

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

**Spécialité/Option :** Microbiologie appliquée

**Département :** écologie et génie de l'environnement

### **Thème**

---

# **Rétention par des microorganismes**

---

#### **Présenté par**

Arbaoui Mayssa

Berkani Abd Ennour

Merdas Selsabil

#### **Devant le jury composé de**

<b>Présidente :</b>	<b>M<sup>me</sup> Maarif .S</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>M<sup>me</sup> Boutheldja .M</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Encadrante :</b>	<b>M<sup>me</sup> Bedioui. S</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Guelma</b>

**Juin 2023**

## ***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 **Me Maarif.S** et madame l'examinatrice **Boutheldja.M** de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail.*

*Nous tenons également à remercier notre chère encadrante, **Me Bedioui s** pour sa confiance en nous dans ce travail et pour les conseils, informations et soutien qu'elle nous a apportés.*

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> une figure montre le parc national d'EL Kala (600 x 375) .....	3
<b>Figure 2:</b> une figure montre le lac Oubeira (640x427).....	3
<b>Figure 3:</b> une figure montre la localisation de lac Oubeira 1/1Km .....	4
<b>Figure 4:</b> Réseau hydrologique du bassin du lac Oubeira 0/4k .....	5
<b>Figure 5:</b> une figure montre la forme des bactéries en microscope.....	13
<b>Figure 6:</b> une Schéma montre la structure générale des bactéries .....	16
<b>Figure 7:</b> une figure montre une représentation 3D pour la structure des bactéries.....	16
<b>Figure 8:</b> une figure représente la relation entre le catabolisme et l'anabolisme .....	18

## Liste des tableaux

Tableau 1: les caractéristiques climatique du lac Oubeira [4].....	5
Tableau 2: la faune disponible dans lac Oubeira [10] .....	6
Tableau 3: la flore disponible dans lac Oubeira (2). .....	7
Tableau 4: les effets nocifs de l'existence des métaux lourds dans l'écosystème.....	9
Tableau 5: les méthodes utilisé dans l'étude des bactéries.....	15
Tableau 6: les critères de classification des bactéries .....	17
Tableau 7: Différents accepteurs d'électrons utilisés lors de la respiration chez les bactéries	20
Tableau 8: quelques exemples de bactéries pathogènes courantes et leurs mécanismes d'infection .....	23
Tableau 9: les caractéristiques des pathologies infectieuses .....	25
Tableau 10: les méthodes de prévention correspond au chaque type de maladie .....	27

## Liste des abréviations

**PNEK**: Park national d'El Kala.

## GLOSSAIRE

**Amplification** : un processus d'évolution où un groupe d'organismes se divise en plusieurs groupes plus petits et spécialisés au fil du temps, conduit à la diversification des espèces et à la formation de nouvelles espèces.

**Convention de RAMSAR** : convention relative aux zones humides d'importance internationale

**Rétention** : la capacité d'un matériau ou d'un milieu à retenir certains éléments ou substances. La rétention peut également être utilisée pour décrire la capacité des tissus corporels à retenir l'eau ou d'autres liquides, tels que le sang ou la lymphe

## Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Glossaire

Introduction ..... 1

### ***Chapitre I: Description de la zone d'étude***

I - Description du parc national d'El Kala (PNEK) ..... 2

II- Description de la zone d'étude lac Oubeira..... 2

III- La localisation du lac Oubeira ..... 3

IV- Les caractéristiques et les priorités du lac Oubeira..... 3

IV- 1- Les caractéristiques physiques..... 3

IV- 2- Les caractéristiques écologiques et la biodiversité du lac Oubeira ..... 5

V- Intérêt socio-économique du lac Oubeira ..... 6

V-1- L'agriculture ..... 6

V-2- la pêche ..... 6

### ***Chapitre II: La contamination des eaux par les métaux lourds***

I- Définition des métaux lourds..... 7

II- Les effets nocifs des métaux lourds sur l'environnement ..... 7

III- Les voies d'exposition aux métaux lourds ..... 8

1. Inhalation..... 8

2. Ingestion ..... 9

3. Absorption cutanée..... 9

IV- Le transport des métaux lourds.....	9
1. Transport atmosphérique.....	9
2. Transport hydrique .....	9
3. Transport des sols.....	10

### ***Chapitre III: Les bactéries***

I- Définition des bactéries .....	11
II- Historique des bactéries.....	11
III- Terminologie des bactéries .....	12
IV- Les méthodes d'étude des bactéries.....	12
V- Structure et classification des bactéries.....	13
VI- Métabolisme et reproduction des bactéries.....	16
1- Le métabolisme.....	16
2- Les modes de reproduction des bactéries.....	19
VII- Vitesse de reproduction .....	19
VIII- Rôle des bactéries dans la nature .....	20
1- Cycles biogéochimiques .....	20
2- Décomposition des matières organiques.....	20
3- Production de nutriments essentiels.....	21
IX- Bactéries pathogènes .....	21
1- Maladies respiratoires .....	23
2- Infections urinaires.....	24
3- Infections cutanées.....	24
X- Prévention .....	24



XI-Application des bactéries dans la vie quotidienne .....	26
1. Fermentation alimentaire.....	26
2. Production de pro biotique .....	26
3. Conservation des aliments.....	26
4. Production d'enzymes alimentaires .....	26
5. Dégradation des contaminants.....	27

Conclusion

Résumé

# *Introduction*

## **Introduction**

Oubeira est un lac endoréique d'eau douce occupe 2200ha situé au Nord-est de l'Algérie welaya d'El Tarf, fait partie des réserves des zones humides et classé comme un Site Ramsar depuis 1983 et « Réserve Naturelle Intégrale » du Parc National d'El-Kala .

Le lac oubeira se caractérise par la présence du plusieurs espaces rares tel que *Heron* ; *canard colvet butor étolé* ; *poule d'eau* ; *Rat rayé de barbarie* ; *musaraigne musette* ; *Ceratophyllum demersum Foulque*, *canard*, *Fuligule*, *Erismature*, *Oie cendrée*. Et des microorganismes comme *cyanobactéries*.

Ces eaux polluées 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 du lac Oubeira et provoque des maladies grave chez l'homme après l'accumulation a la chaine trophique.

Donc la décontamination de ces eaux est devenue une responsabilité majeure par des méthodes biologiques et d'autres méthodes classiques couteuses.

Notre travail contient une partie théorique qui se divise dans les chapitres suivants

Chapitre I Description de la zone d'études.

Chapitre II La contamination des eaux par les métaux lourds.

Chapitre III Les bactéries.

Et terminera par une conclusion.

*Chapitre I*  
*Description de la zone*  
*d'étude*

## **I - Description du parc national d'El Kala (PNEK)**

Le Parc national d'El Kala situé dans le nord-est de l'Algérie à la frontière de Tunisie Ce site de 76 438 hectares ; Déclaré comme un réserve naturel dans la convention de Ramsar, le PNEC présenté comme zones humide ou forêts de pins et de chêne, plusieurs espèces rares y nichent [1] car le parc national d'El kala est un composant de plusieurs lacs, lac Mellah, lac Tonga et lac Oubeira [2].



**Figure 1:** une figure montre le parc national d'EL Kala (600 x 375) [3].

## **II- Description de la zone d'étude lac Oubeira**

Oubeira est un lac endoréique d'eau douce permanent, fait partie des zones humides; Classée dans la convention de Ramsar en novembre 1983 et réserve intégrale dans PNEK. Avec une forme de cuvette à fond plus ou moins plat légèrement incliné vers le Nord d'une profondeur maximale mesuré environ 7 km de long et 3 km de large [4].



**Figure 2:** une figure montre le lac Oubeira (640x427) [5].

### III- La localisation du lac Oubeira

Lac Oubeira situées dans la wilaya de Taraf nord-est de l'Algérie, à 3km l'ouest de la ville d'El kalla entre lac Mellah et Tonga ; occupe 2200 hectares de superficie et 25m d'altitude selon leur coordonnées géographiques les eaux du lac Oubeira caractérisé par l'altitude  $36^{\circ} 50'N$  et Longitude  $08^{\circ} 23'E$ . [6].



**Figure 3:** une figure montre la localisation de lac Oubeira 1/1Km [7].

### IV- Les caractéristiques et les priorités du lac Oubeira

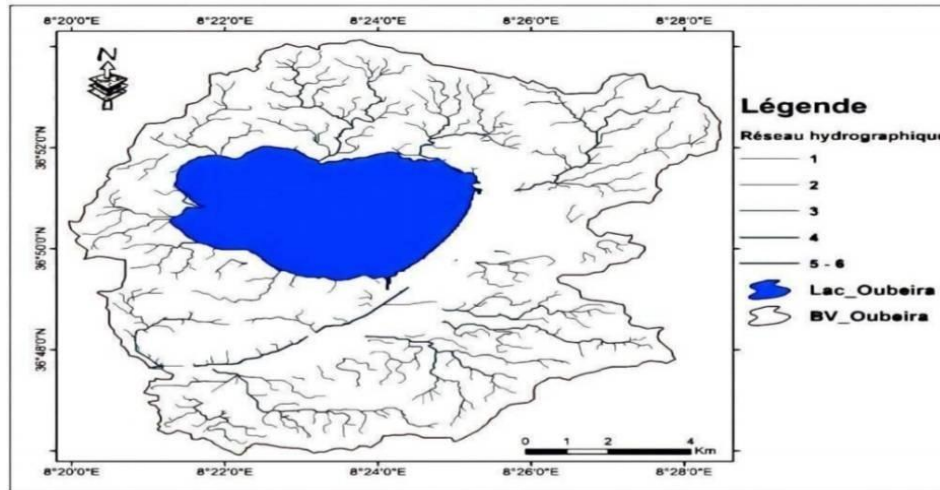
#### IV- 1- Les caractéristiques physiques

##### IV-1- 1- Les caractéristiques géologiques

Oubeira composé par une profondeur de 2,5 m ; consiste à un substratum réel ; et une profondeur d'eau de 1,24 m composé d'argile de Numidie datant du Tertiaire [4].

##### IV- 1– 2- Les caractéristiques hydrologiques

Oubeira situé à la côte de 25 m occupé par des eaux douces [8] dans un bassin de 9919,35 ha ; le site est alimenté par les Oueds la messida, Oued Demnet Errihane, Oued Boumerchène et Oued Degrah ; le lac Oubeira joue un rôle dans réservoir des sédiments et permettant la maîtrise des crues parfois spectaculaires de l'oued El Kabîr [4].



**Figure 4:** Réseau hydrologique du bassin du lac Oubeira 0/4k (1).

**IV- 1- 3- le climat**

Le climat est un facteur très important pour l'étude du fonctionnement du milieu et pour déterminer leurs caractéristiques (9).

Le tableau suivant représente les caractéristiques climatiques du lac Oubeira.

**Tableau 1: les caractéristiques climatique du lac Oubeira [4]**

La température	La température de l'eau de 8,8°C à 15,2°C au mois de Janvier ; la température moyenne de l'air 11,65°C pour janvier et de 25° en Aout
La pluviométrie	La pluviométrie annuelle moyenne début du mois octobre jusqu'à septembre entre 700 et 800 mm.
L'évaporation	une moyenne de 74,15 mm, un maximal de 152,08 mm et 22,47 mm du minimum.
La turbidité	Les eaux du lac Oubeira sont très turbides surtout en hiver avec un ph variant entre 8 et 10,65.

#### IV- 2- Les caractéristiques écologiques et la biodiversité du lac Oubeira

Le lac Oubeira présente avec groupes écologiques et présente une richesse naturelle pour le monde entier, sa biodiversité donne des fonctions avec un effet positif à la région [10].

##### IV- 2-1- La faune

Le lac représent un biotope favorable à l'existence d'une faune riche (2). Et le tableau suivant montre la faune existante dans le lac Oubeira.

**Tableau 2:** la faune disponible dans lac Oubeira [10].

la faune supérieure		La faune inferieure	
Principaux groups	exemple de genre	Principaux groups	exemple de genre
poissons autochtones	<i>Bareau ; anguille ; mulet</i>	Odonates (libellules)	<i>Calopteryx, sympecma, Lestes, Ishnura, Anax, Orthetrum, Diplacodes, Urothemis</i>
Poissons allochtones	<i>Carpe commune ; carpe argenté ; carpe grande-bouche</i>		
Oiseaux hivernants	<i>Foulque ; canard ; fuligule</i>	Coléoptère	<i>Calopteryx, sympecma, Lestes, Ishnura, Anax, Orthetrum, Diplacodes, Urothemis</i>
Oiseaux nicheurs	<i>Heron ; canard colvet butor étolé ; poule d'eau</i>	Dipteres (syrphides)	<i>Chenilles, pollinisateurs, saprophages, phytophages.</i>
Mammifères	<i>Rat rayé de barbarie ; musaraigne musette</i>		
Amphibiens	<i>Crapaud vert grenouille rieuse</i>	Lepidoptères	<i>Papillons</i>
Reptile	<i>Lezard ; tortue lépreuse ; tourte mauresque</i>		



#### IV- 2- 2- La flore

Le tableau suivant représente le peuplement forestier et la végétation aquatique disponible dans le lac Oubeira .

**Tableau 3: la flore disponible dans lac Oubeira (2).**

Le peuplement Forest		La végétation lactique	
Les groupes	genres	groupes	genres
plantes de résin	<i>pin maritime, pin pignon et pin d'Alep .</i>	Typhaie	<i>Typha angustifolia</i>
rairies humides à graminées	<i>(Cynodon dactylon), (Paspalum dishticum), (Panicum repens)</i>	Myriophylle	<i>Myriophyllum spicatum),</i>
		Ceratophylle	<i>Ceratophyllum demersum</i>
chêne liège		chataigne d'eau	//

#### V- Intérêt socio-économique du lac Oubeira

##### V-1- L'agriculture

Les fortes précipitations dans le lac ont entraîné une augmentation du niveau d'eau, ce qui augmente la quantité de production agricole, la région est connue par ses cultures d'arachides, de tomates, de melons et de pastèques, ainsi que l'activité d'élevage de bétail [11].

##### V-2- la pêche

Oubeira est un point important fort de la pisciculture et du développement de la pêche maritime algérienne et réalisée avec des bateaux à rames de type marin [12]. La capture des barbeaux (*Barbus callensis*), de mugilidés (*Mugil cephalus, Liza ramada*) et rarement de clupeidés (*Alosa fallax fallax*) fait par la pêche artisanale au filet trémail et L'anguille (*Anguilla anguilla*) est capturée au moyen de nasses [13].

***Chapitre II***  
***La contamination des***  
***eaux par les métaux***  
***lourds***

**I- Définition des métaux lourds**

Les métaux lourds définis comme des éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieure à 5000kg/m<sup>3</sup>, présents naturellement dans l'environnement, émis sous forme de très fines particules, transportés par le vent et se disséminent dans les sols et les milieux aquatiques, contaminant leur impact sur la flore et la faune, et se retrouvant dans la chaîne alimentaire.

Les métaux lourds caractérisés par une densité élevée, généralement supérieure à 5 g/cm<sup>3</sup>. Ils présentent plusieurs caractéristiques importantes. Tout d'abord, ils sont toxiques pour les organismes vivants, y compris les humains. Leur toxicité dépend de la concentration, de la durée d'exposition et de la voie d'entrée dans l'organisme. Certains métaux lourds, tels que le mercure, le plomb, le cadmium, l'arsenic et le chrome hexavalent, sont particulièrement préoccupants en raison de leur impact sur la santé humaine.

De plus, les métaux lourds sont persistants dans l'environnement, ce qui signifie qu'ils ont une durée de vie prolongée et ne se dégradent pas facilement. Leur persistance contribue à leur accumulation progressive dans les écosystèmes, augmentant ainsi le risque d'exposition pour les organismes vivants. Les métaux lourds peuvent également se bioaccumuler dans les tissus des organismes, ce qui signifie qu'ils s'accumulent en concentration plus élevée au fur et à mesure que l'on monte dans la chaîne alimentaire. Cela peut entraîner des effets toxiques chez les prédateurs en haut de la chaîne alimentaire, y compris les humains.

**II- Les effets nocifs des métaux lourds sur l'environnement**

Les effets des métaux lourds sur la santé humaine et sur l'environnement dépendent de divers facteurs, notamment la dose, la voie d'exposition, la durée de l'exposition et la sensibilité individuelle. Voici quelques effets courants des métaux lourds

Tableau 4: les effets nocifs de l'existence des métaux lourds dans l'écosystème

L'effet	L'explication
Toxicité pour les organismes vivants	Les métaux lourds peuvent être toxiques pour les plantes, les animaux et les micro-organismes. Ils peuvent affecter la croissance, le développement, la reproduction et la survie des organismes exposés.
Effets sur la santé humaine	L'exposition aux métaux lourds peut avoir de graves effets sur la santé humaine. Certains métaux lourds, tels que le mercure, le plomb et l'arsenic, sont connus pour être toxiques et peuvent causer des problèmes neurologiques, rénaux, cardiovasculaires et hépatiques. Ils peuvent également être cancérigènes.
Pollution de l'eau et des sols	Les métaux lourds peuvent contaminer les sources d'eau potable et les sols. Lorsqu'ils sont présents en concentrations élevées, ils rendent l'eau non potable et peuvent affecter la fertilité des sols, réduisant ainsi la productivité agricole.
Accumulation dans la chaîne alimentaire	Les métaux lourds peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et se concentrer tout au long de la chaîne alimentaire. Les poissons et les fruits de mer sont souvent contaminés par le mercure et d'autres métaux lourds, ce qui peut présenter un risque pour les personnes qui les consomment.
Impact sur l'écosystème	L'exposition aux métaux lourds peut perturber les écosystèmes naturels en affectant la biodiversité, en modifiant les interactions entre les espèces et en perturbant les processus écologiques normaux.

### III-Les voies d'exposition aux métaux lourds

Les métaux lourds peuvent pénétrer dans le corps humain et l'environnement par différentes voies d'exposition. Voici un aperçu des principales voies d'exposition aux métaux lourds

#### 1. Inhalation

Les métaux lourds présents dans l'air sous forme de particules fines ou de vapeurs peuvent être inhalés. Cette voie d'exposition est courante dans les zones industrielles où les émissions

atmosphériques contiennent des métaux lourds. Les poumons peuvent absorber les métaux lourds inhalés, qui sont ensuite transportés dans la circulation sanguine.

## **2. Ingestion**

L'ingestion de métaux lourds se produit lorsque des aliments ou de l'eau contaminée par des métaux lourds sont consommés. Les métaux lourds peuvent s'accumuler dans les sols et être absorbés par les plantes cultivées. De plus, les poissons et les fruits de mer peuvent bio accumuler des métaux lourds, tels que le mercure, dans leurs tissus. L'ingestion de ces aliments contaminés est une voie courante d'exposition aux métaux lourds.

## **3. Absorption cutanée**

Certains métaux lourds peuvent être absorbés à travers la peau lors d'un contact direct avec des produits ou des substances contenant des métaux lourds. Cependant, l'absorption cutanée est généralement considérée comme une voie d'exposition moins courante par rapport à l'inhalation et à l'ingestion.

## **IV- Le transport des métaux lourds**

Les métaux lourds peuvent se déplacer dans l'environnement de différentes manières, notamment à travers le transport atmosphérique, le transport hydrique et le transport des sols. Voici une brève description de ces modes de transport des métaux lourds :

### **1. Transport atmosphérique**

Les métaux lourds peuvent être transportés sur de longues distances par voie atmosphérique. Les sources d'émission telles que les émissions industrielles, les incinérateurs de déchets, les centrales électriques et les véhicules contribuent à la libération de particules contenant des métaux lourds dans l'atmosphère. Ces particules peuvent être transportées par les vents sur de grandes distances avant de retomber sur le sol ou dans l'eau.

### **2. Transport hydrique**

Les métaux lourds peuvent être transportés par l'eau, à la fois à travers les cours d'eau et les océans. Les sources d'émission comprennent les rejets industriels, les déversements accidentels, les eaux usées non traitées et l'agriculture. Les métaux lourds se lient aux particules en suspension dans l'eau ou peuvent être dissous dans l'eau, ce qui leur permet de se déplacer

avec le courant. Ils peuvent être transportés sur de longues distances avant de se déposer dans les sédiments ou d'être accumulés dans les écosystèmes aquatiques.

### **3. Transport des sols**

Les métaux lourds peuvent être transportés à travers le sol par des processus tels que l'érosion, le lessivage et le ruissellement. Lorsque les sols sont contaminés par des sources telles que les déchets industriels, les activités minières ou l'utilisation de pesticides, les métaux lourds peuvent se déplacer vers des zones plus basses à travers le sol ou être entraînés dans les eaux souterraines. Le transport des sols peut également entraîner la contamination des cultures, des pâturages et des sources d'eau potable.

***Chapitre III***  
***Les bactéries***

### I- Définition des bactéries

Une bactérie est un être vivant, composé d'une seule cellule : on dit qu'elle est unicellulaire. Une bactérie est invisible à l'œil nu (elle mesure un micromètre, c'est à dire un millième de millimètre), c'est donc un microbe.



**Figure 5:** une figure montre la forme des bactéries en microscope

Les bactéries sont des organismes unicellulaires sans noyau, donc des procaryotes. Leur rôle pour l'environnement et nous-mêmes est multiple, leurs actions pouvant être positives ou négatives (cas de bactéries pathogènes).

On sait depuis déjà longtemps comment les bactéries se modifient, s'adaptent, en fonction de leur environnement, et depuis peu on commence à comprendre la dynamique de ces modifications

### II- Historique des bactéries

Les bactéries sont connues depuis Avril 1674 (LEUWENHOCK), mais leur structure fait encore l'objet de recherches. Elles appartiennent au règne des protistes, terme créé en 1866 par HAECKEL pour désigner les êtres qui ne sont ni des animaux ni des végétaux

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.



Au fil du temps, les humains ont découvert le monde invisible des bactéries et ont commencé à comprendre leur importance. Ils ont réalisé que certaines bactéries pouvaient être utilisées dans l'industrie alimentaire pour la fermentation des aliments, comme la production de yaourt et de fromage.

Les scientifiques ont également exploré les propriétés médicales des bactéries. Ils ont découvert que certaines bactéries produisaient des substances antibiotiques qui pouvaient combattre les infections bactériennes et sauver des vies.

Mais toutes les bactéries n'étaient pas amicales. Certaines bactéries pathogènes pouvaient causer des maladies chez les humains et les animaux. Des épidémies de maladies respiratoires, d'infections urinaires et cutanées ont été attribuées à ces bactéries nuisibles.

Cependant, grâce aux avancées scientifiques, les chercheurs ont développé des moyens de prévenir et de traiter ces infections.

### **III- Terminologie des bactéries**

Le terme bactérie est un nom vernaculaire qui désigne certains organismes vivants microscopiques et procaryotes présents dans tous les milieux. Le plus souvent unicellulaires, elles sont parfois pluricellulaires, la plupart des espèces bactériennes ne vivant pas individuellement en suspension, mais en communautés complexes adhérant à des surfaces au sein d'un gel muqueux

### **IV- Les méthodes d'étude des bactéries**

Les méthodes couramment utilisées dans l'étude des bactéries comprennent la culture bactérienne en laboratoire, l'analyse génomique et méta génomique, ainsi que la microscopie optique et électronique pour observer la structure et la morphologie bactériennes. Le tableau suivant montre ces derniers.

Tableau 5: les méthodes utilisé dans l'étude des bactéries

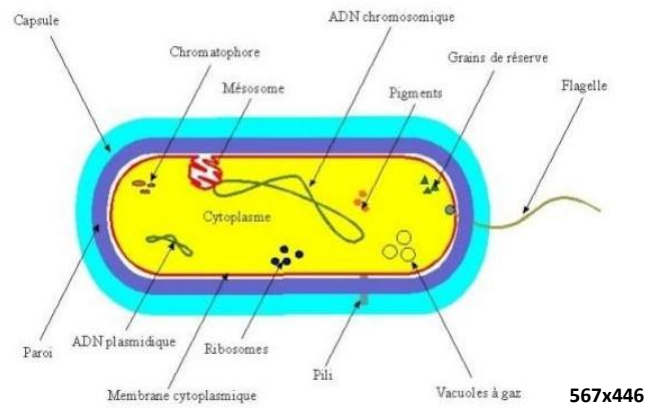
Microscopie	Observation des bactéries à l'aide de microscopes optiques ou électroniques
Culture bactérienne	Cultiver les bactéries en laboratoire pour les isoler, les identifier et étudier leur croissance.
Biologie moléculaire	Étudier l'ADN et l'ARN des bactéries pour comprendre leur génétique et effectuer des manipulations génétiques
Génomique et méta génomique	Analyser le génome des bactéries et étudier les communautés bactériennes dans des échantillons environnementaux
Études de croissance et de métabolisme	Mesurer la croissance, le métabolisme et la production de métabolites des bactéries.
Microbiologie environnementale	Étudier les bactéries dans leur environnement naturel pour comprendre leur diversité et leur rôle dans les cycles biogéochimiques.

### V- Structure et classification des bactéries

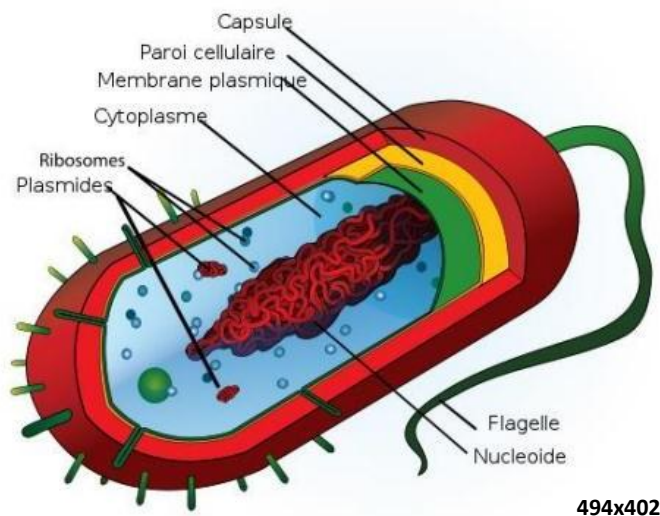
La structure cellulaire des bactéries (figure 7 et 8)

- Une paroi cellulaire qui donne la forme et maintient la structure de la bactérie, ce qui l'empêche ainsi « d'éclater ».
- Une membrane plasmique, qui sépare l'intérieur de la bactérie du milieu extérieur.
- Un cytoplasme, qui renferme tous les éléments essentiels à la survie de la bactérie.
- Un nucléotide, qui est l'ADN de la bactérie sous forme compacte.
- Une capsule : constituée de polysaccharides complexes, elle forme l'enveloppe la plus externe de la cellule bactérienne.

- Une paroi cellulaire : il s'agit d'un revêtement rigide composé de peptidoglycane, un polymère de molécules de protéines et de sucre qui fournit une forme et un soutien structurel à la cellule.



**Figure 6:** une Schéma montre la structure générale des bactéries



**Figure 7:** une figure montre une représentation 3D pour la structure des bactéries

La classification des bactéries selon différents critères

La classification des bactéries se fait selon différents critères, notamment

Tableau 6: les critères de classification des bactéries

Les critères de classification	L'explication
Morphologie cellulaire	Les bactéries peuvent être classées en fonction de leur forme et de leur arrangement cellulaire. Par exemple, on distingue les bactéries en forme de coques (cocci), de bâtonnets (bacilles) et en spirale.
Coloration de Gram	La coloration de Gram est une méthode de coloration utilisée pour différencier les bactéries en deux groupes principaux : les bactéries à Gram positif qui retiennent le colorant violet, et les bactéries à Gram négatif qui retiennent le colorant rouge
Composition de la paroi cellulaire	La paroi cellulaire des bactéries peut être composée de différents types de polymères, tels que le peptidoglycane chez les bactéries à Gram positif et le lipopolysaccharide chez les bactéries à Gram négatif.
Métabolisme	Les bactéries peuvent être classées en fonction de leur mode de métabolisme, notamment aérobies (utilisant l'oxygène), anaérobies (ne nécessitant pas d'oxygène), autotrophes (capables de synthétiser leurs propres nutriments) et hétérotrophes (dépendant de sources externes pour leurs nutriments).
Séquençage de l'ADN	L'analyse de séquences d'ADN permet de classer les bactéries en fonction de leurs similarités génétiques. Des méthodes telles

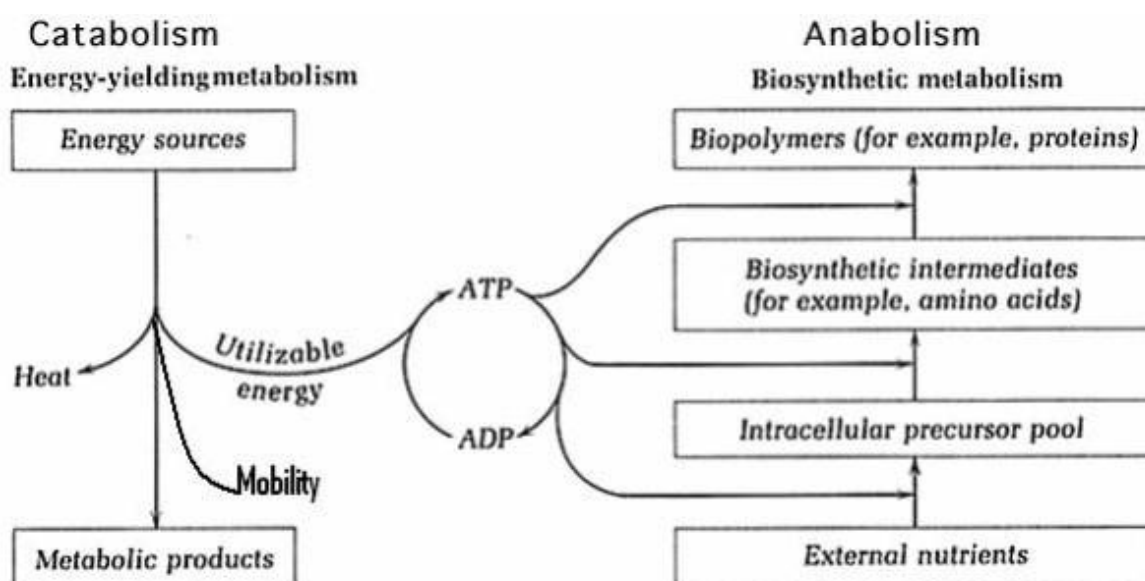
	que la PCR et le séquençage de l'ADN sont utilisées pour étudier le génome bactérien.
Phylogénie	La classification des bactéries peut également se baser sur leur relation évolutive, en utilisant des techniques de phylogénie moléculaire pour construire des arbres phylogénétiques basés sur les séquences d'ADN.

## VI- Métabolisme et reproduction des bactéries

### 1- Le métabolisme

Pour assurer sa croissance ou sa survie, une bactérie doit trouver dans son environnement de quoi satisfaire ses besoins nutritifs: sources d'énergie, de carbone, d'azote, etc... Ces éléments doivent être apportés dans un milieu où règnent des conditions physicochimiques favorables (température, pH, pression osmotique, etc...). Le métabolisme est l'ensemble des réactions biochimiques mises en jeu par un organisme pour permettre sa croissance (figure 1). Les réactions métaboliques peuvent être classées en deux catégories

- celles qui produisent de l'énergie: *catabolisme*.
- celles qui consomment de l'énergie: *anabolisme ou biosynthèse*



**Figure 8:** une figure représente la relation entre le catabolisme et l'anabolisme

Voici une explication des méthodes de métabolisme pour les bactéries aérobies, anaérobies, autotrophes et hétérotrophes :

### **1.1 Bactéries aérobies**

- Les bactéries aérobies utilisent l'oxygène comme accepteur final d'électrons dans la respiration cellulaire. Elles métabolisent les substrats organiques (comme le glucose) en présence d'oxygène pour produire de l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP).

- Ce processus se déroule généralement dans les mitochondries chez les cellules eucaryotes, mais chez les bactéries aérobies, il se produit à la membrane cellulaire et dans les compartiments intracellulaires appelés mésosomes.

### **1.2. Bactéries anaérobies**

- Les bactéries anaérobies ne nécessitent pas d'oxygène pour leur métabolisme. Elles utilisent d'autres accepteurs d'électrons tels que les nitrates, les sulfates ou même des composés organiques pour la respiration anaérobie.

- Les bactéries anaérobies facultatives peuvent effectuer à la fois la respiration aérobie et anaérobie, adaptant leur métabolisme en fonction de la disponibilité d'oxygène dans leur environnement.

### **1.3. Bactéries autotrophes**

- Les bactéries autotrophes sont capables de synthétiser leurs propres composés organiques à partir de sources inorganiques de carbone, telles que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Elles utilisent l'énergie chimique ou lumineuse pour effectuer la photosynthèse ou la chimiosynthèse.

- Les bactéries photosynthétiques utilisent la lumière comme source d'énergie pour convertir le CO<sub>2</sub> en composés organiques. Les exemples courants sont les cyanobactéries (algues bleu-vert) et les bactéries pourpres et vertes.

- Les bactéries chimio synthétiques utilisent l'énergie chimique provenant de réactions d'oxydoréduction avec des substances inorganiques, telles que l'ammoniac, le soufre ou les ions ferreux, pour convertir le CO<sub>2</sub> en composés organiques. Des exemples incluent certaines bactéries nitrifiantes et sulfuroxydantes.

### **1.4. Bactéries hétérotrophes**

- La majorité des bactéries sont hétérotrophes, ce qui signifie qu'elles dépendent de sources organiques externes pour leur nutrition et leur métabolisme. Elles utilisent des composés

organiques, tels que les glucides, les lipides ou les protéines, comme source d'énergie et de carbone.

- Les bactéries hétérotrophes peuvent être aérobies ou anaérobies, et elles métabolisent les substrats organiques par respiration cellulaire, fermentation ou d'autres voies métaboliques spécifiques à chaque espèce.

Il est important de noter que ces catégories ne sont pas mutuellement exclusives, et de nombreuses bactéries peuvent présenter des caractéristiques métaboliques mixtes

**Tableau 7: Différents accepteurs d'électrons utilisés lors de la respiration chez les bactéries**

Accepteur D'électrons	Produit final réduit	Nom du processus	Exemples de microorganismes
O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Respiration aérobie	Escherichia coli, 'Streptomyces
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>3</sub> or N <sub>2</sub>	Respiration anaérobie (dénitrification)	Bacillus, Pseudomonas
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	S or H <sub>2</sub> S	Respiration anaérobie (réduction des sulfates)	Desulfovibrio
fumarate	Succinate	Respiration anaérobie utilisant un accepteur d'e" organique	Escherichia coli
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Méthanogènes	Methanococcus

## **2- 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 :

### **2-1- 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.

### **2-2- 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.

### **2-3- 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.

### **2-4- 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 en capsides par les bactériophages et transférés à d'autres bactéries lors de futures infections.

## **VII- Vitesse de reproduction**

La vitesse de reproduction des bactéries varie selon plusieurs facteurs tels que les conditions environnementales, la disponibilité des nutriments, la température, et la présence éventuelle d'agents antibactériens. Généralement, les bactéries peuvent se reproduire assez rapidement par un processus appelé division binaire.

La division binaire est le mode de reproduction le plus courant chez les bactéries. Elle consiste en une duplication de l'ADN bactérien, suivie de la séparation du contenu cellulaire en deux cellules filles identiques. Le temps nécessaire pour accomplir ce processus varie d'une espèce bactérienne à une autre.



Certaines bactéries peuvent se reproduire très rapidement, avec des temps de génération (temps nécessaire pour qu'une population bactérienne double) aussi courts que 20 minutes. Ces bactéries sont généralement considérées comme à croissance rapide. Par exemple, *Escherichia coli*, une bactérie intestinale commune, a une vitesse de reproduction d'environ 20 minutes dans des conditions de laboratoire favorables.

D'autres bactéries peuvent avoir des temps de génération plus longs, allant de quelques heures à plusieurs jours. Les bactéries à croissance lente sont souvent adaptées à des environnements plus extrêmes ou à des conditions moins favorables sur le plan nutritionnel.

Il est important de noter que la vitesse de reproduction des bactéries peut être influencée par des facteurs externes. Par exemple, une augmentation de la température peut accélérer le métabolisme bactérien et donc la vitesse de reproduction. De même, l'exposition à des antibiotiques peut inhiber la croissance bactérienne et réduire la vitesse de reproduction.

### **VIII- 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.

#### **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.

#### **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.

### 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.

### IX- Bactéries pathogènes

Voici quelques exemples de bactéries pathogènes courantes et un aperçu de leurs mécanismes d'infection

**Tableau 8: quelques exemples de bactéries pathogènes courantes et leurs mécanismes d'infection**

La bactérie pathogène	Le mécanisme d'infection
Escherichia coli (E. coli)	Certaines souches pathogènes d'E. coli produisent des toxines qui provoquent des infections gastro-intestinales. Elles peuvent être transmises par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés, entraînant des symptômes tels que diarrhée, douleurs abdominales et parfois des complications plus graves
Staphylococcus aureus	S. aureus est souvent présent sur la peau et peut provoquer des infections lorsque la barrière cutanée est compromise. Il peut entraîner des infections de la peau, des plaies, des infections respiratoires ou des infections sanguines. Certaines souches de S. aureus sont également résistantes aux antibiotiques, ce qui complique le traitement.

Streptococcus pyogènes	S. pyogènes est responsable de diverses infections, y compris les infections de la gorge (angine streptococcique) et les infections cutanées (impétigo). Il peut également provoquer des infections plus graves telles que la cellulite, la fasciite nécrosante ou les infections invasives, pouvant entraîner des complications graves.
Salmonella	Les bactéries Salmonella sont transmises par la consommation d'aliments contaminés, en particulier les aliments d'origine animale tels que les œufs, la viande ou les produits laitiers. Elles provoquent des infections gastro-intestinales, entraînant des symptômes tels que fièvre, diarrhée, douleurs abdominales et nausées.
Clostridium difficile (C. difficile)	C. difficile est une bactérie qui peut provoquer des infections nosocomiales, généralement après un traitement antibiotique. Lorsque la flore intestinale est perturbée, C. difficile peut proliférer et produire des toxines qui causent des infections du côlon, se manifestant par une diarrhée sévère et potentiellement dangereuse.

Tableau 9: les caractéristiques des pathologies infectieuses

Les sujets	Pathologies	Microorganismes	Pénétrations	Type de prévention
Sujet 1	Paludisme	Hématozoaire	Cutanée	Traitement
Sujet 2	Salmonellose	Salmonelle (toxine)	Digestive	Hygiène alimentaire
Sujet 3	Herpès (IST)	Virus	Sexuelle	Préservatif
Sujet 4	Grippe	Virus	Oro - pharyngée	Vaccin
Sujet 5	Tuberculose	Bacille (BK)	Oro - pharyngée	Vaccin

Voici quelques exemples de maladies respiratoires, d'infections urinaires et d'infections cutanées, ainsi que les agents infectieux bactériens associés

### 1- Maladies respiratoires

#### 1-1- Pneumonie

- Agent infectieux : *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Legionella pneumophila*, *Mycoplasma pneumoniae*.

- Mécanismes d'infection : Ces bactéries colonisent les voies respiratoires et provoquent une inflammation et une infection des poumons.

#### 1-2- Sinusite

- Agent infectieux : *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*.

- Mécanismes d'infection : Ces bactéries colonisent les sinus et provoquent une inflammation et une infection des muqueuses.

**2- Infections urinaires****2-1- Cystite (infection de la vessie)**

- Agent infectieux : Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis.
- Mécanismes d'infection : Ces bactéries colonisent l'urètre et remontent jusqu'à la vessie, provoquant une infection des voies urinaires.

**2-2- Pyélonéphrite (infection rénale)**

- Agent infectieux : Escherichia coli, Proteus mirabilis, Klebsiella pneumoniae.
- Mécanismes d'infection : Ces bactéries atteignent les reins à partir de l'urètre ou de la vessie, provoquant une inflammation et une infection des tissus rénaux.

**3- Infections cutanées****3-1- Impétigo**

- Agent infectieux : Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes.
- Mécanismes d'infection : Ces bactéries pénètrent dans la peau par des lésions ou des plaies, provoquant une infection superficielle caractérisée par des lésions cutanées, des croûtes et des éruptions cutanées.

**3-2- Cellulite**

- Agent infectieux : Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes.
- Mécanismes d'infection : Ces bactéries pénètrent dans les couches profondes de la peau par des plaies ou des ulcères, provoquant une infection grave et une inflammation des tissus sous-cutanés.

**X- Prévention**

Voici quelques mesures de prévention contre les maladies respiratoires, les infections urinaires et les infections cutanées, de manière concise

Tableau 10: les méthodes de prévention correspondent au chaque type de maladie

Type de la maladie	Les méthodes de prévention
Maladies respiratoires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir une bonne hygiène des mains en se lavant fréquemment les mains avec de l'eau et du savon, ou en utilisant un désinfectant pour les mains à base d'alcool.</li> <li>- Éviter les contacts étroits avec des personnes malades et limiter l'exposition aux environnements où la transmission des maladies respiratoires est élevée.</li> <li>- Se faire vacciner contre les infections respiratoires courantes, telles que la grippe et la pneumonie.</li> </ul>
Infections urinaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Boire suffisamment d'eau pour favoriser une bonne hydratation et une miction régulière, ce qui peut aider à éliminer les bactéries de l'urètre.</li> <li>- Uriner régulièrement et après les rapports sexuels pour aider à éliminer les bactéries présentes dans l'urètre.</li> <li>- Maintenir une bonne hygiène personnelle en s'assurant de se nettoyer correctement les parties génitales, en évitant les douches vaginales excessives et en portant des sous-vêtements en coton.</li> </ul>
Infections cutanées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir une bonne hygiène personnelle en prenant des douches régulières et en utilisant du savon doux.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Éviter de partager des objets personnels tels que les serviettes, les rasoirs ou les vêtements qui pourraient propager les bactéries.</li> <li>- Garder les plaies propres et couvertes pour prévenir l'infection.</li> <li>- Éviter de gratter ou de toucher les lésions cutanées afin de réduire les risques d'infection.</li> </ul>
--	---

### **XI- 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

#### **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.

#### **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.

#### **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.

#### **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.

### **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



# *Conclusion*

## **Conclusion**

Le parc national d'El Kala en Algérie est également un lieu de choix pour les amoureux de la nature. Il est situé dans la région de l'Est du pays, près de la frontière tunisienne. Le parc est célèbre pour ses nombreux lacs, qui sont alimentés par les eaux de la Méditerranée. Les lacs sont entourés de forêts de pins et de chênes-lièges, ce qui en fait un endroit idéal pour les randonnées et les pique-niques.

Le lac Tonga est le plus grand lac du parc et offre des vues spectaculaires sur les montagnes environnantes. Il est également connu pour ses eaux cristallines et sa faune diversifiée, y compris des espèces rares d'oiseaux et de poissons.

Le lac Oubeira est un autre lac populaire dans le parc, connu pour ses eaux bleues claires faune et flore diversifiée.

Le parc national d'El Kala abrite également une grande variété d'animaux sauvages, y compris des gazelles, des sangliers, des chacals et des renards. Il y a également plusieurs sentiers de randonnée à travers les forêts du parc, offrant aux visiteurs la possibilité d'explorer la beauté naturelle de la région.

Le lac Oubeira est l'un des nombreux lacs du parc national d'El Kala en Algérie. Il se distingue par sa taille relativement petite par rapport aux autres lacs du parc, mais offre tout de même des vues spectaculaires sur les montagnes environnantes. Contrairement aux autres lacs du parc, le lac Oubeira est moins populaire pour les activités nautiques telles que la baignade et la pêche en raison de sa petite taille. Cependant, il est idéal pour les promenades paisibles le long de ses rives et pour observer la faune locale telle que les oiseaux et les petits mammifères..

Malheureusement, le lac Oubeira est également confronté à un problème de contamination par différents métaux lourds. Cette contamination est principalement due à l'activité humaine dans la région, notamment l'exploitation minière et les déchets industriels non traités. Les métaux lourds peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et la faune locale. Des études ont été menées pour évaluer l'ampleur de la contamination du lac Oubeira et pour trouver des solutions pour remédier à ce problème. Des mesures ont été prises pour limiter l'activité humaine dans la région et pour traiter les déchets industriels avant leur rejet dans le lac. Des programmes de surveillance ont également été mis en place pour suivre l'évolution de la qualité de l'eau du lac

## ملخص

بحيرة اوبيرا هي بحيرة مياه عذبة داخلية وهي جزء من حديقة القالة الوطنية التي تحتوي على ثلاث بحيرات كبيرة: تونجا واوبيرا والملاح. تقع في المنطقة الشمالية الشرقية من الجزائر وتبلغ مساحتها حوالي 22 كيلومترًا مربعًا. البحيرة هي موطن لمجموعة متنوعة من النباتات والحيوانات النادرة. يعد التلوث بالمعادن الثقيلة الذي تتعرض له البحيرة مشكلة بيئية رئيسية تؤثر على صحة الإنسان وصحة النظم البيئية. تشمل مصادر التلوث الأنشطة الصناعية والزراعية واستخدام المبيدات والأسمدة والرمي العشوائي للنفايات. لذا فقد أصبح تطهير هذه المياه مسؤولية عامة رئيسية باستخدام طرق باهظة الثمن مثل الترشيح والأكسدة وطرق أخرى البيولوجية.

**كلمات مفتاحية:** نظام بيئي، التلوث، المعادن الثقيلة، بيولوجي

## Résumer

Le lac Obeira est un lac endoréique d'eau douce qui fait partie du parc national d'El Kala qui contient trois grands lacs : Tonga, Oubeira et El Mellah. Il est situé dans la région nord-est de l'Algérie et il couvre une superficie d'environ 22 kilomètres carrés. Le lac abrite une variété de faune et de flore rares. La pollution par les métaux lourds à laquelle le lac est exposé est un problème environnemental majeur affectant la santé humaine et la santé des écosystèmes. Les sources de pollution comprennent les activités industrielles et agricoles, l'utilisation de pesticides et d'engrais, l'élimination inappropriée des déchets. Donc la décontamination de ces eaux est devenue une responsabilité majeure avec des méthodes coûteuses comme la filtration, l'oxydation et d'autres méthodes biologiques .

**Mots clés** écosystème, pollution, métaux lourds, biologique

## Abstract

Lake Obeira is an endorheic freshwater lake that is part of El Kala National Park, which contains three large lakes: Tonga, Oubeira and El Mellah. It is located in the northeast region of Algeria and it covers an area of about 22 square kilometers. The lake is home to a variety of rare flora and fauna. The heavy metal pollution to which the lake is exposed is a major environmental problem affecting human health and the health of ecosystems. Sources of pollution include industrial and agricultural activities, use of pesticides and fertilizers, improper waste disposal. Therefore, the decontamination of these waters has become a major responsibility with expensive methods such as filtration, oxidation and other biological methods.

**Key words** ecosystem, pollution, heavy metals, biological