

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 de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Spécialité/Option : Microbiologie appliquée

Intitulé

La biorétection par des microorganismes

Présenté par :

- Kouadri Rayane
- Mosbah Ferial

Devant le jury composé par :

Présidente :	Mme Ibn CherifH	M.C.B	Université de Guelma
Examinatrice :	Mme Razkallah Zahra	M.A.B	Université de Guelma
Encadreure :	Mme Bedioui Soraya	M.C.B	Université de Guelma

2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

*Tout d'abord, merci à mon Dieu, grâce à lui,
nous sommes arrivés ici*

Et avons pu faire ce travail.

*Avant tout Nous remercions les membres du
jury madame la Présidente Mme Ibn Cherif H,*

M.C.B et madame l'examinatrice

*Mme Razkallah Zahra, M.A.B de nous avoir
fait l'honneur de juger notre travail.*

*Nous tenons également à remercier notre
chère encadreur, Mme Bediouí Soraya, M.C.B
pour sa confiance en nous dans ce travail et*

*pour les
conseils, informations et soutien qu'elle nous a
apportés.*

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Glossaire

Introduction.....1

Chapitre I: Description de la zone d'étude

I Description de la zone d'étude (le lac Tonga)3

I.1 Situation géographique3

I.2 Géologie3

I.3Pédologie.....4

I.4 Climatologie5

II.Biodiversité du lac Tonga7

II.1Diversité écosystémique7

II.2 Diversité floristique.....8

II.3Diversité faunistique.....9

II.4 Végétation.....10

IIIFonctions Ecologique de la biodiversité du lac Tonga.....15

III.1L'importance de la végétation du Lac Tonga15

III.2 Le rôle écologique de la faune15

IVUsages socio-économiques des ressources naturelles.....16

Chapitre II : La contamination des eaux du lac Tonga par les métaux lourds

IDéfinition des métaux lourds19

IIOrigines naturelles et humaines des métaux lourds dans l'environnement20

II.1 Les sources naturelles20

II.2Les sources anthropiques.....21

II.3Toxicité des métaux lourds21

II.4Effet des métaux lourds sur l'environnement et l'hommes.....22

II.4.1 Effet sur l'environnement.....22

II.4.2 Effet sur l'homme.....22

Chapitre III :Les bactéries

<i>I Introduction</i>	25
<i>II Définitions</i>	26
<i>III Classification</i>	26
<i>IV Sources</i>	26
<i>V Rôles des bactéries dans la nature</i>	26
<i>V.1 Cycle biogéochimiques</i>	27
<i>V.2 Décomposition des matières organiques</i>	27
<i>V.3 production des nutriments essentiels</i>	27
<i>VI Application des bactéries dans la vie quotidienne</i>	27
<i>VI.1 fermentation alimentaire</i>	27
<i>VI.2 production de pro biotique</i>	28
<i>VI.3 Conservation des aliments</i>	28
<i>VI.4 Production d'enzymes alimentaires</i>	28
<i>VI.5 Dégradation des contaminants</i>	28
<i>VII Les modes de reproduction des bactéries</i>	29
<i>VII.1 Division binaire</i>	29
<i>VII.2 Congugaison</i>	29
<i>VII.3 Transformation</i>	29
<i>VII.4 Transduction</i>	29
<i>Conclusion</i>	
Résumé	

Liste des figures

Figure 1: Une figure montre la localisation géographique du lac Tonga et du Parc National d'El Kala 0/1200m	3
Figure 2: Une figure montre la Variation des températures avec les différences saisonnières du lac Tonga	6
Figure 3: Montre La forme des bactéries en microscope	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les sols zonaux qui affectent l'écosystème environnant.....	4
Tableau 2 : Les sols azonaux qui affectent l'écosystème environnant	5
Tableau 3 : L'hydrologie, l'hydrographie et la bathymétrie du lac Tonga	7
Tableau 4 : les différentes formations végétales dans l'écosystème aquatique.....	11
Tableau 5 : Les habitats dans la roselière Tableau 6 : Les habitats dans Les herbacées	12
Tableau 7 : Les habitats de la végétation palustre.	14
Tableau 8 : L'importance de la végétation du Lac Tonga	15
Tableau 9 : Le rôle écologique de la faune dans lac Tonga	16
Tableau 10 : Les usages socio-économiques des ressources naturelles.....	17

Liste des abréviations

ZHM :Zone humide

GDB :Gestion durable

MTL :Métaux lourds

CRC :Crucial

GLOSSAIRE

Alluvions lacustres : Dépôts de sédiments transportés et déposés par l'eau d'un lac.

Chaîne liège : Forêts composées principalement de chênes-lièges (*Quercus suber*).

Chaîne Kermès : Forêts principalement composées de chênes kermès (*Quercus coccifera*).

Formations du Pontien : Couches géologiques formées durant le Pontien, une époque géologique du Miocène

Argiles de Numidie : Argiles présentes dans la région de Numidie, une ancienne région historique située dans l'actuelle Algérie.

Grés de Numidie : Roches gréseuses présentes dans la région de Numidie.



Introduction

Introduction

L'eau joue un rôle crucial dans la vie et les activités humaines. Il s'agit d'une partie essentielle du monde minéral et organique. Elle prend part à toutes les tâches quotidiennes, telles que les tâches domestiques, industrielles et agricoles(35).

La contamination de l'environnement aquatique par la présence des substances organiques et inorganiques constitue une menace réelle pour l'écosystème cas lac Tanga en provoquant des maladies pathogènes graves (26).

Tonga, fait partie du complexe d'El Kala, se caractérise par la présence de plusieurs espèces rares telles *la Foulque caronculée (Fulica cristata)*, *la Loutre d'Europe (Lutra lutra)*, *le Canard siffleur (Anas penelope)*, *la Tortue d'Hermann (Testudo hermanni)*, *l'Écrevisse à pattes blanches (Austropotamobius pallipes)*, *Glyceria fluitans*, *Iris pseudacorus*, *Marsilea minuta*, *Nymphaea alba*, *Oenanthe aquatica*, *l'erismature à tete blanche*, *le filugule nyroca*, *Grus grus*, *Marmonella* et *ciraetus gallicus*(36).

Les poissons, les mollusques et les crustacés ont été également confrontés à des effets indésirables qui se traduisent par un retard dans le développement embryonnaire, des malformations et une croissance tardive pour les adultes(86).

Des perturbations de la reproduction ainsi qu'une augmentation ou une diminution du taux des biomarqueurs de défenses (46).

Seulement l'augmentation des concentrations de métaux lourds (MTL) par rapport aux charges naturelles est devenue un enjeu de plus en plus inquiétant (11).

Le présent travail est contient une partie théorique qui consiste faire une analyse bibliographique sur le lac Tonga et leur contamination par différents aspects des métaux lourds.

Chapitre I

***Description de la
zone d'étude***

I. Description de la zone d'étude (le lac Tonga)

I.1. Situation géographique

Comparé par Plusieurs lac tel que le lac Tonga qui occupe une situation géographique plus importante. Situé à 36°51' N, 08°30', la superficie d'environ 2500ha et se trouve à 5Km Est du lac Oubeira (14).

A l'Est, au Sud et à l'Ouest, sont bordés par les derniers contreforts de la Kroumirie couverte de forêts plus au moins dégradé de chaîne liège (*Quercus suber*). Sur le côté Nord, ce sont des dunes maritimes fixées pour l'essentiel d'un maquis dense de chaîne Kermès (*Quercus coccifera*) qui les séparent de la Méditerranée (52).

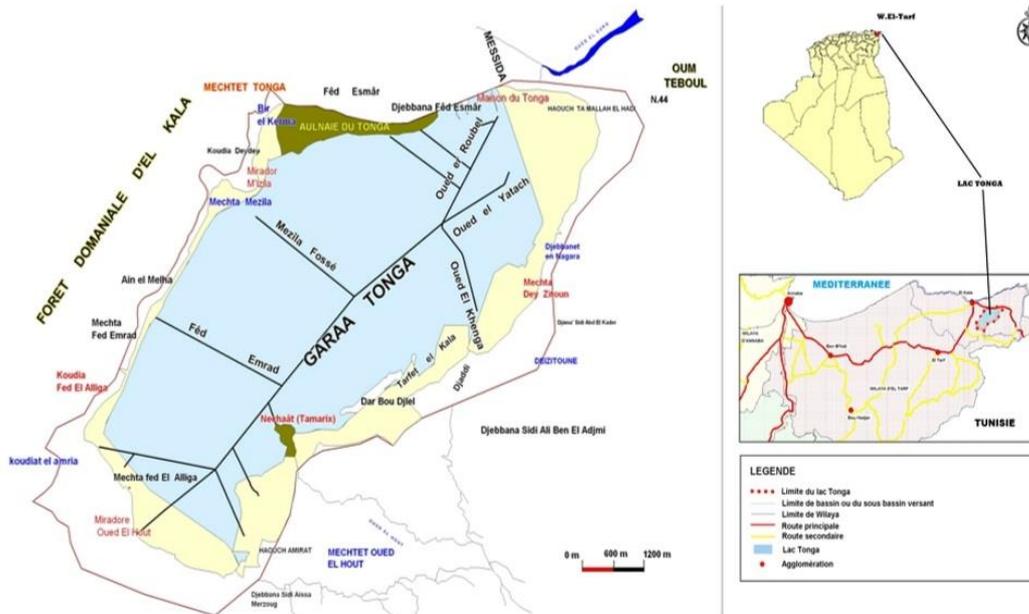


Figure 1: Localisation géographique du lac Tonga et du Parc National d'El Kala 0/1200m (75).

I.2. Géologie

Selon la carte géologique de Joleaud (1936), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin du lac Tonga sont

- ✓ Les alluvions lacustre, formées d'argiles imperméables, sont couvertes d'eau en hiver.
- ✓ Les alluvions limoneuses dans les vallées du Pléistocène, formées de sable et limon.
- ✓ Les grés à hélices qui par désagrégation ont donné les dunes.
- ✓ Les formations du Pontien qui présentent deux faciès argiles sableuses et marneuses.
- ✓ Les grés de Numidie, recouvrent 33 % de la superficie du bassin versant.

- ✓ Les marnes argilo-schisteuses groupées sous le nom d'argiles de Numidie. (75).

I.3. Pédologique

L'étude menée par Durand (1954) sur le bassin versant du lac Tonga a permis d'identifier deux types principaux de sols, chacun exerçant une influence distincte sur l'écosystème environnant (25).

Les tableaux suivants représentent les types des sols du lac Tonga

Sols zonaux :

Tableau 1 : Les Sols zonaux qui affectent l'écosystème environnant (10).

Sols	Structures
Podzols ferrugineux	Se développent à partir des grès de Numidie et se caractérisent par un HSSL, abondant en matières organiques, avec un lessivage brun pâle et un horizon d'accumulation de fer et d'argile. Ils sont fréquemment recouverts de forêts de chênes lièges.
Sols oxyhumiques	Présentent des horizons superficiels riches en MONS et sont habituellement associés à une végétation de chênes lièges sans sous-bois.
Sols insaturés acides	Issus des argiles du Pontien, se caractérisent par un horizon brun gris sombre, argileux, exempt de calcaire, et peuvent présenter un pH \approx 6.
Sols insaturés	Ont un CAI mais un pH qui n'est pas suffisamment basique pour diminuer. Ils se forment généralement sur les argiles de Numidie et peuvent évoluer progressivement vers des sols oxyhumiques.
Sols décalcifiés	Se forment sur des roches marneuses ou des grès calcaires, présentent généralement un HSB riche en matières organiques, bien qu'il puisse parfois être décalcifié.

Sols azonaux :**Tableau 2:** Les sols azonaux qui affectent l'écosystème environnant (10).

Sols	Structures
Sols des marais	Localisés au cœur de la cuvette inondée, se distinguent par leur abondance en matières organiques et en argile, ainsi que par leur acidité élevée et leur humidité constante.
Sols de prairies marécageuses	Issus de travaux d'assèchement, se caractérisent par une concentration élevée en argile, un pH très acide et une teneur en matières organiques relativement basse.
Sols tourbeux non inondés	Riches en matières organiques, ces sols peuvent soutenir une luxuriante forêt d'aulnes. Bien qu'ils présentent une acidité prononcée en surface, leur neutralité est presque atteinte en profondeur.
Solods	Ces sols conventionnels se caractérisent par un CSNA, un pH parfois acide et une végétation principalement composée de graminées.
Sols alluviaux	Ces sols ne présentent pas de stratification d'horizons et leur végétation est toujours constituée d'herbes.
Sols dunaires	Formés de dunes mobiles ou partiellement stabilisées, peuvent être acides, surtout sous la couverture végétale des buissons de chêne kermès ou de lentisque.

I.4. Climatologie

D'après les observations d'Emberger (1955), le lac Tonga, situé dans la région d'El-Kala, se trouve dans le quatrième étage bioclimatique, caractérisé par une végétation subhumide. Ce classement climatique est attribué à un climat méditerranéen, marqué par des précipitations abondantes pendant la saison humide et les mois froids, avec une période de sécheresse pendant l'été (27).

Le climat méditerranéen qui règne autour du lac Tonga se caractérise par des hivers doux et des étés chauds et secs. Les pluies se concentrent principalement pendant les mois d'automne

et d'hiver, avec des averses fréquentes et parfois abondantes. En revanche, les mois estivaux sont caractérisés par des conditions sèches et ensoleillées, avec des températures élevées et peu ou pas de précipitations. Cette alternance saisonnière entre périodes humides et sèches exerce une influence significative sur les cycles de vie de la flore et de la faune dans la région du lac Tonga, ainsi que sur la disponibilité des ressources en eau (83).

I.4.1. La température

Les variations saisonnières de la température ont un effet important sur le fonctionnement métabolique et le cycle de reproduction des espèces aquatiques, que ce soit dans le lac Tonga ou dans d'autres zones de l'est de la Numidie. Cette température varie considérablement au fil des mois, avec des variations saisonnières bien marquées (58).

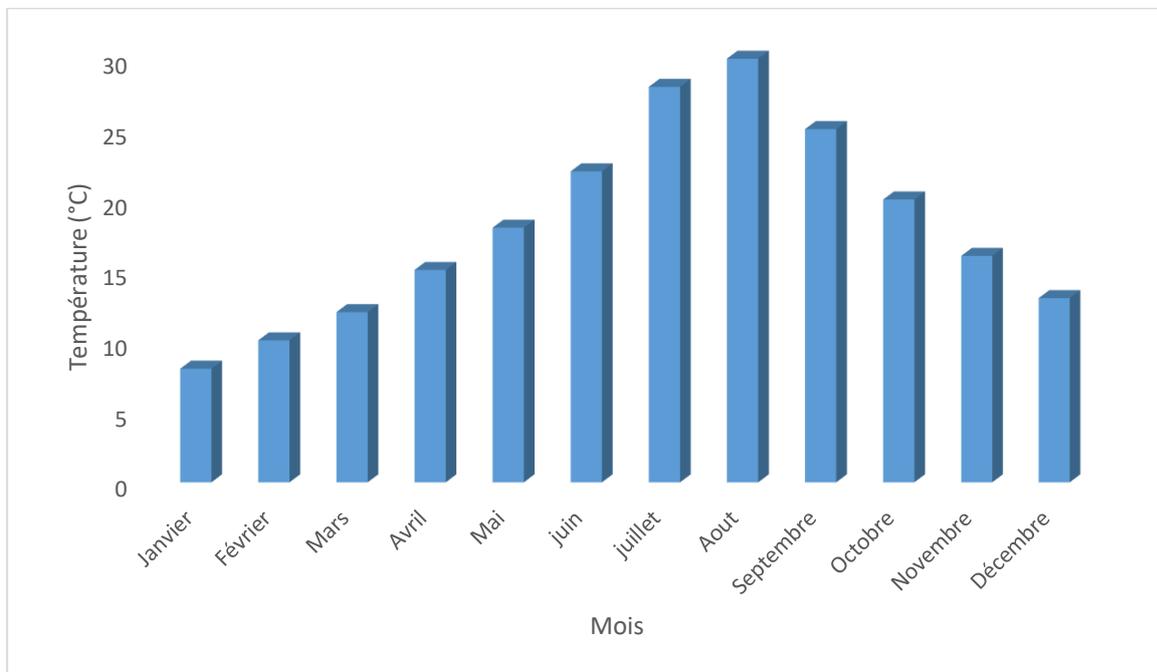


Figure 2: Variation des températures avec les différences saisonnières du lac Tonga (58).

D'autres éléments, tels que l'altitude, la proximité de la côte et la configuration géographique locale, influent également sur la température. Ces variables peuvent entraîner des variations locales considérables de la température, avec des implications significatives pour les écosystèmes aquatiques du lac Tonga et de ses alentours. Par exemple, les zones situées à une altitude plus élevée ou plus éloignées de la côte peuvent présenter des températures légèrement plus fraîches, tandis que les zones plus basses et plus proches du littoral peuvent être plus chaudes (58).

I.4.2. Hydrologie, hydrographie et bathymétrie du lac Tonga

Les caractéristiques climatiques et géologiques de la région sont étroitement associées à l'hydrologie, l'hydrographie et la bathymétrie du lac Tonga. Voir le tableau suivant

Tableau 3: L'hydrologie, l'hydrographie et la bathymétrie du lac Tonga (58).

Eléments	
Hydrologie	Les précipitations saisonnières, leur irrégularité annuelle et leur forte intensité pendant la période automnale expliquent le réseau hydrographique et les débits hydrologiques du lac Tonga.
	Les sources d'alimentation du lac Tonga proviennent principalement des affluents saisonniers, bordant les rives ouest, ainsi que des oueds situés à l'est et au nord, comme les oueds EL Hout au sud et EL Eurg au nord.
	L'exutoire du lac Tonga est l'Oued Messida, qui évacue les eaux excédentaires vers d'autres cours d'eau ou bassins versants.
Hydrographie	La source du lac Tonga est l'Oued Messida, qui évacue les eaux excédentaires vers d'autres cours d'eau ou bassins versants.
Bathymétrie	La bathymétrie du lac Tonga, qui mesure les profondeurs et les formes du fond du lac, est également influencée par les mêmes facteurs.

II. Biodiversité du lac Tonga

II.1. Diversité écosystémique

Le lac Tonga est bordé d'eaux libres, entourées d'une variété de plantes telles que des roseaux, des saules et de petites îles flottantes verdoyantes. Dans cette zone, des arbustes flottants,

rare dans d'autres parties du monde, se trouvent au fond de la forêt. Ces éléments jouent un rôle CRC dans le contrôle des inondations hivernales en retenant les sédiments et les matériaux emportés par les crues, tout en stabilisant les dunes côtières sans perturber l'équilibre écologique de l'environnement environnant (10).

La majeure partie de la surface du lac est couverte par des plantes émergentes, représentant environ 90 %, comprenant 14 groupes qui totalisent 82 espèces, dont 32 sont considérées comme rares ou très rares. En outre, le lac abrite 22 espèces de libellules appartenant à quatre familles différentes. De plus, il constitue un site d'hivernage crucial pour des dizaines de milliers d'oiseaux aquatiques. Cette grande diversité crée une variété d'environnements, allant des vastes zones d'eau libre aux mosaïques végétales formées par les forêts flottantes et les îles flottantes peuplées de saules (75).

II.1.1. Le rôle du lac dans l'équilibre environnemental

Le lac Tonga occupe une place CRC dans le maintien de l'équilibre écologique de la région environnante. Pendant la saison hivernale, les inondations sont fréquentes, et le lac agit comme un filtre naturel en absorbant les sédiments et les matériaux charriés par les crues. Cette fonctionnalité naturelle préserve l'intégrité des dunes côtières et protège les terres avoisinantes des dommages environnementaux (1).

II.2. Diversité floristique

Le lac Tonga héberge 82 espèces végétales réparties dans 31 familles botaniques différentes, dont 32 sont considérées comme assez rares à extrêmement rares (52).

Parmi les espèces rares nous citons : *Marsilea diffus*, *Nymphae alba*, *Utricularia exoleta*(43)

Au nord du lac Messida, on trouve une aulnaie de 57 hectares décrite par Maire et Stephenson (1930) comme une association d'*Alnetum glutinosa*, tandis qu'à l'ouest de cette zone, les dunes sont dominées par le pin maritime et le pin pignon (1).

Dans le plan d'eau (la partie occidentale et centrale, du lac) se situe la zone des associations immergées ; elle est essentiellement formée de Potamots : *Potamogeton mehoïdes*, *Potamogeton lucensetilis* associés à des *Myriophylles* *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*.

On constate des formations émergentes de *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Sparganium erectum*, *Lythrum salicaria*, *Lycopuseuro paeus*, *Oenanthe fistulosa*, *Ranunculus baudoti*.

En printemps, on assiste à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espèces d'eau libres *Nymphaea alba* (1).

II.3. Diversité faunistique

La diversité de la faune au Tonga est remarquable, avec une flore abondante et une importante réserve génétique. Le lac abrite une grande variété d'animaux, y compris des anguilles, des reptiles, des amphibiens et des insectes, notamment à leurs stades larvaires.

En ce qui concerne la flore, la surface du lac est principalement couverte par une végétation émergente, comprenant 14 groupements différents et dix associations distinctes. On y trouve 82 espèces végétales, dont 32 sont considérées comme assez rares à rarissimes.

La variété de couvertures végétales, la diversité des groupements et la présence d'eau libre offrent un habitat propice à une faune riche et variée. Cette biodiversité contribue à la richesse écologique et à la stabilité de l'écosystème du Tonga (43).

II.3.1. La richesse ornithologique

D'une manière générale 170 espèces d'oiseaux d'eau sont comptées au niveau du lac Tonga (12 sont des rapaces, 69 espèces protégées par le décret présidentiel du 20/08/83 complété le 17/01/95 ; certaines de ces espèces protégées sont des migratrices strictes à savoir: *oie cendrée (Anser anser)*, *grue cendrée (Grus grus)*, *Tadorne de belon (Tadornata dorna)*, *grande aigrette (Egretta alba)*, et *ibis falcinelle (Plegadis falcinellus)* ; certaines autres sont considérées comme très rares dans le bassin méditerranéen(68).

Le lac Tonga est un site d'hivernage et de stationnement d'un certain nombre d'Anatidés et aussi les Limicoles, mais en faible portion d'un reproduction pour les espèces : *Grèbe castagneux (Podiceps ruficollis)*, *Grèbe huppé (Podiceps cristatus)*, *Ixobrychus minutus*, *Bihoreau gris (Nycticorax nycticorax)*, *Crabier chevelu, Ardea ibis, Aigrette garzette (Egretta garzetta)*, *Héron pourpé (Ardea purpurea)*, *Ibis falcinelle (Plegadis falcinellus)* et Anatidés : *Canard colvert (Anas platyrhynchos)*, le *Fuligule nyroca (Aythya nyroca)* et *Erismature à tête blanche (Oxyura leucocephala)*, *Busard des roseaux (Circus aeruginosus)*, et la famille des *Rallidae* : la *Poule d'eau (Gallinula chloropus)*, la *Poule*

sultane (Porphyrio porphyrio), la foulque macroule (Fulica atra), et aussi de Sternidés : le Guifette à moustache (Chlidonia hybridus) (77).

II.3.2. Les insectes

Les insectes, notamment les odonates, sont très étudiés dans le lac Tonga, avec 22 espèces répertoriées appartenant à quatre familles principales : *Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae* et *Libellulidae*(78).

En ce qui concerne les reptiles et les amphibiens, plusieurs espèces habitent le lac Tonga. Parmi les qu'elles, on trouve *l'Emyde lépreuse (Mauremys leprosa), la Grenouille verte (Rana esculenta), le Discoglosse peint (Discoglossus pictus), le Crapaud de Mauritanie (Bufo mauritanicus), le Triton de Poiret (Pleurodeles poireti), le Psammodrome algire (Psammodromus algirus), le Sep ocellé (Chalcides ocellatus), le Lézard ocellé (Lacerta pater) et la Couleuvre vipérine (Natrix maura)*(70).

II.4. Végétation

Les Types de végétation du lac Tonga

- **Végétation immergée**

Environ 20% de la superficie totale de la cuvette est occupée par des eaux entièrement immergées, où l'on trouve une végétation hydrophyte dense et variée. Cette végétation crée une toile de fond verdoyante le long de la plage d'eau libre. Ces formations végétales font partie de la diversité de l'écosystème aquatique du tarf (75).

Voir le tableau suivant

Tableau 4: les différentes formations végétales dans l'écosystème aquatique (75).

Les Formation	
Formation à Cornifle d'eau (<i>Ceratophyllum demersum</i>)	Originaires d'Europe du Nord et de l'Est, est une plante aquatique vivace qui produit des fleurs blanches et fleurit en été. Elle peut s'étendre sur une longueur de 50 à 60 cm.
Formation à Potamot (<i>Potamogeton lucens</i>)	Ce végétal à feuillage flottant attrayant, une plante vivace, fait partie de la famille des <i>Potamogetonacées</i> . Il peut se développer jusqu'à une profondeur d'eau de 100 cm et comprend diverses espèces comme <i>Potamogeton lucens</i> , <i>Potamogeton trichoides</i> et <i>Potamogeton pectinatus</i> .
Formation à Renoncule aquatique (<i>Renonculus aquatilis</i>)	Cette plante vivace, originaire d'Europe et de la majeure partie de l'hémisphère nord, présente des fleurs blanches et son feuillage est semi-persistant. Elle peut s'étendre sur une plage de 10 cm à 1 mètre.
Formations à Myriophylles	Les membres de cette famille de plantes aquatiques vivaces, les Haloragidacées, sont originaires d'Indonésie et d'Amérique du Sud. Ils produisent des fleurs jaune-vertes, accompagnées d'un feuillage persistant, et peuvent s'étendre jusqu'à 2 mètres de long. Les espèces incluses sont <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Myriophyllum alterniflorum</i> et <i>Myriophyllum verticillatum</i> .
Formation à Callitriche des eaux stagnantes (<i>Callitriche stagnalis</i>)	Cette plante oxygénante, à feuillage flottant persistant et appartenant à la famille des <i>Callitrichacées</i> , peut atteindre une hauteur variant de 60 cm à 1 mètre.
Formation à Renouée amphibie (<i>Polygonum amphibium</i>)	Cette plante vivace, à feuillage caduc, flotte à la surface de l'eau et appartient à la famille des Polygonacées. Elle produit de magnifiques épis de fleurs rougeâtres en été. Elle peut pousser jusqu'à 40 cm de profondeur et s'étendre à une

	hauteur variant de 30 à 45 cm.
--	--------------------------------

- **Végétation émergente**

Cette végétation est enracinée dans le substrat aquatique, mais une partie de ses parties végétatives se trouve également au-dessus de l'eau. Elle se compose d'une roselière comprenant 6 habitats et d'une formation herbacée de faible hauteur constituée de 2 habitats

La roselière La végétation herbacée des ceintures des bords du lac se développe le long des atterrissements et ne s'étend pas au-delà de 2 mètres de profondeur.

Les herbacées de faible hauteur Ces formations se trouvent le long des rives, principalement dans les parties Nord-Est et Nord-Ouest, à une profondeur d'eau comprise entre 10 et 15 cm.

Voir les tableaux des habitats

Tableau 5: Les habitats dans Les herbacées **Tableau 6:** Les habitats dans la roselière

(75).

(75).

Habitats	
Scirpaie	Se présente sous forme d'îlots circulaires qui occupent une vaste étendue et se développent le long des rives du lac. Constituée de Scirpe lacustre (<i>Schoenoplectus lacustris</i>) et de Scirpe maritime (<i>Bolboschoenus maritimus</i>).
Sparganaie	Son taux de recouvrement assez élevé, principalement composée de rubaniers, constituée de Rubanier (<i>Sparganium erectum</i>). Dans le Nord-Est et le Sud-Ouest du lac, elle devient

Habitats	
Prairie humide	Il s'agit de terres alluvionnaires fertiles de la ZHM, largement exploitées pour l'agriculture. On y cultive du fourrage naturel, des arachides, des légumes et des arbres fruitiers.
Pelouse naturelle	Ça formation à Paspale à 2 épis (<i>Paspalum distichum</i>) Une graminée abondante autour du lac, elle semble être un indicateur significatif de l'intense influence humaine sur la végétation aquatique du lac Tonga.

	particulièrement envahissante, formant de vastes prairies. Elle s'étend dans des profondeurs allant de 20 à 90 cm.		
Scirpaie sparganaie	Une combinaison de deux formations, le rubanier et le scirpe lacustre, se trouve principalement dans la partie Nord-Est du lac Tonga, s'étendant à des profondeurs variant de 10 à 90 cm.		
Typhaie	C'est une formation à Massette à feuilles étroites (<i>Typha angustifolia</i>) et à Massette à large feuilles (<i>Typha latifolia</i>).		
Phragmitaie	Formation plus ou moins denses à Phragmite commun (<i>Phragmite communis</i>).		
Iridaie	Formation à Iris des marais (<i>Iris pseudacorus</i>). C'est l'habitat le moins abondant sur le Tonga.		

- **Végétation flottante**

Constituée par des EVA, qui vivent entièrement dans l'eau, mais qui ne sont pas enracinées dans le substrat. Sur le lac Tonga, la végétation flottante est essentiellement formée par un seul habitat représenté par le Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*).

Le Nénuphar blanc est de la famille des Nymphéacées de type vivace (Il a des fleurs jaunes, blanches, roses, rouges, bleues) (75).

- **Végétation palustre**

La végétation ligneuse forme une formation boisée avec une strate élevée (*arborescente*) très développée, présente principalement le long des bordures nord et au centre du lac. Ces habitats se distinguent par la présence d'une strate arborescente et arbustive. On a identifié 6 habitats pour la végétation palustre (75).

Voir le tableau suivant

Tableau 7: Les habitats de la végétation palustre (75).

Habitats	
L'aulnaie	Formation composée d'aulnes glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>) de la famille des Bétulacées, est une végétation de type forestier et humide.
Formation à Cyprès chauve (<i>Taxodium distichum</i>)	Situé à l'extrémité Est de l'aulnaie, l'arboretum de Tonga est caractérisé par la présence exclusive de cyprès chauves de la famille des Taxodiacees, des conifères à feuillage caduc originaires du sud-est des États-Unis. Ils peuvent atteindre une hauteur de 20 à 50 mètres.
La saulaie flottante	Une formation dense à Saules blanc (<i>Salix pedicellata</i>), localisée au Sud de l'Aulnaie, formée par plusieurs espèces de Saules notamment : <i>Salix alba</i> , <i>Salix nigra</i> , <i>salix cinerea</i> .
Formation à Acacia (<i>Acacia eburnea</i>)	Cet arbre, faisant partie de la famille des Fabacées et originaire d'Amérique du Nord, se trouve sur les rives nord-est du lac Tonga.
Formation à Tamaris commun (<i>Tamarix gallica</i>)	Cet arbuste, appartenant à la famille des Tamaricacées et originaire d'Asie et d'Europe du Sud, mesure entre 2 et 5 mètres de hauteur. Présent au sud du lac.
La ceinture de saulaie	La formation de saules blancs commence à partir de l'aulnaie inondée dans le nord-ouest, puis s'étend progressivement vers le centre du lac sous la forme d'une longue ceinture, atteignant en moyenne une hauteur de 4 mètres.

III. Fonctions Ecologique de la biodiversité du lac Tonga

III.1. L'importance de la végétation du Lac Tonga

Voir le tableau suivant

Tableau 8: L'importance de la végétation du Lac Tonga (47).

L'importance	
Biodiversité	La végétation du Lac Tonga abrite une grande diversité d'espèces végétales, Rubanier (<i>sparganium</i>), <i>Scripe lacustre</i> (<i>scirpus lacustris</i>), <i>Aulne glutineux</i> (<i>Alnus glutinosa</i>).
Conservation des espèces rares	Les 32 espèces végétales rares présentes dans le Lac Tonga leur présence de ces espèces contribue à maintenir la diversité génétique et à prévenir l'extinction de plantes menacées.
Filtration de l'eau	Elles contribuent à maintenir la qualité de l'eau du lac, ce qui est essentiel pour la santé des Ecosystèmes aquatiques et la fourniture d'eau potable pour les communautés locales.
Stabilisation des berges	Les systèmes racinaires des plantes aquatiques jouent un rôle CRC dans la stabilisation des berges du lac, ce qui réduit l'érosion et diminue le risque d'effondrement des rives. Cette action protectrice bénéficie non seulement à l'habitat des plantes aquatiques, mais aussi aux zones riveraines voisines et aux infrastructures humaines.

III.2. Le rôle écologique de la faune

Dans le lac Tonga est multifacette et contribue de manière significative au fonctionnement de ce Type aquatique. En voir les aspects clés du rôle écologique de la faune dans le lac Tonga (62). Voir le tableau suivant

Tableau 9:Le rôle écologique de la faune dans lac Tonga (62).

Faune	Rôle écologique
Contrôle des populations proies	Les prédateurs tels que les poissons et les oiseaux se nourrissant de poissons participent à réguler les populations de proies, ce qui contribue à maintenir l'équilibre des écosystèmes aquatiques en limitant la prolifération excessive de certaines espèces.
Cycle des éléments nutritifs	Les décomposeurs, comme les bactéries et les invertébrés aquatiques, contribuent au recyclage des éléments nutritifs en décomposant la matière organique en décomposition. Cela enrichit l'environnement en nutriments essentiels pour la croissance des plantes aquatiques et favorise la productivité du lac.
Pollinisation et dispersion des graines	Certains insectes et oiseaux sont essentiels pour la pollinisation des plantes aquatiques et la dispersion des graines, ce qui favorise la reproduction et la diversité végétale du lac.
Oxygénation de l'eau	Les plantes aquatiques et les algues produisent de l'oxygène grâce à la photosynthèse, ce qui enrichit l'eau en oxygène et crée un habitat essentiel pour de nombreuses espèces aquatiques, notamment les poissons et les invertébrés.
Filtration de l'eau	Certains organismes, comme les mollusques filtrants et les crustacés, aident à filtrer l'eau en se nourrissant de particules en suspension, ce qui contribue à maintenir la clarté de l'eau et à améliorer sa qualité. La faune du lac Tonga joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre écologique de cet écosystème aquatique en participant à des processus clés tels que la régulation des populations, le cycle des éléments nutritifs, la pollinisation, l'oxygénation de l'eau et la filtration de l'eau.

IV. Usages socio-économiques des ressources naturelles

Les ressources naturelles du lac Tonga offrent diverses utilisations socio-économiques qui favorisent le développement durable et le bien-être des populations locales. Une GDB de ces ressources est CRC pour garantir leur disponibilité à long terme et préserver les écosystèmes lacustres pour les générations futures (76).

Voici un aperçu plus détaillé de ces utilisations

Tableau 10: Usages socio-économiques des ressources naturelles

Les ressources naturelle	Usage
Pêche	Le lac Tonga présente des opportunités de pêche significatives pour les habitants locaux. Les différentes espèces de poissons du lac fournissent une grande partie de la nourriture et des revenus à de nombreux pêcheurs locaux. La pêche industrielle et artisanale offre des opportunités d'emploi et de subsistance à de nombreuses familles du voisinage. De plus, la pratique de la pêche sportive peut aussi attirer des visiteurs, ce qui favorise le développement économique de la région (76).
Fourniture d'eau potable	Les eaux du lac Tonga peuvent constituer une source majeure d'eau potable pour les communautés locales. Un approvisionnement fiable en eau potable est CRC pour la santé publique, l'hygiène et le bien-être des populations. Des infrastructures peuvent être développées pour acheminer l'eau du lac vers les communautés environnantes (11).
Tourisme et loisirs	La beauté naturelle du lac Tonga et de ses environs offre des opportunités touristiques significatives. Les touristes viennent admirer la faune et la flore, pratiquer des activités de plein air comme l'observation des oiseaux, la randonnée, le kayak et d'autres sports nautiques. Le tourisme crée des emplois dans l'industrie

	hôtelière, la restauration, les services touristiques et contribue à la croissance économique locale (52).
--	--

Chapitre II

La contamination des eaux du lac Tonga par les métaux lourds

I Définition des métaux lourds:

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5 g/cm^3 . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces: mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse etc. [13].

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques. Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil: c'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du fer (Fe).

(i) Les métaux toxiques ont un caractère polluant avec des effets néfastes pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd).

Le terme métaux lourds, implique aussi une notion de toxicité. Le terme « éléments traces métalliques » est aussi utilisé pour décrire ces mêmes éléments, car ils se retrouvent souvent en très faible quantité dans l'environnement.

Dans ce contexte, nous utiliserons le terme « métaux lourds » dans le sens de l'impact toxique sur les humains et l'environnement. [15].

II Origines naturelles et humaines des métaux lourds dans l'environnement:

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. Il faut différencier la part qui résulte de la contamination d'origine humaine (anthropogène) et la part naturelle (géogène). [16]

I.1 Les sources naturelles :

Parmi les importantes sources naturelles, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. La contribution des volcans peut se présenter sous forme d'émissions volumineuses dues à une activité explosive, ou d'émissions continues

de

faible volume, résultant notamment de l'activité géothermique et du dégazage du magma. [17].

II 2 Les sources anthropiques :

Les métaux provenant d'apports anthropiques sont présents sous des formes chimiques assez réactives et entraînent de ce fait des risques très supérieurs aux métaux d'origine naturelle qui sont le plus souvent immobilisés sous des formes relativement inertes [18]. Les sources anthropogènes sont les suivantes:

- Activités pétrochimiques;
- Utilisation de combustibles fossiles (centrales électriques au charbon, chaudières industrielles, fours à ciment);
- Transport (véhicules et moteurs routiers et non routiers, embarcations);
- Incinération de déchets;
- Produits (électriques, amalgames dentaires, éclairages fluorescents);
- Déchets urbains (eaux usées, boues d'épuration, ordures ménagères), agricoles.

Le tableau I.4 présente quelques exemples de sources industrielles et agricoles d'où peuvent provenir les métaux présents dans l'environnement. [19].

II.2. Toxicité des métaux lourds:

La toxicité des métaux lourds a conduit les pouvoirs publics à réglementer les émissions en fixant des teneurs limites. Cette réglementation n'est cependant d'aucun secours pour déterminer sans ambiguïté une liste de métaux à surveiller car la liste varie selon les milieux considérés : émissions atmosphériques, rejets dans l'eau, règles sur l'épandage des boues ou la mise en décharge. La contamination par les métaux lourds est dû aux ordures ménagères (piles au cadmium, batteries au plomb, cuivre et zinc des pesticides, etc.). Représente 25 % des émissions dans la nature.

Tout élément est toxique quand il est absorbé en excès par rapport aux capacités d'assimilation de l'organisme. [21].

La toxicité des métaux lourds est due essentiellement à:

- Leur non-dégradabilité.
- Leur toxicité à faible concentration.

-Leur tendance à s'accumuler dans les organismes vivants et à se concentrer le long des chaînes trophiques. [22].

La toxicité d'un élément métallique dans l'environnement dépend de la forme chimique sous laquelle il existe. On peut citer comme exemple, le cas du Mn^{VI} et de l' As^{III} qui sont plus toxiques que le Mn^{II} et l' As^V [23]. L'une des caractéristiques de la toxicité des métaux est leur pouvoir de former des complexes [24]. La disponibilité et la toxicité dépendent de la concentration des ions libres de l'élément, ainsi que de la concentration totale du métal ou de celle du complexe du métal. [25].

II.3. Effets des métaux lourds sur l'environnement et sur l'homme:

Les métaux lourds sont dangereux pour l'environnement car, ils ne sont pas dégradables. Ils s'accumulent au cours de processus minéraux et biologiques. Les métaux lourds peuvent également être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire entraînant alors des effets chroniques ou aigus.

II.3.1 Effet sur l'environnement :

Les métaux lourds sont dangereux pour les systèmes vivants car:

- ils sont non dégradables au cours du temps ;
- ils sont toxiques à de très faibles concentrations ;
- ils ont tendance à s'accumuler dans les organismes vivants et à se concentrer au cours de transferts de matière dans les chaînes trophiques. [26].

II.3.2 Effet sur l'homme:

Le corps humain est comparable à un grand laboratoire chimique. Chaque seconde, il y a des milliers de processus chimiques dans nos organes et cellules. Les métaux ou minéraux essentiels jouent un rôle primordial dans ces processus biochimiques (l'électrolyte et le processus enzymatique) la présence des métaux lourds dérange profondément l'équilibre biochimique de nos cellules. L'organisation mondiale de la santé, (OMS) déclarait qu'environ 80% des maladies chroniques comme l'arthrite, le diabète, l'asthme, le cancer pouvaient être causés directement ou indirectement par la pollution environnementale. A un niveau de toxicité, nous pouvons résumer les principaux dangers des métaux lourds [27].

- Ils remplacent ou substituent les minéraux essentiels.
- Ils changent notre code génétique.
- Ils produisent des radicaux libres.
- Ils neutralisent les acides aminés utilisés pour la détoxification.
- Ils causent des allergies.
- Ils endommagent les cellules nerveuses.

Chapitre III

Les bactéries

I. Introduction

Dans un écosystème microscopique, une multitude de bactéries qui jouaient un rôle essentiel dans la nature. Ces minuscules organismes étaient présents partout, des profondeurs de l'océan aux sols fertiles, en passant par le corps humain.

Les bactéries, dont certaines étaient bénéfiques et d'autres pathogènes, vivaient en harmonie avec leur environnement. Les bactéries bénéfiques étaient impliquées dans des processus tels que la décomposition des matières organiques, la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol, et la dégradation des polluants.

II. Définitions

Les bactériophages, communément appelés phages, sont des virus infectant les bactéries [16]. Les phages sont des commensaux normaux de l'humain que l'on retrouve fréquemment dans le tractus gastro-intestinal, sur la peau, dans l'urine et dans la bouche. Ce sont les prédateurs naturels des bactéries. Ils identifient les surfaces auxquelles ils se lient grâce à des récepteurs spécifiques puis ils insèrent leur matériel génétique à l'intérieur des bactéries hôtes. Comme tous les virus, ils se caractérisent par la possession d'un seul acide nucléique et par un parasitisme intracellulaire obligatoire. Une caractéristique unique des phages consiste dans une croissance « par cascade » après interactions avec les bactéries. En même temps, ils ont la particularité d'avoir une étroite spécificité d'espèce bactérienne ; ils attaquent des bactéries en particulier, à l'opposé des antibiotiques qui ciblent des spectres plus larges. De plus, les phages n'ont pas d'impact sur les tissus humains. Le domaine de la bactériophagie s'étend aux espèces bactériennes les plus diverses :

Gram+, Gram-, acido-résistantes, sporulées ou non sporulées, aérobies ou non aérobies, saprophytes ou pathogènes.



Figure 3: une figure montre la forme des bactéries en microscope

III. Classification

Comme tous les virus, les phages sont classés en fonction de la nature de leur acide nucléique et de leur structure: type de symétrie, présence ou absence d'une enveloppe. Les Caudovirales Les phages classés dans l'ordre des Caudovirales sont les plus nombreux, soit plus de 80 % des bactériophages connus. Ils présentent une symétrie originale qualifiée de binaire. Les virions sont constitués d'une tête à symétrie cubique renfermant l'ADN (acide désoxyribonucléique) et d'une queue à symétrie hélicoïdale. La queue est constituée d'un cylindre central creux communiquant avec la tête et son extrémité distale présente une plaque terminale, pourvue de fibres caudales et de crochets. Le génome est non segmenté et il est constitué d'une molécule d'ADN bicaténaire et linéaire.

IV. Sources

Les sources naturelles de bactéries sont multiples. Ils sont extraits du sol, des eaux de rivières, de la mer, des eaux d'égout, etc. Ils sont présents chez la plupart des végétaux, dans le tube digestif et les déjections des animaux homéothermes (qui ont une température corporelle constante) ou poikilothermes (qui ne contrôlent pas leur température corporelle) ainsi que chez les insectes. Le facteur essentiel de la dissémination de phages dans la nature est la fréquence des bactéries spontanément lysogènes.

Les bactéries sont considérées comme étant plus nombreuses dans la biosphère que n'importe quel autre groupe d'organismes, les procaryotes inclus. Dans les eaux littorales, on trouve plus de 10^6 phages par millilitre et on estime à environ 10^{30} virions la population totale de phages classés dans l'ordre des Caudovirales.

V Rôle des bactéries dans la nature

Les bactéries jouent un rôle crucial dans la nature en participant aux cycles biogéochimiques, en décomposant les matières organiques et en produisant des nutriments essentiels. Leur présence et leurs activités sont indispensables pour maintenir l'équilibre écologique et la santé des écosystèmes.

V.1 Cycles biogéochimiques

Les bactéries jouent un rôle clé dans les cycles biogéochimiques de la nature. Par exemple, les bactéries nitrifiantes convertissent l'ammoniac en nitrates, jouant ainsi un rôle crucial dans le cycle de l'azote. Les bactéries dénitrifiantes, quant à elles, réduisent les nitrates en azote gazeux, contribuant à la dénitrification. Les bactéries sulfuroxydantes et sulfurreduisantes sont impliquées dans le cycle du soufre en oxydant ou en réduisant les composés sulfurés. Ces processus sont vitaux pour maintenir l'équilibre des éléments nutritifs dans les écosystèmes.

V.2 Décomposition des matières organiques

Les bactéries jouent un rôle majeur dans la décomposition des matières organiques mortes, contribuant ainsi au recyclage des éléments dans les écosystèmes. Elles dégradent les composés organiques complexes en substances plus simples, libérant des nutriments tels que l'azote, le phosphore, le carbone et le soufre, qui peuvent être réutilisés par d'autres organismes vivants. Ce processus de décomposition est essentiel pour maintenir la fertilité des sols et le fonctionnement des écosystèmes.

V.3 Production de nutriments essentiels

Les bactéries sont également responsables de la production de nutriments essentiels. Par exemple, les bactéries fixatrices d'azote sont capables de convertir l'azote gazeux atmosphérique en formes utilisables par les plantes, favorisant ainsi la croissance végétale. De plus, certaines bactéries sont capables de produire des vitamines et des acides aminés qui sont nécessaires à la santé et à la croissance des organismes vivants.

VI Application des bactéries dans la vie quotidienne

Les bactéries sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire pour diverses applications bénéfiques. Voici quelques utilisations courantes de bactéries dans l'industrie alimentaire, de manière concise.

VI.1 Fermentation alimentaire

Les bactéries lactiques, telles que *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*, sont utilisées pour la fermentation de nombreux aliments, tels que le yaourt, le fromage, le kimchi et la choucroute. Ces bactéries convertissent les sucres présents dans les aliments en acide lactique, ce qui améliore la saveur, la texture et la durée de conservation des produits fermentés.

VI.2 Production de probiotique

Certaines souches de bactéries, notamment les bifidobactéries et les lactobacilles, sont utilisées pour produire des probiotiques. Ces bactéries bénéfiques sont ajoutées aux aliments ou aux suppléments pour favoriser la santé intestinale en améliorant l'équilibre de la flore intestinale.

VI.3 Conservation des aliments

Des bactéries spécifiques, comme les bactéries acétiques, sont utilisées pour fermenter le vinaigre, ce qui permet de conserver les aliments et d'améliorer leur goût. De plus, certaines bactéries productrices d'acide lactique inhibent la croissance des bactéries indésirables et contribuent à prolonger la durée de conservation de certains aliments.

VI.4 Production d'enzymes alimentaires

Certaines bactéries sont utilisées pour produire des enzymes alimentaires, telles que les amylases, les protéases et les lipases. Ces enzymes sont utilisées dans divers processus de fabrication alimentaire, tels que la production de pain, de fromage et de produits à base de viande, pour améliorer la texture, la saveur et la digestibilité des aliments.

VI.5 Dégradation des contaminants

Certaines bactéries sont capables de dégrader les contaminants alimentaires indésirables, tels que les pesticides et les toxines. Ces bactéries peuvent être utilisées dans des processus de détoxification pour éliminer ou réduire la présence de ces substances nocives dans les aliments. Ces utilisations bénéfiques des bactéries dans l'industrie alimentaire illustrent leur rôle important dans la transformation, la conservation et l'amélioration des caractéristiques des aliments. Cependant, il est crucial de respecter les bonnes pratiques d'hygiène et de sécurité alimentaire pour garantir la qualité et la salubrité des produits finaux. Les bactéries jouent un rôle crucial dans la production d'énergie et la fabrication de médicaments. Dans la production d'énergie, elles sont utilisées pour produire des biocarburants tels que l'éthanol à partir de matières premières riches en sucres. Les bactéries méthanogènes sont également impliquées dans la production de biogaz à partir de la décomposition de la matière organique. En ce qui concerne la production médicale, les bactéries sont utilisées pour produire de l'insuline recombinante, en insérant les gènes responsables de sa production dans des bactéries pour une production à grande échelle.

De plus, certaines bactéries, comme Streptomyces, sont une source importante d'antibiotiques naturels utilisés dans le traitement des infections.

VII Les modes de reproduction des bactéries

Les bactéries se reproduisent principalement par un processus de division cellulaire appelé la division binaire. Cependant, il existe également d'autres modes de reproduction chez les bactéries, notamment :

VII.1 Division binaire

C'est le mode de reproduction le plus courant chez les bactéries. Il implique la duplication de l'ADN bactérien, suivie de la séparation des deux copies d'ADN et de la division de la cellule en deux cellules filles identiques.

VII.2 Conjugaison

La conjugaison est un processus de transfert d'ADN entre deux bactéries par le biais d'un pilus de conjugaison. Cela permet le transfert de matériel génétique, tels que les plasmides, d'une bactérie donneuse à une bactérie receveuse. Cela peut contribuer à la diversité génétique et à l'acquisition de nouvelles caractéristiques.

VII.3 Transformation

La transformation est un processus par lequel une bactérie peut absorber de l'ADN provenant de son environnement. Cet ADN peut provenir de bactéries mortes ou être libéré par des bactéries vivantes. L'ADN absorbé peut ensuite être intégré dans le génome bactérien, permettant ainsi l'acquisition de nouveaux gènes.

VII.4 Transduction

La transduction est un mécanisme de transfert d'ADN bactérien médié par des bactériophages, des virus qui infectent spécifiquement les bactéries. Lors de l'infection, des morceaux d'ADN bactérien peuvent être encapsulés par les bactériophages et transférés à d'autres bactéries lors de futures infections.



Conclusion

Conclusion

Lac Tonga fait partie du complexe d'El Kala située au nord-est de l'Algérie se caractérise par la présence de plusieurs types d'espèces rare tel que ; espèces végétales *Utricularia gibba*, *Typha latifolia*, *Tamarix gallica*, *Oenanthe aquatica*, *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Marsilea minuta*, *Glyceria fluitans*, *Iris pseudacorus* , *Ranunculus flammul*.

Malheureusement ces eaux sont contaminées par une pollution dite oxydante, en provoquant des maladies pathogènes grave après l'accumulation dans la chaine trophique donc la décontamination de ce lac est devenue une responsabilité majeure par l'utilisation des souches bactériennes.



Résumé

ملخص

تقع بحيرة تونغنا في قلب الحديقة الوطنية للقالا في والية الطارف في الجزائر، وتعد بحيرة المياه العذبة هذه أكبر منطقة تعيش في شمال أفريقيا، وهي موطن لثروة حيوانية ونباتية غنية بشكل استثنائي. ولسوء الحظ، فإن مياه بحيرة تونغنا ملوثة بالمعادن الثقيلة لعدة أسباب، بما في ذلك التصريف الصناعي المباشر، والمياه المنزلية والحضرية والمخلفات الزراعية. ويهدد هذا التلوث توازن النظام الإيكولوجي، مما يتسبب في انقراض أنواع حيوانية ونباتية وأمراض خطيرة لدى البشر نتيجة تراكمها في السلسلة الغذائية

الكلمات المفتاحية: التلوث، النظام الإيكولوجي، النظام البيئي، المعادن الثقيلة، بيولوجي، السلالات البكتيرية

Résumé

Le lac Tonga Niché au cœur du parc national d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf en Algérie, ce lac d'eau douce s'impose comme la plus importante aire de nidification d'Afrique du Nord, abritant une faune et une flore d'une richesse exceptionnelle. Malheureusement les eaux du lac tonga sont polluées par les métaux lourds pour plusieurs raisons, notamment le déversement direct d'industrie, les eaux, domestiques et urbaines et les déchets agricoles. Cette contamination menace l'équilibre de l'écosystème par extinction espèces animales et végétales et provoque des maladies grave chez l'homme après l'accumulation a la chaine trophique

Mots clés : Contamination, écosystème, métaux lourds, biologique, souches bactériennes.

Abstract

Lake Tonga Nestled in the heart of the El Kala National Park in Algeria's El Tarf wilaya, this freshwater lake is the most important nesting area in North Africa, home to an exceptionally rich fauna and flora. Unfortunately, the waters of Lake Tonga are polluted by heavy metals for a number of reasons, including direct industrial discharges, domestic and urban water and agricultural waste. This contamination threatens the equilibrium of the ecosystem by extinction of animal and plant species, and causes serious illnesses in humans after accumulation in the trophic chain.

Key words: Contamination, ecosystem, heavy metals, biological, bacterial strains.