

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 mai 1945 Guelma

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



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science De La Nature Et De La Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Thème

Biorémediation Des Métaux Lourds (cas du chrome) par des Souches Fongiques Isolées à partir du lac Oubeira (Parc National d'El Kala – Nord Est de l'Algérie)

Présenté par :

BOUCENA CHAIMA

BOUNEFLA RAHMA

MAZ IKRAM

Devant les membres de jury :

Mme. MESSIAD.R	(M.C.B)	Présidente	Université de Guelma
Mme. YALLES.A	(M.C.B)	Examinatrice	Université de Guelma
Mme. BEDIQUI S	(M.C.B)	Encadreur	Université de Guelma

Septembre 2020

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions notre Dieu tout puissant qui nous a donnés la patience, qui nous a guidés durant notre vie et qui nous a donnés la volonté de continuer les études.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

*Avant tout Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury madame la présidente **Mme Messied.R** et madame l'examinatrice **Mme Yalles.A** de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.*

*Nous tenons à remercier notre chère encadreur **Mme Bédoui Soraya**, Pour ses conseils et ses instructions ainsi les bonnes informations. et qu'elles ont mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils nous ont été d'une précieuse aide.*



Dédicace

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

A mon Père pour avoir toujours cru en moi et pour ces nombreux sacrifices.

A ma Mère pour son soutien, ses encouragements et pour me donner l'espoir pour réaliser mes rêves

J'espère qu'un jour, je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.

Je dédie aussi de ce travail à mon très cher frère « ALLAWA et Djamel », mes très chères sœurs « Chourouk et Nafissa »

Mon oncle Saïd et mon cousin Kader et à mes professeurs qui m'ont enseigné et à tous ceux qui me sont chers.



CHAIMA



Dédicace

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

A mon Père pour avoir toujours cru en moi et pour ces nombreux sacrifices.

A ma Mère pour son soutien, ses encouragements et pour me donner l'espoir pour réaliser mes rêves

J'espère qu'un jour, je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.

*Je dédie aussi de ce travail à mes très chers frères
« Abderrahim et Anes », ma très chère
sœur « Maram »*

*A mes très chères amies « Rahma , chaïma,
ibtisseem, rania, angham »*

*A mon fiancé « Salah » et a mes professeurs qui m'ont
enseigné et à tous ceux qui me sont chers.*



IKRAM



Dédicace

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

A mon Père pour avoir toujours cru en moi et pour ses nombreux sacrifices.

A ma Mère pour ses encouragements et pour me donner l'espoir pour réaliser mes rêves.

A mon très cher frère Zekí , A mes très chères sœurs Roya, Doha et Lina .

A mes belles Chaïma, Ikram, Zahra, Abír, Bicha, Nessrine, Romaisa et Youssra.

A toute ma belle vraie famille, ainsi à ceux qui sont toujours présents dans mon cœur.

J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi.

Que Allah leur donne bonheur et longue vie



Rahma

Glossaire

Bassin versant : Est un territoire qui draine l'ensemble de ses eaux vers un exutoire commun, cours d'eau ou mer.

Biorémediation : Est une technique consistant à augmenter la biodégradation ou la biotransformation, en inoculant des micro-organismes spécifiques (bioaugmentation) ou en stimulant l'activité de populations microbiennes indigènes, par biostimulation, par apport de nutriments et par ajustement des conditions de milieu (potentiel d'oxydoréduction, humidité).

Caryogamie : Fusion des noyaux mâle et femelle à la suite de la fécondation, lorsque cette fusion est retardée par rapport à celle des gamètes, ou cytogamie. (C'est le cas chez les champignons supérieurs ; dans les autres groupes, la fusion des noyaux est plus souvent appelée amphimixie.)

Cladomothalle : type de thalle dans les algues, avec les archéthalles et les nématothalles.

Conidiophore : Partie du mycélium des champignons qui porte des conidies

Dictyospore : Spore murale avec cloisons longitudinales et transversales.

Didymospore : Spore bicellulaire.

Endoréique : se dit région dont les eaux fluviales ne gagnent pas la mer.

Métule : chez certains *Aspergillus* et *Penicillium*, article mycélien (cellule stérile) qui porte les phialides.

Nématothallien : relatif au nématothalle, l'un des types de thalle des algues, constitué de filaments, ramifiés ou non, engendrés par un zygote, une spore ou une cellule isolée.

Téléomorphe : Une période téléomorphe se dit de la phase sexuée des champignons.

Xérique : milieu caractérisé par une aridité persistante.

Liste d'abréviations

- **AFLPA** : Amplified Fragment Length Polymorphism
- **Cr III** : Chrome trivalent
- **CR VI** : Chrome hexavalent
- **Cr** : Le métal de chrome
- **IC** : Indice de contamination
- **PCR** : Polymérase Chain Réaction
- **PME** : petite ou moyenne entreprise
- **PMI** : Project Management Institute
- **PNEK** : Le parc national d'El Kala
- **Ppm** : Partie par million
- **RAPD** : la Random Amplified Polymorphic
- **RFLP** : Restriction Fragment Length Polymorphisms
- **SAU** : surface agricole utile
- **Z** : Nombre électronique

Liste des figures

Figure N°1: Photo du lac Oubeira	3
Figure N° 2: Cormoran huppé.....	4
Figure N° 3: Cormoran huppé.....	4
Figure N° 4: Localisation du P.N.E.K	5
FigureN° 5: Localisation du lac sur carte topographique 1/200000.....	6
Figure N° 6 : Géologie du P.N.E.K.	8
FigureN° 7: Classification périodique des éléments	16
FigureN° 8: Aspect du chrome	17
Figure N° 9: les différentes classes des souches fongiques	28
Figure N° 10: Schéma représentant la reproduction asexuée et sexuée d'un champignon	29
Figure N° 11: Structure d'un hyphe et son développement vers la formation d'un mycélium: (A): hyphe coenocytique; (B): hyphe cloisonne	31

Liste des tableaux

Tableau N° 1: La topographie du lac Oubeira	6
Tableau N° 2 : La détermination géologique du lac Oubeira.....	7
Tableau N° 3: Représentation des principaux groupes constituant la faune du lac Oubeira ...	10
Tableau N° 4: Les différentes espèces végétaives du lac Oubeira	11
Tableau N° 5: Les différents types de microorganismes du lac Oubeira.	12
Tableau N° 6: Les propriétés physico-chimiques du chrome	18
Tableau N° 7: Les effets sanitaires	23

Table des matières

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Description de la zone d'étude

I.Description de la zone d'étude 3

II.Localisation et Délimitation du lac 4

III.Condition du milieu physique 6

III.1 Topographie 6

III.3 Hydrogéologie 7

III.4 Climatologie 9

III.5 Données thermiques 9

III.6 Données pluviométriques 10

IV.La biodiversité 10

IV.1.La faune 10

IV.2.La végétation 11

IV.3.Les microorganismes 12

V.Situation socio-économique 12

V.1.Agriculture 12

V.2.Pêche 12

V.3.Industrie 13

V.4.Tourisme..... 13

CHAPITRE II: I.Généralités sur les métaux lourds

II.Définition..... 17

III.Généralités sur le Chrome 17

IV.Les propriétés physico-chimiques du chrome 18

V.La toxicité 18

VI.phytotoxicité 19

VII.Effet de chrome sur la faune 19

VIII.la toxicité chez l'homme 20

IX.Toxicité subchronique et chronique 21

X.Transport du chrome dans les cellules 22

XI.Les effets sanitaires 23

XII.Les aliments riches en chrome 23

XIII.Sources de pollution du chrome pour l'environnement	23
XIV.Impact du chrome sur l'environnement	24
XV.La pollution métallique du chrome.....	24
CHAPITRE III: Les critères d'identification des souches fongiques	
I.Définition de champignon	27
II.Classification fongique.....	27
III.Le Thalle Végétatif	28
IV.La Reproduction Chez Les Champignons.....	29
V.Les Champignons Filamenteux.....	30
V.1. Définition.....	30
V.2. Identification des champignons filamenteux	30
Conclusion.....	34
Référence Bibliographie	36
Résumé	

Introduction

Introduction

L'eau est un élément vital et indispensable à la vie. Elle couvre 70% de la planète. Son importance pour l'économie ne cesse de croître. Sa demande et son approvisionnement deviennent de plus en plus difficiles à acquérir. Elle est nécessaire à la santé, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, les loisirs et la navigation. [8]

Les zones humides du lac Oubéira qui abrite une faune et flore diversifiées protégées par la convention de RAMSAR malheureusement ces eaux sont touchées par une double pollution organique et oxydante par la présence des métaux lourds. (26)

La contamination du lac Oubéira constitue une menace pour notre environnement après l'accumulation dans la chaîne trophique en provoquant des maladies très graves. Dans ce cas la décontamination de ces eaux est devenue une responsabilité majeure par des méthodes biologiques en comparant aux autres méthodes classiques coûteuses comme les procédés physicochimiques (résines échangeuses d'ions).

L'objectif de ce travail est la revivification des souches fongiques à partir de ces eaux

Ce travail vise à étudier une partie théorique contenant 3 chapitres :

Chapitre I : Généralité et description de la zone d'étude (lac Oubéira).

Chapitre II : Contamination des eaux par les métaux lourds

Chapitre III : les critères d'identification des souches fongiques.

Notre modeste travail sera conclu par une conclusion.

Chapitre I

Description de la zone d'étude

Le parc national d'EL-KALA est connu comme l'un des sites ornithologiques d'Algérie. Ce territoire habité et établi en parc national (aire protégée) en 1983 possède une superficie 76438 hectares. Le Parc a été classé comme une réserve de Biosphère par l'UNESCO en 1987. Ainsi et sous l'effet de l'évolution quantitative de la population qu'il abrite, la croissance démographique naturelle et l'attractivité socio-économique du lieu, le site offre des éventualités de commerce, d'emploi et notamment de tourisme en raison de sa biodiversité.

I. Description de la zone d'étude

Lac Oubeira, le lac d'eau douce naturelle. Il est peuplé de poissons. C'est un lieu de passage pour les oiseaux migrateurs de diverses espèces. (3)

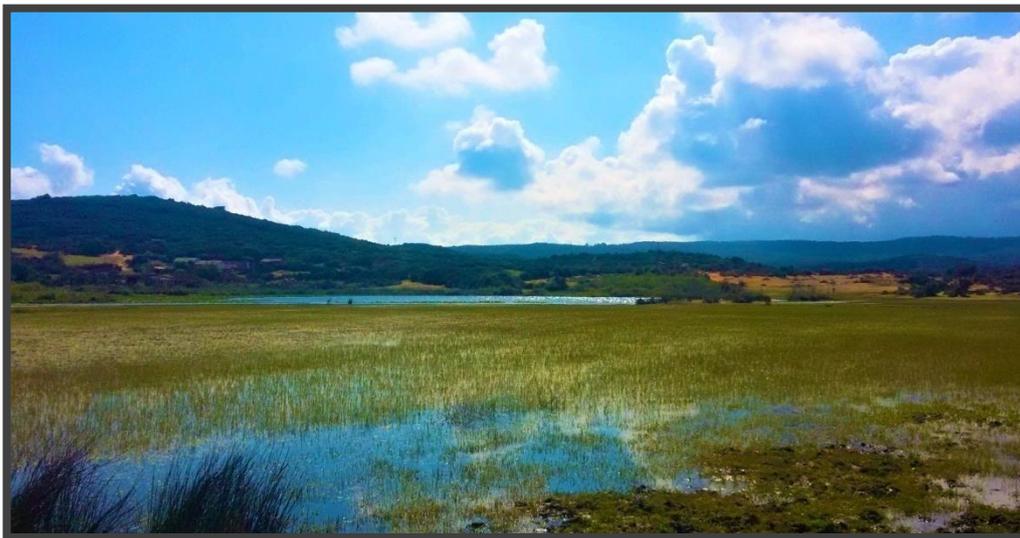


Figure N°1: Photo du lac Oubeira [7]

C'est une zone humide d'importance internationale rare dans la région méditerranéenne. Considéré comme un site d'hivernage par excellence, le Lac Oubeira abrite plus de 20.000 oiseaux d'eau hivernants.



Figure N° 2: Photos de Cormoran huppé [7]



Figure N° 3: Photos de Cormoran huppé [7]

Ces zones humides sont situées sur la voie de migration de milliers d'oiseaux venant d'Europe et d'Asie pour hiverner, et se reproduire, ou pour faire une pause après la course de la traversée de la Méditerranée avant d'entamer l'épreuve suivante : la traversée du Sahara.

C'est également la station unique pour deux espèces rares : « la châtaigne d'eau » et « le nénuphar jaune. »(3)

II. Localisation et Délimitation du lac

Le bassin versant du lac Oubeira est situé à 5 km au Sud-ouest d'El Kala et 54 km à l'Est d'Annaba. Il se trouve dans le Parc National d'El Kala qui est localisé à l'extrême Nord-est du pays faisant frontière avec la Tunisie. (6)

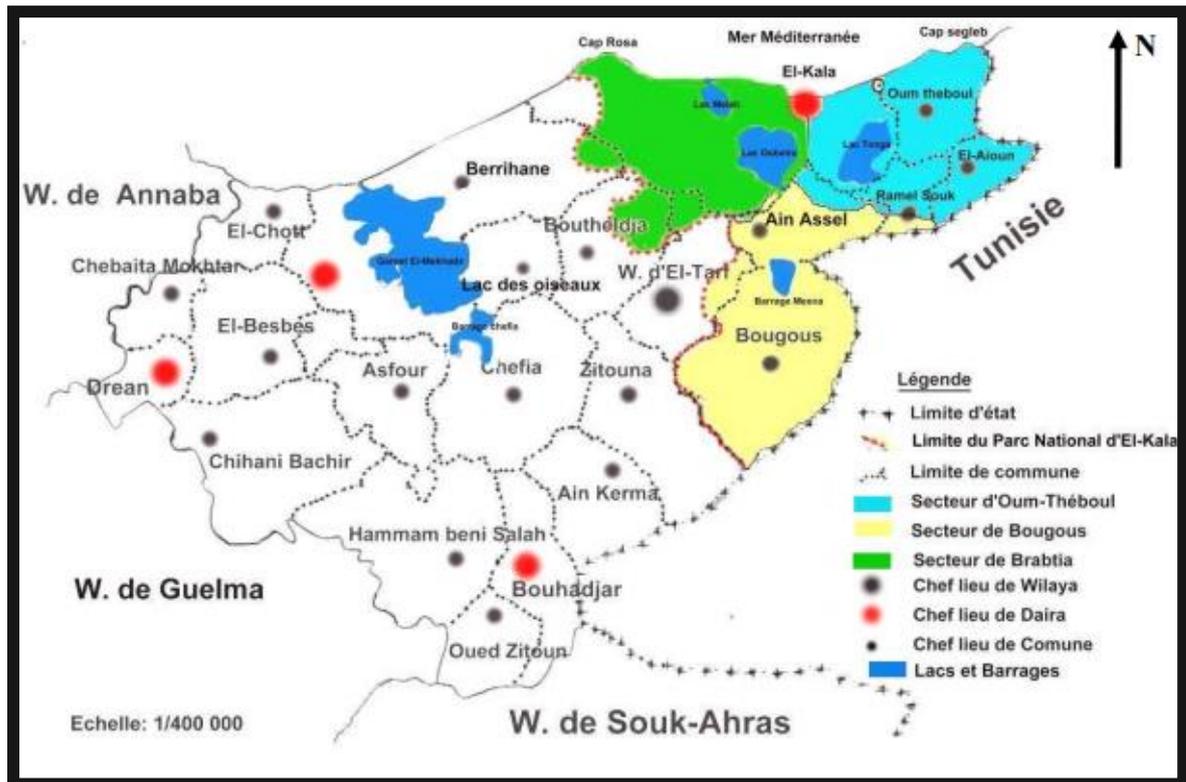


Figure N° 4: Localisation du parc national d'El Kala (P.N.E.K). (6)

Le lac Oubeira est situé au centre d'un bassin versant de 9800 ha, d'une profondeur de 4 m, c'est l'eau douce la plus profonde de la région avec une surface moyenne de 2200 ha et un périmètre d'environ 32 km.

Il s'insère dans un rectangle dont la plus grande longueur est de 7 km et la plus grande largeur est de 3,5 km de forme subcirculaire, son diamètre mesure 5 à 6 km. Il est classé comme 2ème plan d'eau du P.N.E.K.

Le lac Oubeira est une cuvette presque circulaire sans écoulement vers la mer (il s'agit d'un système endoréique) ; les terres dans le bassin versant sont partagées entre le domaine forestier où les parcelles privées sont rares et les terrains agricoles en grande partie de statut privé utilisés essentiellement pour la culture des arachides, le maraîchage et le pâturage(6)

III.2 Géologie

D'après la carte géologique de Joleaud (1936), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin versant du lac Oubeira sont :

Tableau N° 2 : La détermination géologique du lac (18)

Les alluvions lacustres	couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles dont l'imperméabilité est liée aux argiles de Numidie.
Les alluvions limoneuses	au fond des vallées de pléistocène, formées de sables et limons
Les grés à hélices	La désagrégation a donné les dunes
Les formations du Pontien	présentent deux faciès des argiles sableuses grises, jaunes ou rouges, et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses.
Les grés de Numidie	quartzeux, souvent blanchâtres parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs abrupts.
Les argiles	grés et calcaires noirs à nummulites de l'Eocène moyen.

III.3 Hydrogéologie

Du point de vue hydrogéologique, deux formations sont observées dans la région : les formations perméables et les formations peu perméables.

Les grés, les argiles numidiennes, ainsi que les argiles et les limons appartiennent aux formations peu perméables.

Leur perméabilité est faible, elle varie entre 10^{-6} m/s dans les argiles et les grés, et 10^{-5} à 10^{-4} m/s dans les limons et les argiles alluvionnaires. (22)

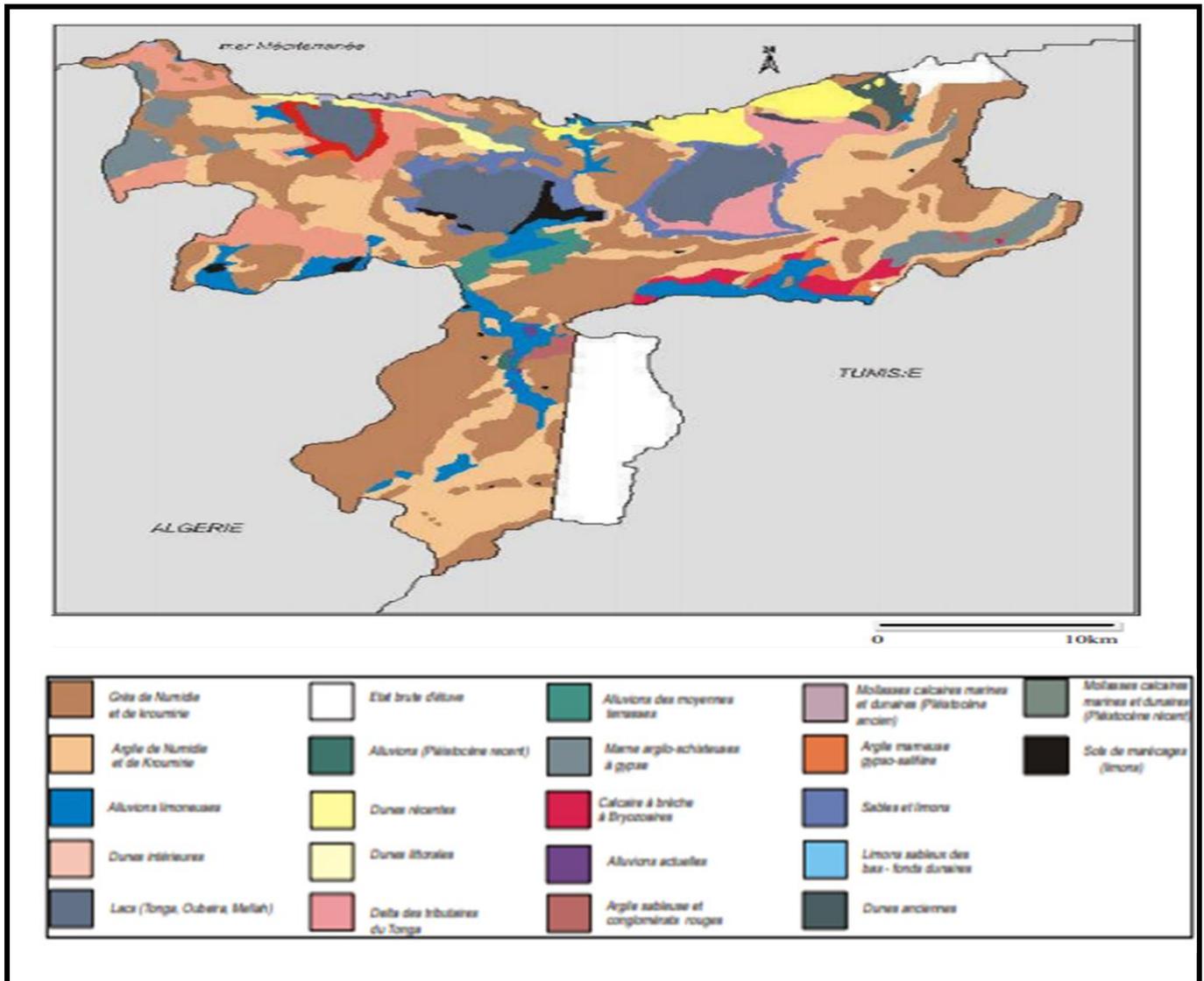


Figure N° 6 : Géologie du parc national d'El Kala (P.N.E.K). (22)

On note pour la formation perméable : les plaines.

Les débits ne dépassant pas les 10 l/s, pour les épaisseurs d'aquifères de plus les quarante mètres; l'aquifère présente une perméabilité modérée dont les valeurs sont de l'ordre de 10-5 m/s, ceci est dû à la présence d'éléments fins dans les couches de l'aquifère. (12)

Hydrographie

Le lac Oubeira est alimenté par des cours d'eau importants :

- L'Oued Demt Rihan au nord
- L'Oued Bou Merchène au Nord -Est
- L'Oued Dey El Garaa à l'Est

- L'Oued Messida au sud. (12)

Hiver	Eté
A l'occasion des fortes précipitations, les eaux de l'oued El Kébir parviennent au lac principalement par l'oued Messida.	En été, quand le niveau de l'oued El Kébir est au plus bas, le système hydrologique fonctionne en sens inverse, l'oued Messida ayant cette singularité de couler dans les deux sens selon la crue ou l'étiage

III.4 Climatologie

Les données fragmentaires sur la climatologie de la région ne permettent malheureusement pas de dresser un tableau détaillé des conditions climatiques qui y règnent. Si le mésoclimat reste connu dans ses grands traits, il reste bien des faits, tels que la nature et la répartition de la végétation par exemple, qui ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un climat plus localisé dont nous ne connaissons aucune caractéristique. (16)

En effet, au niveau du bassin versant du Lac Oubeira les reliefs jouent selon leur position, le rôle d'ombre ou d'aimant pluviométrique, où les zones humides en tamponnant localement l'atmosphère, réduisent le caractère xérique de la période estivale et où généralement, la plus petite variation du facteur limitant que constitue l'humidité se répercute immédiatement sur la végétation. (23)

III.5 Données thermiques

Le paramètre température est en fonction de l'altitude, de la distance de la mer et de la position topographique. (20)

À mesure que l'on s'éloigne de la mer, les températures annuelles moyennes s'abaissent. On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud ; dans cette zone littorale les températures descendent rarement à 0° C, les mois les plus froids sont janvier et février, alors que juillet et août sont les plus chauds. (23)

III.6 Données pluviométriques

Les pluies en Algérie étant d'origine cyclonique orographique, le gradient altitudinal va donc fortement conditionner la pluviosité. La région de l'extrême Nord-Est de l'Algérie compte parmi les plus abondamment arrosées avec 1300 mm/an. (9)

La pluviosité dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants :

- Les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest
- Les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale

Une des caractéristiques de la pluviosité dans la région réside dans sa grande variabilité annuelle, saisonnière et mensuelle, c'est une caractéristique du climat méditerranéen avec une concentration de la totalité des précipitations sur quelques mois de l'année.

La précipitation moyenne mensuelle permet d'avoir une idée sur la variation mensuelle et pluriannuelle des précipitations, elle est le calcul de la moyenne arithmétique des hauteurs des précipitations du mois considéré sur une période d'années. (23)

IV. La biodiversité

IV.1. La faune

Représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 3: Représentation des principaux groupes constituant la faune du lac Oubeira(29)

	Principaux groupes	Exemple de genres
Faune supérieure	Poissons autochtones	Barbeau, Anguille, Mulet
	Poissons allochtones	Carpe commune, carpe argentée, carpe grande-bouche
	Oiseaux hivernants	Foulque, canard, Fuligule, Erismature, Oie cendrée.
	Oiseaux nicheurs	Busard des roseaux, Heron, Butor étolé, Canard colvert, Role d'eau, Poule d'eau

	Mammifères	Musaraigne musette, Rat rayé de barbarie.
	Amphibiens	Crapaud vert, Crapaud de mauritanie, Grenouille rieuse.
Faune inférieure	Odonates (libellules)	Calopteryx, sympecma, Lestes, Ishnura, Anax, Orthetrum, Diplacodes, Urothemis.
	Coléoptères.	Carabus, Leitus, Liagona, Lcarites, Brachinus
	Diptères (syrphidés)	Chenilles, pollinisateurs, saprophages, phytophages.
	Lépidoptères.	Papillons

IV.2. La végétation

Caractérisée par une organisation typique de végétation, leur grande superficie est encombrée d'herbiers flottants, d'hydrophytes couvrant le plan d'eau en parties.

Cette végétation constitue une source nutritionnelle qui est un élément important dans la protection du lac et le maintien de son équilibre biologique, et le tableau suivant indique les différentes espèces végétaives contenant dans le lac Oubeira. (27)

Tableau N° 4: Les déférentes espèces végétaives du lac Oubeira (27).

Scirpe	Scirpus maritimus
Roseaux	Phragmites australis
Massettes	Typha latifolia; Typha angustifolia
Nénuphar (espèce rare)	Numphea alba
Châtaigne d'eau	Paspalum paspalodes, Myriophytum Spicatum Ceratophyllum dermersum

IV.3. Les microorganismes

Le tableau ci-dessous montre les trois types de microorganismes présents dans la région :

Tableau N° 5: Les différents types de microorganismes du lac Oubeira. (29)

Les Diatomées	Enregistrent les densités les plus élevées en printemps et en automne ou ils représentent respectivement 33 et 27% de la densité moyenne globale enregistrée par cette classe. - Leur densité reste relativement assez élevée en été, mais baisse beaucoup en hiver.
Les Dinoflagellés	- En été et en automne que le plus gros des effectifs de dinoflagellés et relevée 55% et 20% respectivement, en période hivernale et printanière leurs taux atteignent respectivement 19 et 9%.
Les Cyanobactéries	Sont fortement présentes en été et au printemps ou ils représentent respectivement 41 et 30% (soit 3/4 de la densité moyenne globale enregistrée par cette classe). Des proportions presque égales sont relevées en automne et en hiver

V. Situation socio-économique

V.1. Agriculture

La région d'étude est incontestablement à vocation agricole, c'est le secteur le plus pourvoyeur d'emplois permanents et saisonniers. Avec une S.A.U de 11 000 ha, l'agriculture occupe 14,5 % du territoire du P.N.E.K.

Les céréales occupent la première place avec les cultures maraîchères; viennent ensuite l'arboriculture fruitière, l'arachide et les cultures industrielles (tomate) ; le reste de la superficie est répartie entre les légumes secs et le tabac.

Il faut signaler aussi que la jachère est devenue une pratique courante dans la région, elle a même tendance à s'étendre, vu le complément non négligeable de fourrages qu'elle apporte. (04)

V.2. Pêche

El-Kala est le seul port de la zone considérée par l'étude et aussi de toute la wilaya d'El Tarf qui compte 90 km de côtes. Une centaine d'embarcations de pêche professionnelle est

signalée, constituée de 10 chalutiers, de 20 sardiniers, de 60 petits métiers et d'une vingtaine de corailleurs dont quelques-uns sont réellement en activité. (26)

Le corail qui fait la célébrité de la petite ville côtière connaît de temps à autre des situations tourmentées qui suspendent les activités de pêche et dont les raisons sont plus d'ordre administratif que technique. Il faut ajouter à cela un nombre non négligeable de plaisanciers qui pratiquent la pêche à des fins commerciales mais dont on ignore avec précision le volume des prises. (23)

V.3. Industrie

L'industrie du sens propre du mot est pratiquement inexistante dans le Parc National et par extension dans toute la wilaya. La région a été ainsi préservée par les choix faits dans les années 70 de concentrer l'activité industrielle autour d'Annaba.

La protection apportée par la création du Parc National au début des années 80 et l'opposition apparue localement contre une industrie de pâte à papier sur les bords du lac Oubeïra ont découragé les promoteurs de ces secteurs d'activité. Ce qui est considéré localement comme industrie se résume à quelques activités qui relèvent de la petite et moyenne entreprise (PME/PMI). Nous pouvons citer la fabrique de menuiserie générale à El Tarf, l'unité de fabrication de pipes, qui est l'exemple type de la valorisation des souches de bruyère récoltées des subéraies limitrophes. (7)

V.4. Tourisme

Par la richesse de son patrimoine naturel et historique, la zone d'étude offre un cadre unique et agréable au développement du tourisme.

Les programmes de développement locaux et nationaux accordent une place prépondérante à ce secteur eu égard aux énormes avantages qu'offrent les atouts naturels de la région. Dans le but, deux zones d'extension touristiques ont été identifiées dans les limites du Parc national, l'une s'étend sur 52 ha dans la plage dite la Messida et l'autre de 5 ha sur la plage du Cap Rosa.

Ces mesures ne limitent pas réellement et réglementairement l'implantation des structures dans le parc qui ont tendance à se disperser et se développer anarchiquement devant la poussée d'une forte affluence estivale.

La concentration de plusieurs centaines de milliers d'estivants sur les plages suite au manque d'infrastructures d'accueil, constitue l'essentiel de l'activité touristique auquel il faut ajouter les passagers en provenance ou à destination de la Tunisie. (7)

CHAPITRE II

Contamination Des Eaux Par Les Métaux Lourds

Le chrome pénètre dans l'air, l'eau et le sol sous les formes chrome III et chrome VI lors des processus naturels et du fait de l'activité humaine.

La plupart du chrome de l'air se dépose finalement et finit dans l'eau ou dans le sol. Dans le sol, le chrome se lie fortement aux particules du sol et, par conséquent, il ne se déplace pas jusqu'aux eaux souterraines. Dans l'eau, le chrome est absorbé sur les sédiments et devient immobile, seule une petite partie du chrome qui se retrouve dans l'eau finit par se dissoudre.

I. Généralités sur les métaux lourds

On appelle en général, métaux lourds les éléments métalliques naturels, de densité supérieure à 5 g/cm³ et tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du sodium (Z=11)

Il s'agit de tous les éléments de transition possédant une orbital d'insaturée, y compris les lanthanides et les actinides (bloc d et f de la classification de Mendeleïev), à l'exception du scandium, du titane et de l'yttrium. On classe de même parmi les métaux lourds, les éléments intermédiaires les moins électronégatifs du bloc p, parmi lesquels figurent le plomb et l'étain.

[1]

Bloc S												Bloc p					
H		■ Métaux lourds de densité > 5															He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Bloc d										Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Te	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Bloc f														
Lanthanides		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
Transuraniens		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Cf	Bk	Es	Fm	Md	No	Lr		

Figure N° 7: Classification périodique des éléments [1]

En toxicologie, ils peuvent être définis comme des métaux à caractère cumulatif (souvent dans les tissus biologiques) ayant essentiellement des effets très néfastes sur les organismes vivants. En nutrition et en agronomie, ils peuvent même être assimilés à des

oligo-éléments indispensables à certains organismes, en particulier par leur action catalytique au niveau du métabolisme.

Les métaux lourds sont redistribués naturellement dans l'environnement par les processus géologiques et les cycles biologiques. Les activités industrielles et technologiques diminuent cependant le temps de résidence des métaux dans les roches, ils forment de nouveaux composés métalliques, introduisent les métaux dans l'atmosphère par la combustion de produits fossilifères.

II. Définition

Le chrome élémentaire est un métal gris qu'il soit parmi les éléments les plus abondants sur terre, il ne se rencontre généralement qu'à l'état de traces (à des concentrations inférieures à 1 000 $\mu\text{g/g}$) dans le sol et les roches de surface (croûte terrestre). [9]



Figure N° 8: Aspect du chrome [2]

III. Généralités sur le Chrome

Le chrome (Cr) appartient au groupe VIB de la classification périodique des éléments. Le numéro atomique du Chrome est 24, sa structure électronique (Ar) $3d^5, 4s^1$, la masse atomique de l'isotope le plus abondant est 51.9961. Il possède trois isotopes les plus stables : (^{52}Cr) stable avec 28 neutrons (83,789 %), (^{53}Cr) stable avec 29 neutrons (9,501 %), (^{54}Cr) stable avec 30 neutrons (2,365 %), (^{50}Cr) avec une demi-vie supérieure à 180 millions de milliards d'années (4,31 %). Le Chrome fait partie des métaux de transition. Situé dans le

groupe (6), période (4), bloc (d), il possède une densité de 7.15 avec un point de fusion égal à 1.907°C et enfin, un point d'ébullition de 2.671°C. [9]

IV. Les propriétés physico-chimiques du chrome

Les propriétés sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau N° 6: Les propriétés physico-chimiques du chrome [3]

Eléments	Unité
Numéro atomique	24
Masse atomique	51.996g /mol ⁻¹
Electronégativité de Pauling	1.6
Masse volumique	7.19g.cm ⁻³ à 20 °C
Température de fusion	1875°C
Température d'ébullition	2672°C
Rayon ionique	0.061nm (+3) ; 0.044nm (+6)
Rayon atomique (Ven der Waals)	0.127nm
Isotopes	5
Configuration électroniques	[Ar] 3d ⁴ 4s ²
Energie de première ionisation	651.1 kJ.mol ⁻¹
Potentiel standard	-0.71V (Cr ³⁺ /Cr)
Découverte	Découverte en 1797 par Vauquelin qu'il l'isola l'année suivante

V. La toxicité

Les teneurs qui peuvent nuire d'une façon direct et indirect la faune et la flore du lac et plus spécialement les espèces rares. (7)

VI. phytotoxicité

Le chrome ne semble pas être essentiel à la vie des plantes. Sa toxicité vis-à-vis du règne végétal est rare dans les systèmes naturels. Certaines plantes poussent sur des sites hautement contaminés en chrome « plante halophytes » et aussi par exemple du pissenlit *Taraxacum officinale*. Certains auteurs s'accordent à dire qu'il n'y a pas d'absorption du chrome par les végétaux mais une étude récente menée par (Desjardin, 2002) a montré que la jacinthe d'eau cultivée en milieu riche en chrome hexavalent était capable de le réduire au niveau de ses racines. Le (CrIII) est alors stocké au niveau de celles-ci.

En général, les plantes absorbent uniquement le chrome (III). C'est peut-être le type essentiel de chrome mais lorsque les concentrations dépassent une certaine valeur, des conséquences négatives peuvent toujours se produire. (27)

VII. Effet de chrome sur la faune

Chez le rat, l'inhalation de dichromate de sodium stimule le système immunitaire humoral, affecte les lymphocytes T et augmente l'activité de phagocytose des macrophages alvéolaires. Une autre étude d'ingestion de chromate de potassium montre une sensibilisation des animaux aux splénocytes. Enfin, chez le cobaye et la souris l'exposition au chrome III et au chrome VI induit des dermatites de contact.

Le dérivé du chrome III, l'oxyde chromique ingéré dans le pain n'induit pas d'effets toxiques chez la souris pour une exposition totale à 180 g/kg d'oxyde chromique pendant 88 jours ce qui correspond à 1 399 mg/kg/j. Les effets dermatologiques observés chez l'animal confirment ceux observés chez l'homme. (2)

- **Impact du chrome sur les poissons**

Au cours des différents tests de toxicité du chrome sur la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.) plusieurs observations et effets subcliniques (l'une des premières manifestations observables sur le terrain) ont été relevés.

Dans le cas de forte biodisponibilité en chrome (cas des concentrations 50, 100 et 150 mg/l) les manifestations les plus importantes observées sont:

➤ **Réflexe de fuite**

Les poissons exécutent des sauts hors des bacs d'essai et semblent "essayer" de fuir.

➤ **Excitation visuelle**

Après quelques heures d'expositions, les truites gardées à l'abri de tout stress visuel sont calmes. On dénote une hyper-excitabilité nerveuse due à un début de neurotoxicité.

➤ **Rythme respiratoire**

Le rythme respiratoire connaît une importante modification; une accélération initiale suivie d'une réduction.

➤ **Réflexe de "toux"**

Des réflexes de "toux" ont été observés de temps en temps. Ce réflexe suggère une irritation de la membrane branchiale.

➤ **Sécrétion du mucus**

Une hypersécrétion de mucus très visible à la surface de l'eau des bacs et sur le corps et les branchies des poissons morts. [10]

VIII. la toxicité chez l'homme

La toxicité du chrome chez l'homme varie selon la forme du composé, son état d'oxydation et la voie d'exposition. Les études démontrent que la forme trivalente du chrome n'est que peu ou pas toxique, alors que les composés de chrome hexavalent sont classés comme étant cancérigènes pour l'homme lorsqu'ils sont inhalés.

➤ Les intoxications aiguës se traduisent par une irritation importante de la peau et des muqueuses (oculaires, respiratoires et digestives). Les contacts répétés avec la peau produisent des ulcérations, et l'inhalation des lésions des voies aériennes (rhinite, laryngite, pharyngite bronchites). Quelques cas d'asthme sont rapportés de même que des tubulopathies rénales. L'exposition aux dérivés du chrome VI est susceptible de provoquer des cancers bronchiques. Les effets sur la reproduction ne sont pas documentés.

➤ Des effets cardiovasculaires ont été décrits lors d'expositions professionnelles au dichromate de potassium.

➤ La toxicité aiguë du trioxyde de chrome résulte essentiellement de son caractère corrosif. (2)



IX. Toxicité subchronique et chronique

Le contact avec la peau et les muqueuses et l'inhalation chronique d'atmosphères chargées d'aérosols de trioxyde de chrome entraînent des pathologies connues depuis longtemps.

- Au niveau cutané, des ulcérations caractéristiques (pigeonnax), peu étendues mais profondes, qui siègent surtout sur la face dorsale des mains ou sur la face latérale des doigts ; leur guérison est lente et laisse souvent des cicatrices rétractiles. Elles peuvent survenir à n'importe quel endroit du corps où il y a un contact cutané avec le chrome.
- des dermites eczématiformes. Au niveau des voies respiratoires, des atrophies, des ulcérations de la muqueuse nasale sont fréquentes, surtout en cas d'hygiène personnelle insuffisante avec apport du chrome au niveau du nez par les doigts.
- des perforations de la cloison nasale.
- des rhinites chroniques avec saignement de nez, des laryngites et des pharyngites et aussi des ulcérations bronchiques et des bronchites rebelles. (2)

X. Transport du chrome dans les cellules

✓ Le (Cr VI) traverse plus facilement les membranes cellulaires que le (Cr III); son absorption est toutefois moindre parce qu'il est réduit en (Cr III) au point d'application. (19)

✓ Le chrome trivalent forme des liaisons étroites avec les ligands contenant de l'oxygène ou des soufres et certains complexes chrome-cystéine et histidine sont relativement inerte compte tenu de la force de liaison. (2)

✓ La réduction extracellulaire du (Cr VI) en (Cr III) à de faibles concentrations limite l'absorption du chrome (voie passive). (19)

✓ À l'intérieur des cellules : le (Cr VI) est réduit en chrome (Cr V) et (Cr IV) très réactif et (Cr III).

✓ Principaux réducteurs: Ascorbates, Glutathion, Cystéine, NADPH.

✓ Le (Cr III) incapable de retraverser la membrane cellulaire s'accumule dans la cellule [4]

✓ Le principal mécanisme de défense de l'organisme vis à vis des effets du chrome (VI) est la réduction de celui-ci en chrome (III) par la voie NADPH dépendante utilisant l'ascorbate. (2)

✓ Une fois à l'intérieur de la cellule, le chrome (VI) se lie au glutathion et grâce au soufre présent dans cette molécule.

✓ il est réduit en chrome V puis en IV.



✓ Le chrome est alors piégé à l'intérieur de la cellule. Le chrome réduit peut alors aller se lier à l'ADN du noyau et entraîne le pontage entre deux guanines de 2 brins d'ADN.

✓ Ce pontage empêche le déroulement normal de la réplication. La cellule est bloquée en phase « S » du cycle de la mitose. (11)

XI. Les effets sanitaires**Tableau N° 7:** Les effets sanitaires

Chrome	Le chrome (III)	Le chrome (VI)
	éruptions cutanées (cas d'absorption excessive)	réactions allergiques
		problèmes respiratoires
		Systeme immunitaire affaiblis
	une carence peut provoquer des problèmes au cœur	irritations nasales
		saignements de nez.
		Domage au foie et aux reins
		Altération du matériel génétique
	perturbations du métabolisme et du diabète	Eruptions cutanées
		Estomac dérangé et ulcères
Cancer des poumons		
Mort		

XII. Les aliments riches en chrome

Le chrome est présent dans quasiment tous les aliments mais en très faible quantité. Quelques aliments en contiennent cependant davantage.

Les aliments les plus riches en chrome sont : la levure de bière (128 µg/100g), les fruits de mer et en particulier les moules (128 µg/100g) et les huîtres (57 µg/100g), les oléagineux tels que la noix du Brésil (100 µg/100g), les foies d'animaux comme le foie de veau et les foies de volaille, le jaune d'œuf, l'ail séché (60 µg/100g), les produits céréaliers complets, les pommes de terre et certains fruits et légumes comme le brocoli (18,3 µg/100g) ou les bananes (1 µg/100g). [11]

XIII. Sources de pollution du chrome pour l'environnement

Les quantités de chrome détectées dans l'hydrosphère, la pédosphère, l'atmosphère et la biosphère sont liées pour l'essentiel à des émissions d'origine industrielle.

Les déchets contenant du chrome sont considérés comme problématiques en raison de leur comportement dans les couches profondes du sol lorsqu'ils sont stockés dans des décharges.

En milieu alcalin, on estime que la stabilité des chromates peut atteindre 50 ans, et qu'ils peuvent migrer vers les nappes aquifères, même au travers de sols cohérents. La combustion de boues contenant des composés chromiques doit être évitée en raison du risque de formation de chromates. [12]

XIV. Impact du chrome sur l'environnement

Il y a plusieurs types de chrome qui n'ont pas tous les mêmes effets sur les organismes. Le chrome pénètre dans l'air, l'eau et le sol sous les formes chrome III et chrome VI lors des processus naturels et du fait de l'activité humaine.

Certaines applications de l'homme augmentent principalement les concentrations en chrome de l'eau. Lors de la combustion du charbon, le chrome peut aussi se retrouver dans l'air et lors de l'évacuation des eaux le chrome peut se retrouver dans le sol.

La plupart du chrome de l'air se dépose finalement et finit dans l'eau ou dans le sol :

Dans le sol, le chrome

✓ Se lie fortement aux particules du sol et, par conséquent, il ne se déplace pas jusqu'aux eaux souterraines.

✓ Dans l'eau, le chrome est absorbé sur les sédiments et devient immobile, seule une petite partie du chrome qui se retrouve dans l'eau finit par se dissoudre.

Chez les animaux, le chrome peut provoquer des problèmes respiratoires, une capacité plus faible à lutter contre les maladies, des défauts à la naissance, une infertilité ou la formation de tumeurs. [5]

XV. La pollution métallique du chrome

Oubeira, est un écosystème sensible et la grande variabilité spatiotemporelle de ses conditions environnementales la rend favorable aux risques de pollution engendrés notamment par les rejets anthropiques qui contiennent des polluants inorganiques.

Parmi les polluants, il y a le Chrome qui est au début considéré comme un élément naturel, essentiel au développement des organismes avec des concentrations très faibles $2,4 \pm 1,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, alors qu'une concentration élevée de cet élément devient toxique. L'Organisation mondiale de la santé a fixé à $0,050 \text{ mg}$ par litre la concentration de (Cr6) à ne pas dépasser dans les eaux.

Les eaux superficielles du lac Oubeira sont polluées par différents métaux lourds comme le (Fe) (10,53ppm), le (Cr) (0,72ppm), le (Pb) (0,45ppm) et le (Mg) (0,87ppm). En références aux valeurs guides algériennes lac Oubeira est considéré comme zone polluées par les métaux lourds de classe B. Cette pollution métallique grave influe sur la désertion des espèces rares et très rares comme exemple la châtaigne d'eau *Trapa natans* et le nénuphare jaune *Nuphar luteum*. (7)

CHAPITRE III
Les critères
d'identification des
souches fongiques

Les Champignons sont des organismes hétérotrophes, vivant principalement en saprophyte aux dépens de matières organiques en décomposition. Certains champignons vivent aussi en symbiose avec bien des espèces appartenant au règne végétal, mais aussi parfois en parasite avec tous les composants du monde vivant. (17)

I. Définition de champignon

Les champignons sont des microorganismes eucaryotes, hétérotrophes, unicellulaires ou filamenteux, sans organisation tissulaire et qui peuvent se reproduire soit sexuellement soit de façon asexuée

Généralement constituent un groupe très hétérogène d'organismes eucaryotiques ayant pour la plupart en commun:

- Un appareil végétatif constitué de filaments (mycélium) mais parfois unicellulaire (levure)
- Un métabolisme chimiohétérotrophe
- Vivent dans leur nourriture et l'assimilent grâce à la production d'enzyme (assimilation de petites molécules organiques par osmotrophie)
- Paroi de la cellule contenant de la chitine
- Un cycle de vie comprend une phase « spore »

II. Classification fongique

- ✓ Domaine : Eucaryotes
- ✓ Règne : Fungi
- ✓ Régne : eumycètes = vrais champignons
- ✓ Division :
 - Dikaryomicota,
 - Kickxellomycotina
 - Zoopagomycotina
 - Entomophthoromycotina
 - Blastocladiomycota

- Mucoromycotina
- Neocallimastigomycota
- Chytridiomycota,

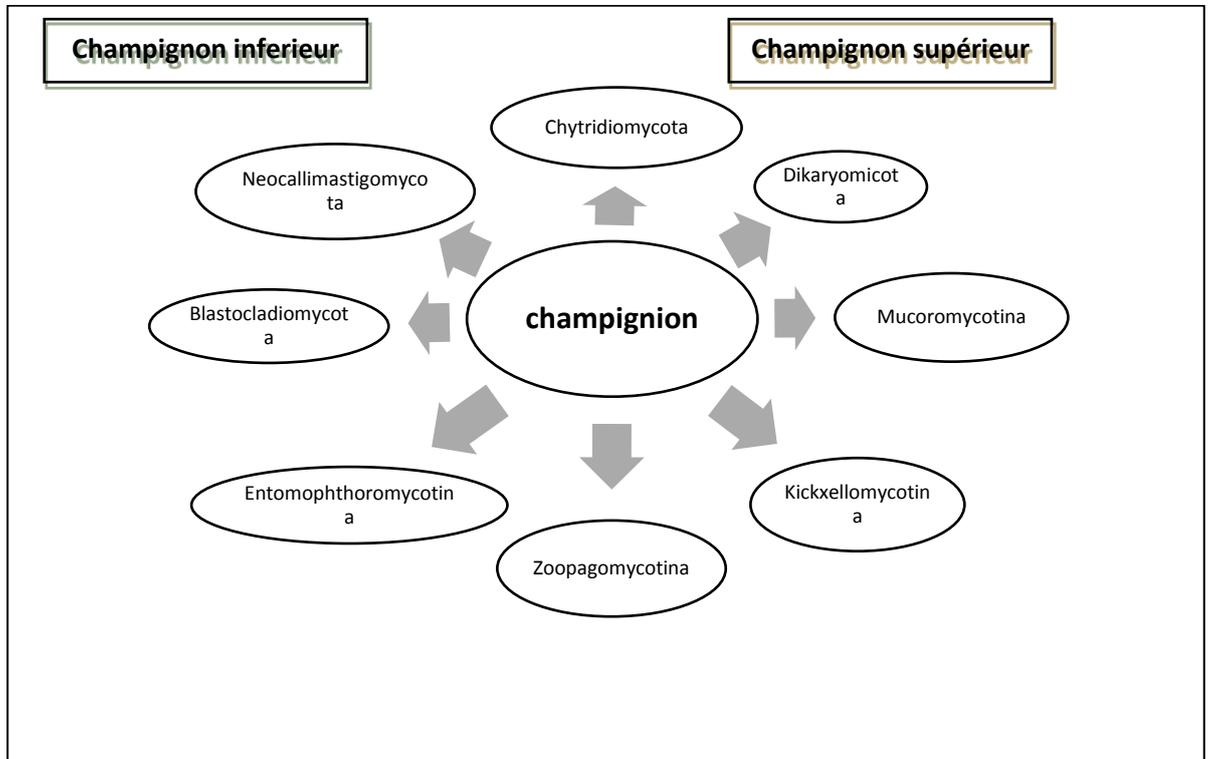


Figure N° 9: les différentes classes des souches fongiques

III. Le Thalle Végétatif

Plus simples que ceux des Algues, les thalles des Champignons sont le plus souvent de type nématothallien, mais certaines structures sont assimilables à des archéthalles ou à des cladomothalles.

Le thalle des champignons est constitué d'un ensemble de filaments les hyphes souvent assemblés en mycélium ou en stroma.

On distingue plusieurs types de thalles il peut être unicellulaire (mobile ou immobile) ont retrouvé également de thalles filamenteux siphonné ou scéptés ainsi que des thalles dissociés bourgeonnants. (17)

IV. La Reproduction Chez Les Champignons

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

✓ **Dans le cas d'une reproduction sexuée**, se base sur la fusion de deux gamètes haploïdes (n) donnant un zygote diploïde ($2n$). Une structure (+) à n chromosomes rencontre une autre structure (-) et la fusion des cytoplasmes donne naissance à un nouveau mycélium à $2n$ chromosomes.

Suivant le groupe auquel appartient le champignon, les spores vont être regroupées dans des sortes de sacs ou porté par des basides qui constitueront l'hyménium des gros champignons.

✓ **La reproduction asexuée**, que l'on va appeler multiplication végétative :

- Cette reproduction se fait par la formation de spores mitotiques qui vont ensuite être dispersées et véhiculées par l'eau ou l'air et vont coloniser d'autres supports sur lesquels elles germent et la chaîne se poursuit ainsi.

- Cette forme de reproduction se nomme aussi : « La sporulation » (17)

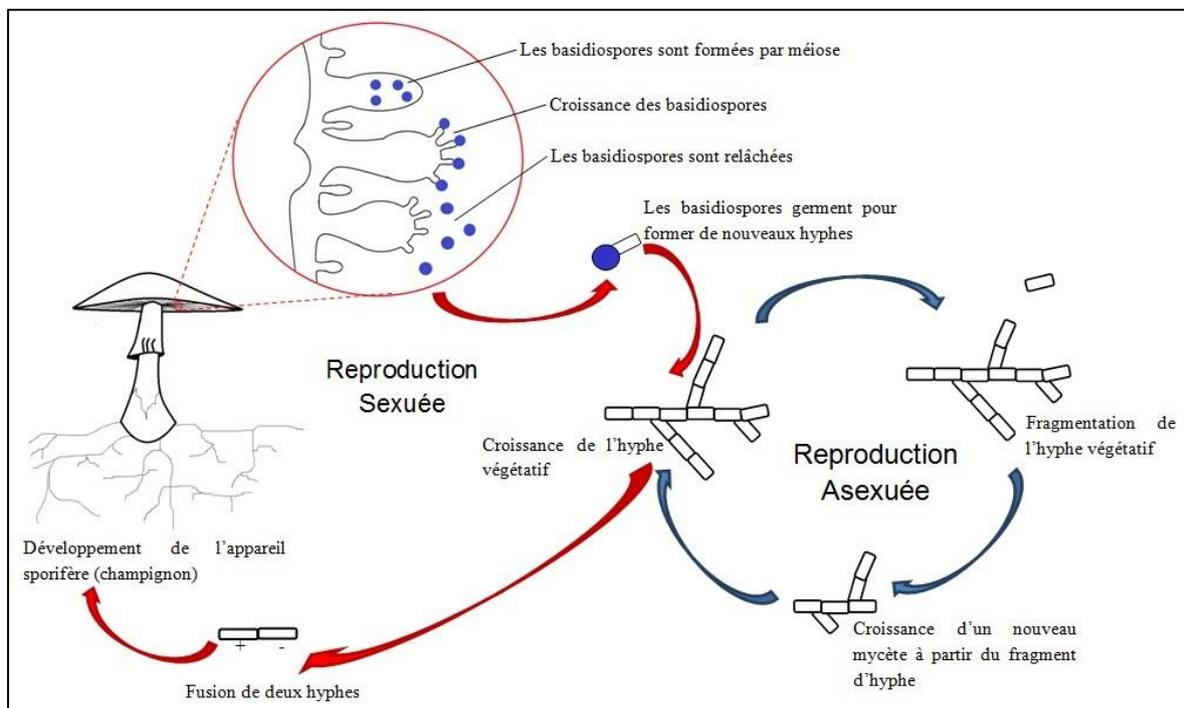


Figure N° 10: Schéma représentant la reproduction asexuée et sexuée d'un champignon [12]

V. Les Champignons Filamenteux

V.1. Définition

Les micromycètes sont des champignons microscopiques regroupant les levures et les champignons filamenteux. Ce sont des microorganismes eucaryotes caractérisés par la présence d'une membrane nucléaire et de mitochondries. Ils sont ubiquitaires et très répandus dans la nature, notamment au niveau des végétaux en décomposition.

Les champignons ont une membrane plasmique similaire à celle des autres eucaryotes consistant en une bicouche de phospholipides et des protéines et des stérols associés. Cependant le principal Stérol chez les champignons: c'est « l'ergostérol » et non le Cholestérol comme chez les animaux et les phytostérols du type cholestérol comme chez les plantes. Seules les Oomycota ont des stérols comme ceux des plantes dans leur membrane

Les champignons filamenteux sont hétérotrophes, et plus particulièrement absorbotrophes puisqu'ils absorbent les éléments, digérés de manière extracellulaire, au travers de leur appareil végétatif présentant une perméabilité pariétale. (17)

V.2. Identification des champignons filamenteux

L'identification des champignons filamenteux en routine repose essentiellement sur :

- l'analyse des caractères morphologiques macroscopiques
- microscopiques.

Ces méthodes d'identification peuvent être complétées par une analyse moléculaire.
(17)

a) Aspect macroscopique et microscopique du mycélium

<p>Aspect macroscopique du mycélium :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspect ▪ Couleur ▪ le relief ▪ la taille et odeur des colonies ▪ les structures de fructification 	<p>Aspect microscopique des structures reproductrices:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le thalle ▪ les spores ▪ aspect des spores ▪ modes de formation des conidies ▪ mode de groupement des conidies ▪ mode d'implantation des cellules conidiogènes ▪ présence de structures protectrices issues de la reproduction asexuée ou sexuée ▪ présence des chlamydo-spores
--	--

✓ Les champignons filamenteux sont composés d'un appareil végétatif appelé thalle. Il est composé de filaments ou hyphes enchevêtrés les uns par rapport aux autres, et l'ensemble des hyphes constituent un réseau appelé mycélium. (17)

✓ Les hyphes sont diffus, tubulaires et fins avec un diamètre compris entre 2 et 15 μm et sont plus ou moins ramifiés. Chez certaines moisissures, comme par exemple *Mucor*, les cellules ne sont pas séparées par une cloison transversale, le thalle est alors dit coenocytique ou « siphonné » alors que chez d'autres, comme par exemple *Aspergillus*, le thalle est cloisonné ou « septé ». (5)

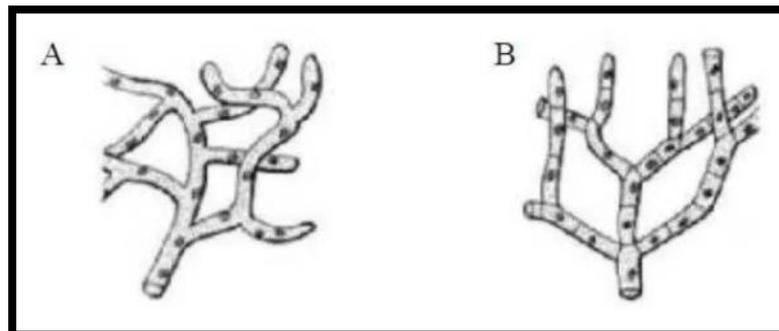


Figure N° 11: Structure d'un hyphe et son développement vers la formation d'un mycélium:

(A): hyphe coenocytique; (B): hyphe cloisonnée

b) Analyses Moléculaires

Les méthodes d'identification des champignons filamenteux par biologie moléculaire reposent sur l'analyse des séquences portant l'information génétique :

Les techniques de biologie moléculaires s'intègrent progressivement aux côtés des méthodes mycologiques classiques, et tendent à se généraliser dans les laboratoires spécialisées.

L'émergence de la PCR (Polymerase Chain Reaction) a permis d'important progrès des techniques moléculaires. Les différentes méthodes proposées permettent d'étudier le polymorphisme génétique des différents champignons filamenteux et de les discriminer à différents niveaux taxonomiques par l'étude de l'ensemble du génome, d'un ou plusieurs gènes ou d'un fragment d'ADN bien définis.

Plusieurs techniques sont appliquées : la RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms) est basée sur le polymorphisme de taille des fragments de restriction et a été utilisée pour la discrimination d'espèce d'*Aspergillus*. La RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), basée sur le polymorphisme de l'ADN amplifié au hasard, a permis de mettre en évidence une différenciation des souches de *Penicillium roqueforti*. L'AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), qui est une combinaison de la PCR et de la RFLP, a permis de discriminer différentes espèces d'*Aspergillus*. Ces méthodes sont généralement assez coûteuses et longues à mettre en œuvre.

De plus, certaines de ces méthodes présentent des limites dues au manque de sensibilité et de reproductibilité et à la nécessité d'une standardisation des protocoles, notamment lors de l'extraction de l'ADN. (5)

Récemment, une nouvelle méthode d'analyse phénotypique a émergé comme outil d'identification des champignons filamenteux en routine.

CONCLUSION

Conclusion

Les zones humides cas du lac Oubeira localisée aux Nord-est algérien qui abrite une faune et flore particulière ; malheureusement ces eaux sont touchées par une double pollution une organique et autre oxydante par la présence des métaux lourds

Ce travail nous à parmi d'indiquer la richesse potentielle des souches fongiques

En perspective, il est possible d'appliquer une autre étude plus approfondie qui contient les points suivants :

- Une application rigoureuse d'une partie expérimentale par les souches

- Une Identification moléculaires des souches.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Référence Bibliographie

- (1) **A. Benjama, L.Djabri, T.Chouchane, A.Boukari.** La contamination métallique des eaux lacustres des zones humides du PNEK située au Nord-est algérien, 2015.
- (2) **A. PICHARD, M. BISSON, R. DIDERICH, N. HOUEIX, C. HULOT, G. LACROIX, J.P. LEFEVRE, S. LEVEQUE, H. MAGAUD, A. PICHARD, A. MORIN, M. ROSE, G., 2018.** PEPIN. Chrome et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 2005, pp1-80.
- (3) Algérie Presse Service : Le parc national d'El Kala (El Tarf): l'eldorado vert au bord de la Méditerranée,
- (4) **B.N.E.F.** Recensement et analyse des potentialités du milieu naturel et humain dans le Parc National d'El Kala. Phase II, 1985, p176.
- (5) **Bartnicki-Garcia.S.** Hyphal tip growth. Outstanding questions. In: Osiewacz, Heinz D. (Ed.), *Molecular Biology of Fungal Development*. Marcel Dekker, Inc. New York. 2002.
- (6) **Belabed. B., Bendjema. A., Boudjelida. H, Djabri. L., et Bensouilah. M.** Evaluation of the métal contaminations in the surface sediments of the Oubeira lagoon, National park of El Kala, Algeria, *Archives of Applied Science Research*, 2011, 3(4), p 51-62.
- (7) **Bendjama. A., Djabri. L., Chouchane. T., Boukari. A., et Tlili. S.** La contamination métallique des eaux lacustres des zones humides du PNEK située au Nord-Est algérien, In Actes de la conférence internationale de 2014 sur l'énergétique appliquée et la pollution, 2014, p8
- (8) **Bendjema. A., Morakchi. K., Meradi. H., Boukari. A., Chouchane. T., Belaabed. B. E., et Djabri. L.** Caractérisation des matériaux biologiques issus d'un écosystème naturel « pnek » situe au nord-est de l'Algérie, *Journal de la Société Algérienne de Chimie*, 2011, p 45-58.
- (9) **Benyacoub S et Chabbi Y, 2000.** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Composition -statut -répartition. Synthèse, Publication de l'Université d'Annaba, 2000, 98(7)

- (10) **Carson M. J., Hartwell L.** CDC17: An essential gene that prevents telomere elongation in yeast *Cell*, 1985, p249-257.
- (11) **DESJARDIN Valérie.** Réduction du chrome (VI) par la souche *Streptomyces thermocarboxydus* NH50 isolée à partir d'un sol pollué. *L'institut national des sciences appliquées de Lyon.École doctorale de Chimie de Lyon (Chimie, Procédés, Environnement) INSA de Lyon*, 2002, 233p.
- (12) **Djellal .M.** Contribution à la cartographie des sols des régions humides (bassin versant du lac Oubeira- El Kala). Essai de caractérisation biochimique et physique de deux tourbières. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. *Univ INA-Alger*, 1993, p 37- 40.
- (13) **Fourest. E.** Etude des mécanismes de biosorption des métaux lourds par des Biomasses fongiques, thèse de doctorat, *université Grenoble*, 1993, p20.
- (14) **G. Durrieu.** Écologie des champignons, Collection d'écologie, 1993.
- (15) **GONÇALVES JF DE C, BARRETO DC DE S, SANTOS JR UM DOS, FERNANDES AV, SAMPAIO BPDT ET BUCKERIDGE MS.** Indicateurs de croissance, de photosynthèse et de stress chez les jeunes plants de bois de rose (*Aniba rosaeodora* Ducke) sous différentes intensités lumineuses, 2005.
- (16) **Joleaud L, 1936 :** Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger)*, 1936, 2(12), 185 p
- (17) **Kachour. L.** Identification des moisissures isolées à partir des eaux du lac Oubeira (PNEK) et impact des eaux usées sur leur diversité, thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba, 2005, p203.
- (18) **Kenza Adil.** 11 bonnes raisons de visiter El-KALA, Rédaction VVA, 2019
- (19) **Le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable.** Le chrome dans l'eau potable.Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – document technique, Juillet 2015.
- (20) **Marre. A.** Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière Tunisienne. Thèse Doct. Université d'Aix-Marseille, 1987, p559 + cartes.

- (21) **Meddour. A., Bouderdia. K.** Biodiversité et développement piscicole au lac Oubeira (Parc national el kala-algérie), Workshop Report N° 07, The Inter-Islamic Science & Technology Network on Oceanography, Izmir, Turkey, 2001, p42-51.
- (22) **Messerer. Y.** Etude morpho métrique et hydrographique du complexe lacustre d'El Kala, cas du lac Oubeira et du lac Mellah. Thèse de Magistère, Univ. Annaba, 1999, p123
- (23) **Raachi. M.L.** Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-Est Algérien. Thèse de Magistère, Univ QuébecMontréal-Canada, 2007, p14-44
- (24) **Rodier. J.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Edition DUNOD, Paris, 1996, p23-1068.
- (25) **Schmit J.P, Mueller G.M.** An estimate of the lower limit of global fungal diversity. Biodiversity and Conservation, 2007, p99-111.
- (26) **Sehili. N.** Evolution des peuplements phytoplanctoniques au niveau du lac Oubeira et la lagune el mellah, mémoire de magistère, Université Badji Mokhtar d'Annaba, 2008, p135
- (27) **Toubal. O.**Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orient). Cartographie à 1/ 25 000ème. Thèse Doct 3 è cycle. Joseph Fourier de Grenoble, 1986, p 110

Sites web:

- [1] <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/14548/P0712008.pdf?sequen>.
(Consulter le 23/03/2020 à 22 :15).
- [2] <https://www.twlogistics.co.uk/oc-chromite-sand>. (Consulté le 18/04/2020 à 12:45)
- [3] <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-chrome-4691/>
(Consulté le 12/05/2020 à 15:30).
- [4] <https://www.analyticaltoxicology.com/metallothioneines/> (Consulté le 02/06/2020 à 11:26).
- [5] <https://www.lenntech.fr/periodique/elements/cr.html>. (Consulté le 15/06/2020 à 23:30)
- [6] <https://sites.google.com/site/microbiologieaz/classification-embranchements/basidiomycetes> (Consulté le 12/07/2020 à 10:15)
- [7] <http://www.aps.dz/regions/74891-le-parc-national-d-el-kala-el-tarf-l-eldorado-vert-au-bord-de-la-mediterranee> (Consulté le 05/07/2020 à 00:45)
- [8] <http://colleges.planete-tp.com/l-eau-un-besoin-vital-r95.html> (Consulté le 25/07/2020 à 09:45)
- [9] <https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/tout-niveau/tableau-periodique/metal-de-transition.html> (Consulté le 30/07/2020 à 00:30)
- [10] [http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/06/13-%20Fekhaoui%20\(151-154\).pdf](http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/06/13-%20Fekhaoui%20(151-154).pdf) (Consulté le 01 /10/2020 à 10 :30)
- [11] <https://www.nutrimea.com/fr/202-chrome> (Consulté le 01/10/2020 à 11:00)
- [12] <https://www.lenntech.fr/francais/chrome-environnement.htm#ixzz6aHrY7Ujd>
(Consulté le 01/10/2020 à 12:45)

Résumé

Le lac Oubeira est un écosystème aquatique rare et unique qui abrite des populations d'espèces animales et végétales rares. Malheureusement il est touché par une pollution organique et autre oxydante

La dépollution des eaux du lac Oubéira est devenue une responsabilité majeure par des méthodes biologiques en comparant au d'autre méthodes classiques couteuses comme les procédés physicochimiques,

Mot clés : lac Oubéira, dépollution des eaux.

ملخص

تعتبر بحيرة أوبيرة نظامًا بيئيًا مائيًا نادرًا وفريدًا من نوعه ، وهي موطن لمجموعات من الأنواع الحيوانية والنباتية النادرة. لسوء الحظ، يتأثر بالتلوث العضوي والمؤكسدات الأخرى.

لقد أصبح تطهير مياه بحيرة اوبيرة مسؤولية كبيرة بالطرق البيولوجية مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى باهظة الثمن مثل العمليات الفيزيائية والكيميائية

الكلمات المفتاحية:، بحيرة اوبيرة، تطهير مياه

Abstract

Lake Oubeira is a rare and unique aquatic ecosystem, home to populations of rare animal and plant species. Unfortunately it is affected by organic pollution and other oxidants.

The decontamination of waters of Lake Oubira has become a major responsibility by biological methods compared to other expensive conventional methods like physicochemical processes,

Keywords: Oubéira Lake, decontamination of waters.