

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



UNIVERSITE KASDI-MERBAH- OUARGLA



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

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie

Option : Microbiologie

THEME:

**Isolement des bactéries métallo-resistant
à partir de Chott
Ain El-Baidha et lac Temaçine**

Présenté par :

M^{elle}. CHENNOUF Fatima

M^{elle}. SIRADJ Fatiha

Encadrée par:

Promotrice : M^{elle} MERGOUD L. M.A.C.C Université de KASDI-MERBAH Ouargla

ANNEE UNIVERSITAIRE 2007/2008

Remerciement

Avant tous, Nous tiens à remercier ALLAH qui nous apporté toutes puissances de nous avoir accordé la force et le courage et les moyennes pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude s'adresse à notre enseignante et promotrice M^{lle} Mergoud Lilia ; pour son aide et ses informations.

Toute d'abord nos vifs remerciements s'adressant particulièrement aux :

- ♣ *M AICHE (chef de laboratoire d'ITAS)*
- ♣ *M BAHJ (Chef service de laboratoire de l'hôpital - MOUHAMMED BOUDIAF - Ouargla)*
- ♣ *M MOUHAMMED L'AIDE CHENNOUF*
- ♣ *M AHMED et M ABD EL-KADER SIRADJ*

Pour ses aides, patiences et leurs disponibilités.

Nos sincères remerciements vont également à toutes les équipes de laboratoire - bibliothèque et administration.

Nos remerciements vont à toutes nos amies, et en particulièrement celle de notre promotion (2008 -2009).

En fin nous remercies tous ceux et celle qui a contribué de pré ou de loin à la réalisation de ce travail.

✎Fatima ✎Fatiha

dédicace

قال تعالى:

« ومن يتوكل على الله فهو حسبه »

صدق الله العظيم

Tout d'abord je remercie ALLAH tous puissant qui m'a permit de suivre mes études et m'a muni de volonté, force et patience à fin de réaliser ce travail.

A mes chers parents source de tendresse, de volonté, et de patience .mes yeux à travers lesquels j'ai vu et je vois ce monde.

Je vous remercie d'être toujours à mes cotés de me soutenir, aimer, protéger et pour tous ce que vous avez fait pour moi.

A mes frères.

A mes sœurs

A tout mes amies surtout Fatima

A tout les familles : SIRADJ, MOUSTAFA, SRIOU et MORSLI.

Et Pour tout qui me connais au pré ou de loin.

FATIHA



dédicace

Je dédie se modeste travail à :

Premièrement à mon cher mère AICHA ; pour ces patient,ses aide ,et ses nombreuse persévérance et n'ont claire le chemin du succès .

*Ainsi que pour mon deuxième mère : ZINEB TADER .
Au mon cher père qui fatigue pour le reste du moi en avant ;
MAMMER.*

*-A mes adorhles frères :MOUHAMED EL-AIDE –
IBRAHIM – MOATAZ – MOUHAMED .*

*-Et mon cher sœurs : MBARKA –HADJA – NOUR EL-
HOUDA –NAIMA –ISTIBRAK*

*A tous la familles : OUANIS – NOUHA – CHENNOUF –
KOUKHA ...etc.*

*A celles qui je passe avec elles les bonnes heures et je porte avec
elles que les bonnes souvenirs , à mes amies initime :Laila –
Hadjira –Zakia – Aicha Bennaimia – Masouda Ghariani -
Nabila K. –Nabila B.- Wafa – Sadia – Zouhra , Fatima
.....etc.*

*Atous le promotion de Microbiologie (2008-2009) et surtout :
Khadija – Massouda .-et mon binôme Fatiha*

*Amon honorable village Blidet Amour .et a tous ceux qui me
connaissent de loin ou de prés*

FATIMA CHENNOUF

Résumé

Les métaux sont d'un groupe des éléments de densités plus considérables, la plupart sont des éléments toxiques dans la concentration assez faible (micropolluants). L'eau est l'une des ressources le plus exposées à la pollution par ces métaux, qui agissent contre tous les organismes vivants y compris les bactéries présent dans l'eau, ce qui crée un phénomène de résistance chez certaines menues de système résistance.

Notre étude consiste à isoler les bactéries peuplant le Lac Témacine et Chott d'Ain El-Baidha puis tester la résistance de quelques unes entre elles à deux métaux lourds : le fer et l'argent.

On a pu identifié 6 souches: *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella sp*, *Xanthomonas maltophila*, *Flavobacterium*, *Enterobacte*

Nos souches ont été sensibles aux concentrations excessives d'argent, cette sensibilité se manifeste par la diminution de colonies sur milieu de culture. En outre elles montrent une résistance assez faible au fer.

Les mots clés : L'eau -Pollution – Métaux lourds -Stress métallique – Résistance bactérienne

Summary

Metals are a group of elements of greater densities; most of them are toxic in relatively low concentration (micro).

Water is one of the most vulnerable to pollution by these metals, which act against all living organisms including bacteria in the water, creating a phenomenon of resistance in some pocket of resistance system.

Our study is to isolate the bacteria inhabiting Lake Témacine and Chott El-Ain Baidha and test the resistance of some of these two heavy metals: iron and silver. It has been identified 6 strains: *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella sp*, *maltophila Xanthomonas*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*

Our strains were sensitive to excessive concentrations of silver, this sensitivity is manifested by the decrease of colonies on culture medium. They also show a relatively low resistance to iron.

Keywords: Water-Pollution - Heavy Metals Stress-metallic - Bacterial Resistance

ملخص

المعادن الثقيلة هي مجموعة من العناصر ذات كثافة معتبرة، ومعظمها سامة بتركيز منخفضة نسبياً (ملوثات عضوية دقيقة).

الماء هو واحد من أكثر المصادر عرضة للتلوث من جراء هذه المعادن، والتي تعمل ضد جميع الكائنات الحية بما فيها البكتيريا في المياه، وخلق ظاهرة المقاومة عند بعض البكتيريا المزودة بنظام المقاومة.

دراستنا اعتمدت على عزل البكتيريا المتواجدة في بحيرة تماسين و شط عين البيضاء، ثم اختبرنا مقاومة البعض منها لمعدنين: الحديد والفضة.

وقد تمكنا من التعرف على 6 سلالات وهي: *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella sp*, *Xanthomonas maltophila*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*

سلالاتنا كانت لديها حساسية مفرطة للتركيز المتزايدة من الفضة، وهذه الحساسية تتجلى في انخفاض عدد المستعمرات في الوسط الزراعي البكتيري، كما أنها أبدت مقاومة ضعيفة مع الحديد.

الكلمات المفتاحية: الماء - التلوث - المعادن الثقيلة - الضغط المعدني - المقاومة البكتيرية.

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	01
-------------------	----

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Pollution des eaux

1-Etat naturelle d'eau.....	02
2- Propriétés physico-chimique de l'eau.....	02
3-Classification des eaux naturelles	03
3-1-Eau souterraines	03
3-2-Eau de surface	04
3-3- Les eaux de mer et les eaux saumâtres	04
4- Les bactéries d'eau	05
4-1-Les aérobies et les anaérobies	05
4-2-Les autotrophes et les hétérotrophes	05
5- Pollution d'eau	09
5-1-Introduction	09
5-2 -Définition de pollution	09
5 - 3- Types de pollution d'eau (suivant les rejets).....	10
5-4- Caractéristiques de pollution d'eau	11
5-4-1-Nécessite d'une quantification	11
5-4-2- Paramètres globaux physico-chimiques	11
5-4-3- Paramètres bactériologiques	12
5-4-4- Les micropolluants	13
5-5 -Origine de pollution	13
5-5-1- Les pollutions domestiques	13
5-5-2- La pollution urbaine	13
5-5-3-Les pollutions liées aux ruissellements autoroutières en rasant campagne.....	13
5-5-4-Les pollutions industrielles.....	14
5-5-5-Les pollutions agricoles	15
5-5-6-Les pollutions accidentelles	15
5-5-7-Les pollutions induites	15
5-5-8-Les pollutions radioactives.....	16
5-5-9-Les pollutions naturelles.....	16
6 -Le traitement des eaux	16
6-1-Introduction	16
6-2- Etapes de traitement de l'eau.....	17

Chapitre II : Les Métaux lourds

1-Introduction.....	20
2- Définition.....	20
2-1- Chimiquement.....	20
2-2- Biologiquement.....	20
2- Origine des métaux lourds.....	21
3- Principales propriétés physico-chimiques	21
4-Cycle de métaux lourds.....	22
4-1-Cycle normale.....	22

4-2-Cycle dans l'eau	23
5-Sources d'émission	23
6-Les rejets de métaux lourds dans l'eau.....	24
7-Toxicité des métaux lourds.....	24

Chapitre III : Bactéries et Métaux lourds

1- Interaction bactéries–métaux lourds.....	25
2- Quelques propriétés de certains métaux lourds.....	25
3-Comment les métaux entrent-ils dans les bactéries.....	26
4-La résistance aux métaux lourds	26
4-1-Mécanisme de résistance.....	26
4-1-1 -Séquestration.....	26
4-3-2-La transformation en une forme moins toxique.....	27
4-3-3 -Porter le métal hors de la cellule	27
4-3-3-1- les transporteurs premiers: ATPase de types P	27
4-3-3-2- les transporteurs secondaires	28
4-3-3-3- Les protéines MFS (Major Facilitator superfamily)	29
5-Des résistances à d'autres métaux.....	31
6- Bio dépollution.....	31
6-1-Introduction.....	31
6-2-Définition	32
6-3-Les procédés appliqués	32
6-3-1-Traitement insitu	32
6-3-2-Traitement ur site.....	32
6-3-2-1-Traitement en bioréacteur	32
6-3-2-2-L'eau opère le traitement est décantées/ou filtrée avant son rejet dans le réseau d'effluent ou son injection	33
6-4-Traitement en voie de développement.....	33
6-4-1-Les bios barrière et écran biologiques	33
6-4-1-1-Phytoremédiation	33
6-4-1-2-Rhizofiltration.....	33
6-4-1-3- Phytoextraction	33
6-4-1-4-Phytostabilisation	33
6-4-1-5-Phytotransformation	34
6-4-1-6- Phytostimulation.....	34
6-4-2-Techniques des zones humides	34

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et Méthodes

1-Le choix de station d'étude.....	35
2-Les outils à travail.....	35
3-Présentation de station d'étude	35
3-1-Ouargla	35
3-1-1-Présentation de chott Ain El-Baidha	36
3-2-Touggourt.....	37
3-2-1- Témaçine	37
3-2-2- Lac Témaçine	37
4-Echantillonnage et analyse	38
5-Techniques d'analyses	39
5-1-Analyses physico-chimiques	39
5-1-1-Les analyses chimiques	39

5-1-1-1-Mesure de pH et la température	39
5-1-1-2- Mesure de conductivité électrique	39
5-1-2-Les analyses chimiques	39
5-1-2-1-Nitrites	39
5-1-2-2-Nitrate	39
5-1-2-3-Azote ammoniacal	40
5-1-2-4-Phosphore.....	40
5-1-2-5-Les métaux lourds.....	41
5-2-Les analyses Microbiologiques.....	41
5-2-1-Isolement des bactéries totales (de l'eau et de sédiment).....	41
5-2-1-1-Isolement des bactéries d'eau	41
5-2-2- Purification des souches	42
5-2-3-Conservation des souches	42
5-2-4-Identification des isolats.....	42
5-2- 4-1- Examen macroscopique.....	42
5-2-4-2-Examen microscopique	43
5-2-4-3-Critères biochimiques	43
3-Stress Métallique.....	44
3-1-Influence de la concentration d'argent et de fer sur la croissance des bactéries	45
3-1-1-Préparation d'une gamme de concentration décroissant d'argent et de fer	45

Chapitre II : Résultats et Discussions

1- Les analyses physico-chimiques	46
I-1-Température.....	46
I-2-pH.....	46
I-3-La conductivité électrique.....	46
1-4-Matière organique.....	46
2-Les analyses Microbiologiques.....	47
2-1-Dénombrement des colonies	47
2-2-Les critères morphologiques.....	47
2-2-1-Aspect macroscopique.....	47
2-2-2-Aspect microscopique.....	49
3- Stresse métalliques	52
3-1-L'effet de l'augmentation de concentrations d'argent et de fer sur la multiplication des bactéries	52
3-1-1-Argent	53
3-1-2-Fer.....	54
Conclusion	56
Références	57
Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

n°	Titre	Page
Tableau n°01	Caractéristiques des eaux de mer	05
Tableau n° 02	Principe de classification des bactéries des eaux	07
Tableau n° 03	Seuil de toxicité de différents substances en épuration biologique	10
Tableau n° 04	Etapes et unités de traitement d'une eau de surface	17
Tableau n° 05	Traitement en fonction des caractéristiques bactériologiques de l'eau brute	19
Tableau n° 06	Quelques propriétés courantes de quelques métaux	25
Tableau n° 07	Les outils à travail utilisés	35
Tableau n° 08	La gamme de concentration décroissant d'Argent et de fer	45
Tableau n° 09	Les caractères physiques et chimiques du Chott Ain EL-Baidha et Lac Témaçine	46
Tableau n° 10	Les nombres des bactéries	47
Tableau n° 11	Aspect macroscopique des colonies.	48
Tableau n° 12	Résultat de coloration de gram	49
Tableau n° 13	Résultats de L'A P I 20	51
Tableau n° 14	Résultats de l'étude de galerie classique	52
Tableau n° 15	Effet d'Argent sur la multiplication des 3 Bactéries	53
Tableau n° 16	Effet de fer sur la multiplication des bactéries	54

LISTE DES FIGURES

n°	Titre	Page
Figure n° 01	La pollution par le plomb	14
Figure n° 02	Etapes et unité de traitement d'une eau de surface	18
Figure n° 03	Métaux lourds dans la classification périodique	20
Figure n° 04	Schéma de cycle des métaux	22
Figure n° 05	Schéma Cycle dans l'eau	23
Figure n° 06	Résistance au cadmium	30
Figure n° 07	Lac Témaçine	36
Figure n° 08	Chott Ain El-Baidha	36
Figure n° 09	Aspect des colonies sur gélose nutritive (d'eau Témaçine)	48
Figure n° 10	Aspect des colonies sur gélose nutritive (sédiment Témaçine)	48
Figure n° 11	Aspect des colonies sur gélose nutritive (sédiment Chott Ain El-Baidha)	48
Figure n° 12	Aspect des colonies sur Chapman	48
Figure n° 13	Aspect des colonies sur BCPL	48
Figure n° 14	Exemple de stress métallique pour S3	55
Figure n° 15	Méthodologie de préparation d'Api 20	Annex 05

LISTE DES ANNEXES

n°	Titre
Annexe 01	Les milieux de culture utilisées (JEAN NŒFFIN , J.GUY,L. 2001)
Annexe 02	La qualité physico-chimiques d'eau (BRIGITTE , G.et all. 2003)
Annexe 03	Dosage de la matière organique
Annexe 04	Tableau de lecteur d'Api 20
Annexe 05	Méthodologie de préparation d'Api 20

LISTE DES ABREVIATIONS

abréviations	Signification
AFNOR	Association Française de Normalisation
ATP	Adénosine TriPhosphate
CDF	Cation Diffusion Facilitator
CE	Conductivité Electrique
CMI	Concentration Minimal Inhibitrice
COT	Carbone Organique Totale
DBO	Demande Biologique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
MES	Matière En Suspension
MEST	Matière En Suspension Totale
MFS	Major Facilitator Superfamily
MO	Matière Organique
NCF	Nombre de Coliformes Fécaux
NCFT	Nombre de Coliformes Fécaux Totale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé

Introduction

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle limitée et circule environ 1.4Km³ d'eau à travers le cycle hydrologique sur la planète, et ce environnement rassemble une ensemble d'organismes adaptés à la vie aquatique (faune ,flore microbienne) , qu' ont une rôle essentielle dans la modulation d'équilibre hydrologique.

Mais le développement considérable des activités industrielles et l' introduction des substances chimique toxiques dans l'environnement, dont une grand parti atteint les nappes superficielles et les rivières ;a provoqué un problème majeur de la pollution dans le monde par la présence de ces éléments (métaux lourds ,nitrate ,déchet)

Généralement, les métaux lourds contaminant d'eau proviennent d'industrie se dissociée dans l'eau et évacuée vers le sédiment ,une parti reste piégée dans le sédiment.

Quant l'eau est une élément essentielle non seulement pour la vie humain mais aussi à l'alimentation végétale, les hydrologues se cherchées pour développer les mécanismes de traitement d'eau ; parmi ces mécanismes de dépollution d'eau quelle une consiste à l'utilisation des produits chimiques ,et les autres utilisent les bactéries, il a trouvée que les bactéries sont les meilleurs actrices de la biodégradation utilisable pour le traitement d'eau pollué surtout par les matières organique ou les métaux lourds.

A cause des effets opposées par les métaux lourds sur la flore microbienne , les bactéries doivent contrôler de façon stricte la concentration cellulaire des métaux et développer des stratégies de résistance au métaux lourds par, soit la transformation de substrat (polluant) en sous produit qui peut chemine le métabolisme bactérienne ,ou contribue dans le développement de système de résistance . La résistance au métaux lourds est déterminée le plus souvent par les molécules d'ADN (plasmides) ; c'est le même mécanisme de résistance appliquée dans l'eau .

-Notre travaille ,a proposée pour le but d'identifier – après l'isolement – de certaines genres bactérienne ayant la capacité de résistes à des concentration élevée de métaux dans des zones exposés à la pollution par les métaux , ce sont : Lac de Témaçine et Chatte Ain El Baïda

Etude

Bibliographique



Chapitre I

Pollution des Eaux

Introduction

L'eau est un milieu aquatique fait parti de notre environnement naturelle toute comme l'air que nous respirons, et la terre qui nous nourrit ; elle constitue un des éléments familières de notre vie quotidienne .

C'est le constituant le plus important ou l'essentielle de notre corps ,il constitue $\approx 70\%$ du poids de l'organismes humain , il est lié aux autres ressources naturelle renouvelable: flore – faune – sol .

1-Etat naturelle d'eau :

Chez l'homme : il varie selon l'âge et la quantité de matière grasse il peut atteindre 70% chez l'homme en bonne santé.

Chez les animaux et notre aliments : il diffère selon les espèces.

Dans les roches : les roches sont formés de minéraux ;et nombre de ceux ci contiennent d'eau d'inclusion .

Les eau naturelle:

- Eau douce(faible concentration en Na Cl):il comporte
- Les eaux de surface : dormant (lac) ,courants (fleuves ,rivières)
- Les eaux souterrains.
- Les eaux de pluvielles.
- Eau saline ($[NaCl] > 33$ gramme/litre): il comporte les océanes et les mères.

2- Propriétés physico-chimique de l'eau:**a- Physique :**

- Température d'ébullition :plus élevée que celle des composés hydrogènes ;de masse moléculaires du même ordre , il est due l'existence de liaison hydrogène intermoléculaire dans la phase liquide .
- Masse volumique :et volume massique : influe par la température .
- Tension superficielle : due à l'existence de liaison hydrogène .
- Propriétés électrique : pouvoir ionisant très important ,et un conductivités électrique lie au teneur en ions résiduelle .

- pH:l'eau est solution basique et acide .
- Viscosité : paramètre important dans le traitement des eaux, il est inversement proportionnelle avec la température.
- Propriétés optique: la transparence d'eau est en fonction de la longueur d'onde de radiation qui la traverse ,l'eau est transparence aux Ultraviolet (UV) ;opaque aux Infrarouge (IR); absorbe le rouge dans le visible ,ce qui explique la couleur bleu d'eau.

b- Chimique : l'eau est excellent solvant ,donc facilement polluée .

- Solubilité:la solubilités des liquides dans l'eau est croit avec polarité ,et celle des substances solides diffère selon la taille' et la charge du solide .

Réactions d'hydrolyse :l'eau représente un relatif organe chimique ;il intervient dans les réactions d'hydrolyses et de synthèse.(**BENZALU, M.1987**).

3-Classification des eaux naturelles :

3-1-Eau souterraines : les nappes sont contenus dans des terrains réservoirs appelé **aquifères** ,la porosité et la structure de terrain déterminant le type de nappe et le mode de circulation souterraine (**Mémento technique d'eau,2005**),On trouve :

a- Nappes libres (phréatique)proche de surface ,alimentée directement par l'infiltration des eaux de pluie ,le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenu .

b -Nappes alluviales :la qualité de ces eaux est alors influencées par la qualité de l'eau des rivières .

c -Nappes captives : sont les plus fréquents ;elles sont emprisonnées entre 2 couches de terrains imperméables ,entre leur toit imperméables la surface de sol .

La potabilité des eaux souterrain depuis long temps sont considérées propres ,répondrant naturellement aux normes de potabilité ;ces eaux sont en effet moins sensibles aux pollution accidentelle.

Lorsque les nappes souterrains ayons contaminer ou comporte des éléments à concentration dépasse largement les normes de potabilité ,il est donc difficile de récupérer sa pureté originelle ,donc les eaux souterrains doivent être traiter ayons distribution tous fois que la concentration d'un ou plusieurs de ces éléments dépasse la valeur autorisée par les réglementation (**DENIS , M. et all.2005**) .

3-2-Eau de surface :

Ce sont tous les eaux circulent ou stockées à la surface des continents. Elles ont un origine soit les eaux de ruissellement, qui caractérisées par une surface de contact eau/atmosphère toujours en mouvement et en vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouvés stocker en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenus de barrages), la composition chimiques dépend de nature de terrains rencontrés durant leur parcours.

- Caractéristiques des eaux de surfaces :

- La présence de gaz, en particulier l'oxygène.
- Concentration de matière en suspension augmente dans le cas des eaux de barrage, et le temps de séjours provoque une décantation naturelle des éléments les plus grossiers, la turbidité résiduelle est alors faible et colloïdale.
- La présence de matière organique d'origine naturelle provenant de métabolisme.
- La présence de plancton (phytoplancton:algues, ou zooplancton) surtout dans les cas d'eutrophisation.
- Variation saisonnières : variation climatique (température, précipitation, font de neiges), de végétation (chute des feuilles).
- La qualité d'eau varie de la surface jusqu'au fond de la retenu (T° , pH, O_2 , Fe, Mn, Oxydabilité, plancton).

La potabilité des eaux de surfaces ne pas acceptable, puisque les eaux de surfaces sont toujours plus ou moins polluée par divers rejets.

3-3- Les eaux de mer et les eaux saumâtres :

La salinité observée dans les différents océans ou mers du globe, résultent d'équilibre entre évaporation /pluies, et apport des fleuves (salinité faible) d'une part et d'échanges avec les autres mers ou océans aux quelle ils sont reliées d'autre part.

- Caractéristiques des eaux de mer :

Les matières en suspensions essentiellement constituent par les zooplanctons et phytoplanctons.

- Les matières organiques dissoutes ;principalement le fait des acides huminiques non biodégradables (dernier stade de la dégradation de matière organique d'origine végétales (**Mémento technique d'eau,2005**))

Tableau n° 01 : caractéristiques des eaux de mer .(Mémento technique d'eau,2005)

		Pleinener	Rivage	Estuaires
Matière en suspension	Mss(mg/l)	0.2-2	2-200	20-5000
	Turbidité	0.2-1.5	1.5-100	15->100
	FL (%/min)	2-10	5->20	non mesurable
Matière organique	COT(mg/l)	0.5-2	0.5-5	1-10
	UV (%/m)	0.8-2	1-15	2-30

4- Les bactéries d'eau :

Il existe tout un ensemble d'organismes adaptés à la vie aquatique ,ces êtres vivants constituent –la flore(végétale et bactérienne) -et la faune d'eau .Ils jouent chacun leurs rôle dans l'équilibre complexe qui réagit les biotopes aquatiques ,où coexistent les producteurs primaires (autotrophes) et les consommateurs d'organismes ou de molécules organiques (hétérotrophes);inversement leurs prolifération sous l'effet de certain pollutions peut entraîner des nuisances pour les usages de l'eau

Plusieurs regroupements les des bactéries suivant des critères bien détermines, parmi les quelles :

4-1--Les aérobies et les anaérobies :-

Certaines nombres de bactéries assurant à l'oxydation de matières organique existe dans l'eau , appelées des **aérobies** ; et certaines d'autres sont des **anaérobies** qui les réduisant au cours de fermentation .

4-2--Les autotrophes et les hétérotrophes :

***Autotrophes** : qui sont capables de se développées dans un milieu inorganique CO_2 , CO_3^- , HCO_3^-)

* **Hétérotrophes** : ce sont celle qui exigent des composes organiques pour se développer ; la plupart d'entres elles sont des pathogène et les autres sont saprophytes.

Certaines bactéries leurs présence dans l'eau indique qu'il y un contamination fécal (par exemple- *Echerichia coli* –*Enterobactéries*) qui peut provoquer des maladies en cas d'utilisation d'eau contaminée ,s'ils existent en grand nombres .

Certaines germes sont des opportunistes ; naturellement existent dans l'eau comme *Pseudomonas- Serratia – Flavobactérium*) qui peut provoquer des maladies sévères chez les personnes aux défense faible .

Les principaux pathogènes et parasites qui transmises par l'eau sont à fort pouvoir infectant en dehors de son hôte avec la persistance dans l'eau si les conditions sont favorables.

- Qu'elles soit les bactéries -autotrophes/hétérotrophes – aérobies /anaérobies – pathogènes/saprophytes- se développent aux dépend de plusieurs facteurs environnementale : la température ,pH ,aération , lumières ,salinité.....etc. et certaines

Oligo-élément dont le principalement du Calcium (le Calcium neutralise les acides organiques libérées par la métabolisme bactérienne) .(**HAWA, K. et all.2008**).

Tableau n° 02: principe de classification des bactéries des eaux

(Mémento technique d'eau)

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre	
Eubactéria	Asporulales	Micrococcales	Neisseriaceae	Neisseria	
			Micrococaceae	Streptococcus	
				Staphylococcus	
		Bactériales	Pseudomonaceae	Pseudomonas	
				Serratia	
			Enterobactériaceae	Echerichia	
				Salmonella	
				Shigella	
				Yersinia	
			Parrobactériaceae	Pasteurella	
				Breucella	
			Ristellaceae	Ristella	
			Protobactériaceae	Nitrobacter	
		Nitrosomonas			
	Thiobacillus				
	Bactériaceae	Bactérium			
		Lactobacillus			
	Spirillales	Vibrionaceae	Vibrion		
			Cellvibrion		
		Spirillaceae	Spirillum		
	Sporulales	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	
Innominaceae			Innomintus		
Clostridiales		Endosporaceae	Endosporus		
		Clostridiaceae	Clostridium		
Plectridiales		Terinosporaceae	Terminosporus		
		Plectridiaceae	Plectridium		
Sporovibrionales		Sporovibrionaceae	Sporovibrion		
			Desulfovibrion		
Mycobactéria		Actinomycetales	Actinobactériales	Sphaerophoraceae	Sphaerophous
				Actinomycetaceae	Actinomyces
	Nocardia				
	Streptomycetaceae		Micomonospora		
			Streptomyces		
	Mycobactériales	Mycobactériaceae	Mycobactérium		
	Mycobactériales	Myxococcales	Myxococcaceae	Myxococcus	
			Archangiaceae	Archangium	
		Angiobactériales	Soragiaceae	Soragium	
			Polyangiaceae	Polyangium	
Chondrmyces					

		Asporangiales	Cytophagaceae	Cytophaga	
				Flexibacter	
Algobactéria	Azotobactériales	Azotobactériales	Azotobactériaceae	Azotobacter	
	Siderobacter	Chlamidobactériales	Chlamidobactériaceae	Sphaerotilus	
				Leptothrix	
			Crenothricaceae	Crenothrix	
				Clonothrix	
			Siderocapsaceae	Siderocapsa	
				Sideromonas	
			Ferrobacillus		
		Caulobactériales	Caulobactériaceae	Caulobacter	
			Ggallionellaceae	Gallionella	
	Thiobactériales	Rhodothiobactériales	Thiorhodaceae		Thiocystis
					Chromatium
			Thiobactériaceae	Thiobactérium	
				Thiospira	
		Athiorhodiales	Athiorhodaceae	Rhodopseudomonas	
		Chlorobactériales	Chlorobactériaceae		Chlorobactérium
					Pelodyction
			Chlorochromatiaceae		Chlorochromatium
			Leucothiobactériales	Beggiatoaceae	Beggiatoa
			Ou Beggiatoales		Thiothrix
		Achromatiaceae	Achromatium		
Cyanobactériales (algues bleues)	Hormogonales	Oscillatoriaceae	oscillatoria		
Protobactéria	Spirochaetes	Spirochaetales	Spirochaetaceae	Spirochaeta	
		Treponemaceae	Treponema		
		Leptospira			

5- Pollution d'eau :**5-1-Introduction :**

Il existe depuis toujours des eaux contenant naturellement des éléments dissous les rendant plus au moins impropres non seulement à l'alimentation humaine mais aussi à la l'alimentation en eau des plantes qui réagit de façon divers à mais à coté de cette chimie "naturelle " le développement de l'industrie ;l'agriculture intensive ;les activités ménagères, ont introduit dans l'eau des substances chimiques plus en plus nombreuses dont un important atteint les nappes superficielles ,les rivières ,et les plans d'eau ,métaux lourds ,nitrate en excès ,phosphore ,produits phytosanitaires ...etc. la concentration urbaine de la population atteint cette pollution .(**GROXLAUDE , G.1999**) .

5-2 –Définition de pollution :

Le terme **Pollution** désigne toute modification de milieu naturelle ,qui s'exerce dans un sens défavorable, sous l'effet des activités humaines .

Et plus spécifiquement la pollution des eaux le fait de divers types de rejets, ponctuelle ou diffuse ;qui apportent au milieu soit des calories "pollution thermique " soit des substances minérales "métaux lourds" ou organique "déchets des êtres vivants " c'est la pollution chimique ,soit des microorganismes pathogènes "pollution microbienne " (**Mémento technique d'eau,2005**) , ou des **substances nocives**; comme tous les organismes vivants ;les bactéries sont sensibles à la présence de certaines substances dites toxiques ou bactéricides ; au de là d'une dose spécifique .

Tableau n° 03 : seuil de toxicité de différent substances en épuration biologique

(Mémento technique de l'eau,2005)

Elements ou composés		Valeur limite mg/l
- Cadmium -Chromehexavent -Cuivre -Nickle -plomb -Zinc	Métaux lourds	1-3 2 1 1-1.25 1-2 5-10
- Cyaneures - Sulfures		1-1.6 20
-Alkylarysulfonate -Alcoolallylique -Chloroforme -O-Cérol -Dinitriphénol -Formaldéhyde -Isothiosyanates -Phénol		7-9.5 19.5 18 12.8 4 135-175 0.8-1.9 5.6

5 - 3- Types de pollution d'eau (suivant les rejets) :

A) Pollution ponctuels:

Correspondent à l'exutoire d'un réseau, qui peut s'apparenter à un affluent d'eau chargée en matières polluantes: la conduite d'évacuation d'une usine le canal de transit des eaux de lavage d'une sciée dépièrre le rejet d'un réseau d'eaux usées urbaines ou d'un station d'épuration .

Ces rejets sont bien localisés, ils ont donc un impact important au points d'injection dans les systèmes aquatiques.

En revanche, leur quantification hydraulique et chimique ne pose en général pas de problème de même, leur traitement est dans le principe, techniquement facilité, puisqu'il suffit d'intercaler un système d'épuration entre le rejet et le milieu, ou de détourner les effluents vers un autre réseau:

- **La pollution diffus:** correspondent à des zones d'apports non localisés, il s'agit -par exemples- des ruissellements sur les terres agricoles, de l'alimentation souterraine de rivières par des nappes phréatiques chargées en nitrates, de secteurs d'habitations dispersées dont les

effluents s'écoulent librement et s'infiltrent dans le sol . Ces pollutions sont insidieuses , car mal individualisables en sont donc rendus délicats et onéreux , nécessitant souvent des actions de grande envergure. **(BRIGITE, 2001)** .

B)-Pollution chronique:

Engendrent une réponse progressive, qui se traduit par un nouveau point d'équilibre. Les conditions imposées par l'apport polluant sont plus ou moins constantes, c'est le cas en aval des agglomérations (rejets urbains).

-Les pollutions aiguës: consistent un accident une attaque ou une modification brutale de l'écosystème, qui est par fois en partie détruit . Il s'agit de déversement accidentels de toxiques, de conséquences, d'accident de la circulation.....etc. . **(BRIGITE, 2001)** .

5-4- Caractéristiques de pollution d'eau :

5-4-1-Nécessite d'une quantification :-

Une approche quantitative est indispensable car il faut des lois , or les lois doivent s'appuyer sur des règlements qui réfèrent autant que possible à des données chiffrées, indépendantes à l'interprétation humain , du mois au premier stade. La difficulté est que les causes de pollution sont très divers, il va donc falloir chercher des indices globaux .

5-4-2- Paramètres globaux physico-chimiques :

A- Pollution carbonée : Les plus anciennes mesures concernant les eaux usées sont la **Demande Biologique en Oxygène (DBO)** et les **Matières En Suspension (MES)**.

L'idée de la premier mesure part de l'observation de l'évolution spontanée d'une eau usée; ses changements de couleur ,les dégagement de gaz observées et l'examen microscopique ,montrent qu'elle est le siège d'une intense activité microbienne. La mesure de cette activité donnera donc une bonne idée de la pollution qu'y était incluse, dans la mesure où cette pollution est "biodégradable ", c'est-à-dire peut être attaquée par les bactéries banales aux milieu des eaux usées.

B- Caractère réducteur : La DBO étant longue et difficile à obtenir, on a proposée d'autre paramètre, c'est le **Demande Chimique en Oxygène "DCO"**; En fin d'expérience tous les corps contenus dans l'eau se trouvent à leur plus grand état d'oxydation; cette mesure donne donc le caractère réducteur d'une eau, qu'il soit d'origine organique ou minérale.

Le rapport DBO/DCO donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution et ses possibilités de traitement :

Si : $DBO/DCO \approx 0.5$ → l'eau sera à dominante organique et pourra être épurée comme une eau usée domestique.

Si : $DBO/DCO \approx 0.1$ → l'eau sera à dominante chimique ou minérale, un traitement particulier est alors indispensable.

C- Matières en suspension :

Le taux de matière en suspension dans l'eau peut être évacuée de plusieurs manières, on peut procéder par évaporation à 105°C , on a alors l'extrait sec qui représente l'ensemble des matières organiques et minérales, qu'elles soient en suspension sous forme colloïdale ou dissoutes. Par filtration on obtient l'extrait sec filtrable et par centrifugation, les Matières en Suspension Totales (MEST).

D- Carbone totale (COT) :

L'évolution de la partie carbonée des effluents est possible à partir de l'analyse des gaz résultant d'un échantillon de 0.1 ml.

E- Matières azotées : L'azote est un élément dont le cycle naturel est complexe, puisque il est utilisé par les êtres vivants sous une forme réduite ou oxydée.

On utilise souvent l'azote totale ou azote Kjeldahl (de nom de l'inventeur qui nit au point cette méthode de dosage pour surveiller la fermentation de la bière) ce qui est encore une illustration de fait que la valeur élevée de tel paramètre ne signifie pas forcément une haute toxicité ; l'azote de Kjeldahl permet de connaître la somme de l'azote ammoniacal et l'azote organique. toutefois l'azote de Kjeldahl ne figure plus dans les paramètres de la nouvelle directive.

F- Autres mesures : les de couleur et de turbidité sont délicates ; elles consistent à comparer au moyen d'un appareil optique l'eau à mesurer avec un liquide témoin. (LEROY, J.B.1999).

5-4-3- Paramètres bactériologiques : l'eau a été le véhicule de bien des épidémies meurtrières dont le choléra et la typhoïde ont été les célèbres et la polymyélite la dernière identifiée.

Les virus étant un parasite cellulaire obligatoire qu'est à la source des maladies très graves.

5-4-4- Les micropolluants : on appelle ainsi des substances indésirables qui se trouvent dans l'eau dans des proportions au plus moins égales à 0.1mg/l.

- Certaines de ces micropolluants sont des substances bien identifiées à défaut d'être toujours facile à doser à des très dilution ; c'est le cas des métaux et métalloïdes à poids atomique élevés dits " métaux lourds ", des radicaux chimiques comme l'ion cyanure, les hydrocarbures (dissous ou émulsionnés ou aromatiques polycycliques), et les phénols .

Il existe enfin deux (familles des familles) particulièrement complexes à appréhender :

- Les pesticides.
- Les détergents (ou agent de surface). (LEROY, J.B.1999) .

5-5 -Origine de pollution :

5-5-1- Les pollutions domestiques :

Les eaux domestiques divisées elles même en eaux vannes qui comprennent les eaux ménagères.

La charge de polluant peut être transportée par un volume d'effluent plus ou moins important selon le degré d'urbanisation et le niveau de vie de pays considéré.

La teneur de certains micropolluants a tendance à augmenter et cela mérite réflexion. par l'intermédiaire des poudres à laver

La pollution est la cause principale de l'augmentation de ' P' - 'N' dans les eaux usées (LEROY, J.B.1999) .

5-5-2-La pollution urbaine :

Les rejets du lavage des rues des trottoirs des marches , des hôpitaux et en fin les eaux de pluie sur le sol (bâti , revêtu , en terre , engazonné ...etc.) (LEROY, J.B.1999) .

5-5-3-- Les pollutions liées aux ruissellements autoroutières en rase campagne :

Il y a 4 grandes origines de pollution :

- Les travaux de construction et les matériaux utilisés.
- Les déversements accidentels.
- L'entretien de la voirie et le sel utilisé dans la lutte contre la verglas :
 - 1Km → 5 à 30 /an.

Les déversements habituels, les chiffres annoncés sont assez frappants :

- Zinc → 10g /Km/jour.
- Cadmium → 20-90mg/Km/jour.
- Hydrocarbures → 11Kg/Km/jour.
- Oxyde d'azote → 11Kg /Km/jour.
- Plomb → 0.24 Kg/Km/jour .

Une bonne partie de ces substance est retenu dans le sol et les végétaux, l'autre va modifier quelle que peu la composition des eaux des étangs voisins .

Ex: Le plomb : Plomb total émis en douze ans 4700Kg

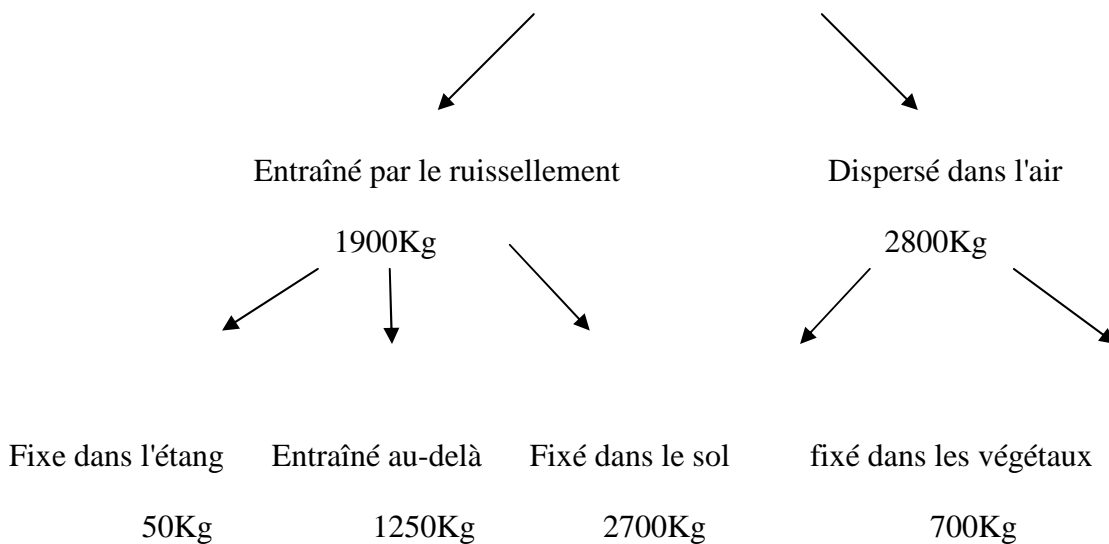


Figure n° 01: La pollution par le plomb

Compte tenu des effets cumulatifs des métaux lourds, ce sont là des quantités qui sont pas négligeables, bien que diluée dans une zone assez vaste. (LEROY, J.B.1999)

5-5-4-Les pollutions industrielles:

Leur nature est aussi variée que celle des industries (référence)

- Pour caractériser une pollution industrielle, on considère souvent le rapport DBO/DCO :

* Si DBO/DCO ≈ 0,5 → les eaux sont à dominante organique .

Ex: les industries agro-alimentaire , les conserveries,...etc.

* Si $DBO/DCO \approx 0,2$ → les eaux sont à dominante inorganique forte.

Ex: les usines de pâtes à papier, des tanneries, les industries de la cellulose.

* Si $DBO/DCO < 0,1$ → Les eaux sont à dominante chimique

Ex : les industries chimiques, la sidérurgie, les industries pharmaceutiques.

- La pollution industrielle est souvent regardée comme la source principale de tous nos maux.

(LEROY, J.B.1999).

5-5-5-Les pollutions agricoles :

L'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation active.

Parmi les inconvénients qui en résultent pour le milieu aquatique on peut mentionner :

- L'érosion des sols par suite de monoculture trop étendues, un article daté de **1983**, évalue les sédiments arraché à la terre entre 1 et 3ton /hectare /an dans les champs, cinq fois moins dans les forêts.

- L'usage des engrais chimiques en lieu et place des engrais naturels dont le recyclage est assuré par la nature.

- L'usage des pesticides, insecticides, fongicides et autres produits phytosanitaires.

(LEROY, J.B.1999) .

5-5-6-Les pollutions accidentelles :

Elles ont des origines multiples et déclenchent souvent des réactions passionnelles plus ou moins justifiées.

- Il convient de préciser qu'on parler des catastrophes naturelles :

* cyclones tremblement de terre, éruption volcaniques qui entraînent avec elles des pollutions d'espèces très variées.

* Des quantités importantes de liquides ou de gaz toxiques peuvent être disséminées en très peu de temps. **(LEROY, J.B.1999) .**

5-5-7-Les pollutions induites :

Le terme s'entend en général des pollutions provenant des traitements d'assainissement ou de détoxications.

- Il est résultat que n'est pas tout les molécules va transformer mais il y a des molécules qui persister (plomb, certaines molécules chimiques).

- Les plus important, en poids, de ces pollutions induites sont deux aux boues provenant des différents traitements d'épuration. **(LEROY, J.B.1999)**.

5-5-8-Les pollutions radioactives :

Il existe toujours une radioactivité naturelle des eaux. Elle le parfait exemple que l'organisme humaine peut supporter sans dommage une certaine dose de radioactivité **(LEROY, J.B.1999)**.

5-5-9-Les pollutions naturelles :

Pourtant on sait bien que les eaux naturelles ne sont pas propres à tous usage, laissant de coté le cas des eaux saumâtre.

- Tout eau naturelle contient un grand nombre de corps «**étrangers**» :

* Des gaz dissous provenant de l'atmosphère quand elle est airée (N, O,....).

* Des matières dissoutes provenant des roches imbibées par les eaux (cation, anion).

* Des matières en suspension (MES) : souvent de l'argile par fois de sable.

* Divers micro-organismes, notamment les bactéries dites banales, et des matières organiques allant de l'algue microscopique au roseau agité par le vent **(LEROY, J.B.1999)**.

6 -Le traitement des eaux :

6-1-Introduction :

La production d'une eau potable à partir d'une eau brute plus ou moins polluée. Pour ce faire, on soumet cette eau brute à diverse étape de traitement réalisé dans plusieurs unités de l'usine de traitement des eaux. **(RAYMOND , D. 1990)**.

6-2- Etapes de traitement de l'eau :

**Tableau n° 04 : Etapes et unités de traitement d'une eau de surface
(RAYMOND , D. 1990)**

Unités ou étape de traitement	Fonction	Commentaires
Prise d'eau	-Relier la rivière ou le lac ou puits d'eau brute Acheminer l'eau à l'usine de traitement	-Aucun en traitement de la vase et des matières flottantes vers le puits d'eau brute.
Grillage	-Arrêter les impuretés grossières	-Installé dans le puits d'eau brute. -Nettoyage manuel ou mécanique
Pompes à basse pression	-Refouler l'eau du puits d'eau brute jusqu'à la première unité de traitement (au 1 ^{er} étage)	Capacité totale de refoulement= consommation quotidienne maximale pression≈135 KPa
Pré désinfection ou Pré oxydation	Réduire la concentration de microorganismes oxyder la matière organique.	Ozone, dioxyde de chlore ou chlore
Micro tamisage	Arrêter les particules fines en suspension	Inutile en cas de coagulation, floculation et décontraction
Dans un mélangeur rapid	Déstabiliser les particules en suspension. Amorcer la formation d'une floc	Coagulation
Floculation	Agglutiner les particules d'impuretés . Augmenter le volume des particules de floc .	Liquide surnageant acheminé vers les filtres. Boue formée par les particules de floc évacuée vers le réseau d'égouts.
decantation	Eliminer les particules de floc .	
Filtration	Arrêter les petites particules de floc contenues dans l'effluent du décanteur	Dernière étape permettant de réduire la turbidité et la couleur
Disinfection	Détruire les micro-organismes nuisibles à la santé .	Chlore, Dioxyde de chlore, ou ozone.
Fluoruration	Ajouter des ions fluorures à l'eau	Concentration optimale d'ions fluorure dans les eaux de consommation = 1.2 mg/l .

Reservoir	Conserver l'eau traitée jusqu'à son utilisation	
Pompes à haute pression .	Refouler les eaux traitées vers les consommateurs	Capacité = consommation horaire maximale Pression ≈ 600KPa

- On peut résumer les étapes de traitement par le schéma suivant:

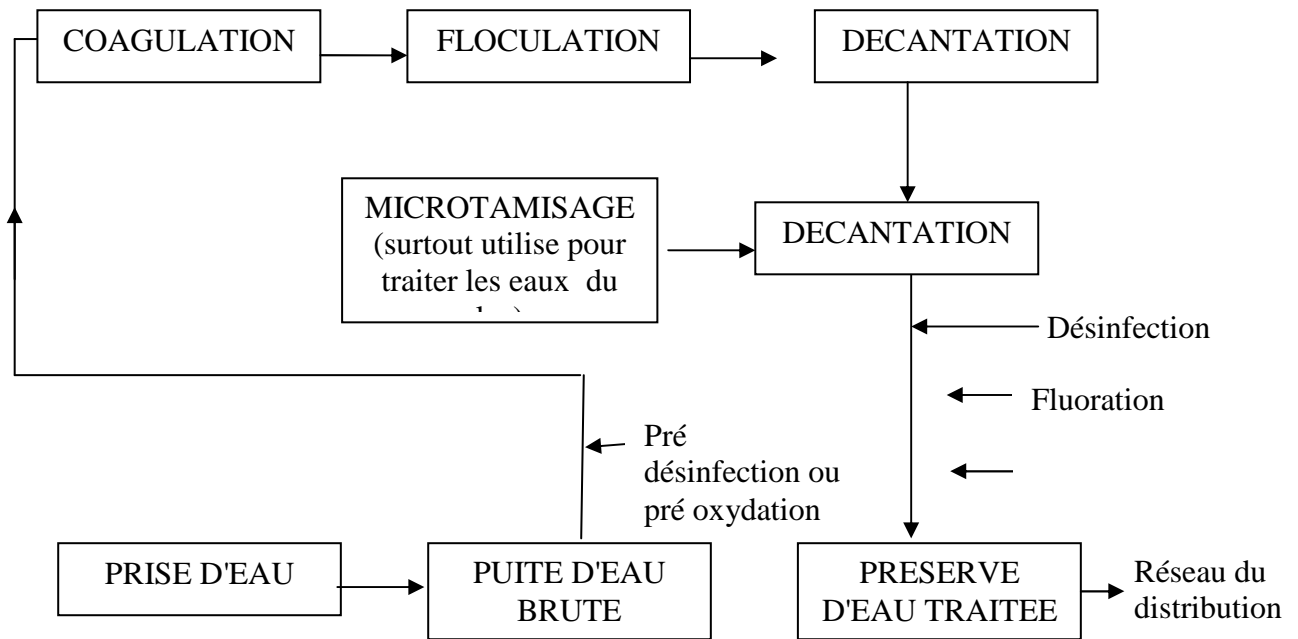


Figure n° 02: Etapes et unité de traitement d'une eau de surface

(RAYMOND.D.1990)

- Aussi il existe des traitements suggérés en fonction des caractéristiques bactériologiques des eaux brutes :

Tableau n° 05: Traitement en fonction des caractéristiques bactériologiques des eaux bruts (RAYMOND, D.1990).

Absence de NCT et NCF	Caractéristique Bactériologique (micro-organismes/100ml)	Traitements suggérés
Dans plus de 10% des échantillons	NCT >5000	-Présélectionner ou Présentification+ Coagulation+ Floculation+ Décontraction+ Filtration+ Post désinfection
	NCF>100 Ou NCT>1000	Coagulation+ Floculation Décantation+ Filtration+ Désinfection
	10<NCF<100 Ou 100<NCT<1000	Coagulation+ Floculation+ Décantation + Filtration+ Suive d'une désinfection ou D'un traitement équivalent Approuvé par l'organisme de contrôle contrôle
Dans plus de 5% des échantillons	NCT>10	Désinfection
Dans l'échantillon	NCF>0	Désinfection

NCT :Nombre de coliformes totaux

NCF: Nombre de coliformes fécaux

Dans chaque cas on doit prélever des échantillons chaque jour ou cours d'une période de 30 jours



Chapitre II

Les métaux lourds

1-Introduction :

Les métaux lourds sont l'une des substances chimiques inorganiques, contaminant , ils sont présents de façon naturelle dans les sols, toutefois, les concentrations, les plus importantes rencontrées dans les sols sont liées à l'activité humaine.

2- Définition:

Plusieurs définitions ont donnée pour les métaux lourds :

2-1- Chimiquement :

Une métaux lourds est n'importe le quel d'un certaine nombre d'éléments plus élevés de poids atomique de la terre rare qui a propriétés d'un substance métallique à la température ambiante.

Les métaux lourds sont d'une groupe d'éléments cuivre et le lismuth sur le tableau périodique d'éléments, avoir les densités plus considérable que 4 (**ENCYCLOPEDIE FRENCAISE , 2007 2008**)

H																	He
Li												B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr		Fe	Co	Ni	Cu		Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pb	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tp	Dy	Ho	ER	Tm	Xb	Lu	
			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Ti	Pb	Bi	Po	At	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lt	Rn

Figure n° 03: Métaux lourds dans la classification périodique

(BRGM, 2001)

2-2- Biologiquement:

Dans le système biologique et en plus, la plus part des éléments mieux connaissant toxique dans des concentrations assez basse

Donc tous les métaux toxiques de peut s'appeler le "métaux lourds" indépendamment de leur masse atomique ou do usité (**ENCYCLOPEDIE FRENCAISE , 2007 2008**)

2- Origine des métaux lourds:

Rappelant tout d'abord que les métaux et métal laides lourds sont présents de façon naturelle dans les sols. Ils proviennent en grande partie de l'altération de la roche mère du sous-sol.

Toutefois, les concentrations les plus importantes de métaux lourds dans les sols sont liées à l'activité humaine: stockage de déchets industrielle et urbains (mines et fonderies de métaux non ferreux, décharges publiques); pollution dues à des retombées atmosphérique (essence ou plomb, poussière des industries métallurgique, incinération des ordures ménagère...)

3- Principales propriétés physico-chimiques :

La solubilité des métaux lourds dépend de l'élément concerné du chimisme de la phase aqueuse (pH, potentiel redox, concentration en ligands) et des phases solides environnantes, qui interagissent avec la composition de cette phase.

Le climat chimique contrôle la spéciation de l'élément, c'est-à-dire sa répartition entre différent état de valence. La spéciation est un paramètre essentiel de la solubilité pour As et Cd .

Le chrome VI ou hexa valent est une forme beaucoup plus hydrosoluble que le chrome III et, par là même, plus bio disponible et –potentiellement- toxique.

L'arsenic III, de même, est beaucoup plus hydrosoluble que l'arsenic V.

L'hydro solubilité de nombre de métaux est -fortement- accrue à 6, rares dans les sols naturels, peuvent se rencontrer en présence d'autres contaminants.

Contrairement aux contaminants agronomiques, les métaux lourds sont indéfiniment-stables en tout que tels. Leur stabilité en solution est -la durée nécessaire pour ce qu'ils rencontrent- un piège chimique phase précipité) qui les fixe.

Contrairement aux polluant organiques, le K_d n'est pas un bon paramètre pour décrire l'interaction des polluants métalliques avec la phase solide du sous-sol. En effet, le K_d suppose un rapport –toujours constant- entre la concentration en solution et la concentration

sur la phase solide, alors que ce rapport peut changer en fonction de la chimie des eaux (conditions de pH, d'Eh, ions en compétition pour les site d'absorption...)

Les métaux lourds sont à considérer comme non volatils, sauf le mercure dont le point d'ébullition est de 357°C à une pression de 101Kpa. (BRGM, 2001).

4-Cycle de métaux lourds:

4-1-Cycle normale :

Comme tous les éléments; les métaux lourds participent une cycle (BULIFERT,C. et PERRAUD, R.2001). Ces cycles hydro géochimiques associent –de manière complexe la terre, l'eau et l'air. L'atmosphère est –un important- convoyeur de nombreux polluants en ce qui concerne sa composition, l'atmosphère réagit de manière plus sensible à l'influence humaine que les sols et les eaux (BULIFERT,C. et .PERRAUD , R.2001).

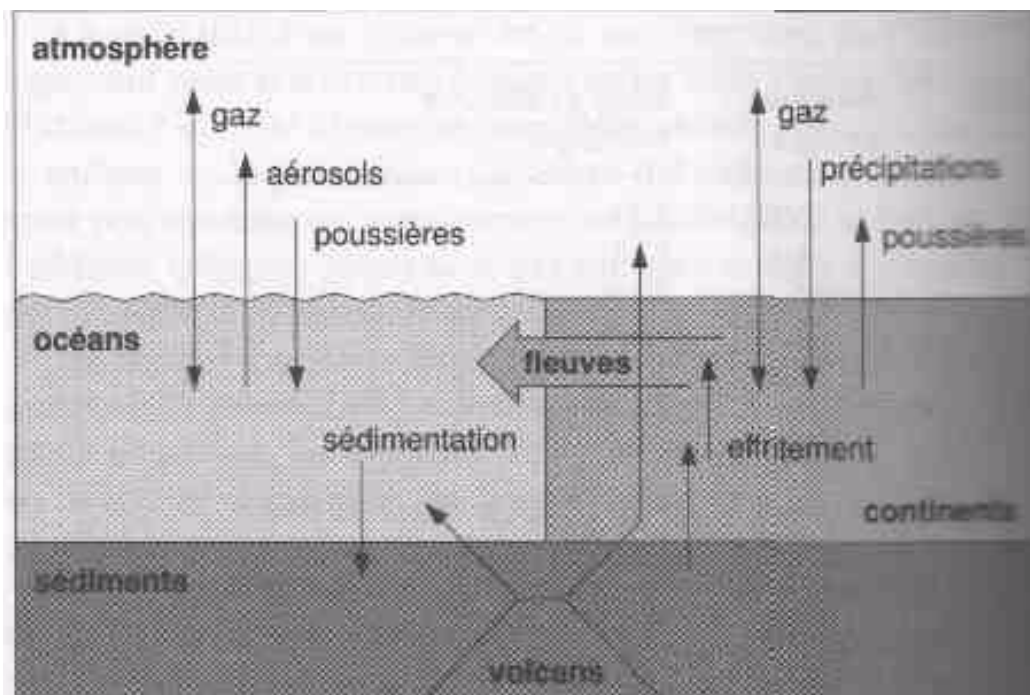


Figure n° 04: Schéma de cycle des métaux

(BILFERT, . et PERRAUD, 2001)

4-2-Cycle dans l'eau :

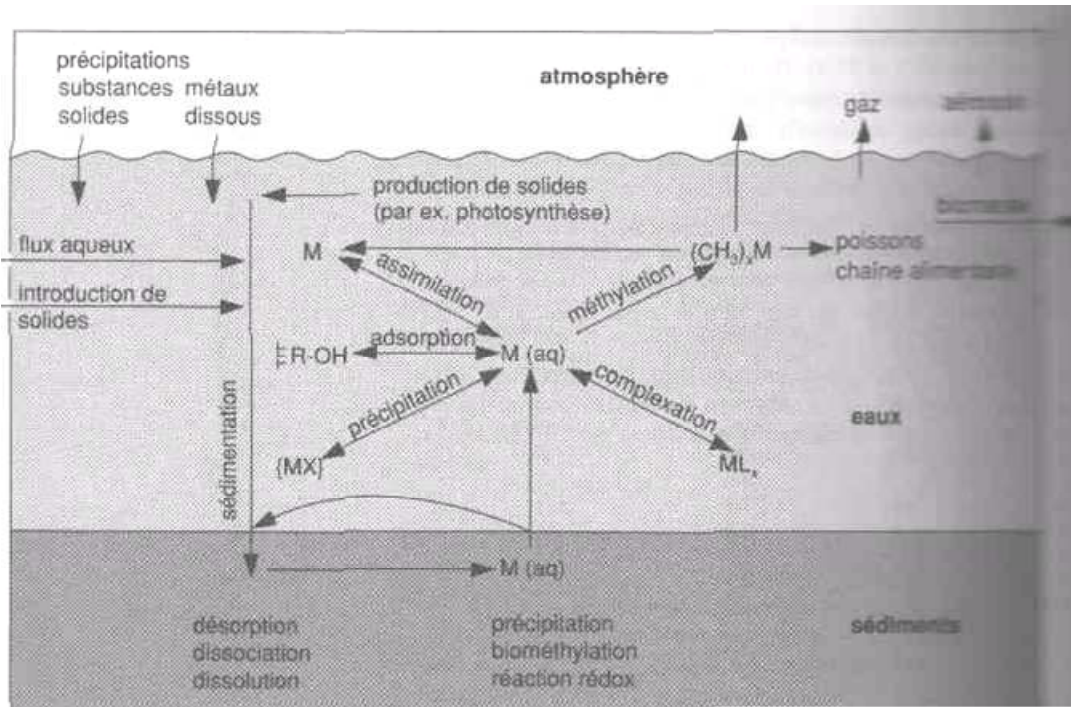


Figure n° 05: Schéma Cycle dans l'eau

(BILFERT, F. et PERRAUD, 2001)

5-Sources d'émission :

Sont présents dans l'eau, l'air et le sol. Comme tous les minerais, ceux-ci sont présents dans les roches. Ces réserves naturelles ne constituent pas à proprement parler de danger en elles-mêmes. L'exploitation des gisements, l'érosion, les prélèvements d'eau ou les éruptions volcaniques vont répandre des traces de ces éléments dans l'environnement. Ils peuvent alors devenir toxiques s'ils se retrouvent en quantités suffisantes dans les organismes vivants.

Outres ces phénomènes naturels humaine, même si elle ne crée pas de métaux lourds, participe à leur diffusion dans l'environnement:

- Les rejets physiques de plomb : l'industrie métallurgique et minière est la principale source d'émission humaine, le plomb étant présent dans les déchets d'exploitation. On peut citer également la présence de plomb dans les batteries automobiles (75000 tonnes de plomb par an).

- Les rejets atmosphériques : ces rejets concernent la quasi – totalité des métaux : mercure, cadmium, arsenic, chrome plomb .Ceux –ci ont diminué de 50% entre 1990 et 1998.

6-Les rejets de métaux lourds dans l'eau:

Pendant de nombreuses années , les industries situées à proximité de cours d'eau (pour des raisons de refroidissement de process , de transport) y ont rejeté leurs effluents . A ce phénomène (de plus en plus limité par l'installation de stations d'épuration au sein même des sites industriels) , il faut ajouter l'érosion et le ruissellement de l'eau sur les sols et chaussées. L'eau constitue un élément fondamental en matière de pollution , puisque dans le cas des métaux ,comme pour d'autres composés , celle ci va favoriser de nombreuses réactions chimiques, L'eau transporte les métaux lourds ,et les insère dans les chaînes alimentaires (algues , poisson , etc.).

Même si les métaux lourds sont le plus souvent présents à l'état de trace , ils n' en restent pas moins très dangereux , puisque leur toxicité se développe par bio – accumulation dans les organismes .

7-Toxicité des métaux lourds :

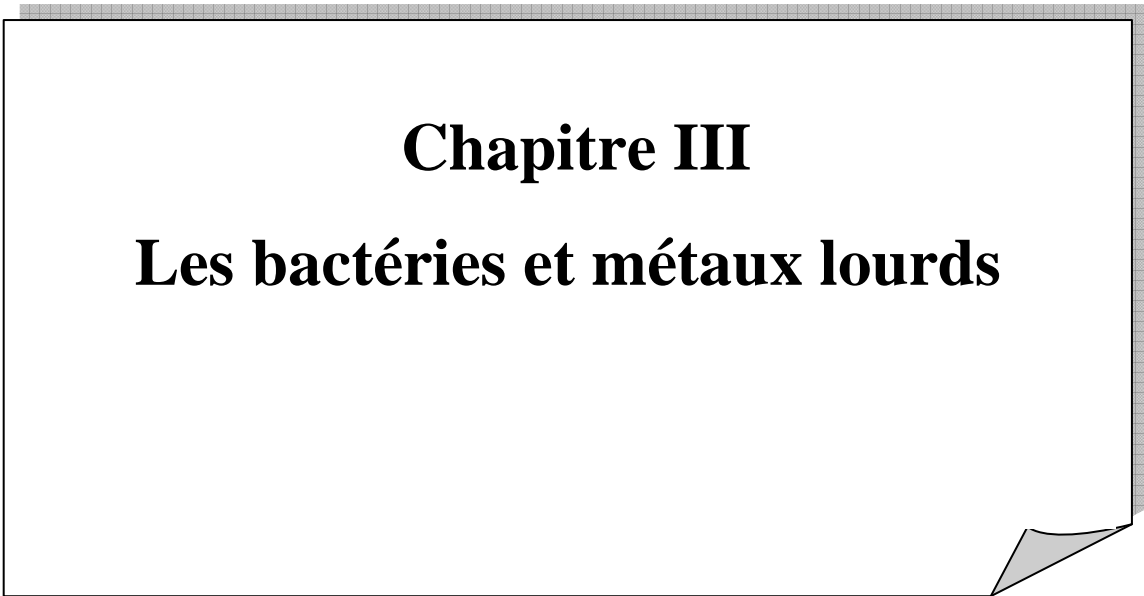
La toxicité des métaux lourds n'est plus à démontrer .La toxicité du mercure est par exemple connue depuis l'Antiquité .La plupart du temps, les effets toxiques des métaux lourds concernent le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse, Ils sont généralement cancérigènes .(**RAPPORT -261 -2000-2001**) .

Les métaux lourds

Arsenic –As
Mercure –Hg
Plomb – Pb
Zinc – Zn
Vanadium –V
Argent – Ag
Nickel - Ni
Chrome III Cr III
Chrome VI-Cr VI
Cadmium-Cd

les solutions de traitement

Coagulation
Filtres à sable
Filtration sur Charbon
Actif
Pré – chloration
Electrodialyse
Echangeurs d' ions
Osmose inverse
Hautes concentrations



Chapitre III
Les bactéries et métaux lourds

1- Interaction bactéries–métaux lourds :

L'interaction bactéries-métaux lourds a été surtout étudiée dans les environnements extrêmes. La nature des interactions dépend du rôle biologique du métal dans la cellule. Certaines métaux lourds (Ni, CO, Zn, Fe) sont des cofacteurs indispensables de certaines protéines pour leur stabilisation ou leur conformation mais deviennent toxiques à haute concentration (MONCHY S.2007), la grande variété de métaux lourds et de leurs effets biologiques nécessite

Chez la bactérie une régulation fine pour le maintien (homéostasie) et le contrôle de leur concentration intracellulaire (NIES, 1999).

Cette régulation évite l'expulsion des métaux essentiels présents aux concentrations homéostatiques, ou l'entrée de métaux en quantité toxique. Les ions métalliques lourds entrent dans la cellule par deux types de voie.

- 1- Apparentée par une large gamme de substrats ; est rapide, indépendante du métal, fait intervenir des porocines exprimées de manière constitutive et dépend uniquement d'un gradient chimiosmotique au travers de la membrane bactérienne.
- 2- Requiert une consommation d'énergie souvent sous la forme d'hydrolyse et de l'ATP (EX :ABC Transporteurs) (MONCHY, S.2007). Ces systèmes sont inductibles en réponse à des besoins particuliers (NIES ET SILVER, 1995).

2- Quelques propriétés de certains métaux lourds :

Tableau n° 06 :Quelques propriétés courantes de quelques métaux

(PELMONT, J.2005)

Métal	Propriétés essentielles
Nickel	Déshydrogénase anaérobie (acétyl-CoA synthase), divers hydrogénase, cofacteur F.430 de la méthanogènes, Uréase.
Cobalt	Métal présent dans la vitamine B12, Métal transférase : synthèse de CH ₃ -COM dans la méthanogènes, acétyl-CoA synthase, méthionine synthase. -Réaction radicalaire : réaction des ribonucléotides chez divers anaérobies, réarrangements (succinate en malonyl-CoA dans la fermentation propionique)
Zinc	Possède une double fonction, ; comme stabilisent de la structure des protéines, comme élément catalytique dans les enzymes ou 'il est retenu avec une très haute affinité, Anhydrase carbonique des hydrolases, certaines déshydrogénases (alcool déshydrogénase à Zn)

3-Comment les métaux entrent-ils dans les bactéries:

Souvent à la faveur de transporteurs prévus pour les fonctions physiologiques normales de la bactéries.

Un exemple : Le cadmium : il se trouve que tout les bactéries ont un transporteur à haute affinité et très efficace pour le manganèse (**SILVER.ET LUSK. J , 1987**) :

Ce transporteur est le principale voie d'entrée du cadmium chez *staphylococcus aureus*.

4-La résistance aux métaux lourds :

4-1-Mécanisme de résistance :

Les micro-organismes doivent développer des mécanismes de résistance contre balonçant l'effet des haute consommations en métaux lourds toute en assurant le maintien du rôle biologique des ions essentiels, il convient de faire la différence entre la résistance aux métaux lourds dans domaines de concentration située juste au dessus de la CMI (concentration minimal inhibitrice) (cas d'*Echérichia coli*) et les véritables résistances aux métaux lourds, conduisant à l'adoption aux milieux extrêmes (cas de *Cupriavidus metallidurans*). Des mécanismes de résistance aux métaux lourds tels que la biomineralisation, la séquestration ou la conversion enzymatique différent des véritables résistances aux métaux lourds qui sont ex liés à la présence des gènes portés par des éléments génétiques mobiles. Tels que les plasmides, ceux-ci portent dèterminissants de résistance qui assurent l'extrusion des métaux (CDF,RND, ATPase de type P). Il existe une grand diversité de mécanismes de résistance aux ions métalliques, liée à leur valence, taille, indice de solubilité, potentiel rédox for la forme sur la quelle l'élevement il se trouvent dans l'environnement. (**MONCHY, S. 2007**)

4-1-1 -Séquestration :

C'est la première ligne de défense, Pour immobiliser rapidement les métaux et éviter leur effet toxique, dans la cellule ou sur la surface externe de membrane.

Il peut exister en complément avec d'autres mécanismes de résistance :

Ex : mécanisme d'afflux : évitant la réentrée de métal expulsé, en particulier dans les situations extrêmes, qui peut consommer beaucoup d'énergie. On a comme exemple **les Méthallothioneines**

(Ce sont des petites protéines présentes chez les eucaryotes et divers procaryotes, elles sont induites comme protéines de stress servent à lier des cations métalliques divalents (Zn, Cd) .

Quelle est la fonction réelle de Méthallothioneines ?

Elle est double :

- * Elles offrent d'abord une protection contre le Zn et divers métaux en excès.
- * Le stockage des métaux essentiels afin de constituer un réservoir où la cellule peut puiser à la demande , la synthèse des méthallothionéines est généralement augmenter en présence de concentration métallique élevés , et le taux est ajusté de manière précise au cours du développement .(PELMONT,J. 2005) .

Les bactéries ont des systèmes perfectionnés pour se défendre contre des concentrations toxiques de métaux lourds, Hg^{+2} , AsO^{-3} , Cd^{+} , CO_2 , Cu^{+2} , Ni^{+2} , Bb^{+2} , Sb^{+3} , Zn^{+2} , et on ce passe .

4-3-2-La transformation en une forme moins toxique :

Dans le cas du mercure les organomercuriels (Tels que le méthylmercure et le phénylmercure) Sont scindés en libérant Hg^{+2} , le quel est réduit en mercure métallique (Hg) volatil.

4-3-3 -Porter le métal hors de la cellule :

Les trois transporteurs membranaires:

Chez les bactéries la résistance aux métaux lourds nécessite:

Le plus souvent un système d'efflux aux extensions chez les bactéries gram ce transport actif qui doit être capable de faire passer les lésions à travers 2 membranes est principalement assuré par les transporteurs première et secondaires pour les premiers le transport est directement couplé à l'hydrolyse de l'ATP (transporteur ABC ATPase) pour le secouée le passage au travers de la membrane se fait grâce à un gradient chimiosmotique (protéines R N D ,M F S, C D F) (MONCCHY,S .2007) .

4-3-3-1- Les transporteurs premiers: ATPase de types P :

Des ATPase du type P sont des acteurs majeurs dans la résistance aux cotions divalents en assurant leur extensions de la cellule ce type de protéine se retrouve chez tous les organismes vivants.

Grâce à l'hydrolyse de l'ATP ces enzymes génèrent un gradient d'ion au travers de la membrane interne les ATPase de type P sont séparés en 2 sous groupes P1- A et p1-B (MONCHY,S.2007) .

* Les membres de la sous famille P1-A sont généralement impliqués dans le transport du potassium K^+ bien qu'il existe des exemples d'ATPase de type P1-A impliquée dans le transport d'ions lourds l'Oxonians principalement (SAIR, 1994).

* Les ATPase de la sous famille p1-B AUSSI Connues sous le nom de H M ATPase (Hémimétal).

* Contrôlent la concentration cytoplasmique d'une grande variété de métaux la sous famille P1-B SE divise en deux classes principales.

1^{er}- Comportent les protéines de types Cod A de *Staphylococcus aureus* (NUCIFORA, 1989) impliqués dans l'extrusion des ions cadmium (SILVER et PMONG ,1996)

2^{ème} inclut- Les ATPases qui transportent les ions cuivre et en argent ,la protéine ZHT A d' *Echérichia coli* est impliquée dans l'efflux des ions Zinc A (RENSING ,1997).

4-3-3-2- Les transporteurs secondaires :

A- Les systèmes RND :

Les transporteurs bactériens impliqués dans la résistance à la nodulation et la division cellulaire constituent la base de la superfamille des systèmes. RND: (résistance-nodulation cellulodivision (DONG et MERGEAY. 1994.) ce type de transporteur intervient dans la résistance aux métaux lourds, le transport des molécules organiques la nodulation,chez *Rhézibium* ,ou la division cellulaire chez *Echérichia coli* (TSENG et all,1999) . Au sein des systèmes RND on trouve les systèmes RND-MAE (hydrophobicand Efflux) (NIES .2003).

B- Le système CDF (Cation Diffusion Facilitateur) :

La famille des (cations diffusion facilitators) ou CDF est constituée de système composé d'une seule protéine .Elle forme un canal empreinte par les Ions pour sortir de la cellule de manière passive , par simple diffusion .Ces systèmes existant chez les procaryotes et les eucaryotes .(PAULSEN et SAIER, 1997).

La plupart des protéines CDF identifiées transportent le Co ,Cd, et/ou Zn .le transport est assurée par un gradient chimiosmotique.la protéine CzcD de *Bacillis*

subtilis qui appartient à cette famille agit comme un antiport Zn^{+2} / K^{+} ou Zn^{+2}/H^{+} (GAUFFANTI et all ,2002).l'échange serait électriquement neutre $Zn^{+2}/ 2H^{+}$ ou $Zn^{+2}/ K^{+} + H^{+}$ et l'énergie nécessaire provient des gradients transmembranaires , outre le Zn^{+2} ,le CO^{+2} et le Cd^{+2} peuvent être les substrats de ce transporteur comme démontré pour la protéine « CzcD » de *Cupriavidus metallidurans* CH34 qui fut le premier CDF décrit (NIES,1992).

Deux autres familles de transporteurs chimiosmotiques plus spécifique existent l'un est impliqué dans l'extrusion du chrome (C Hr A) (SILVER et PHUNG,2005).

L'autre dans l'extrusion de l'arsénite As^{+3} (ArsB) (MUKHOIADHGAY,2002),et de antimonite Sb^{+3} (SILVER et PHUNG,2005).

4-3-3-3-- Les protéines MFS (Major Facilitator superfamily) :

Les protéines MFS (major Facilitator superfamily) forment une vaste famille de transporteurs membranaire que l'on retrouve chez les bactéries, les archées et les eucaryotes (SAIER, 1999). Ces protéines transportent des substrats varies tels que les sucres, les intermédiaires du cycle de Krebs, les antibiotiques...etc. (YIN, 2006).

Ex :Le système de résistance au cadmium:

Le mieux caractérisé est l'opéron cad CA de *S.aureus* codé par un plasmide (PI 258) (SILVER. ET COLLE.1989).

La protéine est illustration du type de renseignement qu'on peut tirer d'une séquence.

Lorsque elle présente des motifs artéritiques ou des homologués avec d'autres protéines.

A partir du diagramme ci-dessous, vous noterez que la protéine déborde plus largement du coté cytoplasmique, désigné vers le haut, que dans le périplasma, le tout avec une certaine polarité, les charges positives étant plus nombreuses sur la face cytoplasmique, les charges négatives sur la face péri plasmique, la protéine fonctionne donc comme une kinase phosphatase en même temps qu'elle transporte le cadmium à l'extérieur. L'activité kinase est une autophosphorylation sur un site aspartate, l'activité phosphatase retire le phosphate par un mécanisme couplé à l'éjection du cadmium, la protéine comportant seule chaîne de 727 acides aminés est code par cad CA, sa

séquence laisse prévoir au moins 6 hélices ou éléments transmembranaires, et plusieurs domaines successifs. On y'a trouve que 4 fonctions thiol. Deux dans le domaine de fixation du cadmium (Cys 23, Cys 26) . Et au passage du métal, on croit pouvoir distinguer un domaine central servant de couloir au cadmium , privant à coupler l'enlèvement du phosphate fixé sur le protéine au transport du cadmium de son site de départ à la membrane. La séquence TGES est interprétée comme essentielle à l'activité phosphatase par comparaison avec autres enzymes ; l'activité kénose appartient à un troisième domaine. (SILVER. S et WALDERHAUG .M, 1992).

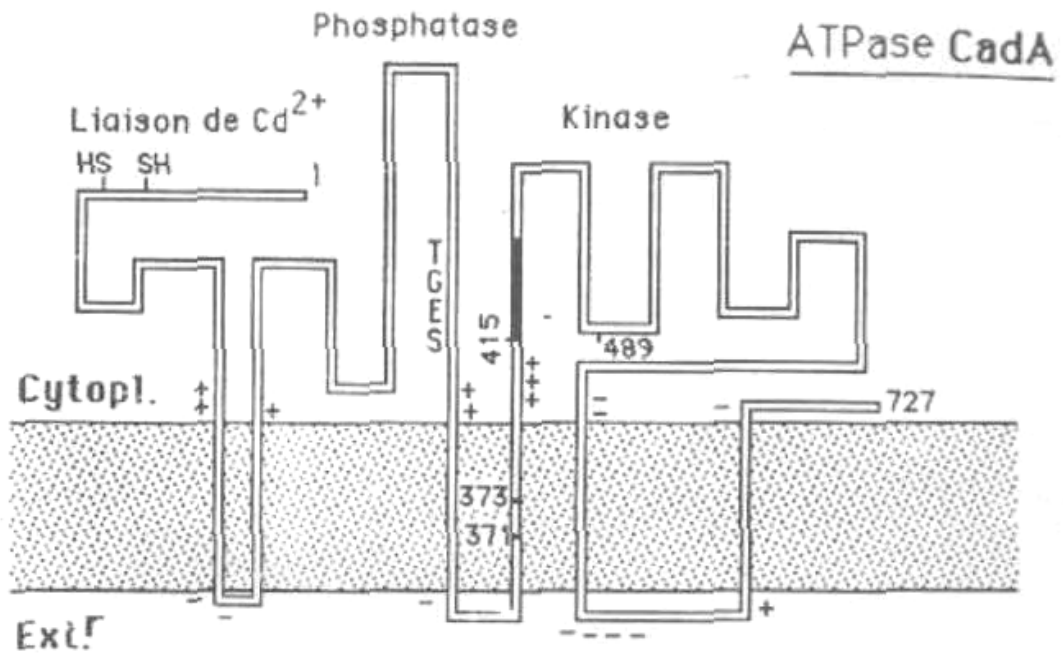


Figure n° 06:Résistance au cadmium
(SILVER. S et WALDERHAUG .M, 1992).

5-Des résistances à d'autres métaux :

Les facteurs responsables appartiennent en générale à des plasmides ou des transposons. La résistance à des oxyanions comme l'arséniate peut correspondre à l'acquisition d'un système permettant à la bactérie de rejeter à l'extérieur l'élément indésirable. C'est justement ce qui se passe pour l'arséniate chez *E.coli* et *Stapylococcus aureus* .

L'arséniate fonctionne en générale comme analogue de Phosphate et rentre dans la cellule à l'aide des transporteurs de phosphate.

La résistance est augmentée par l'acquisition d'une ATPase codée par plasmide, qui pompe l'arséniate vers l'extérieur, cette ATPase a été purifiée un tel système est composé à la base de 3 protéines :

1-Ars A : qu'est l'ATPase associée à la face cytoplasmique de la membrane .

2-Ars B : un composant membranaire .

3-Ars C : comparable à un transporteur péri plasmique.

On peut penser que le pompage de l'arséniate vers l'extérieur est physiquement avantageux par rapport à la suppression des transporteurs de Phosphate qui protégerait évidemment les cellules contre l'arséniate mais risquerait de les priver d'apport suffisant de Phosphate

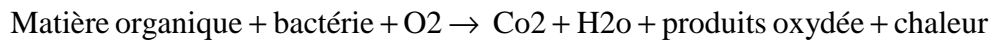
La sélection spontanée des formes hautement résistantes à des concentrations élevées des métaux lourds est probablement assez commune dans la nature au voisinage des régions minières , des filons métallifères , et surtout dans les zones de déchets industrielles .(ROSEN,B.P.et coll,1988).

6- Bio dépollution :**6-1-Introduction :**

Le traitement biologique regroupe de nombreuses techniques de bio dépollution des eaux , certaines engendrent des durées de traitement et des coûts plus importants que les autres , mais tous sont efficaces en terme de la concentration en polluant de l'eau traitée.

6-2-Définition :

La bio dépollution est une décomposition aérobie et thermophile des déchets organiques carbonés ou minéraux par des micro-organismes (le plus souvent bactéries aérobies) , sous le condition contrôlée , conduisant à une résidu organique, suivant la réaction chimique :



Les principaux paramètres de ce traitement sont en conséquence, ceux qui influencent les conditions de vie de micro-organismes ; le taux d'O₂, quantité de nutriment (Net P) disponibles , T° ,pH ,les paramètres physico- chimique des produits.

-Prise isolement de nombreuse molécules organiques sont considérées comme biodégradables, mais dans le cas de mélange de produits, se développent des phénomènes d'inhibition stoppent le processus de biodégradation , parfois avec empoisonnement des micro-organismes . Ainsi la présence de pesticides , métaux lourds toxiques pour la biomasse va inhiber la biodégradation des composées organiques même facilement biodégradables comme les hydrocarbures .

6-3-Les procédés appliqués :**6-3-1-Traitement insitu :**

La contamination au niveau de la nappe a un sein de celle-ci la solution injectée (apports important au nutriment et au accepteur d'électrons ; eau P ,N, O₂) :

- Au sommet de la nappe si le polluant est flottent.
- En amont de la zone traiter , elle est alors emportées la nappe et traversé la zone contaminée .

* La solution injectée en amont à l'aval de la zone , l'eau est pompée et recyclée pour être réintroduite dans le circuit .

6-3-2-Traitement sur site :

Est réalisé lorsque le transport d'échantillon ne pas coûteux :

6-3-2-1-Traitement en bioréacteur :

Le principe consiste à réaliser la biodégradation du polluant dans un contenant installé sur le site (cuve fermée , bassin ,colonne ...etc.) en ajoutant au matériel à traiter

les ingrédients nécessaires à la réaction , il permet de dépolluée en de l'eau ,le sol ,phase gazeuse

6-3-2-2-L'eau opère le traitement est décantées/ou filtrée avant son rejet dans le réseau d'effluent ou son injection : Les résultats obtenus sont en générale performants

6-4-Traitement en voie de développement :

6 -4-1-Les bios barrière et écran biologiques :

Elle consiste à mettre en place en aval de la pollution (et sur le passage de la nappe), une zone riche en micro-organismes adaptées au contaminant à traiter , cette zone où il 'y a une grande activité bactérienne va constituer une véritable barrière biologique faisant écran à la propagation de pollution .Au passage de la nappe , le contaminant dissous dans l'eau sera dégradé par la biomasse que l'eau doit traverser , le plus souvent de la flore bactérienne autochtone .

6-4-2-1-Phytoremédiation :

Consiste à utilisée les végétaux comme épurateurs de milieu , dont la quel les végétaux supérieurs , spécifiques, sont plantés sur la zone à traiter soit directement (cas de sol/ sédiment) ou dans une unité spéciale par ou va transiter un affluent ou une eau contaminée. Les familles des polluants concernées sont d'abord les métaux lourds et les hydrocarbures.

6-4-2-2-Rhizofiltration:

Processus de traitement des métaux lourds par les racines des végétaux.

6-4-2-3- Phytoextraction :

Processus d'extraction et d'accumulation des contaminants dans les tissus des racines et les parties aériennes des végétaux.

6-4-2-4-Phytostabilisation :

Il s'agit de limiter la disponibilité des métaux lourds transitant au sein du sous sol (sédiment) en les piégeant dans une réseau racinaire , ou il peuvent s'accumule et être ainsi immobilisé.

6-4-2-Phytotransformation :

Elle favorise la dégradation des molécules organiques complexe en composée plus simple.

6-4-2-6- Phytostimulation :

Il s'agit de stimulation de dégradation microbienne et fongique par les exsudats et les enzymes libérées dans la rhizosphère.

6-4-3--Techniques des zones humides :

IL est utilisée pour les eaux usées, le principe consiste à développer en aval de ces zones des étendues marécageuses, au travers des quelles coulent les effluents, lors de leur passage dans le marécages,les métaux lourds présent dans l'effluent sont retenus par l'action de la végétation (flore bactérienne , algues ... etc.)et l'acidité est réduite .
(ENCYCLOPEDIE FRANSAIS, 2007-2008) .

Etude Expérimentale



Chapitre I
Matériels et Méthodes

1-Le choix de station d'étude :

- Pour isoler la qualité de bactéries résistantes aux pollutions par les métaux lourds, on a procédé au prélèvement au niveau de deux sites bien choisis suivant les critères suivants :

- Les deux sites dans la région d'Ouargla.

- L'exposition de deux sites (lac, chott) à la pollution par les eaux usées, qui peut provenir des industries.

2-Les outils de travail :

Tableau n° 07: Les outils de travail utilisés

Appareillages et équipements	Matériels	Solution et réactifs
-Balance -Bain marie -Etuve -Four Pasteur -pH mètre -Réfrigérateur -Conductimètre -Spectrophotométrie -Autoclave -Microscope optique -Compteur des colonies -Appareil à photos numérique	- Sachets en plastique -Boîtes Pétri -Portoirs -Marqueur et étiquettes -Tubes à essai -Pipettes Pasteur -Bécher -Papiers filtre -Flacons en verre -Glacière portative -Pissette -Erlenmeyer -Poire -Entonnoir -Burette -Anse de platine -Bec bunsen -Eprovette	-fuschine -Iugol -Acétone -Violet de Gentiane -Métaux lourds -L'eau distillée stérile -Api20 -Nitrate d'argent (AgNO_3) -Sulfate de fer (FeSO_4)

3-Présentation de station d'étude :

3-1-Ouargla :

La wilaya d'Ouargla est située au Sud-est à 790 Km de la capitale d'Alger, couvrant une superficie de 270.030 Km². Elle demeure des collectivités administratives, les plus étendus du pays.

Elle est limitée à l'Est par la wilaya d'El-Oued et les frontières Algéro-Tunisiennes, au Nord-est par la wilaya d'El-Oued , au Sud-est par la wilaya d'Illizi , à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa , au Nord –ouest par la wilaya de Tamanrasset (ANONYME, 2002).

3-1-1-Présentation de chott Ain El-Baidha :

Le chatte d'Ain EL-Baidha est une zone humide naturelle située dans la cuvette d'Ouargla. Il est comprise entre la palmeraie d'Ouargla à l'Ouest et au sud , et la palmeraie d'Ain EL-Baidha à l'Est (ANONYME, 2002), allongé en direction Nord-ouest, Sud-est sur une longueur de 5.3 Km ,sa longueur varie de 1à1.5 Km, et sa superficie actuelle est d'environ 6853 hectares .



Figure n° : Chott Ain El-Baidha

3-2-Touggourt :

Touggourt est la capitale historique de la région d'oued Righ comprise entre le grand Erg orientale au Sud-est et la zone de chotts au Nord .

-la zone de Touggourt est située entre les latitudes Nord 32°.54 et les longitudes Est 5°.30 ET 6°.20, l'altitude est proche de 70 m . la superficie totale de la zone est de 18.74 Km² (HELAL,F. et OURIHAM,O. 2004)

3-2-1- Témaçine :

La commune de Témaçine se trouve sur l'extrémité Sud d'Oued Righ , sur le point de jonction d'Oued Mya venant du Sud -Ouest et de prolongement beaucoup plus vague , d'Oued -Layhargha venant du Sud -Est .

Elle est située entre 32°.55 de latitude Nord et 5°.5 de latitude Ouest et 6°.18 de longitude Est . Elle s'étend sur une superficie de 300 Km².

Et distant de :

- 150 Km d'Ouargla.
- 10 Km de Touggourt.
- 650 Km d'Alger.(PDAU ,1978).

3-2-2- Lac Témaçine :

Figure n° 07 : Lac Témaçine

Le lac Témaçine se trouve au Nord de la commune de Touggourt , ce dernier est alimenté par les eaux de drainage d'une palmeraie dattier localisée au Nord du lac à travers un petit canal de 3 m .

Le lac Témaçine assure à son tour l'alimentation du canal d'Oued Righ qui se situ à l'est du l'agglomération d'Elbhour, cette nomination provient de l'existence du lac.

4-Echantillonnage et analyse :-

Pour l'échantillonnage, nous utilisons des flacons en verre stériles d'une capacité de 250 ml .

Les flacons sont plongés à une distance d'environ 10cm de la surface de l'eau , puis sont ouverts dans l'eau à contre courant , une fois remplis ils sont refermés sous l'eau pour éviter la formation des bulles d'air et tous risque de contamination lors de transport.

- La stérilisation de la verrerie et de l'instrumentation utilisée dans l'ensemble des manipulations consiste à un lavage à l'aide de détergent et l'eau , suivi de 3 rinçages à l'eau distillée ,puis d'une stérilisation dans le four Pasteur maintenu à une température de 121°C pendant 15 min (**OMS , 1983**).

- Les flacons ont été étiquettes en mentionnant l'origine , le lieu ,la date et l'heure de prélèvement (**OMS,1986**).

En suite transportée rapidement dans une glacière dans la quelle la température est maintenue entre 4 à 10 °C (**AICHA, 2004**) .jusqu'a ce qu'il soit traités .

- Dans le sédiment , des échantillons ont été prélevés pour l'étude de la sédimentologie .

- Au laboratoire :

Une fois la phase de terrain terminée , on procède à la phase expérimentale qui consiste à analyse certaine caractères physico-chimiques et microbiologique courantes selon notre objectif .

- Le choix des méthodes d'analyse était suivant les disponibilités du matériel et de produits.

5-Techniques d'analyses :**5-1-Analyses physico-chimiques :****5-1-1-Les analyses physiques :****5-1-1-1-Mesure de pH et la température :**

Le pH représente la quantité de proton (H^+) présents dans une solution, il est mesuré à l'aide d'une pH mètre type 632 swissmade .

Le principe de fonctionnement de l'appareil est basé sur la méthode potentiométrique dont la mesure est directement marquée sur l'appareil par les deux solutions tampons.

(ANONYME,1999).

Ainsi que la température est affichée sur le même appareil.

5-1-1-2- Mesure de conductivité électrique :

La conductivité électrique est la teneur d'un liquide en sels minéraux.

En effet , La conductivité électrique mesure le passage d'une courant dans un volume d'eau (à 25 c°) . Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre type HACH (0150) . La mesure de La conductivité électrique (en ms/l) est directement affichée sur l'appareil , elle se fait par une méthode électrochimique basée sur le principe de ponts de wheatstone (ANONYME , 1999) .

5-1-2-Les analyses chimiques :**5-1-2-1-Nitrites :**

La méthode utilisée est par spectrophotométrie d'adsorption moléculaire selon le mode opératoire suivant :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée, puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage.
- Tenir compte de la valeur lue pour le témoin.
- Se reporter à la courbe d'étalonnage.

5-1-2-2-Nitrate : La méthode utilisée est la même que celle de Nitrite comme le mode opératoire suivant :

- Introduire 10 ml d'eau à analyser dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l , opérer une dilution).
- Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de Sodium.
- Pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage .
- Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau permutée.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 4150 nm et tenir compte de valeur lue pour le témoin.
- Se reporter à la courbe d'étalonnage .

La courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en (mg/l) d'eau ,pour obtenir la teneur en nitrate (NO_3^-) (**RODIER ,J.2005**) .

5-1-2-3-Azote ammoniacal :

- Introduire 50 ml d'échantillon dans un bécher de 150 ml contenant un barreau aimanté.
- Ajouter 1 ml de solution d'hydroxyde de Sodium 10 N .
- Placer le bécher sur agitateur électromagnétique plonger l'électrode.
- Prendre soin qu'aucune bulle d'air ne reste collée sur la surface sensible de celle-ci.
- Attendre l'équilibre et noter la lecture en millivolts .
- Se reporter à la courbe d'étalonnage .

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en azote ammoniacale exprimée en (mg/l) (**RODIER et coll.2005**) .

5-1-2-4-Phosphore : Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7 , l'ajuster si nécessaire.

- Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml.
- Ajouter 1 ml de l'acide ascorbique, puis pour suivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage .
- Tenir compte de la valeur lue pour le témoin .
- Se reporter à la courbe d'étalonnage .

La courbe donne la teneur en phosphore, exprimée en (mg) pour la prise d'essai **(RODIER, J.2005)** .

5-1-2-5-les métaux lourds : La méthode utilisée pour le dosage des métaux est le spectrophotométrie d'adsorption atomique (S.A.A) , et qui comporte deux étapes (ANIN et SCHINTER , 1996) :

1- Délicate et encore peu automatisée, consiste à minéraliser l'échantillon , de manière à éliminer la matière organique .2-concerne la détection et le dosage de l'élément .

5-2-Les analyses Microbiologiques :

5-2-1-Isolement des bactéries totales (de l'eau et de sédiment)

5-2-1-1-Isolement des bactéries d'eau :

Technique :

- Exécution des dilutions décimales .
- Dilution au 10^3 : dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile .
- Ajouter 1 ml d'eau diluée au 10^{-2} , agiter pour homogénéiser.
- Dilution suivante : $10^{-1} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}$ etc. On opère toujours de la même façon →C'est-à-dire que l'on place 1ml de la dilution précédente dans 9ml d'eau distillée stérile , on obtient ainsi une nouvelle dilution
- Le choix de nombre de dilutions dépend de la nature et la richesse microbienne de l'eau

Pour le sédiment :

On réalise un suspension aussi homogène que possible de sédiment (10g de sédiment dans 100ml d'eau distillée stérile) et à partir de cette suspension, on prépare une série de dilution(**POCHON ,1954**).Les dilutions préparées doivent être utilisées immédiatement pour les ensemencements. L'incubation se fait à 28°C pendant 48h (**RADJ ,1998**) . Et suivre les mêmes étapes pour l'eau .

a-Répartition des inoculi et de la gélose en boite pétri stérile :

-Introduire dans 3 boites de pétri 1ml des dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) et dans 1 boite de pétri 1 ml de la solution mère .

- Marquer sur chaque boîte la dilution .
- Faire fondre la gélose nutritive dans bain marie .
- Couler la gélose dans les boîtes pétri contenant les inoculi .
- Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange et éviter la formation des bulles .
- Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal .

b-Incubation : Incuber les boîtes de chaque dilution à 37°C dans l'étuve .

c-Lecture : Elle se fait après (24 à 48) h.

D- Dénombrement : Se fait par un appareil spécial compteur de colonies sur les boîtes.

5-2-2- purification des souches :

A partir d'une population mixte de bactéries sont effectués des repiquages successifs par la technique d'épuisement par stries sur des boîtes de pétri contenant la gélose nutritive solide , ces dernières sont incubées à 28°C pour assurer de pureté d'une espèce ou d'un type de colonie, il est indispensable de répéter la procédure d'isolement par strie au moins une fois sur des fraîchement préparés. Cette culture pure est alors appelée « souche bactérienne » . (RERRY ,G.2000) .

5-2-3-conservation des souches :

Pour une conservation à long terme, les culture pures sont maintenus à la surface d'un milieu gélosé en tube à essai (le tube est incliné avant solidification de la gélose pour former un pente), les cultures sont incubées à 28°C puis conservées à 4 à 5°C au réfrigérateur après croissance des bactéries.

5-2-4-Identification des isolats : L'identification est basée sur la détermination des critères morphologiques et biochimiques .

5-2- 4-1- Examen macroscopique : Une observation macroscopique permet de décrire l'aspect des colonies obtenues sur gélose solide (taille , pigmentation , contour , aspect ...etc.).

5-2-4-2-Examen microscopique :***Mise en évidence de coloration de Gram :**

L'aspect microscopique est noté après réalisation d'une coloration de Gram d'une frottis préparé à partir d'une colonie isolée .la coloration de Gram a été confirmée par un ensemencement sur milieu BCPL ; c'est un milieu sélectif pour les bactéries Gram⁻

5-2-4-3-Critères biochimiques :

L'étude des caractères biochimiques est effectuée par la galerie Api20E , pour les bacilles Gram⁻ et par la galerie classique pour les autres souches .

***La galerie Api20E :** Est un système pour l'identification des entérobactéries et autres bacilles Gram⁻, elle comporte 20 micro tubes contenant des substrats déshydratés des tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs ,la lecture de ces réactions se fait à l'aide de tableau de lecture et l'identification se fait à l'aide de tableau d'identification (**FIGARELLA , J. 1998**) .

*** La galerie classique :**

a-Test d'oxydase : Ce test permet de mettre en évidence une enzyme « la phénylène diamine oxydase » des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé. cette enzyme est capable d'oxyder un réactif : le N-diméthyle paraphénylène diamine (**DJELOUAT, 1990**) .

b-Test d'indole : Le milieu urée Tryptophane est utilisé pour ce test , il ne contient pas de source de carbone utilisable , donc ne pouvant pas se multiplier .

Le test d'indole sert à détecter la présence d'une enzyme qu'est le tryptophanase dans une souche bactérienne .L'activité de tryptophanase conduit à la production d'un noyau indole qui réagit avec la diméthyl amino-4-benzaldéhyde contenu dans le réactif de Kovacs (PDAB) .

c-Test de catalase : La catalase est une enzyme qu'a la propriété de décomposer l'eau oxygénée H₂O₂ (composée toxique pour les bactéries) en oxygène (

sous forme gazeuse) et en molécule d'eau . Le teste de catalase sert à détecter la présence de cette enzyme dans une souche bactérien donnée (MERCHANT , 1991) .

d- Test de voges Proskauer (VP) et test Rouge de Méthyle(RM) : chez les bactéries aérobies facultatives la fermentation du glucose conduit à la production de :

- Soit de nombreux acides par voie des fermentation acides mixtes qui sont mis en évidence par le test (RM) .

- Soit d'acétone produits par fermentation butanediolique qu'est mis en évidence par le test (VP) (MARCHAL , 1991) .

e- Citrate de SIMMONS : Le milieu utilisé est le citrate de SIMMONS sous forme de gélose inclinée verte , c'est un milieu dont la composition est complexe, le citrate ($C_6H_5O_7$) est l'unique source de carbone , l'utilisation de ce substrat est aérobie ,il se traduira par une alcalinisation du milieu .

f- Utilisation des sucres et production d' H_2S :On utilise le milieu KIA ; c'est un milieu complexe contenant deux sucre (le glucose sur la pente et le lactose dans le culôt).

- De plus la présence de thiosulfate de sodium et de fer III dans ce milieu permet d'apprécier la capacité des bactéries à produire de l' H_2S à partir du thiosulfate .

II-Stress Métallique :

Plusieurs travaux ont été menés sur une gamme très variée de souches de microorganismes afin de déterminer leur aptitude à résister aux métaux lourds (RUBBT, 1970) .

- Dans notre étude , on a visé aussi le même objectif avec nos souches , en les exposant à une série de concentrations du métal mélangé avec le milieu de culture .

-La mesure de densité optique des bactéries avant l'application d'essai de stress métallique est nécessaire .

II-1-Influence de la concentration d'argent et de fer sur la croissance des bactéries :

II-1-1-Préparation d'une gamme de concentration décroissante d'argent et de fer à partir d'une solution de (1 mole/l) dans un volume de 10 ml d'eau distillée la gamme est représenté dans le tableau suivant :

Tableau n° 08 : la gamme de concentration décroissant d'Argent et de fer

concentration (mol/l) / volume (ml)	1	0.5	0.25
Volume de solution mère	10	5	7.5
Volume d'eau distillée ajoutée	0	5	2.5

L'ajout d'eau distillée se fait selon la relation générale :

$$C_1V_1=C_2V_2.$$

RQ : le fer est obtenu à partir de sulfate de fer ($FeSO_4$) , et l'Argent est obtenu à partir de nitrate d'argent ($AgNO_3$).



Chapitre II
Résultats et Discussion

1- Les analyses physico-chimiques :**Tableau n° 09 : Les caractères physiques et chimiques du Chott Ain EL-Baidha et lac Témaçine :**

	Eau de Ch. AB	Sédiment de Ch. AB	Eau de LT	Sédiment de LT
Profondeur(Cm)	10-15	10-15	10-15	10-15
Température(C°)	26.7	29	29	28.8
pH	7.98	7.23	7.65	7.23
C.E(Ms/l)	$2.14 \cdot 10^5$	$7.06 \cdot 10^3$	$2.00 \cdot 10^4$	$3.6 \cdot 10^3$
M.O (%)	7.27	7.33	3.62	3.1

Ch. AB : Chott Ain EL-Baidha

LT : Lac Témaçine.

M.O : Matière Organique.

-Les résultats des analyses physico-chimiques de nos échantillons (Tableau n° :09) montrant que :

1-1-Température :

Est comprise entre (26-29 C°) dans les deux stations, ce qui favorise la prolifération des bactéries mésophiles.

1-2-pH :

Est proche de neutralité (7.23 -8) , c'est le pH préféré par les bactéries .

1-3-La conductivité électrique :

Au niveau de Chatte Ain EL-Baidha il s'avère une grande différence de valeur s par apport celle du Lac Témaçine . Ainsi que la différence est marquée entre les valeurs de l'eau et le sédiment (tableau n° 09) .

1-4- Matière organique : à partir de (tableau n° 09) , le chott AB est plus chargé en matière organique (l'eau ;7.24 et le sédiment ;7.33) par apport au lac Témaçine (l'eau ;3.62 et le sédiment ; 3.1) en raison de l'intensité des rejets urbains .

2-Les analyses Microbiologiques :

2-1-Dénombrement des colonies :

- Le dénombrement des bactéries repose sur le principe selon le quelle une colonie se forme par division d'une seul cellule, le comptage des colonies de notre échantillon a donné(les valeurs indiquées dans le tableau n° :10) :

Tableau n° 10: les nombres des UFC / ml dans les deux stations :

Station	Eau ch. AB	Sédiment ch. AB	Eau LT	Sédiment LT
Nombre des UFC /ml	00	560	3210	390



S.Ch



S.T

Culture microbienne sur gélose nutritive d'un échantillon issu de sédiment du lac Témaçine et chott Ain El-Baidha

2-2-Les critères morphologiques :

2-2-1-Aspect macroscopique :

Nous remarquons que :

- Il n'y a pas un grand différence dans l'aspect des colonies entre les 2 stations, sauf pour une seule colonie qu'existe dans le sédiment de Chott Ain EL-Baidha et absente dans leur eau, ainsi dans lac de Témaçine.
- L'absence totale des bactéries dans l'eau de Chott Ain EL-Baidha , sur gélose nutritive ; à cause de sa richesse en sels qui jouent un rôle d'inhibition de la vitalité de la flore bactérienne . Et une grande charge en bactéries dans leur sédiment (560 UFC /ml) .

Tableau n° 11 : Aspect macroscopique des colonies.

La souche	Aspect des colonies	Couleur	Positions des colonies sur le milieu
S1	ronde régulière	jaune	A la surface
S2	ronde régulière	blanc	A la surface
S3	Allongé régulière	beige	A la surface
S4	ronde régulière	blanc	A la surface
S5	Irrégulier	beige	A la surface
S6	ronde régulière	beige	A la surface
S7	Allongé régulière	blanc	Au milieu
S8	ronde régulière	beige	A la surface
S9	ronde régulière	beige	A la surface



Aspects des colonies sur BCPL (ET)



Aspects des colonies sur Chapman (ET)



Aspects des colonies sur BCPL (ST)



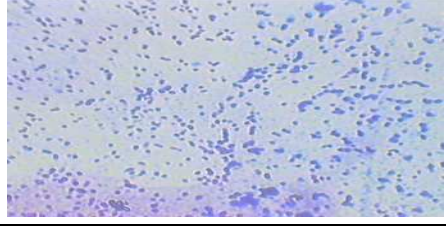

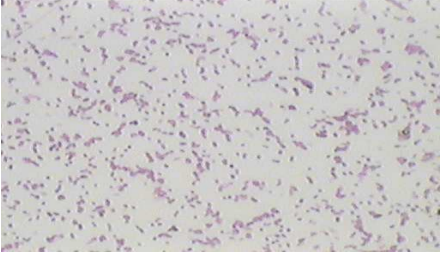
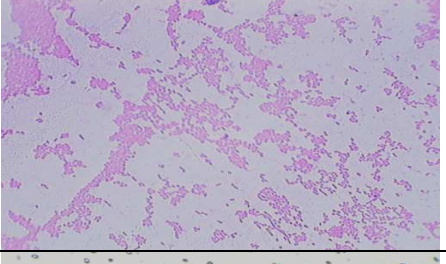
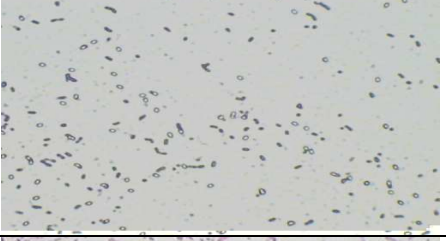

Aspects des colonies sur Chapman (ST)

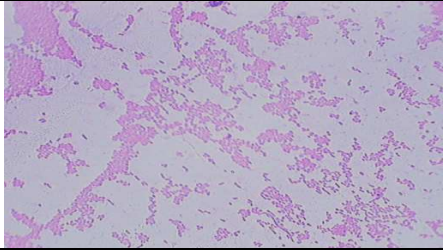
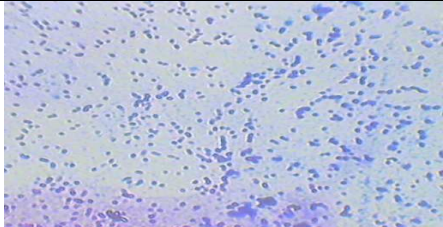
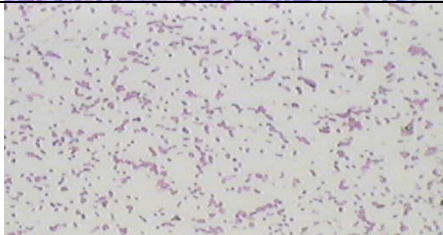
2-2-2-Aspect microscopique:

Est réalisée en 2 étapes :

A- Coloration de Gram :

Tableau n° 12 : Résultat de coloration de gram


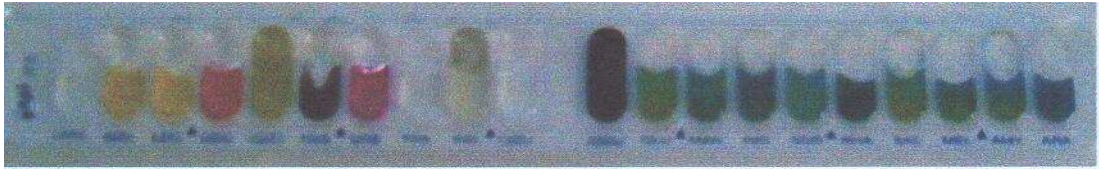


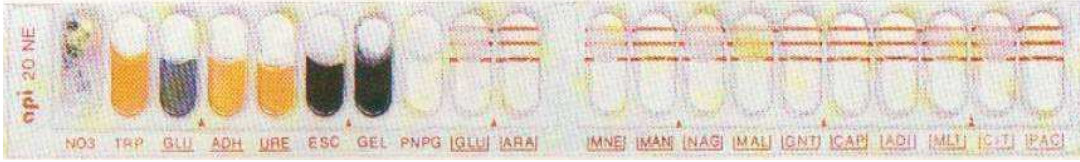
Souche	Forme	Gram	
S1	Coque	+	
S2	Bacille	-	
S3	Bacille	-	
S4	Bacille	-	
S5	coccobacille	-	
S6	Bacille	-	

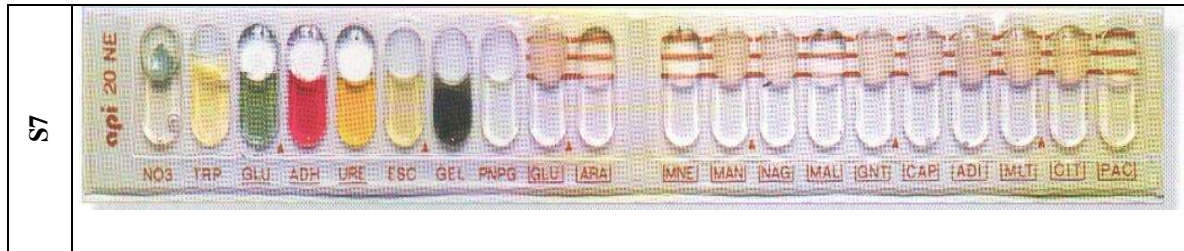
S7	Bacille	-	
S8	coque	+	
S9	Bacille		

B- Les critères biochimiques :

La coloration de Gram est insuffisante pour identifier les bactéries donc il faut la compléter par les examens biochimiques (présence d'enzymes ; capacité de métaboliser une molécule, capacité de cultiver en présence d'un inhibiteur, capacité de synthèse à partir de source de carbone donné).

Tableau n° 13: Résultats de L'A P I 20.

S3	ONPG	ADH	LDC	EDC	CIT	H ₂ S	URE	TDA	IND	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMV	AAA
	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
																				
S4	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
																				
S5	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
																				
S1	NO ₃	TRP	GLE	ADH	URE	USC	GEL	PNG	GLU	ARA	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC
	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
																				
S2	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
																				
-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-



* **Identification :** Le tableau suivant présente les bactéries étudiées dans nos échantillons

Tableau n° 14 : Les bactéries identifiées :

souche	L'espèce bactérienne ou genre
S1	<i>Staphylococcus aureus</i>
S2	<i>Xanthomonas maltophilia</i>
S3	<i>Salmonella Sp</i>
S4	<i>Proteus mirabilis</i>
S5	Enterobacter
S6	Nd
S7	<i>Flavobacterium</i>
S8	Nd
S9	Nd

3- Stress métallique :

3-1-L'effet de l'augmentation de concentrations d'argent et de fer sur la multiplication des bactéries :

Pour étudier cet effet, on ajoute à la gélose nutritive des concentrations croissantes du métal.

3-1-1-Argent :

Tableau n° 15 : Effet d'Argent sur la multiplication de 7 Bactéries (après 48h)

Concentration du métal (mol/l)	0	0.25	0.5	1
l'espèce				
<i>Proteus mirabilis</i>	+++	++	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	++	-	-
Salmonella sp	+++	++	-	-
<i>Enterobacter</i>	+++	++	-	-
<i>Flavobacterium</i>	+++	++	-	-
<i>Xanthomonas maltophila</i>	+++	++	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+++	++	-	-

- On note qu'il y a une diminution dans le nombre des colonies pour toutes les espèces.
- On peut interpréter ces résultats par le fait que :

Le contact des bactéries avec l'argent se mettre à l'argent d'amalgame aux bactéries et provoque la disparition des enzymes ,les enzymes ne peuvent donc plus produire d'énergie ,ce qui arrête la multiplication des bactéries et leur fait mourir et le taux des bactéries diminue considérablement en quelque heures seulement.

D'après (RENSING ,1997), l'enzyme d'ATPase de la sous famille P1-B ,aussi connue sous le nom de HM-ATPase (HM : heavy metal) contrôle la concentration cytoplasmique d'une grande variété de métaux et la seconde classe de sous famille P1-B implique dans le transport des ions cuivre et argent. Ce qui apparait que nos souches ne possèdent pas telle enzyme qui leur permet de réagir et résister aux fortes concentrations du métal étudié.

3-1-2-Fer :

Tableau n° 16: Effet de fer sur la multiplication des bactéries (après 48 h)

Concentration de métal (mol/l)	0	0.25	0.5	1
l'espèce				
<i>Proteus mirabilis</i>	+++	+++	++	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	++	++	+
Salmonella sp	+++	+++	++	+
<i>Enterobacterm</i>	+++	+++	++	+
<i>Flavobacterium</i>	+++	++	++	+
<i>Xanthomonas maltophila</i>	+++	++	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+++	++	++	+

On remarque qu'il ya une diminution dans le nombre des colonies pour toutes les bactéries étudiées mais pas de disparition totale ce qui traduit l'existence de quelques cellules résistantes (on peut dire mutantes qui ont développé une résistance comme mode d'adaptation) par ce que les cellules bactériennes possèdent des protéines régulatrices qui leur permettent de détecter les variations de concentration des métaux.

Selon (CAVET et al, 2002) : les ArsS-SmtB sont des protéines qui régulent l'expression de certain gènes impliqués dans la résistance aux métaux .il s'agit en fait des facteurs de transcription qui en absence d'ion métallique sont fixés au niveau des régions régulatrices des gènes empêchant ainsi leur transcription.

Selon ARABIDOPSIS , T. chez les bactéries , il y'a de nombreuses transporteurs membranaires actifs et passifs (ATPase-P, protéines ABCetc.), des protéines navettes véhiculant les métaux dans des phénomènes de signalisation ou au cours de leur homéostasie (protéines des famille S100 , Atx1) ou encore la régulation du fer au niveau de l'expression de gènes codant pour les protéines assurant son métabolisme . Un aspect essentiel de ces travaux est la relation entre la spécificité ionique et toxicité (Fe^{+2} et fur) . Une analyse différentielle montre que plus de la moitié des enzymes de biosynthèse des acides aminés dépendent de métaux .



0.25mole



0.5 mole



1mole

Exemple de stress métallique (Ag NO_3) pour la souche S3 (*Salmonella sp*)

Conclusion

Conclusion générale

D'après nos expériences sur le chott Ain El-Baidha et lac Témaçine , on remarque ,la similitude dans les caractéristiques physico-chimiques entre les deux station seulement que le chott est très saline que le lac ce qui inhibe la vitalité des bactéries , ainsi que la flore bactérienne de sédiment de chott est presque semblable à la flore de la lac Témaçine .On a isolé 9 souches, et à l'aide des critères morphologiques – microscopiques – biochimiques, on identifié 6 souches d'entres elles , ce sont : *Staphylococcus aureus* , *Proteus mirabilis* , *Xanthomonas maltophila* , *Salmonella Sp.* , *Flavobacterium*, *Enterobacter*.

L'essai de stress métallique est réalisé sur les six souches. Il s'est révélé que : *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* , *Salmonella Sp.*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium*, *Xanthomonas maltophila*, sont sensibles aux concentrations excessives de d'argent. Cette sensibilité se manifeste par la diminution de nombre des colonies sur le milieu de culture. Mais il y'a un résistance assez faible au fer.

Malheureusement notre travail ne pas coupler par le dosage des métaux lourds dans les deux stations, et cela était en dehors de nos possibilités.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

BRIGOTTE, C. et CHRISTIAN , C. 2003 : Cours d'eau et indices biologiques. 2ème édition. Pp (43) .

RAYMOND . D, 1990: Le traitement des eaux.- 2ème éditions., Pp (12-15).

BOUHAFS, K. et BEN MEBARK.,W. 2007-2008 : Qualité bactériologique et caractéristique physique de l'eau du lac Témaçine (Région Touggourt). Pp (14-15).

OMS, 1998 : La stérilisation de la verrerie et de l'instrument utilisée l'ensemble. .

OMS , 1986 : Les flacons ont été étiquetés.

HELFAOUI. , A. 2007-2008: Inventaire de la macro et la microfaune aquatique du lac Hassi Ben Abdellah., Pp(10).

PDAU , 1978: Plan diectiionnele d'aménagement urbain.

OZEND , 1983 : Flores de Sahara. E d ; CNRS.Paris,P p (374).

KOREB , 1995 : Bio écologie des orthoptères dans la cuvette d'Ouargla. Pp (71).

ANNYME, 1999 : Données de l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H) Ouargla , Pp(20).

JEAN , N. et GUY, L. 2001 : Microbiologie technique1; 3^{ème} édition , Pp (193 ,194,198).

BRIGITTE , G. et all. 2003 : Cours d'eau et indices biologiques , Pp (170,171,176,177).

JEAN , N. et GUY, L. 1998 : Microbiologie technique 2^{ème} edition . Pp (148,149).

MUKHPADH , G. 2002 : Microbial arseinc from geocycles to genes and enzymes (FEMS). Microbial, Rev 26. Pp (11 , 325).

DONG et MERGEAY, 1994 : Czc/Cnr efflux à three- component chimiosmotic antiport pathway with a 12- transmembrane –helix Protein. *Molecular, Microbiology* 14, Pp (185-187).

GAUFFANTI et all. 2002 : An antiport mechanism for member of the cation diffusion facilitator family : divalent cations efflux inexchange for K⁺ And H⁺ *Mol Microbial US*. Pp (145-153).

NIES , 1992 : CZch and CzcD, gene products affecting regulation of resistance to cobalt, Zinc, and cadmium (*czc* system) In *Alcaligenes entrophus*. *J.Bacterial* 174. Pp (8108-8110).

NIES , 1999 : Microbiologie heavy métal resistance. *Appl microbial boitechnol* 51 , Pp (730-750).

PAULSEN et SAIER., 1997: A novel family of ubiquitous Reay metal ion transport proteins. *J.Memb Biol* 156 , Pp (99-103).

RENSING , 1997: New functions for the three subunits of the (ZC CBA cation-proton-antiporter. *J Bacterial* 179, Pp (6871-6879).

SAIR , 1999 : Le major facilitator super family. *J Mol Microbial Biotechnol* 1.Pp (257-279).

SAIR , 1994: Tow novel families of bacterial membrane proteins concerned with nodulation, cell division and transport. *Mol. Microbial* 11 , Pp (841-847).

SLIVER and PLUNG, 1996 : Bacterial heavy metal résistance new surplus. *Annu. Ra Microbial SO*. Pp (753-789).

BEN ZAHI , M..K. 1987 : Les analyse d'eau

KEROME, M.2005 : Mémento Technique de l'eau , 1^{ère} édition .

RAYMOND , D. 1990 : Le traitement des eaux , 2^{ème} édition , Pp (13.15).

LEROY , J.B. 1999 : Pollution des eaux .

PELMONT , J. 2005 : Biodégradation et métabolisme ,2^{ème} édition , Pp (654.689).

BRGM , 2001 : Guide sur le comportement des pollution de sol et les nappes , Pp (17)

BULIFERT , C. PERROUD,R. 2005 : Chimie de l'environnement l'air - eau – sol, Pp (372.374).

MONCHY , S. 2007 : Organisation et expression des gènes de résistance aux métaux lourds chez *Cupriavidus métollidurans* CH34.thèse de doctorat,Pp (13.33).

NIES et SILVER , 1995: Ion efflux système involved in bacterial metal resistance J.Ind Microbial 14 Pp (186.199).

SILVER et J.LUSK , 1987 : Ion transport in prokaryotes . Pp (165.180).

SILVER , S. et WOLDERHOUG , M. 1992 : Microbial Pp (56.195.228).

Référence électronique:

[www.lenntech](http://www.lenntech.com/français/feed-back-fr.htm) , français / feed back-fr.htm.

CAVET et al. 2002 : [mhtml:file:///H:/Homéostasie.mht](file:///H:/Homéostasie.mht)

ARABIDOPSIS , T.2006 : www.biocote.com:

Annexes

Annexe n°: 1

Les milieux de culture utilisées (JEAN NŒFFIN , J.GUY,L. 2001)

1-Gélose nutritive :

Usage : milieu d'isolement courant dont la composition est très variable .

Composition :

- Extrait de viande..... 1.0 g.
- Chlorure de sodium..... ..5.0 g.
- Extrait de levure2.0 g.
- Agar15.0 g.
- Peptone.....5.0 g.
- pH (7.4).
- **Préparation :** 28 g/l . stérilisation à l'autoclave .

2- Chapman (gélose de) :

- **Usage :** isolement des *Staphylococcus*.
- **Composition :**
- Peptone..... 10.0 g.
- Mannitol10.0 g.
- Extrait de viande de bœuf.....1.0 g.
- Rouge de phénol.....0.025 g .
- Chlorure de sodium..... 75.0 g .
- Agar15.0 g .
- pH (7.4).
- **Préparation :** 111 g/l de milieu. Stérilisation à l'autoclave classique .
- **Lecture :** cultivent sur ce milieu les coques , gram⁺ , et quelques autres bactéries (bacilles , Enterococcus...)
- Colonies rouges : mannitol⁺ , la culture demander que la bactérie cultive en milieu hyper salé .

3- Cétrimide (gélose au cétrimide) :

- **Usage :** Isolement de *pseudomonas aëroginosa* .
- **Composition :**
- Peptone de gélatine.....10.5 g .
- Acide nalidixique.....15mg .

- Peptone de caséine..... 10.0 g .
- Sulfate de potassium.....10.0 g .
- Bromure de tétradomium (cétrimide)0.2 g.
- Chlorure de magnésium..... 1.4g.
- Agar 10g .
- pH (7.1) .
- **Préparation :**
- 24.2 g dans certaines composition le cétrimide est présent avant autoclavage . dans d'autres ,il est ajouté avec l'acide nalidixique qu'est parfois absent .

4- BCP (gélose lactosée au Bromocérol pourpre) :

- **Usage :** isolement non sélectif en particulier pour les Entérobactéries .
- **Composition :**
- Peptone 5.0 g
- Bromocérol pourpre0.025 g .
- Extrait de viande3.0 g .
- Agar.....11.0 g .
- Lactose 10.0 g .
- pH (6.8) .
- **Préparation :** 30 g/l . autoclavage classique .
- **Lecture :**
- Toutes les bactéries de culture facile cultivant sur ce milieu .
- Les colonies lac⁺ sont jaunes , les colonies lac⁻ restent violet .

Annexe N° 2 :

La qualité physico-chimiques d'eau (BRIGITTE , G.et all. 2003)

Tableau n° 17 : Les paramètres de l'altération par les matières organiques et oxydables (BRIGITTE, G.et all.2003) :

	1A	1B	2	3	HC
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3 ≤	De 3 à 5	De 5 à 10	De 10 à 25	25>
DCO (mg O ₂ /l)	20 ≤	De 20 à 25	De 25 à 40	De 40 à 80	80>
Oxyde . (froid 4h) (mg/l)	3 ≤	De 3 à 5	De 5 à 8	8>	
O ₂ dissous (mg/l)	7 ≥	De 5 à 7	De 3 à 5	3<	
Taux de saturation en O ₂ dissous	90%≥	De 70 à 90%	De 50 à 70 %	50%<	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.1≤	De 0.1 à 0.5	De 0.5 à 2	De 2 à 8	8>

1A : Excellente , 1B : Bonne , 2 : Moyen , 3 : Médiocre , HC : Hors Classe

Tableau n° 18 : Niveau de pollution par les formes d'azote et du phosphore (BRIGITTE, G.et all.2003)

1-Azote :

Formes d'azote	N 0 Situation normal	N 1 pollution modéré	N 2 Pollution nette	N 3 Pollution important	N 4 Pollution excessive
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.1 ≤	0.1 à 0.5	5 à 2	2 à 8	8>
NO ₂ (mg/l)	≤ 0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 1	1 à 2	> 2
NO ₃ (mg/l)	≤ 5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	> 80
N(Kjeldal) (mg N/l)	≤ 1	1 à 2	2 à 3	3 à 10	> 10

2- Phosphore :

Formes de phosphore	P0 normal	P 1 Modéré	P2 nette	P3 Important	P 4 Excessive
PO (mg/l)	0.2≤	0.2 à 0.5	0.5 à 1	1 à 2	> 2
P total (mg/l)	≤ 0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 0.6	0.6 à 1	1>

Tableau n° 19 : Métaux dans les sédiments ((BRIGITTE, G.et all.2003)

Métaux	Valeur standard	M 0 FP ≤ 2	M 1 FP ≤ 6	M 2 FP ≤ 18	M 3 FP ≤ 54	M 4 FP ≤ 54
As	5	10	30	90	270	270
Cd	0.5	1	3	9	27	27
Cr	25	50	150	450	1350	1350
Cu	20	40	120	360	1080	1080
Hg	0.1	0.2	0.6	1.8	5.4	5.4
Ni	10	20	60	180	540	540
Pb	20	40	120	360	1080	1080
Zn	75	150	450	1350	4050	4050

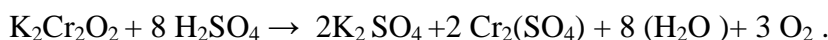
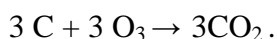
FP : Facteur du pollution ; concentration observe / concentration standard .

Tableau n° 20 : Métaux dans l'eau (BRIGITTE, G.et all.2003)

(mg/l)	M0	M1	M 2	M3
Fer total	0.5 ≤	0.5 à 1	1 à 1.5	1.5
Manganèse	≤ 0.1	0.1 à 0.25	0.25 à 0.5	0.5
Arsenic	≤ 0.0225		0.05 à 0.1	> 0.1
Cadmium	≤ 0.005			0.005 >
Chrome total	≤ 0.05			> 0.05
Cuivre	≤ 0.04		>0.4	
Mercure	≤ 0.001			> 0.001
Plomb	≤ 0.05			> 0.05
Nickel	≤ 0.05	0.05 à 0.1	0.1	à
Zinc	≤ 0.3	0.3 à 1	0.3	
			>1	

Annexe 3 :**Dosage de la matière organique**

Le principe de dosage de matière organique est repose sur l'oxydation de carbone organique d'une échantillon par un oxydant puissant (bichromate de potassium $K_2Cr_2O_2$) en milieu acide, et ce se faire en 2 étapes :

1- Libération du l'oxygène :**2- L oxydation au carbone de matière organique :**

L'excès de Bichromate de potassium non réduit est titré par solution de sulfate de fer ($Fe SO_4$) .

Ce titrage se faire en présence d'une indicateur coloré (Diphénylamine Sulfonât de barium) .

Méthode de travail :**1^{ier} - Avec le témoin (sans ajout d'échantillon) :**

- 10 ml de bichromate de potassium + 10 ml d'acide sulfurique (96 %) dans un erlen de 250 ml , et laisser le repose pendant 30 minutes .
- Ajout 150 ml d'eau distillée , et 10 ml d'acide Ortho phosphorique (H_2PO_4) , avec quelque gouttes d'indicateur colorée qui donne un couleur bleu .
- Titrer la solution final avec sulfate de fer jusqu'à l'apparition de la couleur vert , on obtient un volume N .

2ème – Avec l'échantillon :

- On ajout 1 ml d'eau à dosé ; et suivre les même étapes que le témoin, on obtient un volume n .
- Donc la mesure de taux de matière organique est donnée par la formule suivant :

$$MO \% = \frac{N - n}{V} [FeSo 4] \frac{30}{77} \frac{100}{58}$$

N : volume de $FeSO_4$ avec le témoin .

n : volume de $FeSO_4$ avec l'échantillon .

V : volume d'échantillon .

Annexe 4: Tableau n° 21 : Tableau de lecteur d'Api 20 :

RESULTATS		REACTIONS/ENZYMES	SUBSTRATS	TESTS
POSITIF	NEGATIF			
jaune (1)	incolore	beta-galactosidase	ortho-nitro-phenyl-galactoside	ONPG
rouge/ orangé (2)	jaune	arginine dihydrolase	arginine	ADH
orangé	jaune	lysine décarboxylase	lysine	LDC
rouge/ orangé (2)	jaune	ornithine décarboxylase	ornithine	ODC
bleu-vert /bleu (3)	vert pâle/ jaune	utilisation du citrate	citrate de sodium	ICITI
dépôt noir/ fin liseré	incolore/ grisâtre	production d'H ₂ S	thiosulfate de sodium	H ₂ S
rouge/ orangé	jaune	uréase	urée	URE
TDI / immédiat		tryptophane desaminase	tryptophane	TDA
marron foncé	jaune			
JAMÉS/ immédiat ou IND/ 2 mn		production d'indole	tryptophane	IND
JfitMCS rosé IND Anneau Rouge	incolore Vert pâle-jaune IND jaune			
VP1 + V P 2 / 10 mn		production d'acétoïne	pyruvate de sodium	J V P
rosé-rouge	incolore			
diffusion du pigment noir	non diffusion	gelatinase	gélatine de Kohn	GEL
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	glucose	GLU
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	mannitol	MAN _
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	inositol	INO
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	sorbitol	SOR
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	rhamnose	RHA
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	saccharose	SAC
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	melibiose	MEL
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	amygdaline	AMY
Jaune	bleu/ bleu-vert	fermentation/ oxydation (4)	arabinose	ARA
OX / 1-2 mn		cytochrome-oxydase	sur papier filtre	OX
violet	incolore			
NIT 1 + NIT 2 / 2-3 mn		production de N ₂ réduction au stade N ₂	tube GLU	NO ₃ -NO ₂
rouge	jaune			
Zn				
jaune	rouge			
mobile	immobile	mobilité	(RPI M) (microscope)	MOB
présence	absence	culture sur	milieu de MacConkey	MAC
jaune jaune	vert vert	fermentation : sous huile oxydation : à l'air	glucose (RPI OF)	OF

Annexe 5:

Figure n° 10 : Méthodologie de préparation d'Api 20

