



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur**  
**et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Tissemsilt**



**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
de Master académique en

**Filière : Ecologie et Environnement**  
**Spécialité : Protection des écosystèmes**

Présentée par : ADDI Ikram

*Thème*

---

## **Impact des rejets de la station d'épuration de Tissemsilt sur l'écosystème**

Soutenu le : juillet 2021

**Devant le Jury :**

Mr. GUEMOU.L	Président	Prof.	Univ-Tissemsilt
Mr. BOUKHELLOUT.S	Encadreur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
Mr. DJOUDI.M	Co-Encadreur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
Mr. TALEB.M	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

**Année universitaire : 2020-2021**

A decorative border of pearls and roses surrounds the text. The border consists of a top row of large pearls, a middle row of smaller pearls, and a bottom row of large pearls. On the left side, there are several roses, including a red one and several white ones with green leaves. On the right side, there are more white roses with green leaves.

# *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier Mr. BOUKHELLOUT SALEH pour son encadrement, son orientation, ses conseils et la disponibilité qu'il nous a témoignés pour nous permettre de mener à bien ce travail.*

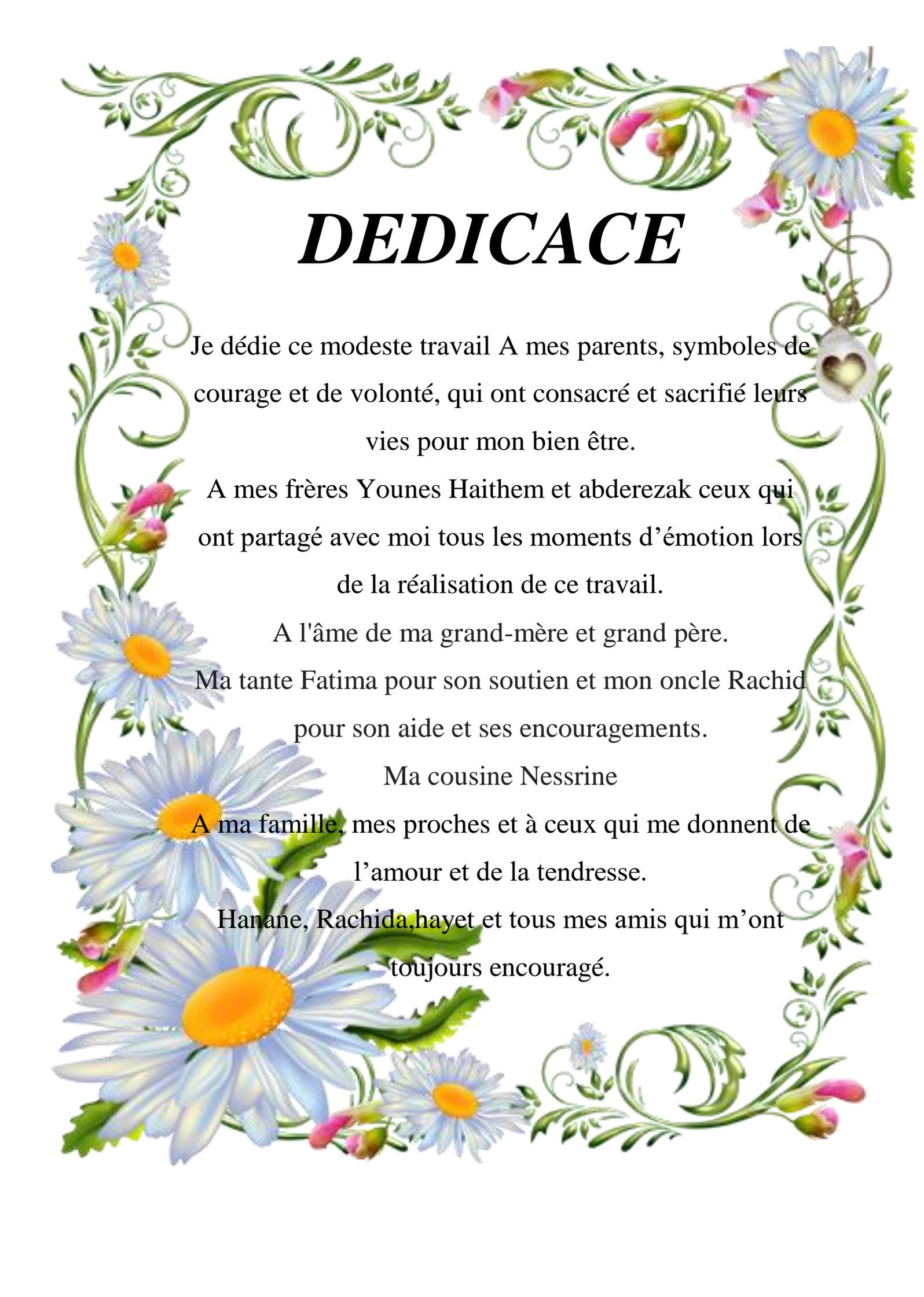
*Mes remerciements s'adressent également à monsieur DJOUDI MASSINISSA d'avoir juré notre le travaille.*

*Nous tenons à remercier Mr. GUEMOU LAID d'avoir accepté de présider le jury.*

*Mr. TALEB MOHAMED pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.*

*J'adresse aussi mes sincères remerciements à tous les enseignants du protection des écosystèmes.*

*Nous remercions aussi tout le cadre professoral de département SNV de Tissemsilt qui a été d'un grand apport durant les années de nos études.*



# ***DEDICACE***

Je dédie ce modeste travail A mes parents, symboles de courage et de volonté, qui ont consacré et sacrifié leurs vies pour mon bien être.

A mes frères Younes Haithem et abderezak ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A l'âme de ma grand-mère et grand père.

Ma tante Fatima pour son soutien et mon oncle Rachid pour son aide et ses encouragements.

Ma cousine Nessrine

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la tendresse.

Hanane, Rachida, hayet et tous mes amis qui m'ont toujours encouragé.

## **Résumé**

*Les eaux usées sont fortement chargées en polluants divers, ce qui poserait le problème de risques sanitaires liés à leur rejet dans le milieu naturel si elles ne subissent pas une épuration préalable.*

*C'est pourquoi notre étude vise évalué l'impacte des rejets de la station d'épuration de tissemsilt sur le milieu récepteur.*

*Les analyses ont portés sur les paramètres physico-chimiques, les résultats montrent que le ph est dans les normes cependant les valeurs de la conductivité électrique sont plus au moins élevées, Les paramètres relatifs à la pollution organique DBO5, DCO aussi dans les normes, une élévation de l'ammonium et les nitrates peuvent êtres dramatique et dangereuses pour la faune et peut provoque une eutrophisation de milieu.*

*La comparaison des paramètres analysés des eaux épurées avec les normes des rejets OMS montrent que ces eaux ne présentent aucune menace sérieuse quant à leur déversement dans le barrage de Bougara.*

**Mot clé** : eau usée, pollution, écosystème, salinité, eutrophisation, station d'épuration, la faune, la flore.

## **ملخص:**

مياه الصرف الصحي محملة بكثافة بملوثات مختلفة، مما قد يؤدي إلى مشكلة المخاطر الصحية المرتبطة بتصريفها في البيئة الطبيعية إذا لم تخضع لتنقية مسبقة. هذا هو السبب في أن دراستنا تهدف إلى تقييم تأثير التصريفات من محطة معالجة المياه على البيئة المستقبلية.

ركزت التحليلات على المعلمات الفيزيائية والكيميائية، وأظهرت النتائج أن الرقم الهيدروجيني ضمن المعايير ولكن قيم التوصيل الكهربائي مرتفعة إلى حد ما، والنتائج المتعلقة بالتلوث العضوي BOD5، COD أيضًا في المعايير ارتفاع الأمونيوم والنترات يمكن أن تكون خطيرة وخطيرة على الحياة البرية ويمكن أن تسبب التخثث في البيئة.

تظهر مقارنة المعلمات التي تم تحليلها للمياه المعالجة مع معايير الصرف لمنظمة الصحة العالمية أن هذه المياه لا تشكل أي تهديد خطير فيما يتعلق بتصريفها في سد بوقرة.

**الكلمة الرئيسية:** مياه الصرف الصحي، التلوث، النظام البيئي، الملوحة، التخثث، محطة المعالجة، الحيوانات، النباتات.

# Sommaire

**La liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction générale** ..... 01

## **Partie 01 : Partie bibliographique**

### **Chapitre I : Paramètres de qualité des traitements des eaux usées**

1-Introduction	05
2- Définition d'une eau usée	05
3- Origine des eaux usées	05
3-1 Les eaux usées domestiques	06
3-2 Les eaux usées industrielles	06
3-3 Les eaux agricoles	06
3-4 Eaux de pluie et de ruissellement	07
4- Caractéristiques des eaux usées	07
4-1 Les paramètres physico-chimiques	07
4-1-1 paramètre physique	07
4-1-1-1 La température	07
4-1-1-2 La turbidité	08
4-1-1-3 Les matières en suspension (MES)	08
4-1-1-4 La conductivité électrique (CE)	08
4-1-1-5 Couleur	09
4-1-1-6 Odeur	09
4-1-2 Paramètres chimique	09
4-1-2-1 Oxygène dissous	09
4-1-2-2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)	10
4-1-2-3 La demande biochimique en oxygène (DBO5)	10
4-1-2-4 La demande chimique en oxygène (DCO)	10

5- Les critères de la pollution organique .....	11
6- station d'épuration (STEP) .....	11
7- Principe de l'épuration biologique naturel .....	12
8- Les procédés de traitements des eaux usées .....	13
8-1 Les prétraitements .....	13
8-2 Les traitements primaires .....	13
8-2-1 La décantation physique naturelle .....	13
8-2-2 Les traitements de décantation physico-chimiques .....	14
8-2-3 La filtration .....	14
8-3 Les traitements secondaires ou les traitements biologiques .....	14
8-3-1 Traitements anaérobies .....	16
8-3-2 Traitements aérobies .....	16
8-3-2-1 Les cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques) .....	16
8-3-2-2 Les cultures libres (boues activées) .....	16
8-3-2-3 Le lagunage .....	17
8-4 Les traitements tertiaires .....	18
8-4-1 Elimination biologique de l'azote et du phosphore .....	19
8-4-1-1 Elimination de l'azote .....	19
8-4-1-2 Elimination du phosphore .....	20
8-4-2 Elimination et traitement des odeurs .....	20
8-4-3 Les procédés de désinfections .....	21
8-4-4 Traitement et élimination des boues .....	21
Conclusion.....	22

## **Chapitre II : La problématique rejets des eaux usées**

1- Introduction .....	24
2- Normes de rejets .....	24
2-1 Milieu récepteur .....	24
2-2 Normes international.....	24

2-3 Normes de rejet appliquées en Algérie .....	25
3- impact des rejets des eaux usée .....	26
3-1 Définition de la pollution .....	26
3-2 Définition de la pollution de l'eau .....	26
3-3 types de pollution.....	27
3 3-1 pollutions organiques.....	27
3-3-1-1 Les détergents.....	28
3-3-1-2 Les pesticides .....	28
3-3-1-3 Les hydrocarbures .....	28
3-3-2 Pollution minérale.....	28
3-3-2-1 Les métaux lourds.....	28
3-3-2-2 éléments minéraux nutritif .....	29
3-3-3 Pollution microbiologique .....	29
3-3-3-1 Les virus.....	29
3-3-3-2 Les bactéries.....	30
3-3-3-3 Les protozoaires .....	30
3-4 conséquences de pollution de l'eau .....	30
3-4-1 Sur l'environnement .....	30
3-4-1-1 Les mortalités liées aux altérations physico-chimie de l'eau.....	30
3-4-1-2 L'eutrophisation des milieux.....	31
3-1-4-3 Des effets toxiques sur les êtres vivants.....	33
3-1-4-4 La contamination microbiologique des êtres vivants.....	33
3-4-2 Sur la santé.....	34
3-4-3 Sur le sol.....	34
3-4-4 Sur l'atmosphère.....	35
4- Notion de la réutilisation.....	35
4-1 L'objectif de la réutilisation des eaux usées .....	35
4-2 Avantages et inconvénients de la réutilisation.....	35

4-2-1 Avantage.....	35
4-2-2 Inconvénients .....	36
4-3 Les différents secteurs de la réutilisation des eaux usées traitées.....	36
4-3-1 agricole .....	36
4-3-1-1 Phosphore.....	37
4-3-1-2 Potassium .....	38
4-3-1-3 Matières organique .....	38
4-3-1-4 Agents pathogènes .....	39
4-3-1-5 Métaux lourds.....	39
4-3-1-6 Matières solides en suspension.....	40
4-3-1-7 Sels .....	40
4-3-2 Paysager.....	41
4-3-3 Forestiers .....	41
4-3-4 Industrielle .....	41
Conclusion.....	42

## **Partie 02 : Partie expérimentale**

### **Chapitre III : Partie expérimentale**

Introduction .....	44
A-présentation de la zone d'étude .....	44
1- Caractéristiques générales de la wilaya de TISSEMSILT .....	45
1-1 Situation géographique.....	45
1-2 Climat.....	45
1-3 Evapotranspiration .....	46
1-4 Le relief .....	46
1-5 Hydrographie.....	46
1-6 Les ressources en eau de la wilaya de TISSEMSILT .....	46
1-6-1 Les Ressources en eau souterraines.....	46
1-6-2 Les Ressources en eau superficielles.....	46

1-7 Secteur d'agriculture dans la wilaya de Tissemsilt .....	47
2- STEP TISSEMSILT .....	48
2-1 Localisation De la Station .....	48
2-2 Capacité du traitement des eaux usées .....	49
3- Identification du barrage du colonel Bougara .....	49
B- Méthodologie.....	50
1- But de traitement .....	50
2-Site de prélèvement .....	50
3- Description des analyses physico-chimique de l'eau.....	50
3-1 Détermination du pH et de La température .....	50
3-2 Mesure de la conductivité.....	51
3-3 Mesure de l'Oxygène dissous .....	52
3-4 Les matières en suspension (M.E.S) .....	52
3-5 La demande biochimique en oxygène (DBO5) .....	54
3-6 Demande chimique en oxygène (DCO) .....	55
3-7 Les nitrates (NO <sub>3</sub> ) .....	56
3-8 Ammoniac (NH <sub>4</sub> ) .....	57
3-9 Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) .....	57
Résultat et discussion.....	59
1-la température.....	59
2- potentiel hydrogène ph.....	60
3- conductivité électrique .....	61
4- Matières en suspension M.E.S.....	62
5- Oxygène dissous .....	62
6- Demande chimique en oxygène D.C.O.....	63
7- demande biochimique en oxygène D.B.O 5.....	64
8- Les nitrates et ammonium (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	64
9-Ammoniac (NH <sub>4</sub> ) .....	65

10- Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) .....	66
Conclusion générale.....	68

# Liste d'abréviations

**(STEP)** : Station de Traitement d'Eau Polluée ou la Stations d'épurations.

**DBO** : Demande Biochimique en Oxygène

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**CE** : Conductivité Electrique

**g** : Gramme.

**g/l** : Gramme par litre.

**J.O.R.A** : Journal Officiel de la République Algérienne

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation)

**L** : litre.

**MA** : Matière Azoté

**mm** : millimètre.

**M3**: mètre cube.

**MES** : Matière En Suspension

**MTH** : Maladie a Transmission Hydrique

**N** : Azote

**O<sub>2</sub>**: Oxygène.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**T°**: Température

**μS**: Micro semence

**NO<sub>2</sub>-** : nitrite

**NO<sub>3</sub>-** : nitrate

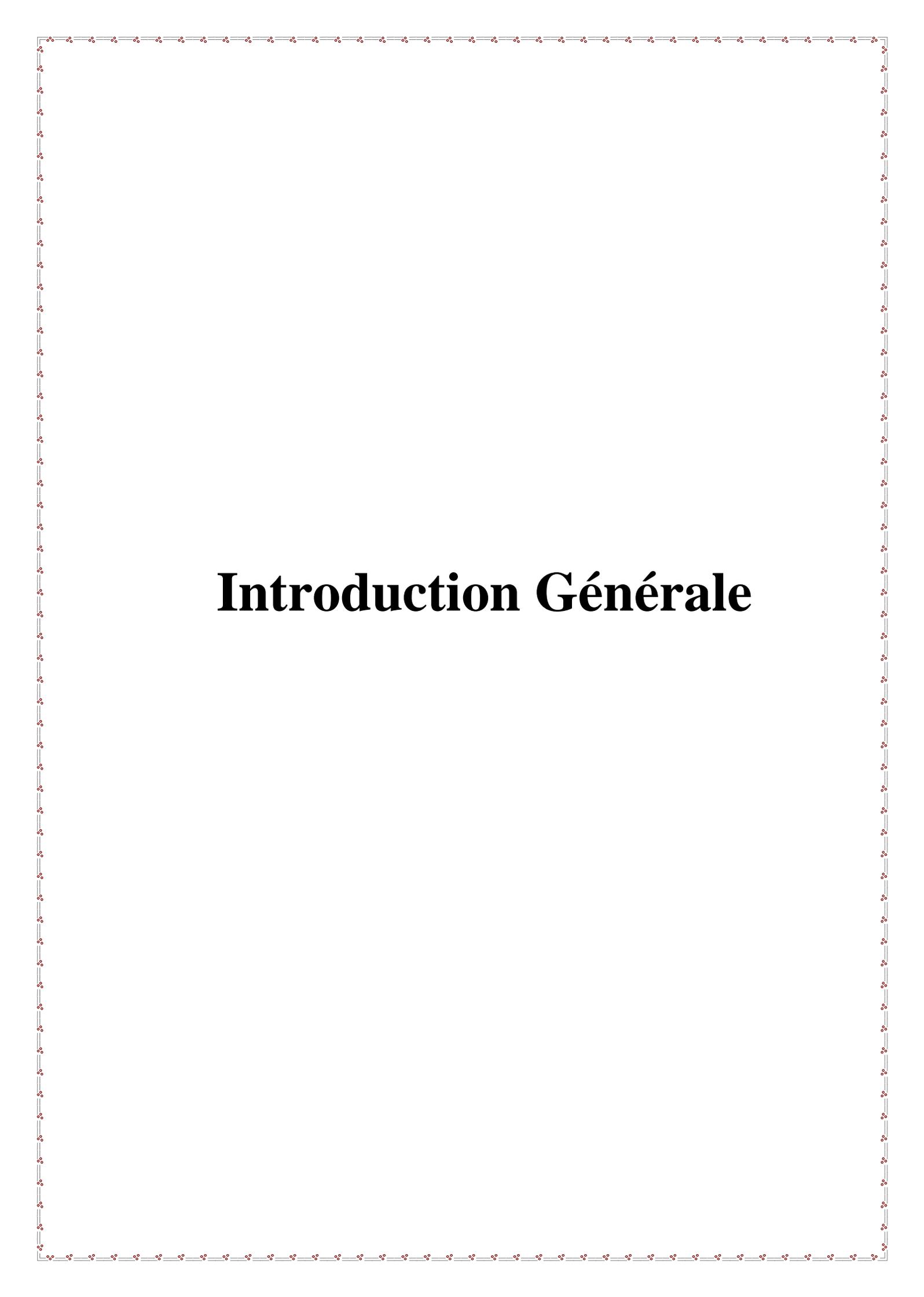
**NH<sub>4</sub>**: l'azote

# Liste des Figures

<b>Figure N° 01:</b> le procès d'une station d'épuration a boues activées.....	12
<b>Figure N° 02 :</b> pollution de l'eau .....	27
<b>Figure N° 03 :</b> mortalité des espèces liées aux altérations physico-chimie de l'eau.....	31
<b>Figure N° 04:</b> eutrophisations des milieux aquatiques .....	32
<b>Figure N° 05:</b> Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt (Google Maps) .....	44
<b>Figure N° 06:</b> STEP TISSEMSILT (Originale; 2019).....	48
<b>Figure N° 07 :</b> localisation de barrage bougara.....	49
<b>Figure N° 08 :</b> Appareil de mesure de la conductivité.....	51
<b>Figure N° 09 :</b> oxymétrie.....	52
<b>Figure N° 10 :</b> la pompe a vidé .....	53
<b>Figure N° 11 :</b> mesure de la DBO.....	55
<b>Figure N° 12 :</b> mesure de la DCO.....	56
<b>Figure N° 13:</b> Valeurs des moyennes de température .....	59
<b>Figure N° 14 :</b> Valeurs des moyennes de PH .....	60
<b>Figure N° 15:</b> Valeurs des moyennes de CE .....	61
<b>Figure N° 16 :</b> Valeurs des moyennes de M.E.S .....	62
<b>Figure N° 17 :</b> Valeurs des moyennes d'O <sub>2</sub> dissous.....	62
<b>Figure N° 18 :</b> Valeurs des moyennes de DCO.....	63
<b>Figure N° 19 :</b> Valeurs des moyennes de DBO <sub>5</sub> .....	64
<b>Figure N° 20 :</b> Valeurs des moyennes de NO <sub>3</sub> .....	64
<b>Figure N° 21 :</b> Valeurs des moyennes de NH <sub>4</sub> .....	65
<b>Figure N° 22 :</b> Valeurs des moyennes de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....	66

# Liste des Tableaux

<b>Tableau N° 01 :</b> Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité .....	09
<b>Tableau N° 02:</b> Normes de rejets de l'OMS appliqué en Algérie.....	25
<b>Tableau N° 03:</b> Normes de rejets de l'OMS .....	26
<b>Tableau N° 04:</b> quelques données statistiques sur le secteur.....	47
<b>Tableau N° 05:</b> Classification des eaux d'après leur Ph.....	51
<b>Tableau N° 06:</b> échelles de valeurs de DBO5.....	54



# Introduction Générale

### Introduction générale

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

Bien qu'apparemment inépuisable, l'eau est très inégalement répartie sur la planète. Tous les pays auront, à court ou à long terme, à faire face au problème de sa raréfaction. La mobilisation des eaux superficielles a été de tous les temps une préoccupation majeure des pouvoirs publics (**Devaux, 1999 ; Ecosse, 2001**).

Les populations des pays hydro sensibles ne cessent d'augmenter considérablement et leurs besoins en nourriture et en eau croissent continuellement. Traditionnellement, cette situation a été solutionnée en développant l'agriculture extensive et/ou en augmentant simplement la mobilisation des ressources en eau conventionnelle disponibles qui, actuellement, s'approchent de leurs limites naturelles. De plus, ces dernières décennies ces mêmes ressources sont exposées à diverses pollutions qui limitent leur utilisation normale et leur vocation principale qui est l'alimentation en eau potable (AEP) (**Fazio, 2001**).

Pour répondre à cette situation d'épuisement des ressources naturelles et à la protection de l'environnement, particulièrement dans les pays hydro-sensibles. Le recours à l'épuration des eaux usées urbaines, souvent chargées en éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, représenterait une source d'eau et d'engrais additionnelle renouvelable et fiable pour l'agriculture d'une part et d'autre part, permettrait d'atténuer la pression sur les ressources conventionnelles plus adaptées à l'alimentation en eau potable des populations. Il s'agit, en général, de volumes d'eau importants dont seul un faible pourcentage est traité (**Landreau, 1982**).

En Algérie, Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m<sup>3</sup> par an dont 12 milliards de m<sup>3</sup> dans les régions Nord (ressources souterraines 2 milliards de m<sup>3</sup>, ressources superficielles 10 milliards de m<sup>3</sup>) et 5 milliards de m<sup>3</sup> dans le Sud. Sachant que toutes les ressources souterraines du Nord sont mobilisées en plus de 70% des ressources superficielles.

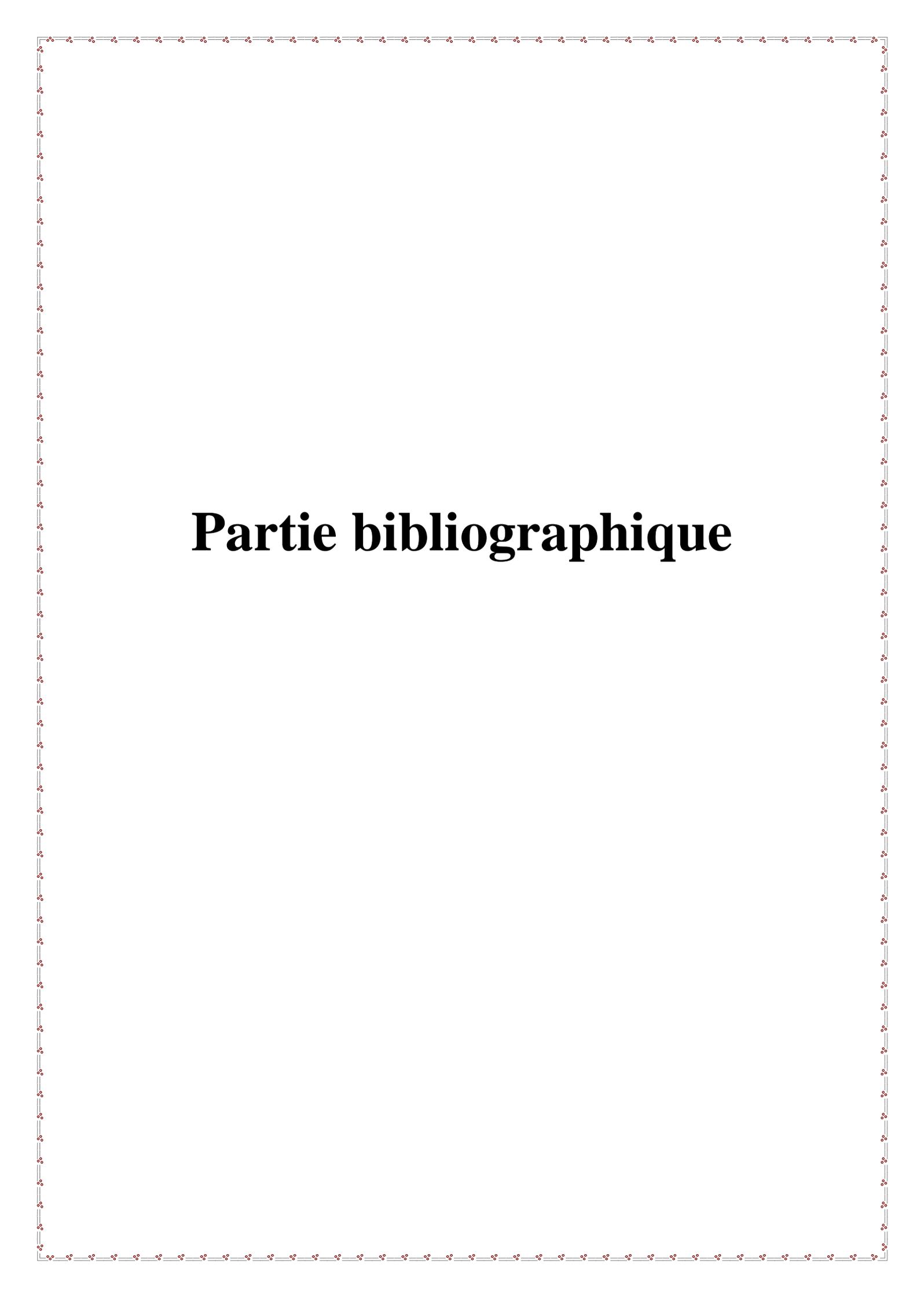
Le volume annuel d'eaux usées domestiques rejetées est estimé à 800 millions m<sup>3</sup>. Ce sont des quantités importantes et facilement localisables que le pays ne peut négliger. Devant ces besoins en eau douce qui ne cessent de croître et vu l'impossibilité de se contenter seulement de ces ressources naturelles conventionnelles, la recherche de moyens d'épuration adéquats et la réutilisation des effluents d'eaux usées traitées est devenue une option attrayante et une alternative incontournable afin

de mobiliser de plus importants volumes d'eau et satisfaire ainsi la demande de plus en plus croissante, particulièrement, dans les pays arides et semi arides.

Cependant, même dans le cas de non recyclage des eaux usées traitées issues des stations d'épuration ; ces effluents, ont souvent une charge en azote et en phosphore supérieure aux normes requises car un grand nombre de ces stations présentent des limites dans la rétention des ions phosphate et nitrate en traitement secondaire. Néanmoins, le rejet direct de ces nutriments dans les milieux récepteurs n'est pas sans risque. Comme l'enrichissement en azote minéral associé au phosphore des milieux aquatiques est préjudiciable à l'environnement et à la santé publique, des traitements complémentaires ou tertiaires sont nécessaires afin de permettre une meilleure protection des écosystèmes récepteurs. Les eaux usées présentent un risque sanitaire direct de par la présence d'organismes pathogènes, comme des bactéries (par ex., choléra, salmonella, shigella), de virus (par ex., virus de l'hépatite, entérovirus, poliovirus, virus de Norwalk) et de parasites (p. ex., protozoaires tels Giardia et Cryptosporidium et helminthes) **Organisation mondiale de la santé, 1993**

Ce travail comporte trois parties:

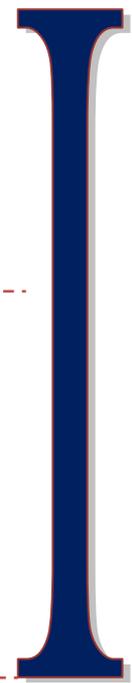
- ❖ La partie bibliographique est composée essentiellement de trois chapitres
  - Le premier chapitre traite des paramètres de qualité des traitements des eaux usées.
  - Le deuxième chapitre est consacré à la problématique liée aux rejets des stations d'épuration et les risques sur le milieu récepteur.
- ❖ La partie expérimentale dans la quelle il y a la présentation de l'objectif général du travail dans la troisième partie ou sont présentés les résultats de notre expérimentation ainsi que leur discussion.
- ❖ Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.



# Partie bibliographique

# Chapitre

## Paramètres de qualité des traitements des eaux usées



**1- Introduction**

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (**Selghi, 2001**). C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs (**Paulsrud et Haraldsen, 1993**).

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée (**Selghi, 2001**).

Le traitement des eaux usées est une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs, il s'agit essentiellement de réaliser l'élimination de composés organiques biodégradables. Certains procédés permettent la coélimination de l'azote et même du phosphore (**Selghi., 2001**), une grande majorité de ces polluants est transférée de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse.

**2- Définition d'une eau usée**

C'est quoi une eau usée ?? Les eaux usées, aussi appelées « effluents liquides » sont des « eaux polluées », constituées de toutes les eaux de nature à contaminer, par des polluants physiques, chimiques ou biologiques, les milieux dans lesquels elles sont déversées.

**3- Origine des eaux usées**

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

**3-1 Les eaux usées domestiques**

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers (**Baumont S, et al, 2005**), elles se composent : Des eaux de cuisine, Des eaux de salle de bains et Des celle de vannes, caractérisée par une charge importante en matières organiques, en sels minéraux (azote phosphore,...) et des microorganismes (**Chocat. B. 1997**).

**3-2 Les eaux usées industrielles**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir:

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ; - des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

**3-3 Les eaux agricoles**

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en

matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

### **3-4 Eaux de pluie et de ruissellement**

Les eaux pluviales et de ruissellement sont pris en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines. Les principaux polluants en cause sont le SO<sub>2</sub>, le NO et ses dérivés, les poussières (Yao Akpo, 2006).

## **4- Caractéristiques des eaux usées**

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

### **4-1 Les paramètres physico-chimiques**

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

#### **4-1-1 paramètre physique**

##### **4-1-1-1 La température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement

diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (**Bollags JM 1973 ; Rodier et al, 2005**).

#### **4-1-1-2 La turbidité**

Est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

#### **4-1-1-3 Les matières en suspension (MES)**

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

L'abondance des MES dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (**Duguet et al, 2006**).

#### **4-1-1-4 La conductivité électrique (CE)**

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (**REJSEK, 2002**). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500  $\mu\text{Sm/cm}$ , la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

**Tableau N°1 : Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité**

<b>Conductivité</b>	<b>Appréciation</b>
Conductivité < 100 µS/cm	Minéralisation très faible
100 µS/cm <conduc< 200 µS/cm	Minéralisation faible
200 µS/cm <conduc< 333 µS/cm	Minéralisation moyennement accentuée
300 µS/cm <conduc< 666 µS/cm	Minéralisation moyenne
600 µS/cm <conduc< 1000 µS/cm	Minéralisation importante
Conductivité> 1000 µS/cm	Minéralisation excessive

#### 4-1-1-5 Couleur

La couleur de l'eau résulte des éléments qui s'y trouvent à l'état dissous colloïdal. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques, car elle présente toujours un doute sur sa potabilité. La couleur grise de l'égout est d'origine domestique, alors qu'une couleur noire indique une décomposition partielle de la matière organique. Les autres nuances indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle (Guerree. H et Gommela. C, 1978).

#### 4-1-1-6 Odeur

Le test d'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation, et/ou un

Caractère personnel. Les odeurs proviennent des produits chimiques, des matières organiques en décomposition (en anaérobie) et des protozoaires ou d'organismes aquatiques (Rodier.J, 2005).

### 4-1-2 Paramètres chimique

#### 4-1-2-1 Oxygène dissous :

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet

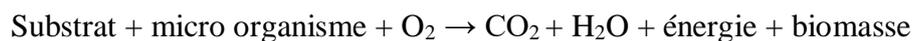
aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. (Rodier et al. 1996)

#### 4-1-2-2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 (Métahri, M.2012).

#### 4-1-2-3 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume à la réaction chimique suivante :



#### 4-1-2-4 La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka, J et Ferreira, E, 1986). Généralement la valeur de la DCO est;

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :  $MO = (2 \text{ DBO5} + \text{DCO})/3$  (Métahri, M.2012).

### 5- Les critères de la pollution organique

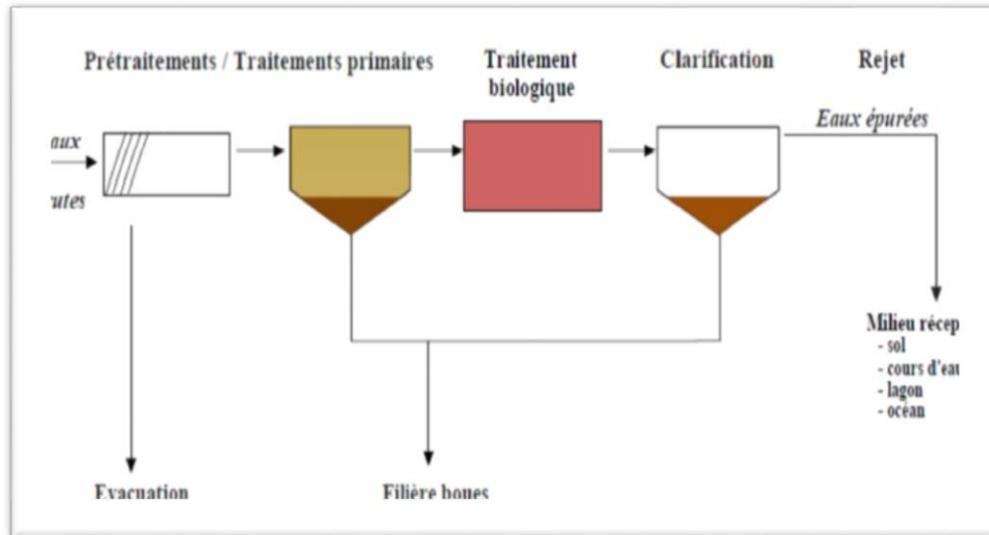
Selon (**Liu et al, 1997**), la pollution organique est la plus répandue. Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des industries textiles, papeteries, industries de bois, de raffineries, d'abattoirs et d'agroalimentaires.

Cette pollution peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto épuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite la respiration de divers organismes aquatiques peut être compromise au profit de la dégradation de cette matière organique (**Métahri, M.2012**).

### 6- station d'épuration (STEP) :

Les réseaux d'assainissement constituent un élément essentiel : ils collectent ces eaux et les transportent vers les installations de traitement, avant le rejet dans le milieu récepteur. Ces traitement sont réalisés dans des stations d'épurations où se dégradent et se séparent les polluants de l'eau (particules et substances dissoute) par des procédés physique, chimique et biologique, pour ne restituer au milieu récepteur qu'une eau de qualité acceptable.

Une STEP constituent une voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Elle est généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique, substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs. Sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact de celle-ci sur les écosystèmes (**Briere F.G, 1994**).



**Figure N°01:** le procès d'une station d'épuration a boues activées

## 7- Principe de l'épuration biologique naturel

En théorie, toutes les réactions biologiques intervenant dans les eaux naturelles au cours des cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre,... peuvent être transposées dans la pratique industrielle du traitement de l'eau.

Le métabolisme de certains groupes bactériens peut être mis à profit pour éliminer des molécules ou ions indésirables dans l'eau, comme les composés azotés, le fer, le manganèse ou la matière organique.

Les bactéries responsables de ces réactions biochimiques opèrent dans des limites de pH et de température qui leur sont spécifiques. Elles décomposent de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation qui n'ont pas pu être éliminées par des procédés mécaniques des eaux usées. En même temps une nouvelle substance cellulaire se forme (**Champiat et J.P. Lapart, 1994**).

Tous les traitements des eaux usées résiduaires urbaines sont basés sur le principe de l'épuration biologique. Elle consiste à reproduire et à intensifier les processus existants dans la nature : lorsque, dans un milieu naturel, il y a de la matière organique, les bactéries se chargent de la dégrader et de la réduire en éléments simples tout en augmentant leur biomasse. Ce développement bactérien peut être naturel, ou intensifié, accéléré par des apports supplémentaires de microorganismes et/ou d'oxygène (**Miquel, 2003**). Le traitement s'effectue dans un réacteur où l'on met en contact des

microorganismes épurateurs et l'eau à épurer. On distingue alors plusieurs procédés possibles :

## **8- Les procédés de traitements des eaux usées**

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis.

### **8-1 Les prétraitements**

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations : (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et graviers et (le dégraissage-déshuilage ou d'écumage-flottation) pour les huiles et les graisses (**Métahri, M., 2012**)

### **8-2 Les traitements primaires**

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation- floculation.

#### **8-2-1 La décantation physique naturelle**

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité.

Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1,2 m/h, 40 à 60 % des MES, soit 40% de matière organique, 10 à 30 % des virus, 50 à 90 % des helminthes et moins de 50 % des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle

une partie des micropolluants (**Faby, 1997**).

Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage.

### **8-2-2 Les traitements de décantation physico-chimiques**

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation. La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium) (**lazavora, 2003**).

### **8-2-3 La filtration**

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide, qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension, ainsi retenus par le milieu poreux, s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente. La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation-floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs (**Métahri, M., 2012**).

### **8-3 Les traitements secondaires ou les traitements biologiques**

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées et azotées s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques "biodégradables" qui constituent pour eux des aliments.

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des micro-

organismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter, dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène.

Une épuration biologique (boues activées, puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90 % des virus, 60 à 90 % des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes. Selon, un traitement par boues activées élimine 90 % des bactéries entériques, 80 à 99 % des entérovirus et des rotavirus. L'élimination a lieu grâce à la sédimentation des MES, la compétition avec les micro-organismes non pathogènes et la température ; la part la plus importante est due à la sédimentation.

Ces traitements conçus à l'origine essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension, ainsi pour poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire ; par voie biologique le plus souvent (**faby, 1997**).

Les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, deux types de traitements :

**8-3-1 Traitements anaérobies**

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO<sub>2</sub>.

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (Métahri, M.2012).

**8-3-2 Traitements aérobies**

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène. On distingue cinq méthodes essentielles :

**8-3-2-1 Les cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques)**

Leur principe de fonctionnement, quelques fois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur, qui consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériau de grande surface spécifique servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y forment un feutrage ou un film plus ou moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie, si son épaisseur est importante.

Parallèlement, il existe d'autres lits bactériens appelés disques biologiques tournants. Cette technique, très ancienne se rencontre dans un certain nombre de stations qui nécessitent une modernisation. Ces disques très légers en matière plastique, de 10mm d'épaisseur et de 2 à 3 m de diamètre, sont espacés de 1 à 2 cm et montés sur un arbre horizontal, lequel est entraîné par un moteur (Métahri, M.2012).

**8-3-2-2 Les cultures libres (boues activées)**

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu (WHO, 1989). Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et

aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène par (le brassage, l'injection d'air comprimé, voire même d'oxygène pur), a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Une partie de ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues. Une boue activée de bonne qualité a une couleur blonde légèrement rougeâtre. Le temps de séjour des organismes actifs dans le système est plus élevé que celui de l'eau, ce qui facilite le contrôle de la minéralisation de la matière organique (**Métahri, M.2012**).

### **8-3-2-3 Le lagunage**

Le lagunage est un système biologique d'épuration extensive, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique. La matière polluante, soustraite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux.

On désigne par lagunage ou bassin de stabilisation, toute dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans laquelle s'écoulent naturellement ou artificiellement les eaux usées brutes ou décantées, pour ressortir, sans intervention extérieure d'aucune sorte, dans un état où elles ne risquent pas d'altérer la qualité du milieu récepteur

Il simule, en l'amplifiant, l'action auto-épuratrice des étangs ou des lacs. Associés aux systèmes conventionnels de traitement secondaire, ils constituent aussi d'excellents dispositifs tertiaires aptes à réduire les risques liés aux micro-organismes pathogènes.

Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage simple peuvent être décrits par le schéma suivant :

Eau usée + oxygène [(présence de bactérie) donne] boues + effluent traité + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O.

Il consiste, à retenir les effluents dans des bassins pendant une période plus ou moins longue au cours de laquelle les organismes présents permettent d'éliminer 20 à 60 Kg de DBO<sub>5</sub>/hectare j.

On peut classer les lagunes en fonction de leur régime ou en fonction de leur place dans la filière épuratoire.

On aura donc, selon le premier critère, des bassins de stabilisation :

- Anaérobies : sorte de pré-digester exposé à l'air ;
- Aérobie : fonctionnant grâce à une association typique d'algues et de bactéries ;
- Facultatifs : où la zone supérieure est aérobie et la zone inférieure anaérobie ;

On parle aussi, selon le deuxième critère, de :

- Lagunage complet : lorsque l'installation est directement alimentée d'eau brute non décantée ;
- Lagunage secondaire : lorsque l'installation est alimentée d'eau décantée ;
- Lagunage tertiaire : pour une installation directement alimentée d'un effluent traité suivant un procédé conventionnel (boues activées, lits bactériens,...) (**ghoalem saouli, 2007**).

#### 8-4 Les traitements tertiaires

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs.

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau.

Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes :

- la nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et physico-chimique) ;
- la désinfection bactériologique et virologique.

#### **8-4-1 Elimination biologique de l'azote et du phosphore**

##### **8-4-1-1 Elimination de l'azote**

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires ou tertiaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" ou par échange d'ions.

L'azote subit différentes transformations au cours d'un traitement biologique : passage de la forme nitreuse puis nitrique et de retour à la forme gazeuse. Chacun des composés formés au cours de ces différentes étapes à un poids moléculaire différent.

Le suivi de l'évolution de l'azote au cours du traitement ne peut être effectué qu'à partir d'une base commune : le nombre de moles d'azote ou les masses d'azote mises en jeu. C'est la raison pour laquelle les charges et les concentrations de  $\text{NH}_4^+$  donnent les équivalences suivantes :

1,29 mg  $\text{NH}_4^+$  sont équivalents à 1mg d'azote ammoniacal N- $\text{NH}_4^+$  ;

3,29 mg  $\text{NO}_2^-$  sont équivalents à 1mg d'azote nitreux N- $\text{NO}_2^-$  ;

4,43 mg  $\text{NO}_3^-$  sont équivalents à 1mg d'azote nitrique N- $\text{NO}_3^-$  .

**8-4-1-2 Elimination du phosphore**

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis (**Métahri, M.2012**).

**8-4-2 Elimination et traitement des odeurs**

La dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de prétraitement.

Le seuil de tolérance de ces nuisances olfactives est subjectif et aucune norme en matière d'émissions malodorantes n'existe. Cependant, les exploitants de stations d'épuration cherchent à limiter les odeurs dégagées par les traitements.

La conception des stations est le premier élément permettant de limiter l'émission d'odeurs dans le voisinage. Il faut, par exemple, veiller à réduire les surfaces d'échange entre l'air et les eaux usées.

Ainsi, les ouvrages les plus odorants sont souvent regroupés pour concentrer l'émission d'effluves nauséabonds. Leur couverture est aussi une manière d'atténuer les émissions malodorantes.

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place, au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage, où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et/ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel), réactifs qui captent ou

neutralisent les mauvaises odeurs (**Métahri, M.2012**).

### **8-4-3 Les procédés de désinfections**

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration classiques ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable. On peut donc supposer qu'ils constituent l'aménagement technique minimum d'une station d'épuration en vue d'une réutilisation (**Izaova, 2003**).

### **8-4-4 Traitement et élimination des boues**

Le traitement des boues a pour objectif de :

1- Réduire la fraction organique de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination, ce par la « stabilisation » ;

2- Diminuer le volume total des boues afin de réduire le coût d'évacuation, ce par « déshydratation » ; 3- Elimination final des boues par :

- valorisation agricole ;
- incinération ;
- mise en décharge.

### **Conclusion**

On peut dire qu'à partir d'une eau usée et grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.

# Chapitre II

---

**La problématique  
rejets des eaux usées**

---

**1- Introduction**

Le rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement a un impact sur la qualité de l'eau, qui à son tour affecte la quantité des ressources en eau disponibles pour un usage direct. Les préoccupations concernant la qualité de l'eau se posent comme une dimension importante de la sécurité hydrique dans le monde. Depuis 1990, la pollution de l'eau est en hausse dans la plupart des fleuves en Amérique latine, en Afrique et en Asie, en raison de l'augmentation des quantités d'eaux usées due à la croissance démographique, l'accroissement de l'activité économique et l'expansion de l'agriculture, ainsi que le rejet d'eaux usées sans aucun traitement (ou uniquement des niveaux minimaux) (Pneu, 2016). La gestion inappropriée des eaux usées a également une incidence directe sur les écosystèmes et les services qu'ils fournissent.

**2- Normes de rejets****2-1 Milieu récepteur**

Les déversements des eaux usées peuvent se faire directement ou indirectement dans le milieu naturel aquatique. Ces rejets ont un effet négatif sur l'environnement.

Il existe différents types de milieux récepteurs (Sow, 2001). Ce sont :

-Les cours d'eau, lacs, étangs et mer dans lesquels l'effluent est rejeté, soient directement soit par l'intermédiaire d'un ouvrage d'évacuation pourvu ou non à son extrémité d'une station d'épuration

-Les puits absorbants artificiels (utilisés dans des cas exceptionnels) : leur utilisation reste subordonnée à une épuration préalable de l'effluent à enfouir afin d'éviter l'encrassement, le colmatage, ...

-Le sol, par voie d'épandage en vue de l'épuration naturelle ; la structure et la texture du sol est ici les facteurs déterminants.

**2-2 Normes internationales**

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Parmi les normes de rejet internationales appliquées dans le but de préserver un environnement sain, on peut citer les plus répandues

### 2-3 Normes de rejet appliquées en Algérie :

selon Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout Déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel le Décret Exécutif n° 36 du 27 jourmada ethania 1430 correspondant au 21 juin 2009 valeurs limiter maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestique au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (JON°36 2009).

**Tableau N° 02:** Normes de rejets de l'OMS appliqué en Algérie

Paramètres	Unité	norme
T°	C°	30
PH	//	6.5 à 8.5
O <sub>2</sub>	mg/l	05
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	30
Zinc	mg/l	02
Chrome	mg/l	0.1
Azote totale	mg/l	50
Phosphate	mg/l	02
Hydrocarbures	mg/l	10
Détergents	mg/l	01
Huiles et grasses	mg/l	20

(ONA, 2019)

Tableau N° 03: Normes de rejets de l'OMS

Paramètre	Norme
T°	C°
PH	6.5 à 8.5
O2	Mg/l
DBO5	< 30 mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH4	< 0.5 mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 1 mg/l-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1 mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	< 2 mg/l
Température	< 30 C°
Odeur	-----
Couleur	Incolore

(ONA, 2019)

### 3- impact des rejets des eaux usée

#### 3-1 Définition de la pollution :

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles et autres produits biologiques. (Ramade.F, 2005)

#### 3-2 Définition de la pollution de l'eau

La pollution des eaux est toute modification de leur qualité, causée par l'ajout de substances susceptibles d'en changer leurs caractéristiques, et son utilisation domestique. Ces agents polluants peuvent être d'origine physique, chimique, ou biologique, et provoquent une gêne, une nuisance, ou contamination du milieu de la faune, et de la flore. Ils peuvent affecter l'homme directement, ou indirectement à

travers les ressources agricoles, et autre produits biologiques.

Pollution de l'eau n'a pas uniquement des conséquences sur la qualité de l'eau, mais elle met en danger les écosystèmes aquatiques qui constituent le milieu de vie de nombreuses espèces vivantes. Déchets, substances toxiques, eaux usées polluées, marées noires et réchauffement climatique sont responsables d'une nette diminution de la qualité des eaux de surface et de l'eau marine. En conséquence, la vie animale et végétale dans les rivières, les lacs, les mers et les océans est menacée. De nombreuses espèces sont en voie d'extinction.

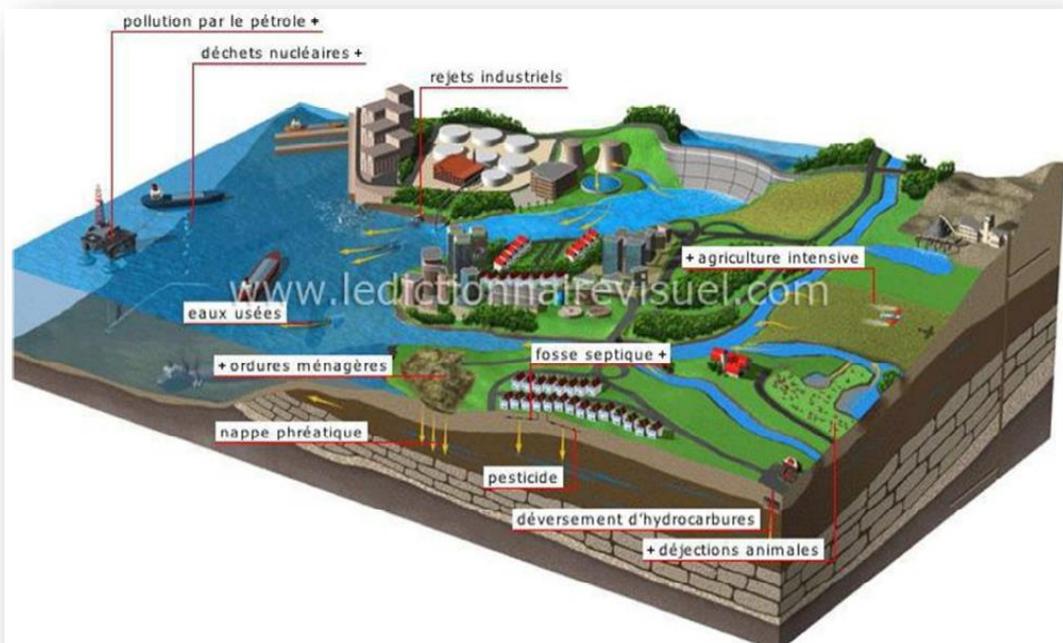


Figure N° 02 : pollution de l'eau

### 3-3 Types de pollution

#### 3-3-1 Pollution organique

C'est les effluents chargés des matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses...etc.). La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

**3-3-1-1 Les détergents**

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont:

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

**3-3-1-2 Les pesticides**

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants:

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.

-Rupture de l'équilibre naturel.

**3-3-1-3 Les hydrocarbures**

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère (**Encyclopédie. 1995**).

**3-3-2 Pollution minérale**

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (**Mayet., 1994**).

**3-3-2-1 Les métaux lourds :**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb (Pb) l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent

essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses (traitements de surface, galvanoplastie, hydrométallurgie, industries minières, chimique, pétrochimique, pharmaceutique,...etc.). Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique (**Keck *et al.*, 2000**).

### **3-3-2-2 Éléments minéraux nutritifs**

Provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (**Mayet., 1994**), il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

### **3-3-3 Pollution microbiologique**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille: les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Baumont *et al.*, 2004**).

#### **3-3-3-1 Les virus**

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (**Cshpf, 1995**). On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple: polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (**Asano, 1998**).

**3-3-3-2 Les bactéries**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10<sup>12</sup> bactéries/g (**Asano, 1998**). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10<sup>6</sup> à 10<sup>7</sup> bactéries/100 ml dont 10<sup>5</sup> proteus et entérobactéries, 10<sup>3</sup> à 10<sup>4</sup> streptocoques et 10<sup>2</sup> à 10<sup>3</sup> clostridiiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants (**Faby J, Brissaud F, 1997**).

**3-3-3-3 Les protozoaires**

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (**Baumont et al, 2004**)

**3-4 conséquences de pollution de l'eau****3-4-1 Sur l'environnement****3-4-1-1 Les mortalités liées aux altérations physico-chimie de l'eau**

Les altérations physico-chimiques sont des modifications des caractéristiques des milieux, comme la salinité, l'acidité ou la température de l'eau. Passé un certain seuil, ces modifications deviennent toxiques pour les organismes vivant dans le milieu.

Parmi tous les paramètres qui constituent la physico-chimie, l'oxygène est particulièrement déterminant pour la faune et la flore. Une quantité d'oxygène dissous trop faible pour assurer la vie des êtres vivants est qualifiée d'hypoxie. L'anoxie est le stade ultime, où il n'y a plus d'oxygène dissous dans l'eau. Les épisodes d'hypoxie peuvent être la conséquence d'un apport trop important de matières organiques. Celles-ci

sont dégradées par les bactéries du milieu, qui consomment l'oxygène dissous dans l'eau lors de ce processus. Toutefois, l'hypoxie peut avoir d'autres origines : augmentation de la température de l'eau (l'oxygène étant moins soluble dans l'eau chaude), stagnation de l'eau, rejet d'eau désoxygénée, eutrophisation etc.

Les phénomènes d'hypoxie et d'anoxie ont de lourds impacts sur la biodiversité, essentiellement du fait des épisodes de mortalités qu'ils provoquent. Les poissons sont particulièrement touchés, mais globalement tous les animaux et les plantes pâtissent d'un manque d'oxygène.

De nombreux autres paramètres physico-chimiques sont déterminants : par exemple, de nombreux organismes d'eau douce (poissons, amphibiens, etc.) ne sont pas capables de survivre à une salinité supérieure à 3 grammes de sel par litre d'eau.



**Figure N° 03** : mortalité des espèces liées aux altérations physico-chimie de l'eau

Tous les usages de l'eau et des milieux qui dépendent du vivant peuvent être impactés par les altérations physico-chimiques si elles conduisent à des mortalités : la pisciculture, la conchyliculture, la pêche professionnelle comme la pêche de loisir, etc.

### **3-4-1-2 L'eutrophisation des milieux**

L'eutrophisation est l'ensemble des symptômes que présente un écosystème aquatique à la suite d'un apport excessif de nutriments - en particulier le phosphore et l'azote - d'origine humaine. L'apport de substances qui contiennent ces nutriments -

comme par exemple les nitrates et les phosphates - stimule fortement la croissance des organismes végétaux, entraînant le développement soudain de plantes et d'algues, qualifié de "prolifération végétale". Ce phénomène est accentué par les températures élevées, l'abondance de lumière et le faible renouvellement de l'eau.



**Figure N° 04:** eutrophisations des milieux aquatiques

Leur proliférations végétales impactent les milieux et leur biodiversité. Elles entraînent une augmentation de la consommation d'oxygène, notamment la nuit (par la respiration des végétaux) ou lorsque des grands volumes de plantes se décomposent. Des mortalités soudaines d'organismes vivants peuvent alors se produire à cause d'un manque d'oxygène.

L'eutrophisation peut aussi avoir des conséquences sur la santé : certaines espèces d'algues proliférantes produisent des toxines dangereuses, et peuvent par exemple nécessiter l'interdiction de la baignade en cas de prolifération (cas des cyanobactéries). De plus, la décomposition de volumes importants de plantes mortes produit des gaz toxiques : c'est un phénomène régulièrement observé sur les plages des eaux côtières victimes de l'eutrophisation (cas des algues vertes).

Enfin, ce phénomène peut impacter de nombreux autres usages: les proliférations végétales peuvent rendre impossible l'accès aux milieux, contraignant la pratique de la navigation par exemple. Elles peuvent obstruer le matériel utilisé pour les prélèvements d'eau. Les risques toxiques liées aux proliférations peuvent aussi impacter la pisciculture ou l'élevage, lorsqu'ils provoquent des mortalités d'animaux.

**3-1-4-3 Des effets toxiques sur les êtres vivants**

À partir d'une certaine dose, les substances polluantes ont un effet toxique sur les êtres vivants. Cela signifie que, lorsqu'elles pénètrent dans l'organisme (essentiellement par ingestion, mais parfois par respiration), elles sont néfastes à sa survie ou sa santé. Une distinction est faite entre la toxicité aiguë et la toxicité chronique.

La toxicité aiguë est la réaction soudaine de l'organisme à une quantité importante d'une substance toxique. Elle peut entraîner la mortalité partielle ou totale des différents êtres vivants dans le milieu pollué. Parfois, elle ne provoque pas de mortalité mais réduit fortement la capacité des organismes à survivre à une autre perturbation.

La toxicité chronique est la réaction d'un organisme exposé sur une longue période à de petites quantités de substances polluantes. Elle fait suite à la présence régulière (voire permanente) de ces substances en faible concentration dans l'eau. Elle peut provoquer des maladies, des déficiences physiologiques (le dysfonctionnement d'un organe par exemple), mais peut aussi affecter la reproduction.

En outre, certains polluants ne sont pas biodégradables et s'accumulent tout au long de la chaîne alimentaire. Pour ces substances, même si elles se trouvent en petites quantités dans le milieu, sans conséquences sur les organismes, des effets toxiques peuvent s'observer chez les espèces prédatrices situées en haut de la chaîne alimentaire.

Des contrôles existent avant la commercialisation des produits pour éviter les risques : lorsqu'une pollution est avérée, la vente des produits est interdite. La santé est protégée, mais les activités économiques - la conchyliculture, la pisciculture, la pêche professionnelle - sont fortement impactées.

Dans le cas de la pêche de loisir, il n'y a pas de commercialisation, donc pas de contrôle : c'est au pêcheur lui-même de s'informer sur les risques éventuels dans les secteurs où il pêche.

**3-1-4-4 La contamination microbiologique des êtres vivants**

Une contamination microbiologique correspond à la présence dans l'eau de

bactéries, de parasites ou de virus pathogènes, c'est-à-dire capables de provoquer des maladies. Essentiellement d'origine fécale, leur présence dans l'eau est principalement liée au rejet d'eaux usées insuffisamment épurées dans le milieu. D'autres types de microbes peuvent aussi être transmis par la présence de cadavres d'animaux - dans un ruisseau par exemple. Dans les milieux stagnants, comme les plans d'eau, existent aussi des cyanobactéries : ces algues microscopiques ne transmettent pas de maladies, mais elles peuvent produire des toxines potentiellement mortelles.

Les organismes pathogènes transmis par l'eau provoquent généralement des diarrhées et des gastro-entérites, mais parfois des maladies dangereuses comme le choléra ou la salmonellose. La transmission à l'homme se fait par ingestion (lors de l'alimentation ou d'une baignade) ou à travers des blessures de la peau en contact avec de l'eau contaminée. Elle peut aussi intervenir en cas de consommation de coquillages - comme les moules ou les huîtres - qui concentrent les microorganismes dans leur chair. La surveillance de la qualité de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable ou à la baignade permet heureusement de limiter fortement les transmissions à l'homme.

### **3-4-2 Sur la santé**

L'identification de risque éventuel est liée à la présence d'un large spectre de

Pathogènes dans les eaux usées. Ainsi l'isolement de ces derniers, dans l'environnement (eau, sol, végétaux.....) est souvent pris comme risques pour la santé des populations avoisinantes. (**Boutin, 1981**)

Par ailleurs la transmission des pathogènes et l'intoxication par les substances chimiques peuvent avoir lieu selon deux modes ; par contact direct avec les eaux usées ou indirectement lors de l'ingestion des aliments qui fixent et amplifient le risque apporté par les eaux usées. Dans le milieu continental, le risque est souvent indirect, par la contamination des produits agricoles irrigués par les eaux usées, notamment ceux qui sont consommés crus.

### **3-4-3 Sur le sol**

Les propriétés du sol peuvent être modifiées par les pratiques d'épandage. La connaissance du SAR (Rapport d'Absorption du Sodium) de l'effluent, est alors importante. Il y a un danger si le SAR approche la valeur de 10 (DEGREMENT, 1989)

Outre la perte de sa structure par l'apport de fortes quantités en sodium et/ou en autres élément salinisant, le sol peut être le siège d'accumulation d'éléments traces au niveau des premières couches à cause de leur mobilité réduite ; ce qui peut conduire à la déstabilisation des équilibres biologiques et donc à la stérilisation progressive du sol (Amrouni, H., & Labaci, S. 2016).

#### **3-4-4 Sur l'atmosphère**

La collecte et le traitement des eaux usées entraînent également le rejet dans l'atmosphère de certains produits chimiques volatils, notamment le méthane, le dioxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de sulfure d'hydrogène, de thiol, du chlore (s'il est utilisé dans le processus de traitement).

Divers produits chimiques peuvent également être libérés dans l'atmosphère mais à des quantités moins élevées.

### **4- Notion de la réutilisation**

#### **4-1 L'objectif de la réutilisation des eaux usées**

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques. (David Ecosse, 2006)

#### **4-2 Avantages et inconvénients de la réutilisation**

##### **4-2-1 Avantage :**

- Prévention de la pollution des eaux de surface qui se produirait si les eaux usées étaient rejetées dans les cours d'eau ou les lacs.
- Conservation des ressources en eaux douces et leurs utilisations rationnelles, ce qui est d'une grande importance dans les régions arides et semi-arides comme la méditerranées.

- Accroissement de la fertilité du sol, puisque les effluents sont riches en éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium notamment) et permettent ainsi de réduire l'application d'engrais artificiels.

- Amélioration des caractéristiques physique du sol grâce à l'apport de matière organique.

### **4-2-2 Inconvénients :**

- Risque sanitaire lié à la présence des germes dans les eaux usées traités aussi bien pour le travailleur que pour le consommateur ;

- En raison de la salinité élevée de l'eau usée, il peut résulter certains effets négatifs sur le sol et sur les plantes ce qui entrainerait une chute de la production végétale et même une dégradation des sols par accumulation de sel ;

a- L'apport en quantité importante des doses de l'azote et de phosphore peut nuire la production agricole et contribue à la pollution des nappes :

b- Les sites d'utilisation doivent se trouver à proximité des stations d'épurations, c'est-à-dire dans les zones périurbaines peuplées ;

c- La réticence des usagers à utiliser l'eau usée, soit pour des raisons culturelles, soit parce que les cultures proposés sont de faible rentabilités économiques ;

d- Les rejets urbains ont des débits continus et presque constants durant l'année, alors que l'utilisation agricole est saisonnière et la demande est différente selon les saisons et les périodes de productions.

### **4-3 Les différents secteurs de la réutilisation des eaux usées traitées**

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins en eau dans le pays hydro-sensible.

Les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont :

#### **4-3-1 agricole**

L'utilisation d'eaux usées traitée en agriculture peut avoir des impacts positifs et négatifs sur l'environnement.

L'utilisation des eaux usées traitée a des effets sur les sols et les étendues d'eau (eaux de surfaces et eaux souterraines).

Les eaux usées traitée constituent une importante source d'eau et de nutriments pour de nombreux agriculteurs sous les climats arides et semi-arides. C'est parfois la seule source d'eau disponible pour l'agriculture. Lorsqu'elle est bien gérée, l'utilisation peut contribuer au recyclage des nutriments et de l'eau et ainsi à réduire le coût de l'amendement des terres ou simplement à le rendre accessible aux agriculteurs. Ce moindre recours aux engrais artificiels a par lui-même des conséquences sur l'environnement (On consommera, par exemple, moins d'énergie pour produire des engrais, on extraira des mines moins de phosphore, etc.).

#### 4-3-1-1 Phosphore

Le phosphore est un macronutriment végétal, rarement présent dans les sols sous une forme biodisponible pour les plantes et il est donc presque toujours nécessaire d'en rajouter avec les engrais. Cet élément est relativement stable dans les sols, dans lesquels il peut s'accumuler, notamment en surface ou à proximité de la surface. Les eaux usées contiennent normalement de faibles quantités de phosphore, ce qui rend leur utilisation pour l'irrigation bénéfique et n'entraîne pas d'impact négatif sur l'environnement (**Girovich, 1996**). Cet impact reste non préjudiciable même lorsqu'on épand des eaux usées contenant de fortes concentrations de phosphore (effluents provenant de laiteries, par exemple) sur des périodes prolongées (**Degens et al, 2000**). Cependant, comme le phosphore s'accumule à la surface des terres, il peut influencer sur la qualité des eaux de surface par le biais de l'érosion et du ruissellement.

D'après les prévisions, les réserves de phosphore accessibles devraient s'épuiser d'ici 60–130 ans (**Steen & Agro, 1998**). L'exploitation minière des phosphates détériore l'environnement car l'extraction des minerais s'effectue souvent à proximité de la surface, dans de grandes mines à ciel ouvert, laissant derrière elle un paysage dévasté. Environ 25 % du phosphore extrait des mines finit dans un environnement aquatique ou enterré dans une décharge ou autre puits (**Tiessen, 1995**). Il en résulte une eutrophisation des étendues d'eau, à l'origine de préjudices supplémentaires pour l'environnement. En outre, pour réduire l'eutrophisation due aux rejets d'eaux usées contenant du phosphore dans les eaux de surface, il faut mettre en œuvre dans les installations de traitement des

eaux usées, des procédés complexes et coûteux pour éliminer ce phosphore. Ainsi, l'utilisation d'eaux usées en agriculture permet de recycler le phosphore, de minimiser les impacts environnementaux et de diminuer les coûts de traitement des eaux usées pour satisfaire la réglementation environnementale (**EcoSanRes, 2005**).

#### **4-3-1-2 Potassium**

Le potassium est un macronutriment présent à forte concentration dans les sols (3 % de la lithosphère), mais il n'est pas biodisponible, car lié à d'autres composés. Il doit donc être ajouté dans les sols par le biais des engrais. Il faut approximativement 185 kg de potassium par hectare. Les eaux usées contiennent de faibles concentrations de potassium, insuffisantes pour couvrir la demande théorique en cet élément. L'utilisation d'eaux usées en agriculture n'entraîne normalement pas d'impact négatif sur l'environnement lié à l'apport de potassium (**Mikkelsen & Camberato, 1995**).

#### **4-3-1-3 Matières organique**

Non seulement, les eaux usées ajoutent des nutriments dans le sol, mais elles l'enrichissent en matières humiques par un apport de matières organiques qui accroissent l'humidité du sol, retiennent les métaux (par des échanges cationiques et la formation de composés organométalliques) et renforcent l'activité microbienne. Cette capacité à amender les sols donne aux eaux usées un avantage supplémentaire sur d'autres engrais artificiels. Les bénéfices observés dépendent de la teneur en matières organiques de départ des sols, qui varie de <1,2 % pour les sols pauvres à >5 % pour les sols riches. La plupart des composés organiques d'origine humaine, animale ou végétale contenus dans les eaux usées se décomposent rapidement dans les sols. Ce phénomène a été étudié de manière approfondie sur des systèmes de traitement sur sols aquifères. En conditions aérobies, la décomposition est généralement plus rapide, plus complète (en dioxyde de carbone, minéraux et eau) et s'effectue sur une plus grande variété de composés qu'en conditions anaérobies. Il se forme des composés organiques stables et non toxiques, tels que les acides humiques et fulviques. L'épandage d'eaux usées en conditions contrôlées (c'est-à-dire avec des débits d'irrigation maîtrisés ou par submersion intermittente) permet la biodégradation de centaines de kilogrammes de DBO par hectare et par jour, sans impact sur l'environnement (**Bouwer & Chaney, 1974**). Dans les cas où l'on rencontre des concentrations de DBO extrêmement élevées en association avec une forte

teneur en matières solides dissoutes totales, un bouchage du sol peut se produire.

Cependant, l'utilisation directe des eaux usées ou des eaux épurées de mauvaise qualité en agriculture présentent des risques pour l'environnement.

.Les eaux usées domestiques et les eaux usées industrielles ont des caractéristiques différentes. En général, l'utilisation d'eaux usées domestiques pour l'irrigation comporte moins de risque que celle d'eaux usées industrielles, en particulier lorsque ces dernières sont émises par des industries dont certains procédés utilisent ou génèrent des produits chimiques hautement toxiques, d'où de graves problèmes environnementaux et des dangers sanitaires pour les agriculteurs et les consommateurs de produits.

#### **4-3-1-4 Agents pathogènes**

Les eaux usées épurées peuvent contenir divers agents pathogènes (à savoir des bactéries, des helminthes, des protozoaires et des virus). Ces organismes peuvent contaminer les cultures, les sols, les eaux de surface et les eaux souterraines. D'un point de vue sanitaire, la présence d'agents pathogènes dans ces eaux sont généralement considérée comme le principal danger, en particulier lorsqu'on utilise pour l'irrigation des eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées sur des sols extrêmement poreux, minces ou fissurés, , avec une nappe phréatique proche de la surface (ou directement sous l'influence des eaux de Surface), des agents pathogènes peuvent contaminer l'aquifère. En général, les helminthes et les protozoaires, en raison de leur dimension relativement importante, sont éliminés plus rapidement par filtration dans les couches supérieures du sol. Néanmoins, on a détecté les protozoaires Giardia et Cryptosporidium dans les eaux souterraines de divers sites. Les virus et les bactéries sont plus petits que les helminthes et les protozoaires, de sorte qu'ils peuvent être plus mobiles dans le sol. Certains virus peuvent être transportés sur de longues distances dans les aquifères, tant verticalement qu'horizontalement.

#### **4-3-1-5 Métaux lourds**

L'utilisation d'eaux usées domestiques (traitées ou non) en agriculture entraîne une accumulation de métaux lourds dans la couche de terre arable (première couche de sol utilisée pour les cultures après labourage), sans effet négatif sur les cultures, même

en cas d'épandage sur des périodes prolongées (plusieurs décennies). L'utilisation d'eaux usées contenant des rejets industriels fortement chargés en métaux lourds conduit à une accumulation de métaux dans les sols et les cultures et a été mise en relation avec des problèmes de santé chez les consommateurs de cultures (**Chen, 1992 ; OMS, 1992 ; Yuan, 1993 ; Chang et al. 1995**).

#### **4-3-1-6 Matières solides en suspension**

Les matières solides en suspension dans les eaux usées peuvent boucher les infrastructures d'irrigation, en particulier si l'on utilise des buses d'aspersion ou si l'on irrigue par goutte-à-goutte. De plus, si ces matières ne sont pas biodégradables, elles peuvent aussi diminuer la percolation. Les matières solides en suspension provenant des bassins de stabilisation peuvent inclure des particules algales, qui enrichissent les sols en matières organiques et en nutriments après leur biodégradation.

#### **4-3-1-7 Sels**

L'accroissement de la salinité des sols est peut être l'effet négatif sur l'environnement le plus important de l'utilisation d'eaux usées en agriculture, car si cette salinisation n'est pas maîtrisée, elle peut entraîner à long terme une diminution de la productivité. La salinité est mesurée de manière indirecte par une série de paramètres, tels que la conductivité, le taux d'absorption du sodium, les concentrations de sodium et de chlorure et les matières solides dissoutes. La vitesse d'accroissement de la salinité d'un sol dépend de la qualité de l'eau et d'autres facteurs tels que la transmissivité de ce sol, sa teneur en matières organiques, le drainage des terres, le taux d'irrigation et la profondeur des eaux souterraines. Pour toutes ces raisons, il n'est pas facile de prédire les vitesses de salinisation, et il est plus efficace de surveiller périodiquement sur le site l'évolution de la salinité. Celle-ci peut influencer sur la productivité du sol de quatre façons:

- Elle modifie la pression osmotique au niveau de la zone de racines en raison de la forte concentration de sel.
- Elle entraîne une toxicité ionique spécifique (ions sodium, bore ou chlorure).
- Elle peut perturber l'absorption par les végétaux des nutriments essentiels (potassium et nitrates, par exemple), en raison de l'antagonisme avec les ions sodium, chlorure et sulfates.

- Elle peut détruire la structure du sol en provoquant sa dispersion et le bouchage des pores. Ce phénomène est aggravé aussi bien par les eaux de faible salinité que par les eaux à forte teneur en sodium, en relation avec les concentrations de calcium et de magnésium dans le sol. Il se reflète dans le taux d'absorption du sodium.

### 4-3-2 Paysager

L'irrigation paysagère également appelée réutilisation urbaine, consiste à irriguer notamment :

- Les terrains de sport ;
- Les espaces aménagés autour des centres commerciaux, immeubles de bureaux et établissements industriels;
- Les parcs.

### 4-3-3 Forestiers

Dans les pays occidentaux, c'est une pratique qui commence à se généraliser. En effet les zones irriguées concernent des zones vierges pour le reboisement.

### 4-3-4 Industrielle

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau pour l'industrie (**OMS, 1989**).

L'un des premiers cas dans le monde est une papeterie du Japon qui est fournie en eaux épurées depuis 1951. La réutilisation des eaux usées industrielle peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs (**Asanot. 1998**).

### Conclusion

Les eaux usées urbaines peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel aboutissant à des stations d'épuration dont ils doivent peut être perturbé le fonctionnement.

Pour cela on est appelé à préciser des normes de rejet pour protéger l'environnement contre impacts négative. Les normes doivent tenir compte des sensibilités des méthodes de dosage et des possibilités techniques de traitement. La connaissance de la composition des eaux résiduaire et leur paramètre essentiel pour assurer la pertinence du choix et du dimensionnement des filières de traitement appropriées. Bien que les gammes de concentrations des paramètres typiques des eaux usées soient globalement connues **(Belbachir S, Habbeddine S, 2017)**.

# Partie expérimentale

### Introduction

Dans ce chapitre, nous allons mettre en exergue les objectifs assignés à cette étude à savoir :

- L'impact des rejets de la station d'épuration de Tissemsilt sur le milieu récepteur
- L'analyse statistique descriptive de données enregistrées.
- Comparaison entre les données obtenues et les normes des rejets de l'OMS et l'OMS appliquée en Algérie.

### A-présentation de la zone d'étude

La wilaya de Tissemsilt présente une grande partie montagneuse à une vocation Agricole est dominée par l'arboriculture méditerranéenne. La céréaliculture et l'élevage rustique constituent des appoints non négligeables pour les montagnards de l'Ouarsenis.

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité moyenne de 93 habitants par Km<sup>2</sup> (**Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche**).



Figure N° 05: Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt (Google Maps).

## 1-Caractéristiques générales de la wilaya de TISSEMSILT

### 1-1 Situation géographique

La wilaya de Tissemsilt est située au Nord Ouest de l'Algérie ; à 250 Km de la capitale Alger. Elle couvre sur une superficie de 3 151,37 km<sup>2</sup> et s'étend au nord autour de l'imposant massif de l'Ouarsenis sur plus de la moitié nord de son territoire (60%).

Elle est limitée par :

- Au Nord, par les Wilaya d'AIN DEFLA et CHLEF.
- A l'Est, par la wilaya de MEDEA.
- A l'Ouest, par la wilaya de RELIZANA.
- Au sud –ouest, par la wilaya de TIARET. (**Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT**)

### 1-2 Climat

Le climat est de type continental, la moyenne annuelle des températures est de 18°. Le degré hygrométrique de l'air accuse une variation diurne de 15 à 20 %, ainsi qu'une variation annuelle sur la moyenne qui va de 60 % en été à 80 %. En hiver les pluviométries moyennes annuelles croissent avec l'altitude de 300 à 600 mm. Il pleut de 60 à 90 jours par an, surtout d'octobre à mars.

De fortes précipitations sur les versants sud de l'OUERSENIS où se situent les bassins versants des Oued DEURDEUR, ZEDDINE et FODDA, représentent une moyenne de 541 mm observée à la station de THENIET EL HAD et 472 à BORDJ BOUNAMA. La moitié sud de la Wilaya est faiblement arrosée, avec des totaux moyens annuels compris entre 300 et 400 mm.

(Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche ; 2019).

### 1-3 Evapotranspiration

L'évapotranspiration est comprise entre 1200 et 1400 mm, avec un maximum de 1410 mm à KHEMISTI, et un minimum de 1259 mm enregistré à THENIET EL HAD. **(Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche ; 2019).**

### 1-4 Le relief

Le territoire de la wilaya est constitué des zones montagneuses qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux 25%et dans une moindre mesure les steppes 10%.

La wilaya abrite le Parc national de THENIET EL-HAAD, connu par sa forêt de cèdres, le domaine forestier couvre 20 % du territoire de la wilaya. **(Direction général des forêts; 2019).**

### 1-5 Hydrographie

Conséquence d'un relief montagneux et très accidenté, un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de tissemilt. On y dénombre neuf bassins versants principaux avec cette particularité, qu'aucun d'eux n'est inclus intégralement sur son territoire et chacun s'étend à une des wilayas environnantes. **(Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT ; 2019).**

### 1-6 Les ressources en eau de la wilaya de TISSEMSILT

#### 1-6-1 Les Ressources en eau souterraines

Le volume d'eau exploité est évalué à 18,30Hm<sup>3</sup>/an dont: 10 Hm<sup>3</sup>/an est affecté à l'agriculture et 8,30 Hm<sup>3</sup>/an pour l'AEP de la wilaya à partir de 29 forages, 141 puits et sources. La moitié de ce volume exploité (04,30 Hm<sup>3</sup>/an proviennent de la nappe du SERSOU, wilaya de TIARET). **(Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT, 2019).**

#### 1-6-2 Les Ressources en eau superficielles

Le volume mobilisé des cinq barrages et des sept retenues collinaires dont la wilaya dispose est de 95,29 Hm<sup>3</sup>.

Le volume destiné à l'alimentation en eau potable est de 24 Hm<sup>3</sup>/an répartis comme suit : 16 Hm<sup>3</sup>/an à partir du barrage de KODIET ROSFA ; 1,5 Hm<sup>3</sup>/an à partir du BARRAGEBOUZEGZA et 6.5 Hm<sup>3</sup>/an à partir du barrage DEURDEUR.

- Le volume actuellement exploité pour l'alimentation en eau potable est 13.5 Hm<sup>3</sup>/an.
- Le volume destiné à l'irrigation est de 18,05 Hm<sup>3</sup> dont seulement 0,33 Hm<sup>3</sup>/an est exploité actuellement.
- Le volume exploitable des ressources en eau superficielles peut atteindre 34,5 Hm<sup>3</sup>/an, après l'achèvement de la réalisation de 04 retenues collinaires et la mise à niveau de la station de traitement de DEURDEUR. **Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT, 2019).**

#### 1-7 Secteur d'agriculture dans la wilaya de Tissemsilt

La Wilaya de Tissemsilt est à vocation agrosylviculture, elle dispose d'une SAU de 145.465 has et d'une superficie irriguée de près 2850 has sur un potentiel en sol irrigable de 15.000 has (ANIREF, 2011).

Le domaine forestier couvre 20% du territoire avec une superficie de 62.119 has.

Dans ce cadre, plus de 137 lots viabilisés allant de 600 M<sup>2</sup> à 3000 M<sup>2</sup> sont répartis en quatre zones d'activités et implantées sur des axes routiers importants :

RN14, RN60 et CW17 (ANIREF, 2011).

**Tableau N° 04:** quelques données statistiques sur le secteur

Secteurs	Population occupée
Agriculture et élevage	19 216
BTPH+ Hydraulique + Forêts	2 956
Industrie	994
Commerces Services	15000
Artisanat	760
Transport	1228
Administration	17 389
Autres	14099

DSAT 2020

## 2- STEP TISSEMSILT

### 2-1 Localisation De la Station

La station d'épuration de la ville de Tissemsilt situé dans la commune de Tissemsilt et Oued Bessem, la station de traitement et d'épuration (S.T.E.P) de Tissemsilt est située à 07 km de la ville de Tissemsilt sur la route d'Alger. Caractérisée par une activité agricole due à la présence de barrage de Bougara, cette station s'étale sur une superficie de 07 Hectare avec une altitude de 850 m (ANDI, 2013).



**Figure N° 06: STEP TISSEMSILT (Originale; 2019).**

Dotée en équipement de dernière génération, cette structure est destinée en premier lieu à préserver les eaux du barrage de Bougara situé à 8 km au sud de Tissemsilt. Cet ouvrage, qui recevait depuis longtemps les déchets (domestiques et toxiques) des deux communes de Tissemsilt et Ouled Bessem, vient à point nommé pour servir d'appoint aux autres opérations d'aménagement urbain dans la région de Tissemsilt. Selon le directeur de wilaya des ressources en eau, cet acquis permet le traitement de 16 000 m<sup>3</sup>/jour au profit de 85 000 habitants des communes de Tissemsilt et Ouled Bessem, avec comme objectif d'atteindre une capacité quotidienne de traitement de 27 000 m<sup>3</sup> à l'horizon 2025. La station contribue également à protéger le barrage de Bougara, à l'irrigation des terres agricoles environnantes sur une superficie estimée à 1 000 ha, outre la protection du grand bassin Zahrar (wilaya de Chlef) (ANDI, 2013).

## 2-2 Capacité du traitement des eaux usées

La station d'épuration de Tissemsilt a été conçue, en 2009 par le ministère de l'hydraulique, pour traiter un débit moyen de 1 125,00 m<sup>3</sup>/h avec une capacité maximale de 150 000 EH. C'est une station d'épuration à boues activées, prévue pour 850 000 habitants équivalents. En service réel depuis 2013, elle traite aujourd'hui la moitié des rejets des eaux usées déversées par la ville de Tissemsilt.

## 3- Identification du barrage du colonel Bougara

Le barrage du colonel Bougara est situé en aval du barrage Dahmouni sur le même cours d'eau de NharOuassel. Il est localisé entre les limites de la wilaya de Tissemsilt et de Tiaret sur trois communes Bougara et Hamadia de la wilaya de Tiaret et Tissemsilt de la wilaya de Tissemsilt.

Les travaux de réalisation du barrage ont été achevés en Mai 1991 sur la base d'un bassin versant d'une superficie de 454km<sup>2</sup>. Cette réalisation a permis la création d'un périmètre agricole irriguée de 798ha dont 89ha relevant de la wilaya de Tiaret et le reste appartenant à la wilaya de Tissemsilt.

Un réseau d'irrigation par gravitation a été installé pour desservir des exploitations agricoles des communes de Bougara, Tissemsilt, Khemisti et Layoune.

En plus de Nhar Ouassel, le barrage est alimenté par les eaux des précipitations et les eaux usées traitées provenant de la station d'épuration (STEP) de Tissemsilt avec un volume de 15.000 à 20.000m<sup>3</sup>/jour.

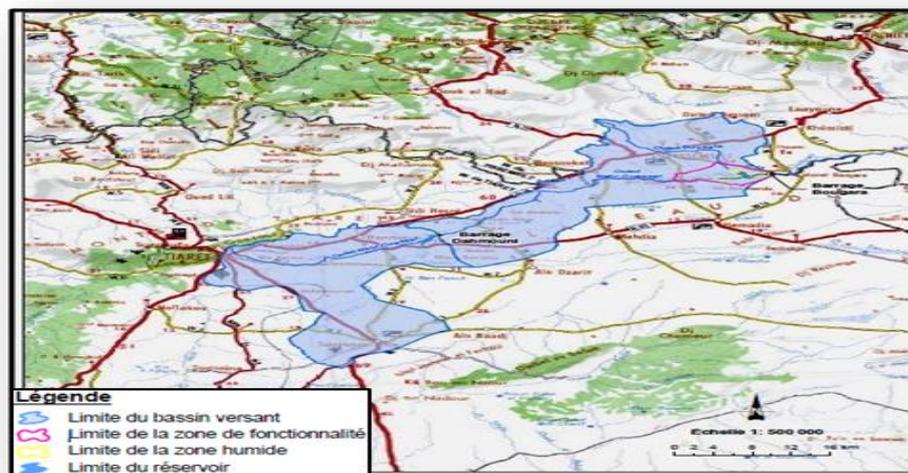


Figure N° 07 : localisation de barrage bougara

## **B-Méthodologie**

### **1-But de traitement**

Notre expérimentation consiste à analyser les eaux traitées de la station d'épuration de la wilaya de Tissemsilt en vue de connaître leurs qualités physicochimiques.

### **2-Site de prélèvement**

Pour les analyses physico-chimiques, 03 points de prélèvements pendant la période avril, mai 2021.ces points sont situés comme suite:

**a- A la sortie de la station**

**b- Au niveau de l'Oued**

**c- A la rentrée du barrage**

Les échantillons prélevés ont été conservés dans des préformes soigneusement étiquetés et hermétiques à l'air, préalablement rincer avec de l'eau à analyser (au moins 3 fois).

Ensuite, ils seront directement acheminés au laboratoire d'analyse.

### **3- Description des analyses physico-chimique de l'eau**

Les analyses physico-chimique consiste a la détermination des paramètres de pollution tels que le pH, température, conductivité, DCO, DBO5, MES.

Après avoir prélevé les échantillons, selon les conditions requises, les analyses ont été effectués directement et selon les protocoles préconisés (**Rodier et al, 2005**).

#### **3-1 Détermination du pH et de La température**

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. Il consiste à tremper l'électrode dans le bêcher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter le pH (**Rodier et al, 2005**) avec un appareil multi -paramètre de marque *HACK*.

Tableau N° 05 : Classification des eaux d'après leur pH

pH =5	<b>Acidité forte ==&gt;présence d'acides minéraux ou organique dans les eaux naturelles.</b>
pH=7	<b>pH neutre.</b>
7, pH, 8	<b>Neutralité approchée ==&gt; majorité des eaux de surfaces</b>
5, ph, 8	<b>Majorité des eaux souterraines.</b>
Supérieur à 8	<b>Alcalinité forte, évaporation intense</b>

STEP Tissemsilt

### 3-2 Mesure de la conductivité

Pour la détermination de la conductivité, nous avons utilisé un conductimètre.

Elle est déterminée après rinçage de l'électrode avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant l'échantillon à examiner ; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de la conductivité est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Le résultat de la salinité et du taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en ‰ et en mg/l (**Rodier et al, 2005**).



Figure N° 08 : Appareil de mesure de la conductivité

- **Mode opératoire**

Pour faire cette mesure, il faut :

1. Allumer l'appareil par le bouton "exit",
2. Attendre le signal de l'appareil,
3. sortir l'électrode de mesure de sa solution de conservation KCL à 3mol/l. La rincer avec de l'eau distillée
4. Plonger l'électrode dans le récipient qui contient l'eau à examiner en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée
5. Le temps de sa stabilisation peut varier de 1 à 3 minutes dépendant de la nature de l'échantillon.

### 3-3 Mesure de l'Oxygène dissous

L'utilisation de la méthode électrochimique nous a permis l'estimation simultanée de la température et de l'oxygène dissous. L'appareil utilisé est un oxymètre de terrain de marque HAC197i qui a une précision de  $\pm 0,01\%$ . La sonde électrolytique est plongée dans l'eau prélevée.



**Figure N° 09 : oxymétrie**

### 3-4 Les matières en suspension (M.E.S)

La méthode consiste à filtrer l'eau sur membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 05  $\mu\text{m}$  environ. La membrane est rincée, séchée et

pesée avant et après filtration La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matière en suspension dans le volume filtré correspondant (**Aminot et Kérouel, 2004**).

- **Mode opératoire**

Le dispositif de filtration est constitué d'une base support-filtre surmontée d'un entonnoir amovible entre lesquels est pincé le disque membrane filtrant. Un volume représentatif de l'eau (500 ml) de chaque échantillon est filtré à travers un filtre (Wattman GF/F, diamètre : 47 mm) préalablement conditionné et pesé. Pour éviter tout éclatement des mailles des filtres ou des cellules vivantes la filtration est toujours effectuée avec des dépressions inférieures à 300 mm de mercure (**Amin Chaussepied, 1983**).

Avant la filtration le disque filtrant est lavé (avec l'eau distillée), séché pendant 2h à l'étuve puis peser.



**Figure N° 10** : la pompe a vidé

**-Calcul et expression des résultats**

Les concentrations sont calculées selon la formule suivante :

$$[\text{M.E.S}] \text{ (mg/l)} = (\text{P2} - \text{P1}) / \text{V}$$

Où : **[M.E.S]** : concentration de la matière en suspension (mg/l).

**P1** : poids du filtre sec avant filtration (mg).

**P2** : poids du filtre sec après filtration (mg).

**V** : volume d'eau filtré (ml).

### 3-5 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène DBO est représentée par la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader la matière organique dans l'eau (Aminot et Chaussepied, 1983).

C'est une méthode manométrique avec des manomètres de marque OxiTop à affichage numérique qui se fixe directement sur le flacon de DBO. Il permet de mesurer la quantité d'oxygène consommée et qui est induite par la production de CO<sub>2</sub> absorbé par un piège à soude créant ainsi une dépression enregistrée par le manomètre. Cette dépression est liée par corrélation à la DBO en fonction du volume de l'échantillon.

**Tableau N° 06** : échelles de valeurs de DBO5

Situation	DBO5 (mg/l d'O <sub>2</sub> )
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

**STEP Tissemsilt**

- **Mode opératoire**

- La prise d'essai est de 250 ml.

- Introduire 250ml dans un flacon brun en verre contenant un Baro- magnétique.

Figure N° 11 : mesure de la DBO



- Mettre deux pastilles de soude (NaOH) dans un ruban en caoutchouc dans le goulot de la bouteille.
- Fermer les flacons par les têtes et mettre à 0.
- La température est équilibrée par un thermostat réglé à 20°C.
- Les échantillons sont incubés à l'obscurité dans une armoire thermorégulatrice fermée à clef pendant cinq jours.
- La lecture des résultats se fait selon la formule suivante :

$$\text{DBO5 (mg d'O}_2\text{/L)} = \text{Valeur lu} * \text{Facteur}$$

- Valeur lu : afficher sur la tête de chaque flacon.
- Facteur : un coefficient en relation avec le volume incubé

### 3-6 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de

dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier *et al*, 2005).

- **Mode Opérateur :**

1. secouer les kits pour mélanger le contenu
2. pipeter lentement 2ml d'échantillon
3. fermer le kit puis secouer pour mélanger la solution
4. chauffer les kits dans un bloc chauffant (minéralisateur) à 148°C pendant 2 heures, et ensuite laissés refroidir pendant environ 20 minutes.
5. Mettez les Kits dans le spectrophotomètre, qu'il va mesurer automatiquement.



**Figure N° 12 : mesure de la DCO**

### **3-7 Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Dosés selon la méthode de réduction au cadmium par passage sur une colonne de cadmium ; les nitrates sont réduits en nitrites. Le taux de nitrates exprimé en mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> est calculé par la différence des taux des nitrates et nitrites à la fois et du taux des nitrites.

- **Mode opératoire**

- 1- pipeter 1.0ml d'échantillon
- 2- pipeter lentement 0.2ml de la solution LCK 339
- 3- fermer la cuve et mélanger en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que mélange soit complet
- 4- attendre 15 min, bien l'extérieur de la cuve et mesurer avec spectrophotomètre

### **3-8 Ammoniac (NH<sub>4</sub>)**

Pour la réalisation de cette analyse on doit respecter les démarches suivantes en présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur et a une valeur de Ph environ 12.6.

Les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol. (Kits mesure Nitrates LCK3 en 302/303 avec l'utilisation de spectro- DR 3900).

- **Mode opératoire**

- 1- enlever délicatement la feuille de protection du « dosicap zip » détachable
- 2- dévissez le dosicap zip
- 3- pipeter 2 ml d'échantillon
- 4- vissez immédiatement le discicap zip ; dirigeant le cannelage vers le haut
- 5- secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat
- 6- attendre 15 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve mesuré.

### **3-9 Phosphate (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)**

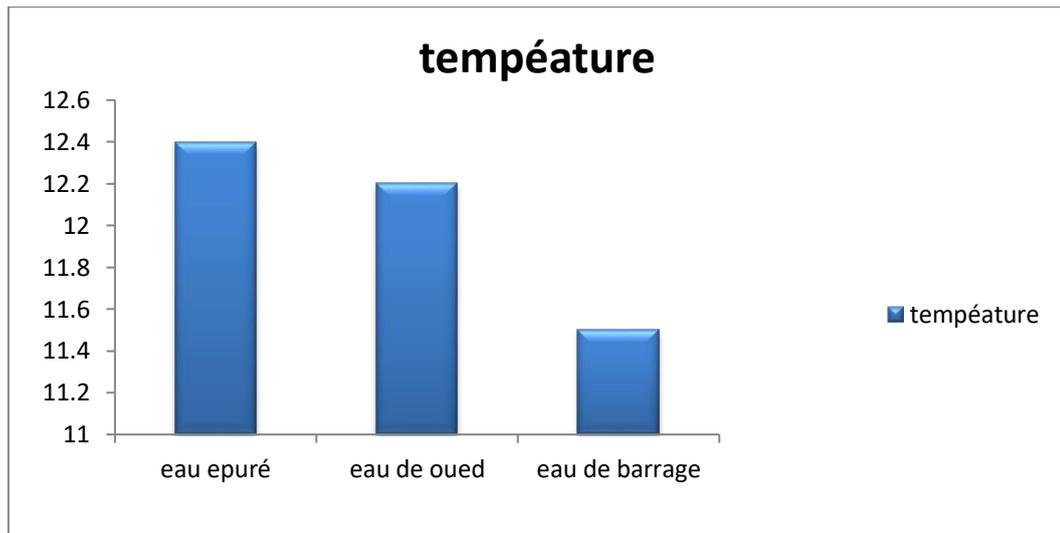
Considéré comme un élément indispensable pour mesurer une pollution et pour déterminé la valeur de ce dernier les ions phosphates réagissent en solution acide avec

les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène (kits mesure ortho / phosphate total LCK 34 avec colorimètre DR 3900).

### Résultats et discussions

Un ensemble d'analyses physicochimiques sont effectués au niveau du laboratoire de la station d'épuration de Tissemsilt suivant des modes opératoires classique. Les résultats obtenus sont extrapolés dans les figures ci-dessous.

#### 1-la température

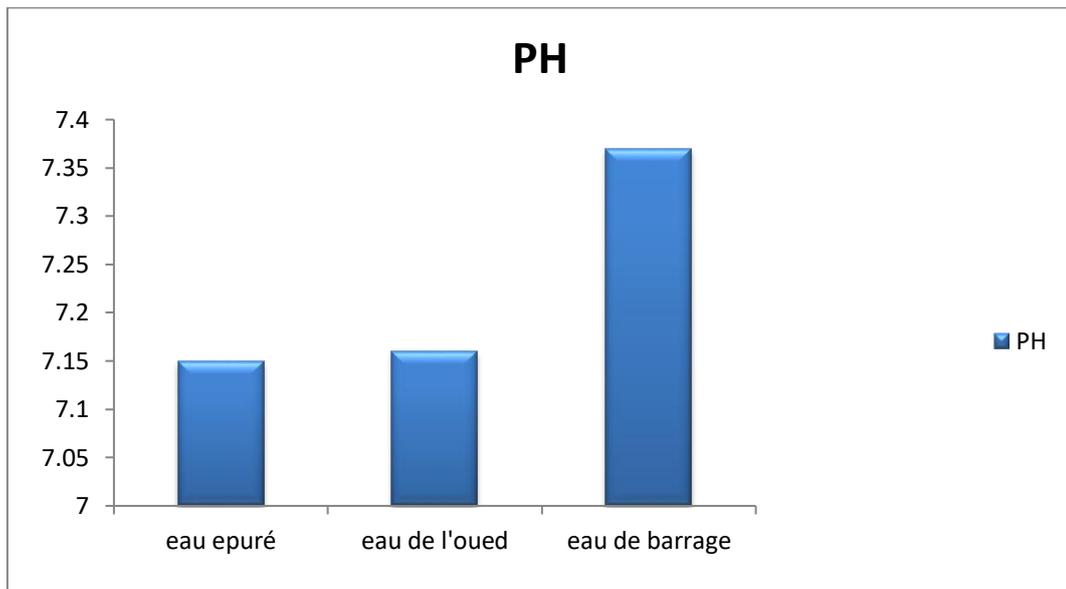


**Figure N° 13:** Valeurs des moyennes de température

Les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Moyenne de 12.4 C° a la sortie de la station, 12.2 C° dans l'oued et 11.5 C° au niveau de barrage. Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les valeurs de T° relevée à la STEP de la ville de Tissemsilt sont inférieures à 30C°. Elles sont donc conformes aux normes OMS ainsi que celle appliqué en Algérie, ce qui pourrait affirmer que ce paramètre permet le développement de la population bactérienne, et favorise la dégradation de la pollution organique. Ce dernier joue un rôle très important dans l'influence et le contrôle du processus chimique et biologique.

## 2- potentiel hydrogène ph

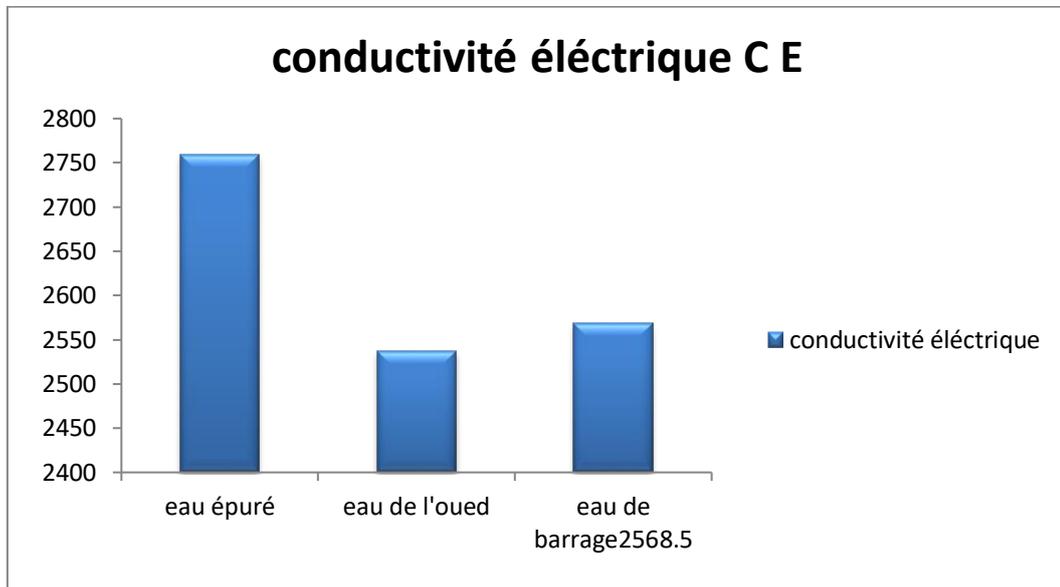


**Figure N° 14** : Valeurs des moyennes de PH

Les valeurs du pH obtenus des eaux épurées évacuées, varient entre 7.12 et 7.18 et pour l'entrée de barrage c'est entre 7.22 et 7.53; une légère augmentation du ph a l'entrée de barrage est due probablement a des rejets directs et non contrôlés dans l'oued. Les valeurs du pH relativement neutres sont comprises entre 6.5 et 8.5 sont considérées comme répondant aux normes des rejets.

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans des phénomènes complexes (coagulation, floculation) et il indique l'acidité et l'alcalinité d'une eau. D'après les résultats obtenus sur les teneurs du pH réalisés par la station se situent dans la fourchette des normes de rejet dans le milieu récepteur qui entre 6.5 et 8.5 ce qui nous permet de dire qu'il est favorable pour l'activité de la biomasse microbienne.

### 3- conductivité électrique

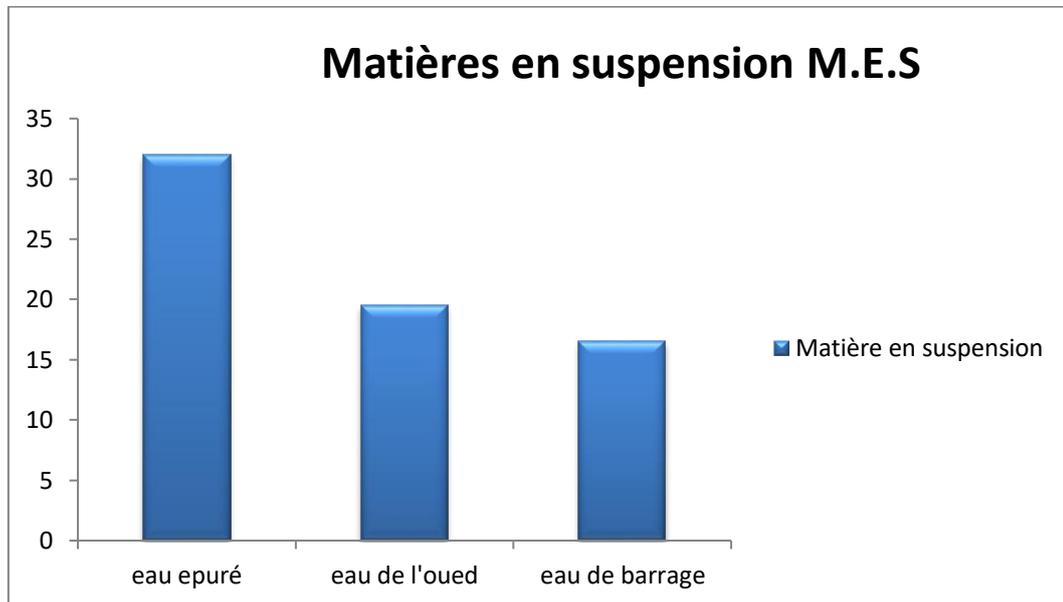


**Figure N° 15:** Valeurs des moyennes de CE

Les valeurs de la conductivité de l'eau épurée varient entre 2716μS/cm à 2803μS/cm avec une moyenne de 2759.5μS/cm, et celles de l'entrée de barrage varient entre 2522μS/cm et 2615μS/cm avec une moyenne de 2586.15μS/cm.

D'après les résultats obtenus nous constatons que les valeurs de la conductivité électrique sont excessivement élevées que ce soit pour l'eau de sortie de la station. Ces valeurs mettent en évidence une minéralisation relativement importante, et de haute salinité. Cela pourrait être expliquée par des rejets domestiques fortement minéralisés. Ce paramètre nous permet de dire que cette eau ne peut être utilisée pour irriguer les cultures sensibles aux sels ou dans les sols à faible drainage.

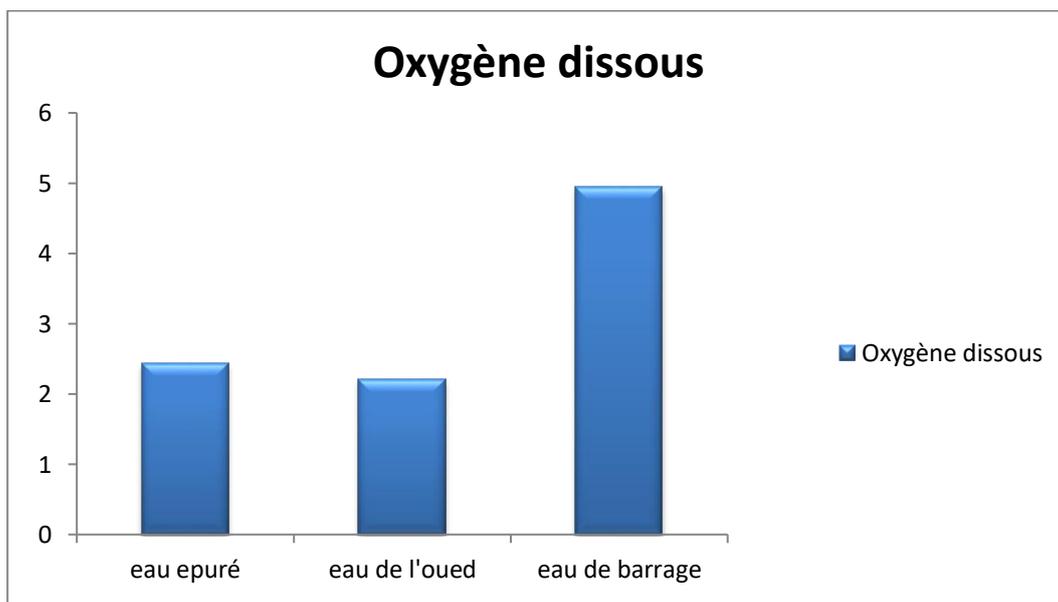
#### 4- Matières en suspension M.E.S



**Figure N° 16 :** Valeurs des moyennes de M.E.S

Les résultats montrent que les valeurs de MES à la sortie de la station se situent entre 30 mg/l et 34 mg/l ces concentration sont largement élevées .En ce qui concerne les eaux de barrage et de l'oued, le taux de MES varient entre 19.5 et 26.5 mg/l Ces faibles valeurs restent inférieurs à la norme OMS 30mg/l.

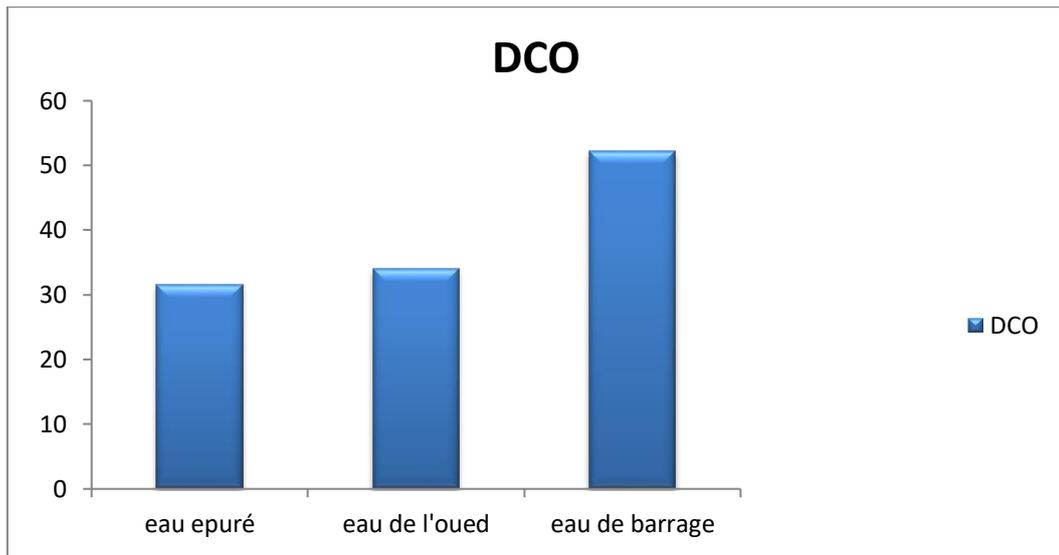
#### 5- Oxygène dissous



**Figure N° 17 : Valeurs des moyennes d'O<sub>2</sub> dissous**

Les valeurs montrent une augmentation de l'oxygène dissous au niveau de l'entrée de barrage 4.95 mg/l qui a un effet positive pour la faune et la flore du milieu récepteur et sont dans les normes des rejets de l'OMS 5 mg/l.

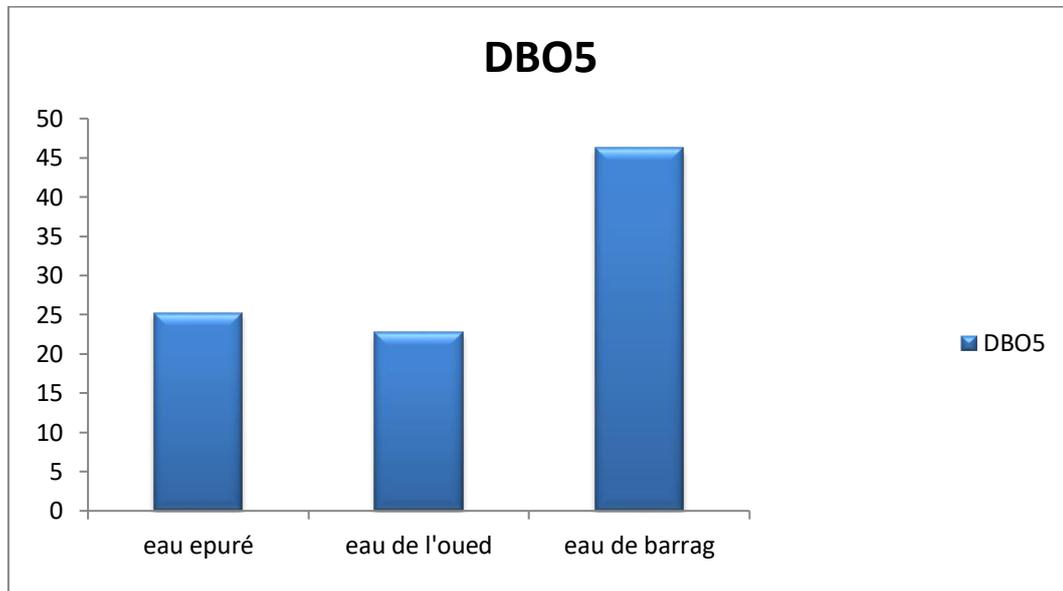
#### 6- Demande chimique en oxygène D.C.O

**Figure N° 18 : Valeurs des moyennes de DCO**

la DCO à la sortie de la station affiche des valeurs qui varient entre 31 mg/l et 32.2 mg/l, et à l'entrée de barrage entre et 53.3 mg/l. on remarque que toutes les valeurs sont proche de la norme de rejet qui est de 90mg/l.

L'abaissement de la DCO suite au processus de traitement efficace et cela s'explique par l'élimination d'une partie importante des matières organiques. Ce qui concerne ce paramètre (DCO) cette eau ne présente aucun risque sur le milieu récepteur.

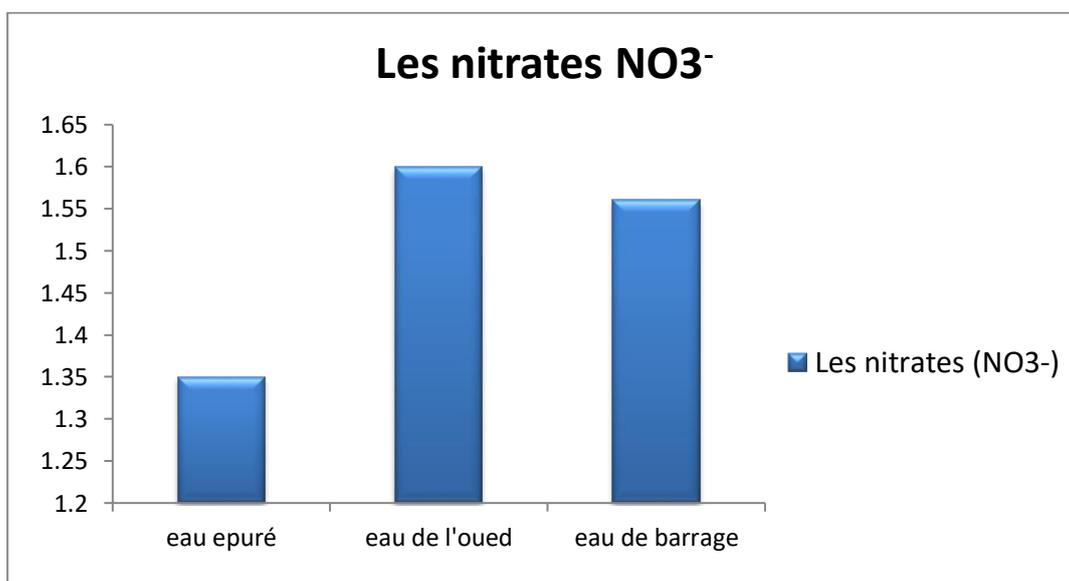
### 7- demande biochimique en oxygène D.B.O 5



**Figure N° 19** : Valeurs des moyennes de DBO5

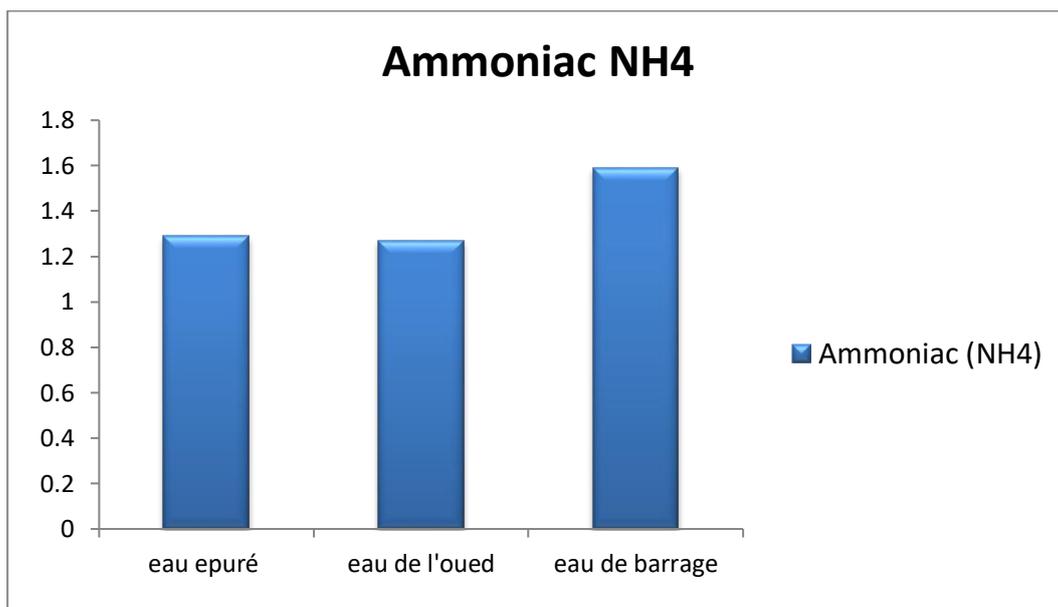
Les valeurs de DBO5 de l'eau épuré et eau de l'oued sont inférieures à la norme de l'OMS 30 mg/l mais les valeurs de l'eau de barrage sont légèrement supérieures aux normes de rejet, cela peut avoir des influences négatif mais sans danger sur le milieu récepteur.

### 8- Les nitrates et ammonium ( $\text{NO}_3^-$ )

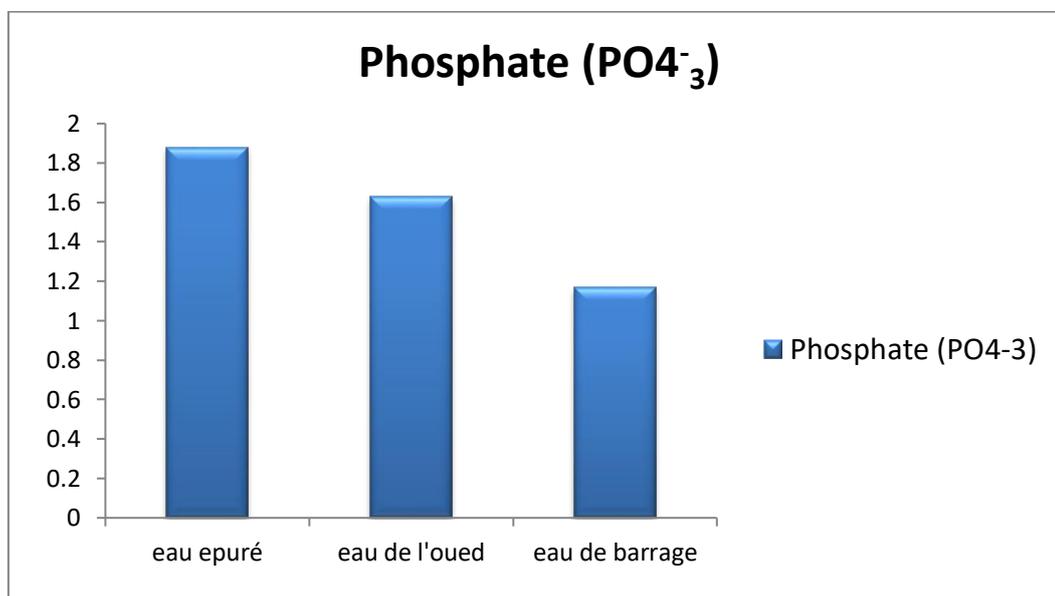


**Figure N° 20** : Valeurs des moyennes de (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les résultats obtenus dévoilent un taux élève des nitrates pour l'eau d'oued et à l'entrée de barrage, les valeurs sont largement supérieur les normes de l'OMS appliqué en Algérie 0.5mg/l et peut probablement entrainé un phénomène de l'eutrophisation au niveau du barrage.

**9-Ammoniac (NH<sub>4</sub>)****Figure N° 21** : Valeurs des moyennes de NH<sub>4</sub>

D'après les résultats obtenus toutes les valeurs obtenus de 1.29 a la sortie de la station et 1.59 a la rentrée du barrage ces valeurs sont supérieures aux normes des rejets OMS appliquée en Algérie 0.5mg/l peut être présente un danger sur le milieu récepteur.

**10- Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )****Figure N° 22** : Valeurs des moyennes de  $\text{PO}_4^{3-}$ 

Les valeurs montrent une diminution de concentration de phosphate a partir de sortie de la station jusqu'à l'entrée de barrage les valeurs varient entre 0.17 mg/l et 1.88 mg/l inférieur à la aux normes de rejet 2mg/l, nous déduisons ces eaux ne présente pas un danger sur les espèces.

# Conclusion Générale

### Conclusion générale

La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental capital. Les polluants que peut renfermer une eau usée peuvent avoir des origines diverses (l'industrie, l'agriculture, les ménages....

Les eaux usées sont traitées dans le but d'être rejetées en milieu naturel. Dans ce contexte ces rejets doivent respecter certaines normes de qualité afin de préserver d'avantage notre environnement.

Les polluants contenant dans une eau usée ou pas convenablement traitée peuvent occasionner des effets néfastes sur l'écosystème; une importante charge en matière organique et des éléments nutritifs azotés et phosphatés, peuvent provoquer l'eutrophisation et la baisse de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau des lacs ce qui présente une sérieuse menace pour les organismes aquatiques.

Ce travail s'inscrit dans l'objectif d'évaluer l'impact des rejets de la station d'épuration de Tissemsilt sur l'écosystème de la région de tissemsilt à travers l'appréciation de la qualité physico-chimique de l'eau dans trois points : la sortie de la station, l'eau de l'oued et à l'entrée du barrage de bougara.

Les résultats obtenus au cours de notre étude sur les données des paramètres physicochimiques au niveau de l'ONA Tissemsilt nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

Les valeurs du pH sont comprises entre 7.15 et 7.37 montrent que l'eau est de bonne qualité, cependant on a noté que les valeurs de la conductivité électrique sont plus au moins élevées entre 2759.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 2568.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Les paramètres relatifs à la pollution organique DBO5, DCO dans les trois points de prélèvement sont aux dessous de la norme OMS, et OMS appliquée en Algérie.

Pour l'évaluation de taux d'oxygène dissous, les différentes valeurs entre la sortie de la station (2.44) mg  $\text{O}_2/\text{L}$  et l'entrée de barrage (4.95) mg  $\text{O}_2/\text{L}$  montre qu'il y a une bonne oxygénation au niveau du cours d'eau.

Les résultats obtenus pour l'ammonium et les nitrates affichent des

concentrations que peuvent être dramatique et dangereuses pour la faune, les valeurs dépassent largement les normes de rejet Appliquée en Algérie qui est de 0.5 mg/l.

Au terme de cette étude et après ces analyses effectuées, nous pouvons dire que dans l'ensemble, les eaux épurées au niveau de la station de Tissemsilt répondent aux normes des rejets appliquées en Algérie dans les milieux naturels et donc ces rejets ne présentent aucun danger pour les cours d'oued Boukaala vers le barrage de Bougarra.

Enfin, nous recommandons fortement, pour éviter toute éventuel impact négatif des eaux épurées sur la région de ;

- Surveiller en permanence le respect de la réglementation en vigueur des rejets des eaux traitées dans l'écosystème naturel.
- Accomplir des testes de la qualité microbiologie des eaux rejetées dans l'environnement.

Améliorer les performances de la station d'épuration afin de garantir un traitement efficace des eaux usées de la ville de Tissemsilt.

# **Bibliographie**

### Références bibliographique

- 1- Aminot, A., & Kérouel, R. (2004). *Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses*. Editions Quae.
- 2- Aminot, A. Chaussepied, 1983. *Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin, 19p.*
- 3- ANDI 2013, Agence National De Développement Et Investissement, Année 1979.
- 4- ANIREF 2011, Agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière
- 5- Amrouni, H., & Labaci, S. (2016). *Contribution à l'évaluation des paramètres de traitement des eaux usées domestiques de la STEP Est de la commune de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 6- Asano T. (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475 p.
- 7- Asano, T., (1998). Waste water reclamation and reuse. Water quality. Management library, 1475 p.
- 8- Asano, H., Kawai, T., Kawahara, H., Sakairi, N., & Nishi, N. (1998). Dependence of purification process on the property of bacterial cellulose obtained by direct filamentation from culture media. *Kobunshi ronbunshu (Tokyo)*, 55(4), 207-211
- 9- Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2004). Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220 p.
- 10- BELBACHIR, S., & HABBEDDINE, S. *Etude d'un système d'épuration des eaux usées des localités de Nedroma et Ghazaouet* (Doctoral dissertation).
- 11- Boutin, C., Viallat, J. R., Cargnino, P., & Farisse, P. (1981). La thoracoscopie en 1981. *Acta Endoscopica*, 11(1), 29-44.
- 12- Bower, H., & Chaney, R. L. (1974). Land treatment of wastewater. In *Advances in agronomy* (Vol. 26, pp. 133-176). Academic Press.
- 13- Chocat, B. (1997). Le rôle possible de l'urbanisation dans l'aggravation du risque d'inondation: l'exemple de l'Yseron à Lyon/The potential role of urbanization in increasing the risk of flooding: the example of the Yzeron in Lyon. *Géocarrefour*, 72(4), 273-280.
- 14- Contribution à la caractérisation physico-chimie des eaux usées au niveau de la station d'épuration de Tissemsilt **mémoire.**

## Bibliographie

- 15- Contribution à l'étude de la qualité de traitement des eaux traitées au niveau de la station **mémoire** d'épuration de Tissemsilt
- 16- Degens, B. P., Schipper, L. A., Sparling, G. P., & Vojvodic-Vukovic, M. (2000). Decreases in organic C reserves in soils can reduce the catabolic diversity of soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(2), 189-196.
- 17- Devaux I, (1999). Intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse «Sciences de la Vie et de la Santé », univ. Joseph Fourier, Grenoble, 257 p.
- 18- Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT.
- 19- Direction général des forêts; 2019.
- 20- DSAT 2020 : direction service agricole TISSEMSILT, 2020
- 21- Duguet J-P ; Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- 22- Dumont, J. P., & Mazaudou, B. (1994). Une restructuration des réseaux d'assainissement pour une réduction de l'impact de la pollution sur le lac Lemane. *La Houille Blanche*, (1-2), 117-123.
- 23- Ecosse D, (2001). Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. «Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens, 62 p.
- 24- EMMANUEL, E., PERRODIN, Y., KECK, G., BLANCHARD, J.M., & VERMANDE, P. (2000). 5.4-Analyse statistique des données obtenues pour quatre paramètres de suivi des effluents hospitaliers: Utilisation des chlorures comme indicateurs de leur écotoxicité aiguë. *Gestion Intégrée de l'Eau en Haïti*, 183
- 25- Faby J.A et Brissaud F, 1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 p.
- 26- Faby, J. A., Brissaud, F., & Bontoux, J. (1999). Wastewater reuse in France: Water quality standards and wastewater treatment technologies. *Water Science and Technology*, 40(4-5), 37-42.
- 27- Fazio A, (2001). Principe et performances de la filière de traitement et de réutilisation des eaux résiduaires urbaines. Colloque de Noirmoutier, 10 p, 24 septembre.
- 28- <https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau>

## Bibliographie

- 29- [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/Volume2\\_index\\_fr.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/Volume2_index_fr.pdf)
- 30- Ghoualem-Saouli, H. (2007). *Evaluation de la charge polluante, traitement biologique des eaux urbaines la commune de Zeralda. Conception d'un pilote* (Doctoral dissertation, Alger).
- 31- Girovich, M. (1996). Alkaline stabilization. In *Biosolids Treatment and Management* (pp. 357-371). CRC Press.
- 32- Gomella., Guerrée, H., (1978). *Traitement des eaux publiques industrielles et privés*. Ed. Eyrolles, Paris, 262 p.
- 33- Landreau A, (1982). « 4e conférence internationale sur la planification et la gestion des eaux », Marseille, p.16, mai.
- 34- Lazarova V,(1999). (CIRSEE - Lyonnaise des Eaux), « Rôle de réutilisation des eaux usées pour la gestion des ressources: coûts, bénéfices et défis technologiques » ; « L'eau, l'industrie, les nuisances », n°227, pp.47-57, août
- 35- Lazarova V, (2003). L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux. *Techniques, Sciences et Méthodes*, N 9, p 64-85.
- 36- Litim,N. (2016). Le PNUE: Quel Rôle Joue-t-il pour l'Environnement? *Majallat al-Mufakkir*, 353(5724), p 1-10.
- 37- Mayet, P. (1997). Atmospheric pollution in the area of Vitry-sur-Seine and Alfortville; *Pollution atmospherique dans la zone dz Vitry-sur-Seine et d'Alfortville*.
- 38- Métahri, M., (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, 184 p.
- 39- Métahri, M., (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, 184 p.
- 40- Miquel G, (2003). «la qualité de l'eau et de l'assainissement en France» ed sénat pp 254-256. p 290.
- 41- Mikkelsen, R. L., & Camberato, J. J. (1995). Potassium, sulfur, lime, and micronutrient fertilizers. *Soil amendments and environmental quality.*, 109-137.
- 42- Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche).
- 43- OMS (2012) - Utilisation des eaux usées en agriculture. In : L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. PNUE, 225 p.

## Bibliographie

- 44- DIRECTIVES OMS POUR L'UTILISATION SANS RISQUE DES EAUX USÉES, DES EXCRETA ET DES EAUX MÉNAGÈRES
- 45- ONAT 2020, office national d'assainissement, TISSEMSILT, 2020
- 46- Paulsrud B et HARALDSEN S, (1993). Experiences with the Norwegian approval system for small waste water treatment plants. *Wat. Sc. Techn.*, vol. 28, n° 10, pp. 25-32.
- 47- PNUE / OMS, Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague,
- 48- Ramade, F. (2005). *Eléments d'écologie: écologie appliquée*.
- 49- Rejesk, F., (2002). *L'analyse des eaux*. Ed. Ressource par l'éducation nationale, France, 358p.
- 50- Rodier J. *L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. 8ème Edition. Dunod, Paris (2005).
- 51- Salghi R, *Différentes filières de traitement des eaux*, ed univ IZ Rabat, p.22, (2001).
- 52- SOW I. (2001) - *Eaux usées : Normes de rejet*. Docum. ISN 5, 27 p *Technique de l'ingénieur, traité environnement*, volume G1173, pp 1- 19.
- 53- Steen,I.(1998).Management of a non-renewable resource. *Phosphorus and potassium*, (217), 25-31.
- 54- SUSCHKA J, FERREIRA E. Activated sludge respirometric measurements. *Water Research*, 20, 2, 137-144, (1986).
- 55- WHO. World Health Organization, Health, (1989). *Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*. Technical Report Series No. 778. WHO, Geneva.
- 56- Yao Akpo, 2006 - les eaux usées domestiques ; - les eaux usées industrielles ; - les eaux usées agricoles.