propriétés biochimiques, elle nécessite souvent l'utilisation de milieu standard favorisant la croissance ou la reproduction et permettant ainsi une expression correcte des caractères à étudier.

#### a. Caractères cultureux

- Vitesse de croissance ;
- Texture du thalle (velouté, laineux, etc... ) ;
- Couleur du thalle (pigmentation du mycélium, couleur des candidis) ;
- Couleur du revers de la culture et présence d'un pigment diffusé ;
- Exsudât (gouttelettes transpirées par le mycélium aérien).

#### b. Caractères morphologiques

- Etude microscopique du mycélium : absence ou présence de cloisons, couleur, ornementation des thallospores ;
- Nature des organes différenciés : zygospores, apothécies, cléistothèques, périthèces, sporocystes, acervules, pycnides, sporodochies, corémies, conidiophores, sclérotés ;

- Etude microscopique des organes différenciés et de leur contenus : forme, couleur, dimension, texture des parois, ornementation ;
- Etude biométrique, en notant les valeurs extrêmes mesurées et les moyennes, tout particulièrement pour les cellules sporogènes et les spores.

### 10. La conservation des souches

Parmi les techniques utilisées pour la conservation des souches, nous pouvons citer la conservation dans l'eau.

De petits cubes de 6 mm<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 distillée stérile en flacons à bouchon vissé. Les flacons hermétiquement fermés sont conservés à température ambiante.

Cette méthode a permis la conservation durant plusieurs années de champignons appartenant aux groupes les divers de la classification.

## II. L'analyse physicochimique

### 1. Matériels et réactifs

#### 1.1. Matériels

- Dispositif de filtration (pompe à vide ou sous pression)
- Disques filtrants en fibre de verre (filtres de *Wattman*)
- Etuve réglable à 105-110°C et 175-185°C
- Dessiccateur
- Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250 ml
- Enceinte thermostatée (étuve) à 20°C, plus ou moins 1°C
- Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène (oxymètre)
- Barboteur
- Appareil à reflux composé d'un ballon à fond plat de 250 ml à col rodé et d'un réfrigérant adaptable réservé exclusivement à la détermination de la DCO
- Spectrophotomètre
- Bêchers
- Papier filtre
- Pipetes graduées
- Fiole jaugée 200 ml
- Appareil à distiller par entraînement de la vapeur
- Verrerie
- Autoclave

### 1.2. Réactifs

- Solution de chromate de potassium à 10%
- Solution de nitrate d'argent N/10
- Solution d'acide sulfurique à 50%
- Solution de permanganate de potassium N/80 (1 ml de la solution N/80 correspond à 0,1g d'oxygène)
- Solution d'acide oxalique N/80 à préparer à partir d'une solution de N/10 récemment titrée
- Solution d'EDTA N/50
- Noir urochrome T
- Indicateur coloré d'urochrome T
- Solution tampon : Ammoniacale à 34%
- Indicateur coloré : murexide
- Solution d'hydroxyde de sodium à 2N
- Solution de phénolphthaléine dans l'alcool à 0,5%
- Eau permutée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition de 15 min)
- L'eau distillée
- Eau de dilution
- Eau d'ensemencement
- Solution de sulfate d'argent  $\text{AgSO}_4$
- Solution de férroïne
  - Solution de fer 0,7 g
  - Eau permutée q.s.p 100 ml
  - 1,10-phénanthroline 1,5 g
- Sel de mohr (sulfate de fer et d'ammonium)
- Sulfate mercurique cristallisé
- Solution de salicylate de sodium
- Solution tartrate
- Solution Zambelli
- Anti-mousse (silicone)
- Réactif nessler
- Acide ascorbique à 5%
- Chlorure de potassium
- Solution de molybdate d'ammonium

- Réactif de phosphate
- Solution de minéralisation
- Persulfate de potassium 3 g

## 2. Les paramètres physicochimiques

### 2.1. Les matières en suspension (MES)

La détermination de la matière en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est utilisée pour les eaux contenant trop de matières colloïdales. D'une façon générale, les matières grossières en suspension doivent être préalablement éliminées par passage sur un tamis et les dépôts restant dans le flacon de prélèvement soigneusement repris.

La méthode utilisée est la filtration sur fibre de verre où l'eau est filtrée à l'aide des filtres de *Wattman* et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

#### ➤ Mode opératoire :

- Laver le disque filtrant fibreux à l'eau distillée, le sécher à l'étuve (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne) et le placer en attente dans un dessiccateur ;
- Peser le disque :  $M_0$
- Placer le disque dans l'appareil de filtration et mettre en route le système d'aspiration ;
- Verser progressivement le volume  $V_e$  d'eau à analyser sur le disque filtrant jusqu'à ce que l'appareil de filtration se vide ;
- Rincer le récipient qui a contenu l'échantillon avec 10 ml d'eau distillée et filtrer les eaux de lavage
- Mettre le disque filtrant à sécher (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne). Laisser refroidir le filtre au dessiccateur ; peser le filtre :

#### ➤ Expression des résultats :

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

$M_0$  = masse du disque filtrant avant utilisation

$M_1$  = masse du disque filtrant après utilisation

$V$  = volume d'eau utilisé

### 2.2. La température

La mesure de la température est effectuée sur le terrain. 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 des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc de la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour connaître l'origine de l'eau et du mélange éventuel, etc... d'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde.

Pour le lac on fait la mesure de la température en différents points, à une distance des bords de la rive à environ 10 m. on peut utiliser un thermomètre à résistance avec enregistrement.

### 2.3. La turbidité

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire.

A l'aide d'un turbidimètre, il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement, de préférence le même jour. Les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure.

### 2.4. Les chlorures

#### ➤ Principe :

En milieu neutre, les chlorures sont dosés par une solution titrable de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### ➤ Mode opératoire :

- Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer à col large, ajouter 2 à 3 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.

#### ➤ Expression des résultats :

Soit  $V$ , le volume de millimètres de nitrate d'argent utilisés :

$$\underline{\text{La teneur en Cl}^- \text{ (mg/l)} = V \text{ (ml)} \times 142}$$

### 2.5. Les matières organiques

L'opération consiste à mesurer en milieu acide et en milieu alcalin, la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières organiques d'origine animales ou végétales contenues dans l'eau.

➤ **Mode opératoire :**

- Introduire dans un erlenmeyer 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 ménager dans une plaque chauffante pendant 10 minutes à partir du moment où il y a formation de bulles au fond du ballon viennent crever à la surface du liquide ;
- Ajouter ensuite 10 ml d'acide oxalique N/80 à titrer à l'aide d'une burette graduée contenant la solution de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une faible coloration rose ;
- Faire un essai en opérant dans les mêmes conditions.

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{MO (O}_2\text{/l)} = V (\text{échantillon}) - V (\text{blanc})$$

### 2.6. Résidu sec

➤ **Principe :** Le résidu sec correspond au poids de la totalité des matières dissoutes par litre d'eau. Une certaine quantité d'eau bien mélangée et évaporée dans une capsule tarée, le résidu sec est en suite pesé.

➤ **Mode opératoire :**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher
- Prélèveur 200 ml d'eau à analyser
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir pendant 15 minutes dans un dessiccateur
- Peser immédiatement et rapidement

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{R.S (mg/l)} = (P_b - P_a) \times 5 \times 1000$$

$P_b$ : poids plein de la capsule.

$P_a$ : poids vide de la capsule.

### 2.7. Le Magnésium

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large, ajouter 2 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  à pH 10 et une pincée de noir euriochrome T
- Titrer par l'EDTA N/50 jusqu'au virage de couleur bleu (V2)

➤ **Expression des résultats:**

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

**V<sub>2</sub>:** volume titré de calcium et de magnésium

**V<sub>1</sub>:** volume titré de calcium

**Facteur:**

- 50 ml de solution mère de  $\text{CaCl}_2$
- 2 ml de  $\text{NaOH}$  (2N)
- Une pincée de murexide
- Titrer par l'EDTA N/50 jusqu'au virage de couleur violet

$$F = 12,5/V \text{ (EDTA)}$$

### 2.8. La dureté totale

➤ **Principe:**

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont anionés à former un complexe du type chélation par le sel disodique de l'acide ethylene-diaminetétracétique à pH 10, la disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelé par le virage d'un indicateur spécifique

En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium

➤ **Mode opératoire:**

- Prélever 100 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de solution tampon (pH = 9,5-10) et quelques grains d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage rouge au bleu.

➤ **Expression des résultats:**

Soit V le volume de la solution d'EDTA versée.

$$\text{TH (°F)} = V \text{ (ml)} \times 10$$

### 2.9. Le calcium :

➤ **Principe:**

Le principe est identique à celui de la méthode complexo-métrique décrite pour la dureté totale, 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.

➤ **Mode opératoire:**

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

➤ **Expression du résultat:**

Soit V le volume de solution d'EDTA verser

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

### 2.10. Titre alcalimétrique simple et complet (TA et TAC)

➤ **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.

➤ **Mode opératoire:**

a) T.A:

- 100 ml d'eau à analyser
- 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine
- Si une coloration rose apparaît titrer avec l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'à la disparition de couleur
- Si la couleur n'apparaît pas: TA = 0 (pH < 8,3 => TA = 0)

➤ **Expression des résultats:**

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

b) TAC:

- 100 ml d'eau à analyser
- 2 à 3 gouttes de méthyle orange à 0,5%
- Titrer par l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/50 jusqu'au virage rouge orange

➤ **Expression des résultats:**

$$\underline{TAC (^{\circ}F) = V (\text{titré}) - 0.5}$$

### 2.11. Les nitrates

#### ➤ Principe:

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

#### ➤ Mode opératoire:

- Filtrer l'échantillon d'eau à analyser à l'aide des papiers filtres, puis prélever 10 ml de filtrat dans un bêcher gradué, on ajoute 1 ml de solution de salicylate de sodium+ quelques gouttes de Solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,1 N.
- Mettre le bêcher dans l'étuve à 75-80°C jusqu'à séchage complet.
- Après on ajoute 2 ml de l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. On attend 10 minutes et on ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution tartrate.
- On mesure en suite l'absorbance à spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm.

#### ➤ Expression des résultats:

$$\text{teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance} \times L}{\mu}$$

$\mu$ : constant = 0,26

L: diamètre de cuve = 0,4 cm<sup>3</sup>

### 2.12. Les nitrites

#### ➤ Principe:

La diazotation de l' amino-4-benzenesulfonamide par le nitrate en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-I) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

#### ➤ Mode opératoire

- Après filtration de l'échantillon de l'eau à analyser, prélever 25 ml de filtrat et ajouter 1 ml de solution Zambelli, agiter et laisser au repos pendant 10 minutes
- Ensuite on ajoute la solution d'ammoniac NH<sub>4</sub>OH pour effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 435 nm.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{Teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance} \times L}{\mu}$$

$\mu$ : constant = 0,5

$L$ : diamètre de cuve = 0,4 cm<sup>3</sup>

**2.13. L'ammonium**

En milieu alcalin, l'ammonium est déplacé puis entraîné par la vapeur d'eau. Le dosage est en suite effectuer sur le distillât soit par titrimétrie soit par spectrophotométrie.

➤ **Mode opératoire:**

- Dans le ballon de l'appareil a distillé, introduire 200 ml de l'échantillon et un peu d'antimoussé (silicone) et peu de pierres.
- Puis ajouter 10 ml NaOH 40%, après chauffage, le distillât est déversé dans une fiole contenant 25 ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N. Attendez 30 minutes jusqu'à l'obtention de 200 ml
- Prélever 25 ml et ajouter 1 ml de réactif de nessler pour effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{Teneur (mg/l)} = \frac{\text{Absorbance} \times 20}{\mu \times L}$$

$\mu$ : constant = 2,6

$L$ : diamètre de cuve = 0,4 cm<sup>3</sup>

*Chapitre V:*  
*Résultats et discussions*

Produced with SCANTOPDF

## I. Analyses physicochimiques

### 1. La température:

La température des eaux superficielles varie en fonction de la température de l'air. C'est un facteur écologique très important ayant une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques. (Merzoug, 2009).

Les résultats obtenus des différents sites varient de 11.5°C à 15.7°C

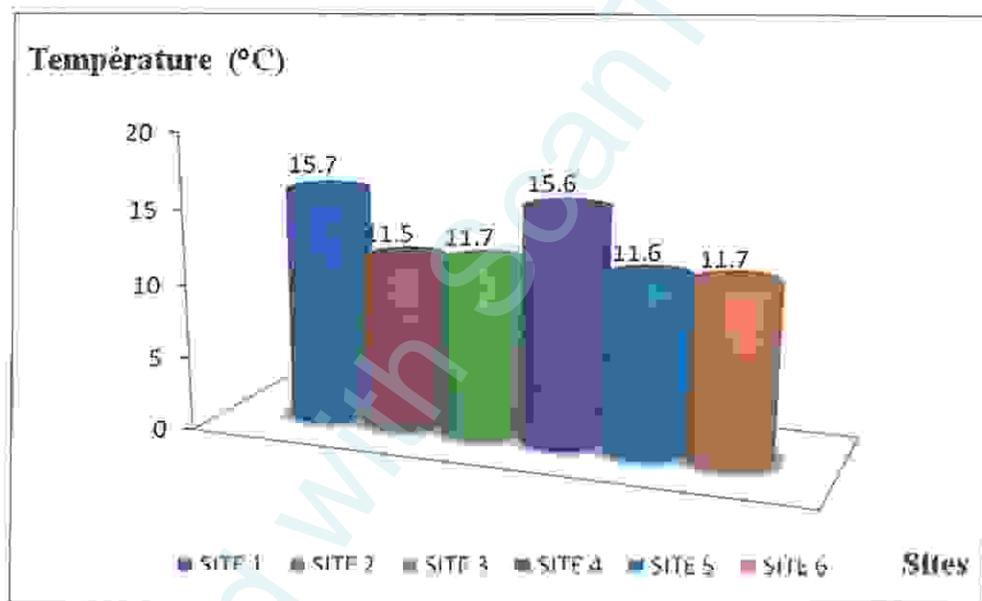


Figure 9 : Variation de la température en fonction des sites de prélèvement

### 2. La conductivité

Pour les eaux de surface, la minéralisation a une influence sur la conductivité, et des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. (Rodier, 2005).

Les résultats obtenus varient de 237 à 249  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ce qui traduit une minéralisation moyenne du lac (250 $\mu\text{S}/\text{cm}$  selon l'OMS) et le site 4 (249 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) contient plus de sels minéraux que les autres sites.

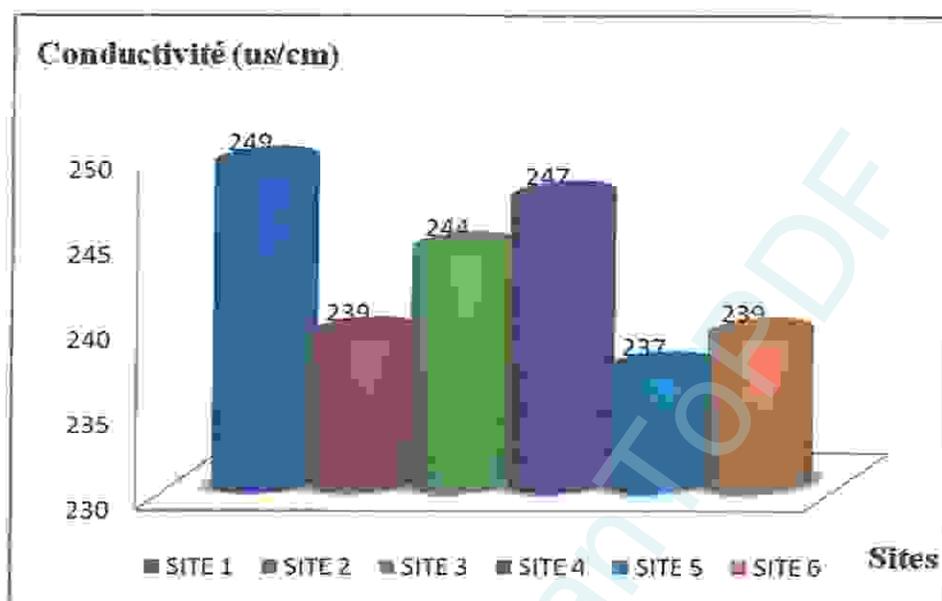


Figure 10 : Variation de la conductivité en fonction des sites de prélèvement

### 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.

Les résultats obtenus sont situés entre 7,28 et 7,82. D'après ces résultats, ces eaux présentent une faible alcalinité car leur pH avoisine la neutralité (OMS).

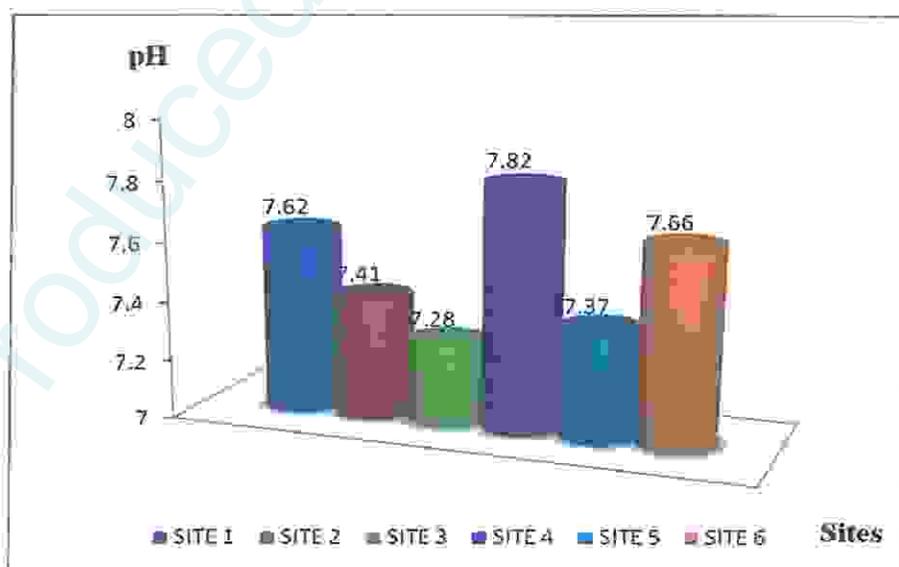


Figure 11 : Variation du pH en fonction des sites de prélèvement

#### 4. La turbidité

Dans les eaux profondes, la turbidité empêche la propagation de la lumière, ce qui a pour conséquence l'élimination de la végétation, cependant, dans la plupart des eaux superficielles la turbidité est très importante et leur consommation directe n'est possible qu'après traitement.

Les résultats obtenus des sites varient de 196 à 208 NTU ce qui signifie que les eaux du lac ne sont polluées car une forte turbidité peut protéger de la désinfection les microorganismes fixés sur les particules (OMS). La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, microorganismes, colloïdes, etc.)

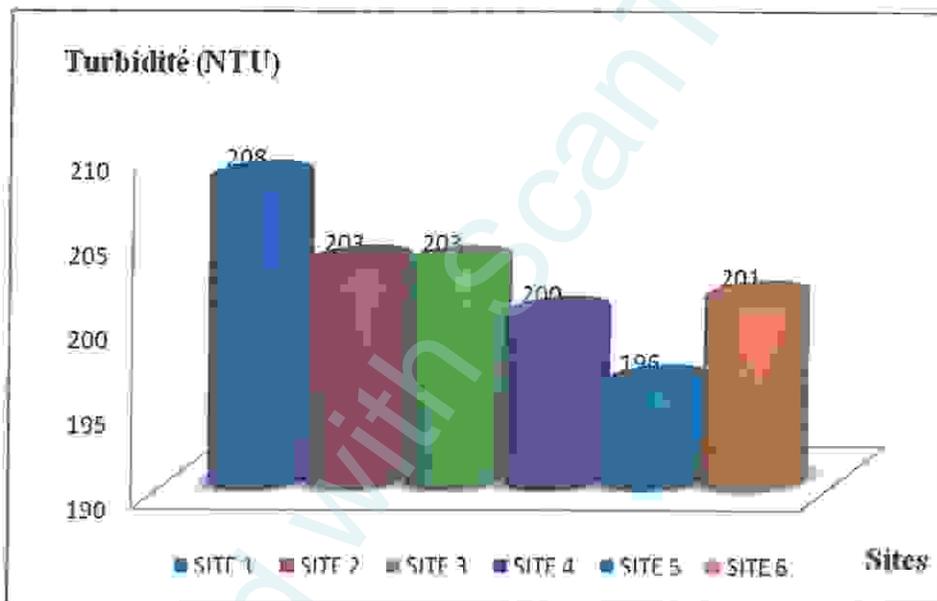


Figure 12 : Variation de la turbidité en fonction des sites de prélèvement

#### 5. Les matières organiques

La nature des matières organiques est très variable d'un site à l'autre et suivant les saisons, ayant pour inconvénient l'apparition de mauvais goûts et d'odeurs désagréable et servant de substrats pour le développement des algues et de champignons.

Les valeurs obtenues sont toutes identiques (7,2 mg/l), ils sont liés à des produits de décomposition d'origine animale ou végétale élaboré sous l'influence des microorganismes. Ces valeurs dépassent la norme qui est de 5 mg/l (OMS), ce qui traduit une pollution.

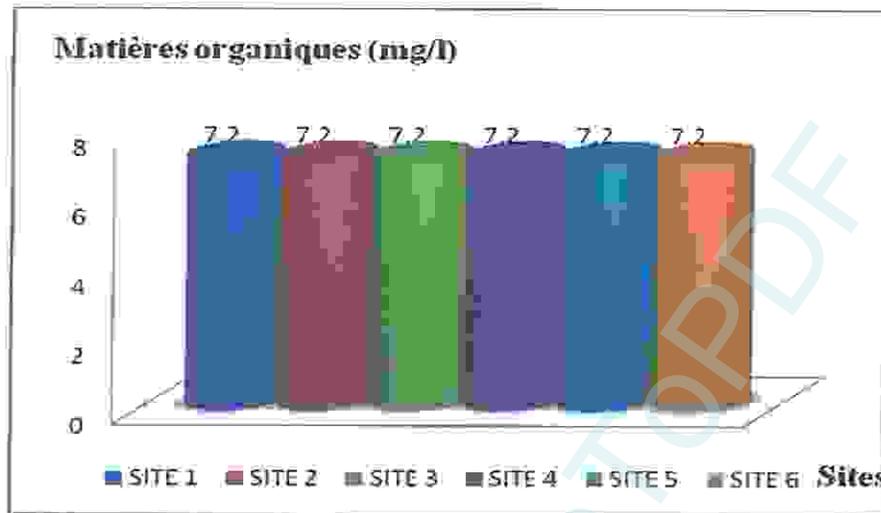


Figure 13 : Variation de la teneur en matières organiques en fonction des sites de prélèvement

#### 6. Résidus secs

La détermination des résidus secs permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes, en suspension non volatile. La présence des matières dissoutes et matières en suspension non volatile indique une pollution organique.

Les résultats obtenus varient de 329,9 et 560 mg/l et le site 3 présente une teneur élevée. Cette eau ne peut être utilisée que pour l'irrigation et non pour la consommation humaine car elle est polluée. (OMS)

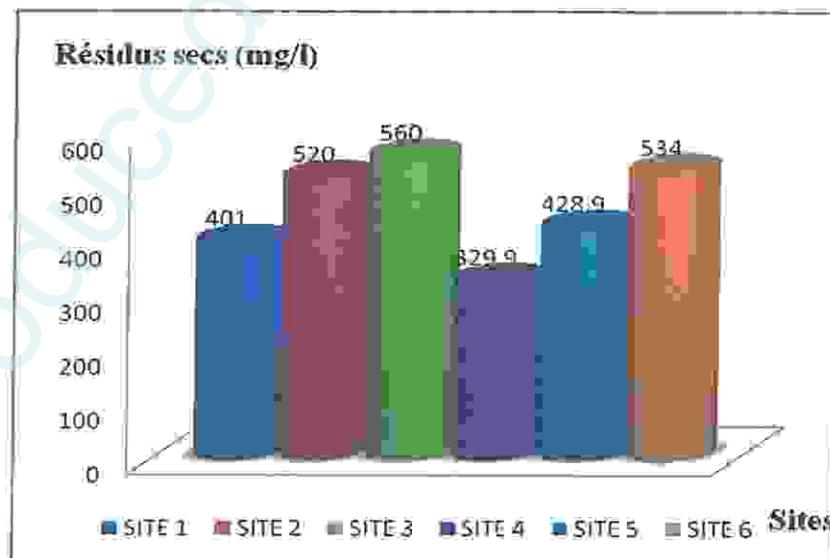


Figure 14: variation des résidus secs en fonction des sites de prélèvement

### 7. Le calcium

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature dans les roches calcaires sous forme de carbonate; sa teneur dans les eaux superficielles varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

Les valeurs obtenus pour le calcium varient de 28,22 à 31,27 mg/l.

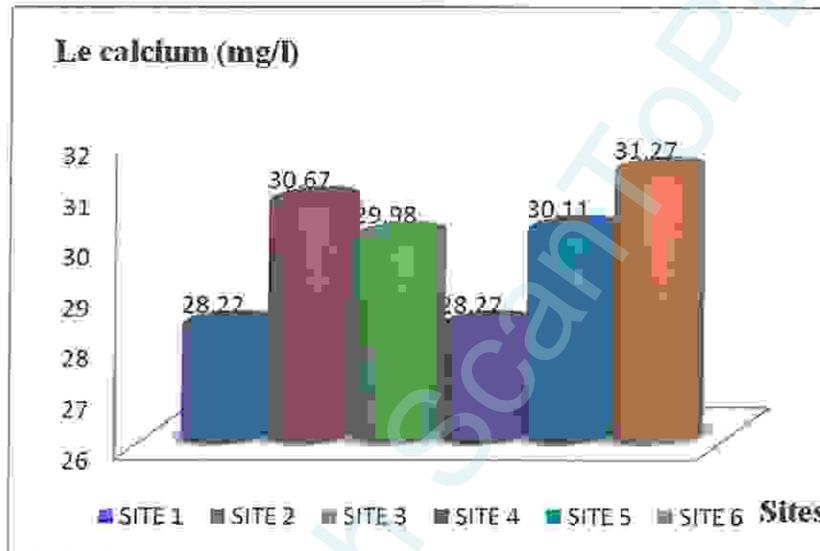


Figure 15 : variation du calcium en fonction des sites de prélèvement

### 8. Le magnésium

Le magnésium présent dans l'eau peut s'y trouver à l'état soluble ou en suspension ou sous forme complexe, sa solubilité dépend du pH, de l'oxygène dissous et de la présence d'agents complexant.

Les résultats obtenus varient de 8 à 9,38 mg/l, et peuvent être d'origine industrielle puisque certains effluents industriels peuvent également renfermer des teneurs élevées en magnésium.

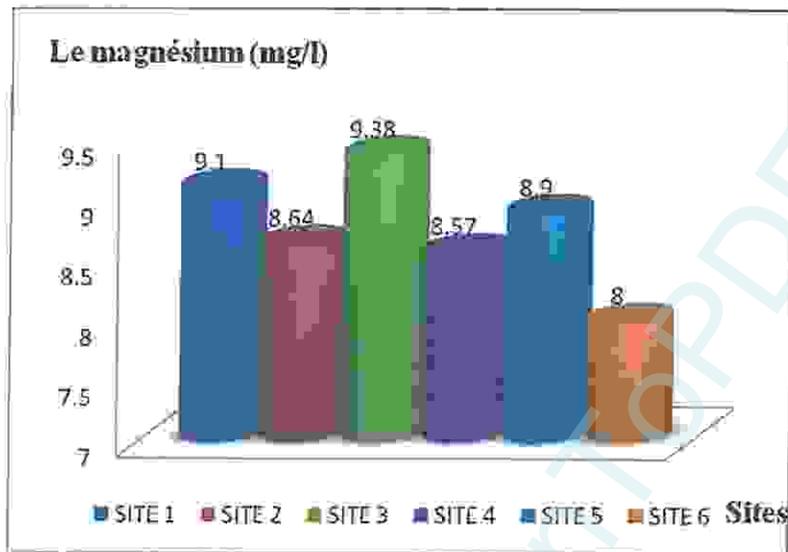


Figure 16: variation du magnésium en fonction des sites de prélèvement

### 9. Le chlorure

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur inférieure à 25 mg/l. Elles sont susceptibles de subir des variations provoquées soit dans les zones urbaines et industrielles par des pollutions liées à des eaux usées, soit dans les zones arides par un lessivage superficiel en cas de fortes pluies.

Les résultats obtenus des différents sites varient de 42,6 à 57,9 mg/l. D'après ces résultats, les eaux du lac Oubeira sont polluées.

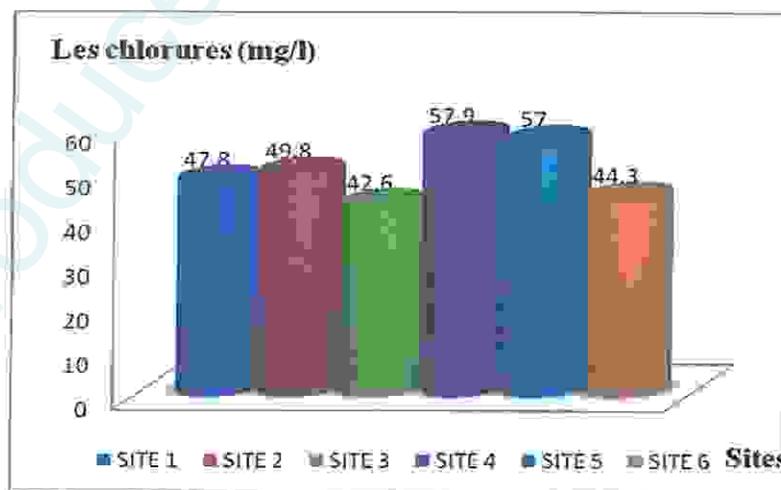


Figure 17: variation du chlorure en fonction des sites de prélèvement

### 10. Les nitrates

Les nitrates proviennent des processus d'oxydation biologique de toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniac, etc.), dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux; il peut varier de 1 à 15 mg/l et une concentration de 2 ou 3 mg/l peut être considérée comme normale. Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais) peuvent concourir à l'enrichissement en nitrates des eaux superficielles.

Les valeurs obtenues varient de 0,215 à 0,64 mg/l.

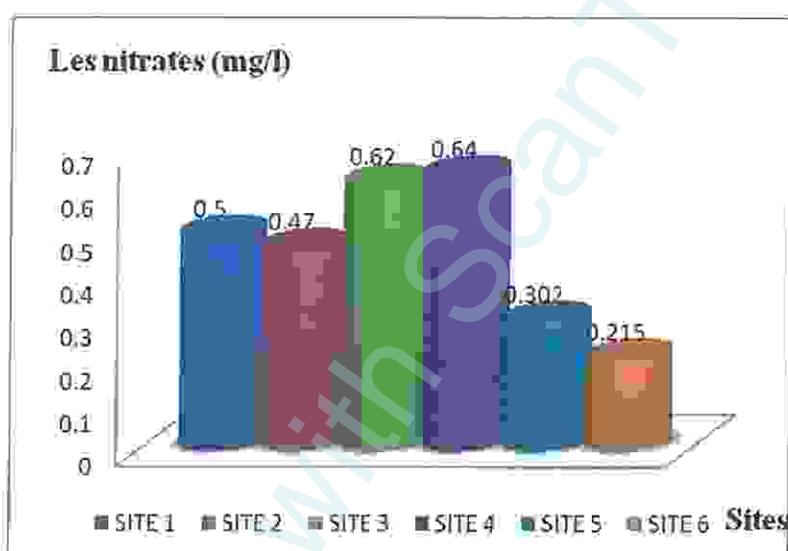


Figure 18: variation des nitrates en fonction du site de prélèvement

### 11. Les nitrites

Les nitrites proviennent soit de l'oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. En l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active, les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles de l'ordre de 0,01 mg/l, en dessous les eaux peuvent être considérées comme pures mais en présence de quelques dixièmes de mg/l, la pollution est sensible, celle-ci devient significative au delà de 1 mg/l.

Les résultats obtenus varient de 0,079 et 0,32 mg/l, ce qui indique une légère pollution

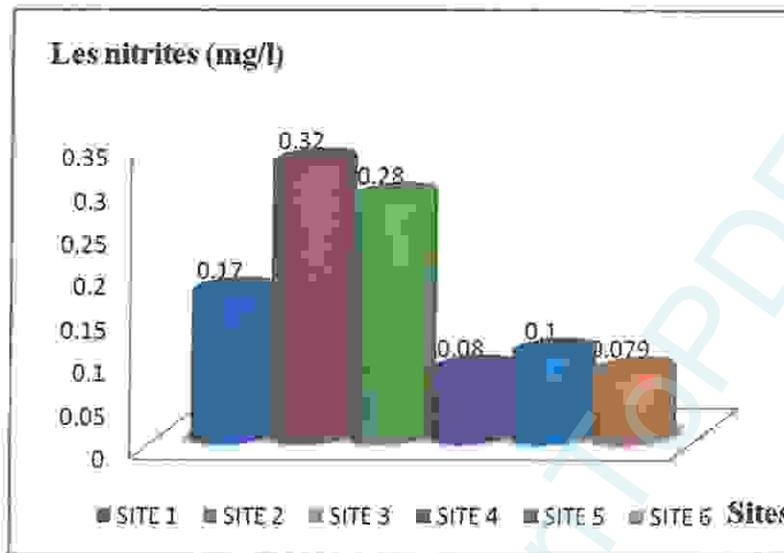


Figure 19: variation des nitrites en fonction des sites de prélèvement

### 12. L'ammonium

L'azote ammoniacal est souvent trouvé sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ) ou non ionisée ( $\text{NH}_3$ ), il peut avoir pour origine dans les eaux superficielles: la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels, les engrais, etc.

Les résultats obtenus pour tous les sites sont situés entre 0,11 et 0,3 mg/l, leur présence indique une pollution par des matières organiques azotées (déjections humaines ou animales, eaux usées, végétaux...), (OMS).

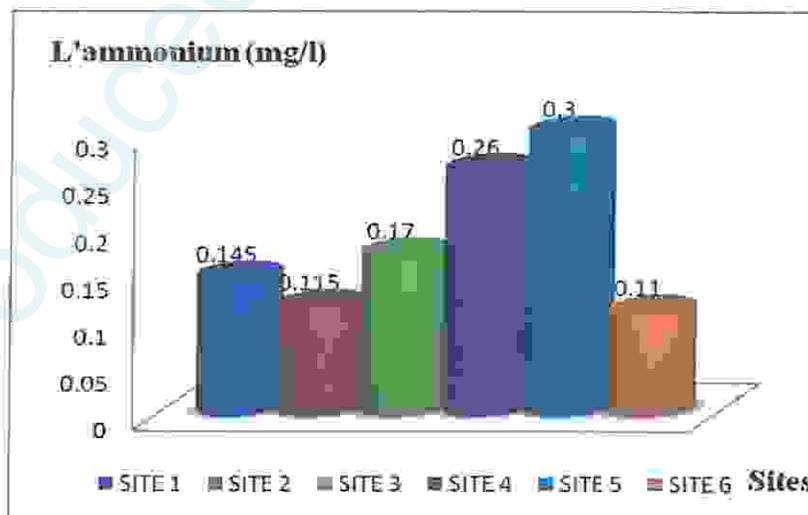


Figure 20: variation de l'ammonium en fonction des sites de prélèvement

### 13. Les matières en suspension

La teneur et la composition des matières en suspension varient selon les cours d'eau (sables, boues, particules organiques, plancton, etc.); elles sont fonction des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, etc.

Les résultats obtenus varient de 82 à 90 mg/l, le site (4) présente un taux élevé en matières en suspension (90mg/l) l'origine peut être due à la pluviométrie.

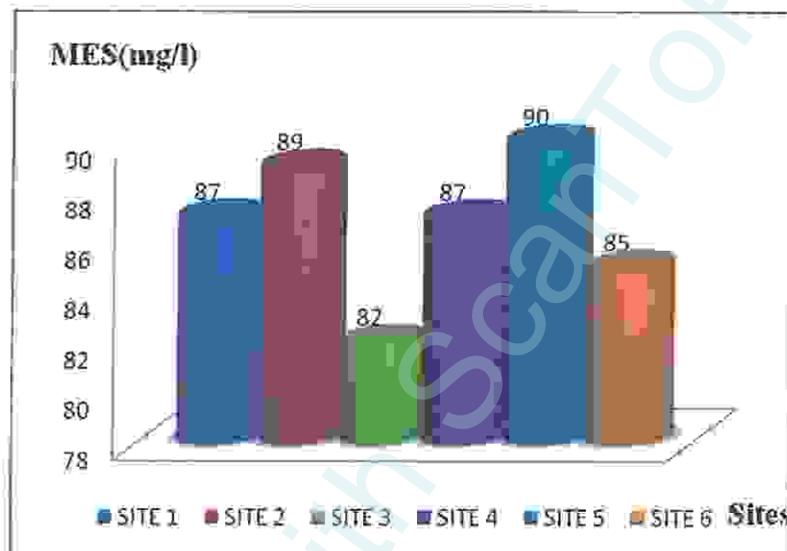


Figure 21 : variation des matières en suspension en fonction des sites de prélèvement

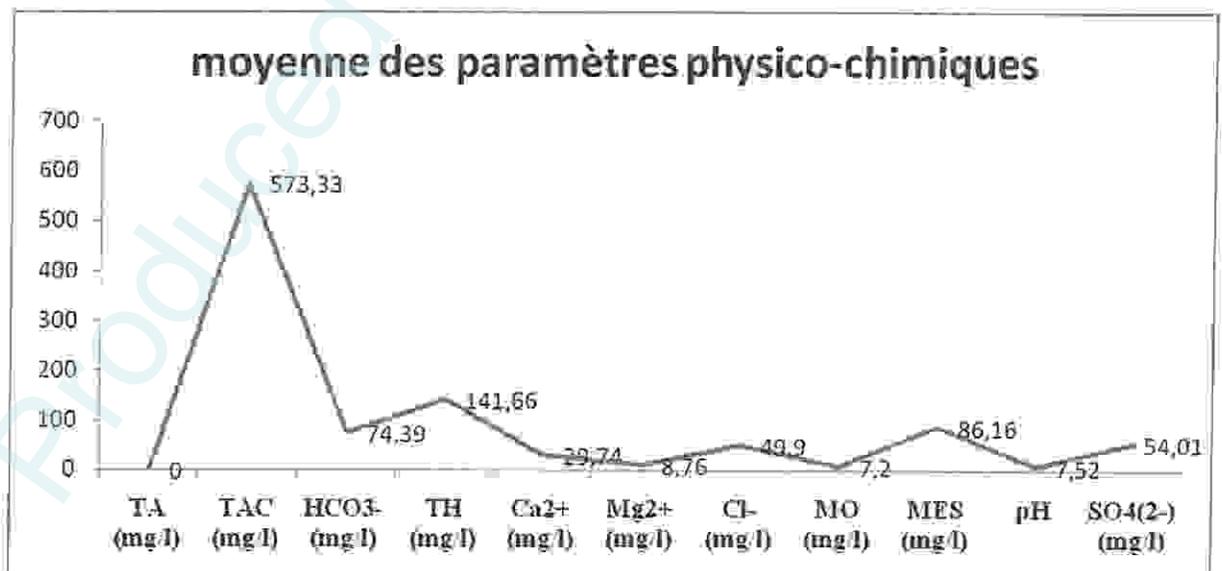


Figure 22 : variation des moyennes des paramètres physico-chimiques

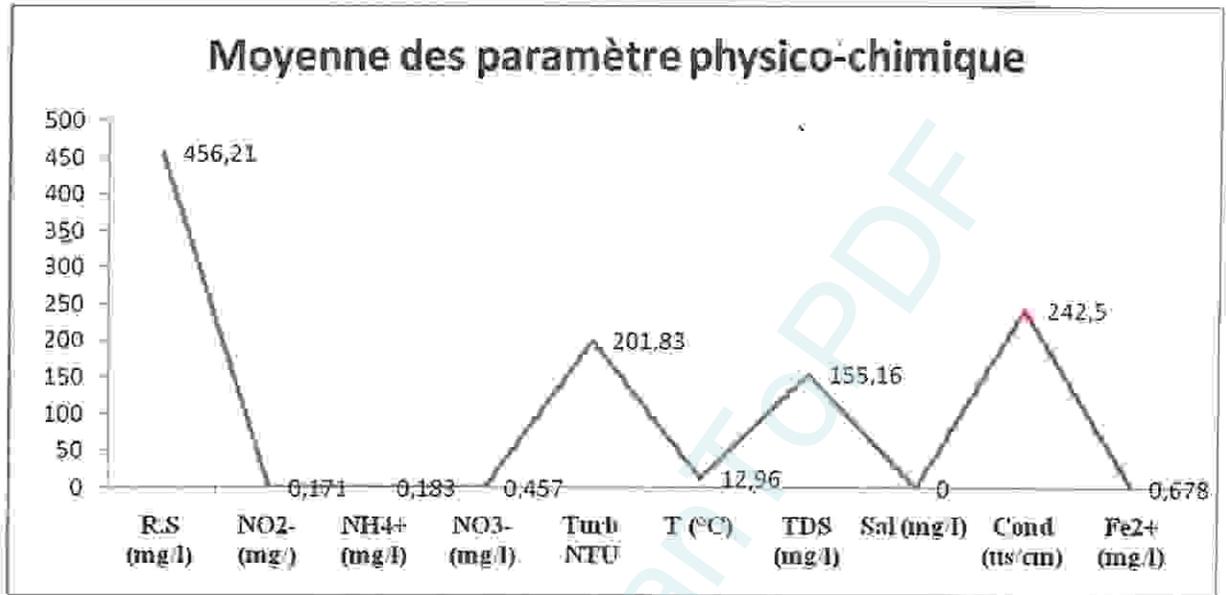


Figure 23 : variation des moyennes des paramètres physico-chimiques

L'analyse de ces courbes nous montre des concentrations élevées de certains paramètres (TAC, TH, R.S, NTU, TDS, Cond, etc...) ce qui traduit que les eaux du lac Oubeira sont polluées par les matières organiques, éléments indispensables pour la croissance des microorganismes tels que les champignons.

**Identification fongique :****Tableau 10:** identification des caractères cultureux (sur Czapek concentré) à 28°C

Les sites	Après 2 jours	Après 7 jours
<b>Site 1</b>	Absence des colonies	3 colonies blanchâtres de 1cm de diamètre
<b>Site 2</b>	3 colonies de couleur grise de 1,5cm de diamètre	7 colonies : 3 colonies verdâtre de diamètre 4,8cm avec extrémité blanc, et 2 colonies brunes de 1cm de diamètre
<b>Site 3</b>	Une colonie blanchâtre 1,5cm de diamètre	Une colonie grisâtre de 4cm de diamètre avec extrémité blanc
<b>Site 4</b>	Absence des colonies	2 colonies de couleur gris-noirâtres de 4cm de diamètre
<b>Site 5</b>	2 colonies de couleur grise avec diamètre de 1,5cm	5 colonies : une colonie verdâtre de 4cm de diamètre, et 4 colonies grises ; une de 4cm de diamètre et 3 colonies de 2cm de diamètre
<b>Site 6</b>	Absence des colonies	2 colonies blanchâtres de 2,8cm de diamètre

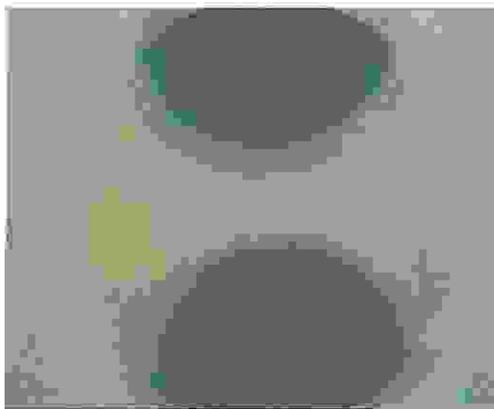
**Tableau 11:** identification des caractères cultureux (sur Czapek simple) à 37°C

Les sites	Après 2 jours	Après 7 jours
Site 1	Absence de colonies	Une colonie blanchâtre de 2cm de diamètre
Site 2	Une colonie de couleur blanchâtre de 1,5cm de diamètre	Une colonie verdâtre de 3,5cm de diamètre avec extrémité blanchâtre
Site 3	Absence de colonies	Une colonie jaune de diamètre 1,5cm
Site 4	Absence de colonies	2 colonies de couleur jaune-orangé de 1cm de diamètre
Site 5	Absence de colonies	Une colonie blanchâtre de 2,5cm de diamètre
Site 6	Absence des colonies	Une colonie de 1,5 cm de diamètre et une colonie de 1cm de diamètre toutes de couleur jaune

Tableau 12 : identification des caractères cultureux (sur Sabouraud) à 28°C

Les sites	Après 2 jours	Après 7 jours
Site 1	Absence de colonies	3 colonies marron de 1cm de diamètre
Site 2	Absence de colonies	4 colonies jaune-orangé : une colonie de 1,5cm de diamètre et 3 colonies avec 0,5cm de diamètre
Site 3	Absence de colonies	5 colonies blanchâtre de 0,5cm de diamètre
Site 4	2 colonies jaunâtres de 1,5 cm de diamètre	2 colonies noirâtres de 3,5cm de diamètre
Site 5	Une colonie blanchâtre de 1,5cm de diamètre	Une colonie de couleur ocre-jaune de 3cm de diamètre
Site 6	3 colonies jaunâtres de 0,5cm de diamètre	3 colonies vert-jaune de 4 cm de diamètre 2 colonies blanchâtre de 1cm de diamètre

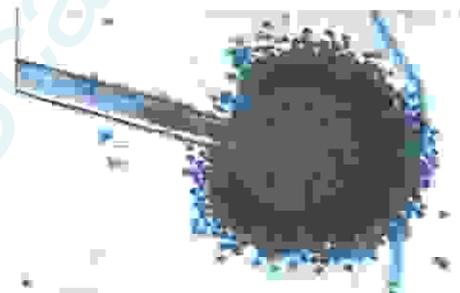
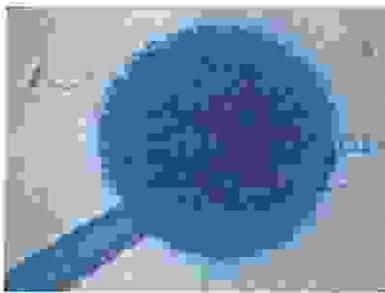
- Sur sabouraud à 28°C



(Recto)



(Verso)



Aspergillus niger

**Caractères culturaux :**

Ce champignon pousse rapidement (2-3 jours) sur les milieux de culture (sabouraud).

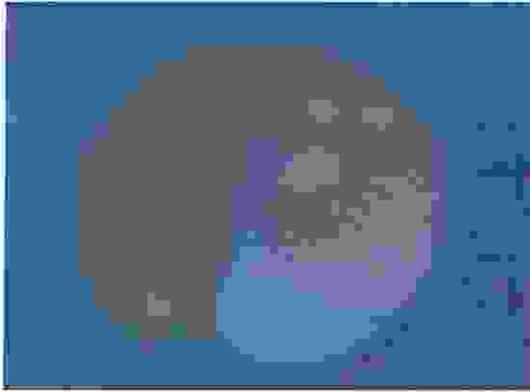
La température optimale de croissance : 28°C.

Les colonies d'*Aspergillus niger* sont granuleuses. Blanches au début puis jaunes et, à maturité, elles deviennent noires. Le revers des colonies est incolore ou jaune pâle.

**Morphologie microscopique :**

Les têtes conidiennes, bisériées, radiées sont disposées en plusieurs colonnes brunâtres ou noire.

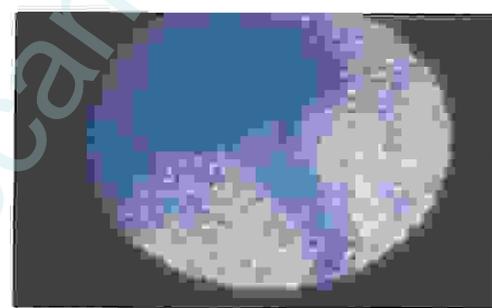
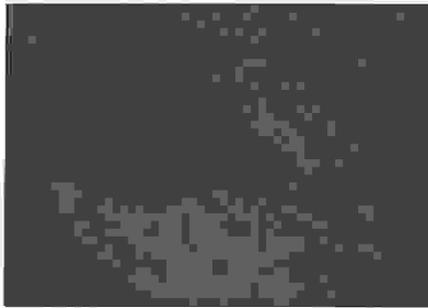
- **Sur Czapek concentré à 28°C**



(Recto)



(Verso)

*Aspergillus fumigatus*

#### Caractères culturaux

Recto : colonies blanches, puis bleu-vert, virant ensuite au vert-foncé à gris noirâtre

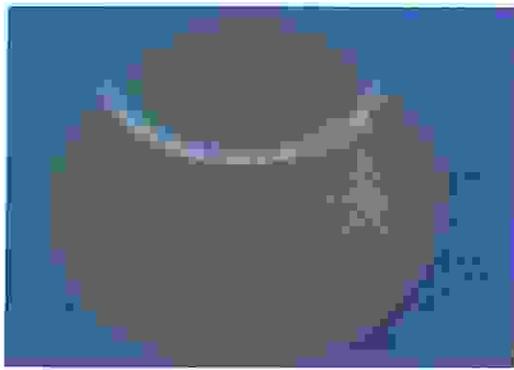
Verso : incolore, jaune, vert ou brun-rouge suivant les souches.

Croissance à 28° C avec un optimum de 40-42°C (mais il se développe très bien à 45°C et pousse jusqu'à 57°C)

#### Morphologie microscopique

Conidiophore : court, 300 µm, lisse et incolore avec évasement progressif au sommet, les conidies sont globuleuses, vertes, échinulées, petites (2,5 à 3 µm de diamètre)

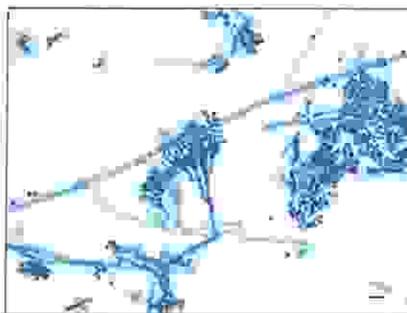
Vésicule : hémisphérique, 20 à 30 µm, les phialides sont directement portées par la vésicule, dressées, densément groupées. La tête aspergillaire unisériée, en colonne compacte, assez grande jusqu'à 100 µm de long

**Sur Czapek simple à 37°C**

(Recto)



(Verso)

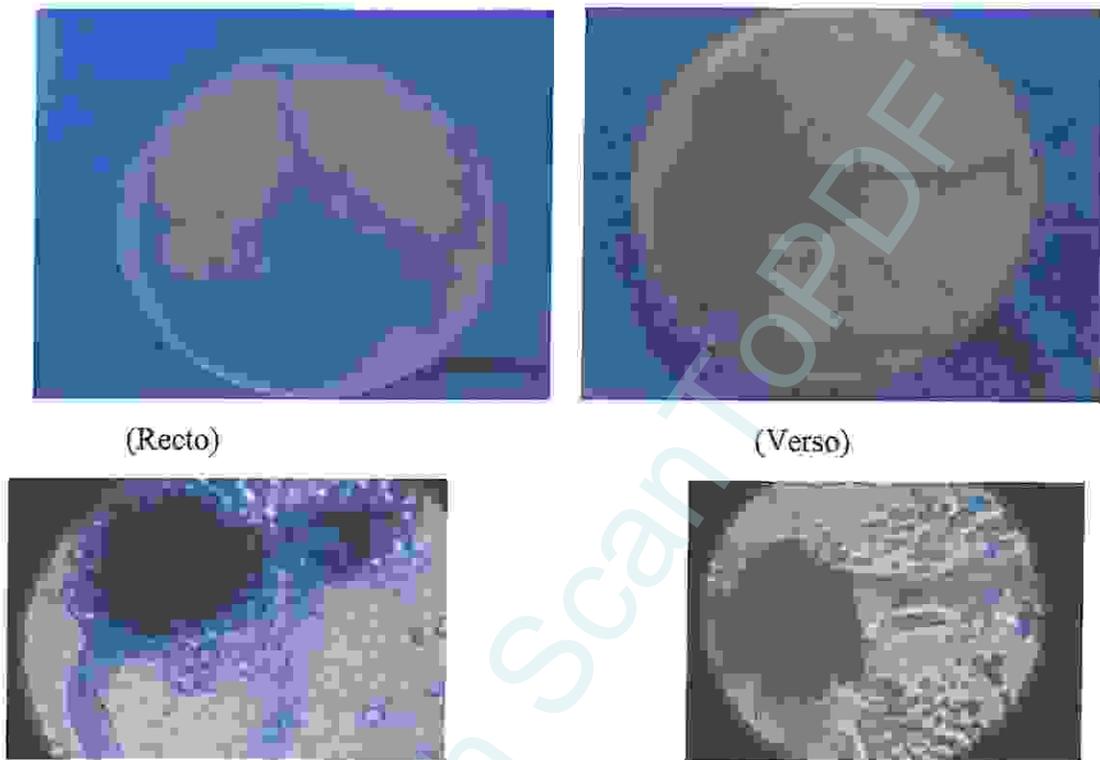
*Penicillium chrysogenum***Caractères morphologiques cultureux :**

Colonies sur Czapek simple atteignent un diamètre d'environ 4-5 cm dans les 10 jours à 37°C.

Certaines souches ayant un diamètre de 2,5-4cm, composées de nombreuses conidiospores uniques.

La plupart des colonies ont une croissance plus rapide sur czapek simple, plat, jamais sillonné, veloutée, parfois légère.

• Sur Czapek concentré à 28°C



*Aspergillus candidus*

**Caractères culturaux :**

Colonies blanchâtre (recto) puis incolore ou jaune pâle (verso), croissance lente (5-7 jours) avec un optimum de 25° à 30°C

**Morphologie microscopique :**

Conidiophore lisse et incolore, vésicule globuleuse avec des phialides insérées sur la vésicule par l'intermédiaire de métules.

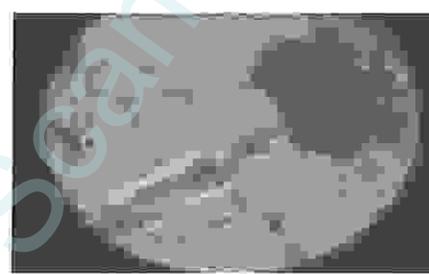
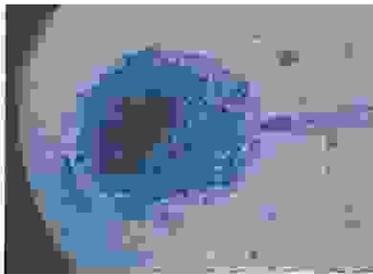
Conidies globuleuses et lisses, avec une tête aspergillaire bisériée (unisériée pour les têtes jeunes), radiées se scindant en plusieurs colonnes.

**Sur Sabouraud à 28°C**

(Recto)



(Verso)

*Aspergillus ochraceus***Caractères cultureux :**

Ce champignon pousse rapidement (2-3 jours) sur les milieux de culture (sabouraud).

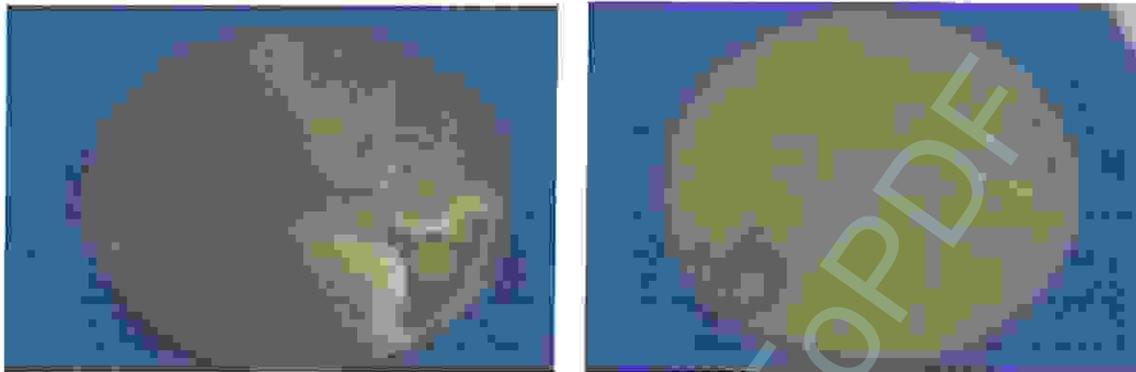
La température optimale de croissance 28°C

Les colonies d'*Aspergillus ochraceus* poudreuses sont granuleuses. Blanches au début puis jaunâtre, ou ocre-jaunes à chamois. Le revers des colonies est incolore ou jaune pâle.

**Morphologie microscopique :**

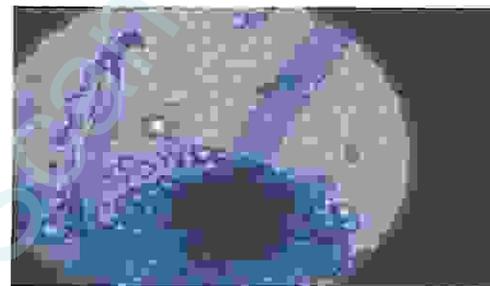
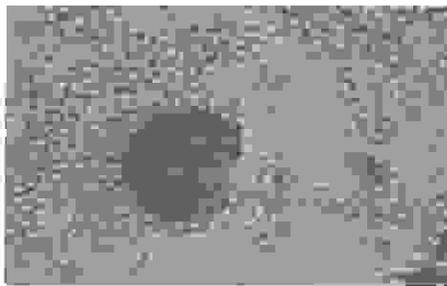
Les têtes *conidiennes* sont bisériées, d'abord globuleuses puis se séparant en 2 ou 3 colonnes divergentes, bien individualisées. Les colonies sont sub-globuleuses.

• Sur Sabouraud à 28°C



(Recto)

(Verso)



Aspergillus flavus

**Caractères cultureux**

Recto : colonies duveteuses poudreuses, d'abord blanches, puis jaunes, puis vert-jaune

Verso : incolore, rosé ou brun-rouge foncé, croissance rapide (2-3 jours)

**Morphologie microscopique**

Conidiophore long (1 à 2,5 mm), hyalin, verruqueux avec des aspérités.

Vésicule sphérique (25 à 45  $\mu\text{m}$ ), avec des phialides directement insérées sur la vésicule ou portées par métules.

Conidies globuleuses à sub-globuleuses, vert pâle, échinulées (3,5 à 4,5  $\mu\text{m}$  de diamètres), tête aspergillaire unisériée ou bisériée, 300 à 400  $\mu\text{m}$  de long, radiée, puis se scindant en plusieurs colonnes sporales mal individualisées.

# *Conclusion*

Produced with ScantOPDF

## Conclusion

Le lac Oubeira, fait parti du parc national d'El Kala, constitue une réserve naturelle d'importance internationale.

Notre analyse permet de détecter l'aspect qualitatif et le degré de la pollution de ses eaux, ainsi que les résultats confirment la présence de toutes sources de nutrition (matières organiques selon les paramètres physico-chimiques) d'origine urbaine et industrielle qui sont indispensables pour la croissance des microorganismes hétérotrophes notamment les champignons, susceptibles de provoquer des maladies mycologiques (les mycoses).

Pour lutter contre cette pollution, il nous faut un contrôle systématique chimique et bactériologique dans le but d'avoir une protection de notre écosystème.

Produced with Scan PDF

# *Références bibliographiques*

Produced with ScanTOPDF

1. Anonyme., 2003.- fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. 7p
2. Anonyme., 2005.- fiche des données toxicologiques et environnementales des substances chimiques
3. Anonyme., 2006/2007.- cours de botanique médicale, 2<sup>e</sup> année pharmacie. Université de Batna
4. B. BOTTON., Y. VAYSSIER et P. VEAU., 1990.- moisissures utiles et nuisibles. Edition Masson, Paris, p 17-314
5. Encarta 2009
6. Franklin D. Roosevelt, Paris. -Palais de la découverte : l'eau, source de vie. 11p
7. Kachour L., 2005.- Identification des moisissures isolées à partir des eaux du lac Oubeira et impact des eaux usées sur leur diversité. Thèse de magister en microbiologie de l'environnement. Université Badji Mokhtar Annaba
8. Leclerc H., 1969. Microbiologie générale. Edition Doin p 384-386
9. M. Belhaid., M. Belazzoug, et D. Kellou., 1998. Element de parasitologie. Edition office des publications universitaire, p 219
10. PRESCOTT, HARLEY et KLEIN., 2003. Microbiologie. Edition de Boeck, Paris. p 553-
11. Rodier J., 1996.-l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition DUNOD, Paris. p 23-1068
12. <http://www.aquaportail.com/articles-item-133-le-lac-quand-et-comment-définition-exhaustive.html>
13. [http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalysesEau/physico\\_chimie\\_PresGen.html](http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalysesEau/physico_chimie_PresGen.html)
14. [www.fr.wikipedia.org/wiki/ascomycètes](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/ascomycètes)
15. <http://fr.wikipedia.org/wiki/champignon>
16. [www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/pollu/pol02.html](http://www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/pollu/pol02.html)
17. [Membres.lycos.fr/pollutioneauxdouces/newpage.html](http://Membres.lycos.fr/pollutioneauxdouces/newpage.html)
18. [http://ispb.univlyon1.fr/mycologie/site\\_labο\\_mycο/enseignement/uv\\_pathologies\\_tropicales/mycologie\\_medicale.html](http://ispb.univlyon1.fr/mycologie/site_labο_mycο/enseignement/uv_pathologies_tropicales/mycologie_medicale.html)
19. <http://membres.multimania.fr/pollutioneauxdouces/newpage9.html>

20. <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/genreDetail.php?num=33&n=penicillium>
21. <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/genreDetail.php?num=4&n=aspergillus>
22. <http://fr.wikipedia.org/wiki/penicillium>
23. <http://fr.wikipedia.org/wiki/aspergillus>
24. <http://marocagriculture.com/des-champignons-utiles-a-la-degradation-de-produits-chimiques-dangereux.html>
25. <http://www.senat.fr>
26. [http://www.dgf.org.dz/zones\\_humides/cartotheque.php?start=36&album=100](http://www.dgf.org.dz/zones_humides/cartotheque.php?start=36&album=100)

Produced with ScanTOPDF

# *Annexe*

Produced with ScantOPDF

• Le milieu Czapek simple

Les composants	Les quantités en g/l
NaNO <sub>3</sub>	2,0 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,0 g
MgSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,5 g
KCl	0,5 g
FeSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,01 g
CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	0,01 g
ZnSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,005 g
Saccharose	30 g
Agar	20 g
Eau distillée	1000 ml

Ce milieu permet de bien différencier sur les boîtesensemencées les *Fusarium*, *Aspergillus* *Penicillium*. L'acidité de ce milieu permet en outre d'éliminer les bactéries.

- Le milieu Czapek concentré

Les composants	Les quantités en g/l
NaNO <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	1000 ml

- Le milieu Sabouraud

Les composants	Les quantités en g/l
Glucose	20g
Peptone	10g
Agar	15g
Eau distillé	1000 ml

Ce milieu est utilisé pour l'isolement et la culture des levures et des moisissures son utilisation est recommandée par le codex de la pharmacopée française pour le contrôle de stérilité des produits pharmaceutiques.

Tableau 13: résultats des analyses des paramètres physicochimiques des eaux du lac Oubeira

	TA (mg/l)	TAC (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	TH (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	MO (mg/l)	MES (mg/l)	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)
Site 1	00	530	70,14	160	28,22	9,1	47,8	7,2	87	7,62	70,35
Site 2	00	640	72,58	120	30,67	8,64	49,8	7,2	89	7,41	76,18
Site 3	00	630	75,02	120	29,98	9,38	42,6	7,2	82	7,28	42,715
Site 4	00	610	76,86	160	28,22	8,57	57,9	7,2	87	7,82	45,305
Site 5	00	550	76,88	140	30,11	8,9	57	7,2	90	7,37	44,385
Site 6	00	480	74,86	150	31,27	8	44,3	7,2	85	7,66	45,175
Moy :	00	573,33	74,39	141,66	29,74	8,76	49,9	7,2	86,16	7,52	54,01

	R.S (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Turb NTU	T (°C)	TDS (mg/l)	Sal (mg/l)	Cond (us/cm)	Fe <sup>2+</sup> (mg/l)
Site 1	475,5	0,17	0,145	0,5	208	15,7	149	00	249	0,5
Site 2	409	0,32	0,115	0,47	203	11,5	146	00	239	1
Site 3	560	0,28	0,17	0,63	203	11,7	160	00	244	0,6
Site 4	329,9	0,08	0,26	0,64	200	15,6	154	00	247	0,8
Site 5	428,9	0,1	0,3	0,302	196	11,6	163	00	237	1
Site 6	534	0,079	0,11	0,215	201	11,7	159	00	239	0,17
Moy:	456,21	0,171	0,183	0,457	201,83	12,96	155,16	00	242,5	0,678