

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences Techniques

Filière: Hydraulique

Spécialité : Traitement des eaux

Présenté par : KHEMICI Yamina

THEME

**Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une
eau usée épurée par un lit de plantes**

Soutenu publiquement le : Juin 2014

Devant le jury composé de:

| | | | |
|---------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| Mme. BELARBI D. | MAA | Président | U.K.M.Ouargla |
| Mme. BELMAABDI A. | MAA | Examineur | U.K.M.Ouargla |
| Mme. SAGGAI-BACHI O.E.K. | A R | Encadreur | C.R.S.T.R.A |
| Mr. SAGGAI S. | MAA | Co- Encadreur | U.K.M.Ouargla |

Année universitaire 2013/2014

REMERCIEMENT

Avant tout je remercie dieu tout puissant, de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier **SOFIAN SAGGAI** d'avoir accepté de m'encadrer sur le thème, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de m'apporter une attention tout au long de ce travail.

J'exprime aussi notre infinie gratitude à tous les enseignants de la faculté des **SCIENCES APPLIQUEES**, division : Hydraulique et Génie civil, pour leurs encouragements et leur soutien moral.

Je remercie La station de l'épuration des eaux usées le personnel (**ONA**) Touggourt pour sa contribution a travers les renseignements et les documents de mon étude et a leur tête madame *H²J²A Amina*.

En fin, j'adresse nos remerciements à nos familles qui ont fait tout pour nous mettre dans des bonnes dispositions afin que nous puissions accomplir ce travail.

KHEMICI Yamina

List de figure

| Figure | Titre de Figure | Page |
|------------|---|------|
| Figure (1) | Schéma général de l'épuration a boues activées | 9 |
| Figure (2) | Lagunage Natural | 11 |
| Figure(3) | Le prétraitement eaux usées | 13 |
| Figure (4) | Lagunage aéré | 13 |
| Figure(5) | Les filtres plantes de roseaux à écoulement vertical | 15 |
| Figure(6) | Les filtres plantes de roseaux à écoulement horizontal | 16 |
| Figure(7) | Localisation de la station WWG | 18 |
| Figure(8) | Schéma de la disposition des Plantes et Vue Globale de la Station WWG | 21 |

List la photo

| Photo | Titre de Figure | page |
|-----------|--|------|
| Photo (1) | Excavation du bassin WWG et son remplissage avec le béton. | 22 |
| Photo (2) | Placement des tuyaux dans le bassin WWG. | 22 |
| Photo (3) | Le système utilise des matériaux locaux | 22 |
| Photo (4) | Remplissage du bassin avec le gravier | 22 |
| Photo (5) | Plantation des espèces végétales | 22 |
| Photo (6) | Construction de la fosse septique | 22 |
| Photo (7) | Bassin WWG | 22 |
| Photo (8) | Etuve 45C ⁰ | 29 |
| Photo(9) | Etuve 37 C ⁰ | 29 |

Nomenclature

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| PH | Potentiel hydrogène |
| T°C | La température en degré Celsius |
| CE | La conductivité électrique |
| MES | Matière en suspension |
| DCO | Demande chimique en oxygène |
| DBO₅ | Demande biochimique en oxygène |
| NO₂⁻ | Nitrites |
| NO₃⁻ | Nitrates |
| PO₄ | Phosphores |
| NH₄⁺ | Ammoniaque |

SOMMAIR

| | |
|---|----------|
| List des figures | |
| List de photo | |
| Nomenclatureur | |
| Introduction | 1 |
| Chapitre 1 : Les eaux usées | |
| 1 Définition | 2 |
| 2 Types des eaux usées | 2 |
| 2.1 Les eaux usées domestique | 2 |
| 2.2 Les eaux usées ruissellement | 2 |
| 2.3 Les eaux usées agricoles | 2 |
| 2.4 Les eaux usées industrielle | 3 |
| 3 Paramètre physico-chimique et bactériologique des eaux usées | 5 |
| 3.1 Analyses physico-chimique | 5 |
| 3.1.1 Potentiel hydrogène (pH) | 5 |
| 3.1.2 La température (T) | 5 |
| 3.1.3 La conductivité électrique (CE) | 5 |
| 3.1.4 Matière en suspension (MES) | 5 |
| 3.1.5 L'oxygène dissous | 6 |
| 3.1.6 Demande biochimique en oxygène (DBO₅) | 6 |
| 3.1.7 Demande chimique en oxygène (DCO) | 6 |
| 3.1.8 Les nitrites les nitrates et les phosphates (NO⁻²) ; (NO⁻³) ; (PO₄) | 6 |
| 3.2 Analyses bactériologique | 7 |
| 4 Rapport de DCO /DBO₅ | 7 |
| Chapitre 2 : procédé d'épuration des eaux usées | |
| 1 L'épuration des eaux usées | 8 |
| 2 Les procédé d'épuration des eaux usées | 8 |
| 2.1 Procède de boue activée | 8 |
| 2.1.1 Définition | 8 |
| 2.1.2 Mode de fonctionnement | 8 |
| 2.1.3 Schéma général de l'épuration de boue activée | 9 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1.4 | Avantages et inconvénients à boue activée | 9 |
| 2.2 | Procède de lagunage | 10 |
| 2.2.1 | Définition | 10 |
| 2.2.2 | Type de lagunage | 10 |
| A | Lagunage naturel | 10 |
| A.1 | Définition | 10 |
| A.2 | Mode de fonctionnement | 10 |
| A.3 | Schéma général de lagunage naturel | 11 |
| A.4 | Avantages et inconvénients | 11 |
| B | Lagunage aéré | 12 |
| B.1 | Définition | 12 |
| B.2 | Mode de fonctionnement | 13 |
| B.3 | Schéma général de lagunage aéré | 13 |
| B.4 | Avantages et inconvénients | 13 |
| C | Lagunage macrophytes et microphytes | 14 |
| C.1 | Lagunage macrophytes | 14 |
| C.2 | Lagunage microphytes | 14 |
| C.3 | Les filtres plantes de réseaux à écoulement vertical | 15 |
| C.4 | Les filtres plantes de réseaux à écoulement horizontal | 15 |
| 2.3 | Procède d'épuration par plant | 16 |
| 2.3.1 | Lagunage macrophytes | 16 |
| 2.3.2 | Lagunage microphytes | 16 |
| 2.3.3 | Le bassin de finition hydrophytes | 17 |
| 2.3.4 | Avantages et inconvénients | 17 |

Chapitre 3 : Expérimentation

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Présentation de la station d'épuration (WWG) de vieux ksar de Témacine | 19 |
| 1.1 | Situation géographique | 18 |
| 1.2 | Climat | 19 |
| 1.3 | Historique de la station | 20 |
| 1.4 | Construction de la station | 21 |
| 1.5 | Rôle de lagunage par macrophytes | 23 |
| 1.6 | Matirial de travail | 23 |
| 1.6.1 | Fiche dexripives des espèces eutdiées | 23 |

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| 1.6.2 | Martiale de laboratoire | 26 |
| 1.6.2.1. | Analyse des eaux usées au laboratoire | 26 |
| A | Analyses physico-chimique | 26 |
| B | Analyses bactériologiques | 29 |
| | Résultats de discussion | |
| 1 | Caractéristiques organoleptiques | 30 |
| 1.1 | Couleur | 30 |
| 1.2 | Odeur | 30 |
| 2 | Caractéristiques physico-chimique | 30 |
| 2.1 | PH | 30 |
| 2.2 | La conductivité électrique | 30 |
| 2.3 | La température | 31 |
| 2.4 | Le matieres en suspension | 31 |
| 2.5 | La pollution azotée | 32 |
| 2.6 | La pollution organique | 33 |
| 2.6.1 | Demande chimique en oxygène | 33 |
| 2.6.2 | Demande biochimique en oxygène | 33 |
| 3 | Caractéristiques bactériologiques | 33 |
| | Conclusion | 34 |
| | Référence bibliographique | |
| | Annexe | |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La politique environnementale du monde, le développement durable implique pour l'homme une maîtrise de ses rejets domestiques et urbains.

L'épuration des eaux usées par d'épuration le différent procédé consiste à produire une eau usée épurée qui peut être réutilisée en secteur agricole ou rejetée dans la nature sans effet nocif sur les sols, les plants et l'être humain donc sur l'environnement.

Donc les plus pente des pays africain le recours aux procédés moins couteux et biologique devient de jour en jour une nécessité

Pour répondre aux besoins des petites collectivités ayant des contraintes techniques et Financières leur interdisant les systèmes techniques d'épuration classiques, on a vu apparaitre un système d'épuration rustique cette technique alternative utilise les lits filtrants plantés de plantes appelé macrophytes. En Algérie, cette technique d'épuration, par filtres plantés, a fait son apparition que tardivement.

En effet, ce n'est qu'en 2004 que le ministère des ressources en eau a procédé à la mise en place d'un système expérimental d'épuration des eaux usées basé sur un procédé naturel.

Dans la région de Témacine les eaux usées, sont rejetées soient dans le canal de Oued Righ, ou dans le lac. Néanmoins, l'infiltration des eaux usées vers les aquifères apporte avec elle une quantité de charges polluantes, notamment un cortège bactérien et chimique extrêmement nuisible au maintien de la santé publique. La consommation de l'oxygène par cette activité biologique, privilégie la croissance des populations de microorganismes anaérobies qui sont généralement néfastes.

Les objectif ce travail vérifier la qualité bactériologiques de cette eau produite

Chapitre 1:

Les eaux usées

1. Définition (Bachi, 2010):

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène , chargées de matières minérales ou organiques , pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique.

L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traité avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'ils ne causent pas de pollution de ces autres sources.

Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers est considéré comme de l'eau usée.

Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées.

2. Types des eaux usées (Husson, Gobert, 2012) :

Les eaux usées sont réparties en 4 catégories :

2.1. Les eaux usées domestiques : sont énumérées comme étant notamment celles issues des installations sanitaires, des cuisines, du nettoyage des bâtiments, des lessives a domicile, de certains petits établissements et qui sont destinées a être déversées dans une station d'épuration.

2.2. Les eaux de ruissellement : artificiel d'origine pluviale sont aussi considérées comme étant des eaux usées, si ce n'est qu'elles font, dans certains cas, l'objet d'un traitement séparé dans le cadre de leur évacuation.

2.3. Les eaux usées agricoles : sont des « eaux usées provenant d'établissements ou sont gardés ou élevés des animaux entraînant une charge polluante globale inférieure a un chiffre maximal fixe par le Gouvernement et qui ne sont ni des jardins zoologiques ni des ménageries permanentes ».

Parmi ces eaux, il faut distinguer :

- *Les eaux brunes :* eaux issues des aires non couvertes de parcours ou d'attente des animaux, souillées régulièrement par ces animaux.
- *Les eaux de cours :* eaux issues des aires en dur, souillées occasionnellement par les animaux lors de leur passage et par les engins agricoles lors de leurs manoeuvres, a l'exclusion de toute aire de stockage proprement dite.

- *Les eaux vertes* : eaux de lavage des sols de salles de traite.
- *Les eaux blanches* : eaux usées issues du lavage des installations de traite.

Ces eaux font l'objet d'un traitement particulier, et ne peuvent en aucun cas se retrouver à l'égout. Une exception existe toutefois pour les eaux blanches qui peuvent, exceptionnellement être envoyées à l'égout moyennant l'accord de l'organisme d'assainissement agréé.

2.4 . Les eaux usées industrielles : sont des eaux usées autres que les eaux usées domestiques et agricoles.

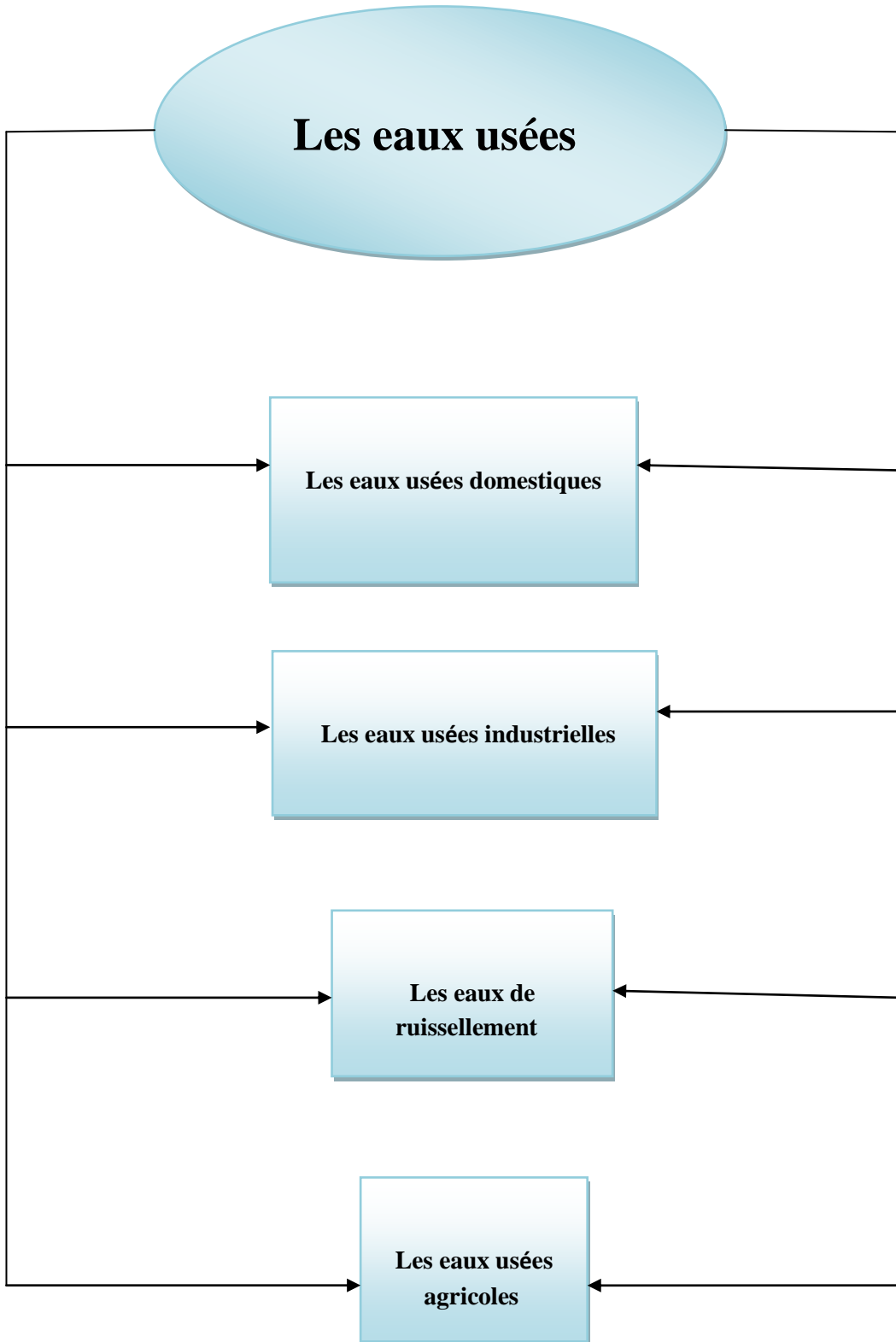
Les eaux usées

Les eaux usées domestiques

Les eaux usées industrielles

Les eaux de
ruissellement

Les eaux usées
agricoles



3. Paramètre physico-chimique et bactériologiques des eaux usées :

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques d'eaux usées ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration.

3.1 Analyses physico-chimiques (Hamdi ,2012) :

Les analyses physico-chimiques concernent le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO5) et L'oxygène dissous et Les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-) et les phosphates (PO_4^{3-}).

3.1.1. Potentiel hydrogène (pH) (Rodier, 1996) :

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H^+) de la solution, il est mesuré à l'aide d'un pH mètre.

3.1.2 .La température (T) :

Une température élevée cause une diminution de la solubilité des gaz (oxygène). C'est ainsi par exemple que l'augmentation de la température favorise l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation.

L'effet catalytique des enzymes en fonction de la température, passe par un maximum entre 33 et 35°C, mais toutes ces réactions consomment de l'oxygène, si leur importance augmente. Les réactions chimiques ralentissent avec la diminution de la température jusqu'à un seuil où elles s'arrêtent totalement (moins de 5°C), tandis qu'une température très élevée cause la mortalité des quelques espèces d'êtres vivants.

3.1.3. La conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine) de 1cm² de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m) : 1S /m = 10⁴ μS/cm = 10³ S/m. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'Origine d'une eau .

3.1.4. Matières en suspension (MES) :

La séparation des MES se fait par centrifugation. L'échantillon est mis en rotation à grande vitesse. L'application de la force centrifuge sur les particules solides permet de les rassembler dans le fond du tube sous forme d'un culot. Ce culot sera lavé, à l'aide d'eau distillée, placé sur un papier

filtre, puis mis à sécher à 105°C. Le résidu sec est ensuite pesé. Il correspond aux MES contenues dans l'échantillon. La teneur en matières en suspension dans l'eau (mg/l) est exprimée comme suit :

$$\frac{M_1 - M_0 \times 1000}{V} \text{ (mg/l)}$$

soit:

M₀ : masse du papier filtre avant utilisation (mg) ;

M₁ : masse du papier filtre après utilisation (mg) ; et

V : volume de l'échantillon (l).

3.1.5. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous (O₂) est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques .

3.1.6. Demande biochimique en oxygène(DBO₅) (Baumont, 1997):

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par une biomasse pour décomposer les matières organiques. Elle est mesurée à partir d'un DBO mètre, et exprimée en mg d'O₂/ l L'échantillon est incubé dans l'enceinte thermostatée à 20°C en présence d'air. Les microorganismes présents, consomment l'oxygène en provenance du volume d'air situé au dessus de l'échantillon. La mesure de cette perte en oxygène est effectuée durant cinq jours par le principe hydrostatique (changement de niveau de mercure).

3.1.7. Demande chimique en oxygène(DCO) :

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau

3.1.8. Les nitrites, les nitrates et les phosphates :

Ils sont dosés par colorimétrie, à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR/2000, qui donne par lecture directe, les concentrations de chaque élément. Le dosage des nitrites, nitrates et phosphates ont été réalisés au niveau du laboratoire de la station.

3.2. Analyses bactériologiques (Hamdi ,2012) :

Les analyses microbiologiques portent sur la recherche des coliformes totaux, les coliformes fécaux, les clostridium sulfito-réducteurs et les salmonella.

4. Rapport de DCO/DBO5 (Rodier ,1996) :

Les matières présentes sont caractérisées d'une part selon qu'elles sont des solides en suspension (matières en suspension – MES) ou qu'elles sont oxydables, soit par un oxydant chimique (demande chimique en oxygène – DCO), soit naturellement grâce aux processus biochimiques naturels, c'est-à-dire biodégradables (demande biochimique en oxygène – DBO). La DBO est mesurée de façon standardisée sur 5 jours, d'où l'appellation DBO₅.

En moyenne, par habitant et par jour, on compte :

90 g de matières en suspension (MES), 60 g de DBO₅, 120 g de DCO, 15 g d'azote total et 4 g de phosphore total. Le rapport moyen DCO/DBO d'eaux usées domestiques varie typiquement de 1,5 à 2,5

Le rapport DCO/DBO₅ est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique

Chapitre2 :

*Procède de l'épuration des
eaux usées*

1. L'épuration des eaux usées (Bachi, 2010) :

L'épuration consiste à éliminer les matières minérales et organiques en suspension et en solution, ainsi qu'un certain nombre de déchets divers afin d'obtenir une eau épurée, conforme aux normes de rejets (voir annexes). L'épuration des eaux usées a pour objectif de rejeter dans le milieu naturel des eaux d'une qualité suffisante que pour altérer le moins possible le milieu récepteur.

2. Les procédés de l'épuration des eaux usées :

- Boue activée
- Lagunage naturel
- Lagunage aéré
- Lagunage macrophytes et microphytes

2.1. Procédé de Boue activée

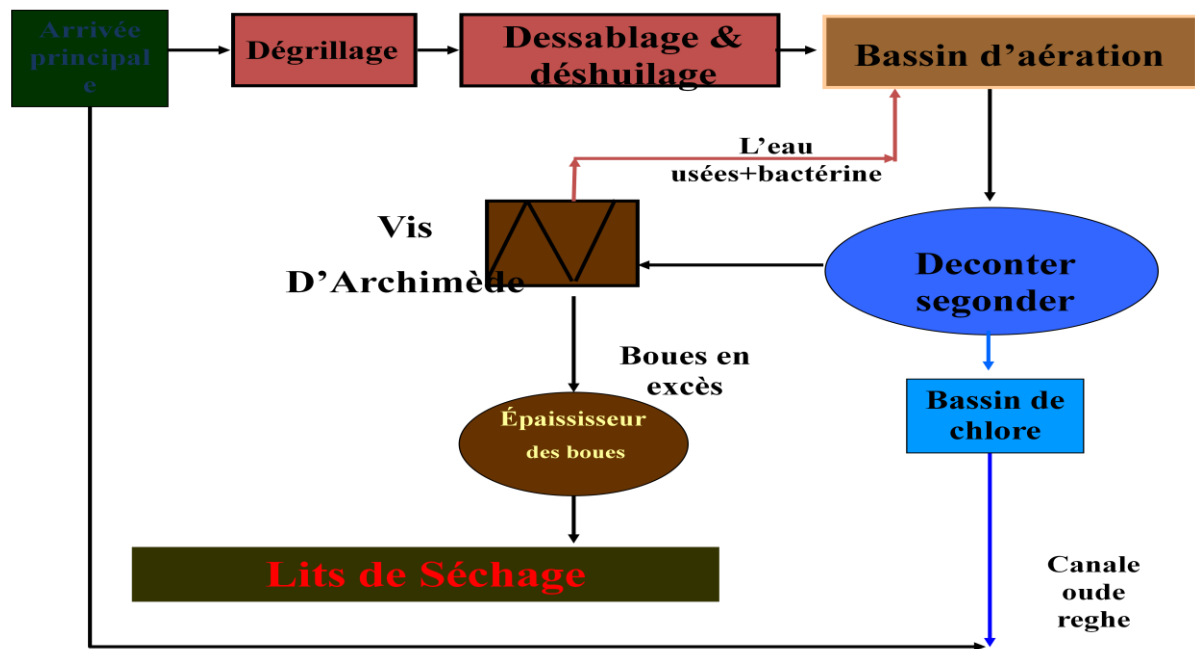
2.1.1. Définition (Canler, 1999):

L'épuration biologique des eaux usées par le procédé des boues activées repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération. Le développement des boues est assuré par un brassage, formé surtout par l'oxygène nécessaire aux réactions de minéralisations. L'oxygène est fourni artificiellement soit par insufflation d'air au sein du liquide, soit par un procédé mécanique d'agitation de fond et de surface.

2.1.2. Mode de fonctionnement :

- Prétraitement
- Epuration primaire
- Epuration secondaire
- Epuration tertiaire
- Séparation des boues et de l'eau

2.1.3. Schéma général de l'épuration de boue activée :



Figure(1) : Schéma général de l'épuration à boues activées

2.1.4. Avantages et inconvénients du procédé à boues activées (Perera et Baudot, 2001) :

Avantages

- adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites)
- bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification).
- adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles.
- facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.
- boues (cf. glossaire) légèrement stabilisées.

Inconvénients

- coûts d'investissement assez importants.
- consommation, énergétique importante.
- nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.
- décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser.
- forte production de boues qu'il faut concentrer

2.2. Procède de Le lagunage

2.2.1. Définition (Doulye, 2002) :

Le lagunage peut aussi être linéaire et avoir vocation de corridor biologique (utilisant un fossé ou ici une berge de canal, en bordure de la Deûle, en aval de Lille) .Le lagunage, est une technique naturelle d'épuration des eaux fondée sur la déséutrophisation. Le principe est de recréer des bassins « tampons » durant lesquels les eaux usées vont transiter, avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les phénomènes d'auto-épuration des eaux se font ainsi dans ces bassins, de grande surface, plutôt que dans le milieu naturel (lac, rivière) qui est ainsi préservé des conséquences néfastes de ce phénomène d'auto-épuration (la dégradation de la matière organique par les micro-organismes aérobies, entraîne une chute du taux d'oxygène dissous, ce qui a pour conséquence d'asphyxier la macrofaune et la microflore aquatique) .

2.2.2. Type de lagunage :

A-Lagunage naturel B-Lagunage aéré C-Lagunage macrophytes et microphytes

A. Lagunage naturel

Définition (Baritse, 1989) :

Sous climat tempéré, le lagunage naturel nécessite une superficie de 10 à 15 m² par équivalent-habitant. On compte sur une station de 2 à 5 bassins disposés en série (avec un optimum pour 3 bassins), profonds de 1 à 1,7 mètres où les effluents à traiter séjournent au total de 50 à 80 jours.

Mode de fonctionnement (Perera et Baudot.2001) :

Prétraitement

- **Bassin naturel**

Dans ce bassin, l'élimination des déchets passe par deux voies :

- La voie **physico-chimique** : naturellement des réactions chimiques ont lieu dans

L'eau entre les différents éléments minéraux déjà présents. Ces réactions tendent vers

Une certaine neutralité entre les différents composés ;

- La voie **microbiologique** : C'est le moyen le plus efficace où les déchets organiques sont progressivement dégradés par les bactéries.

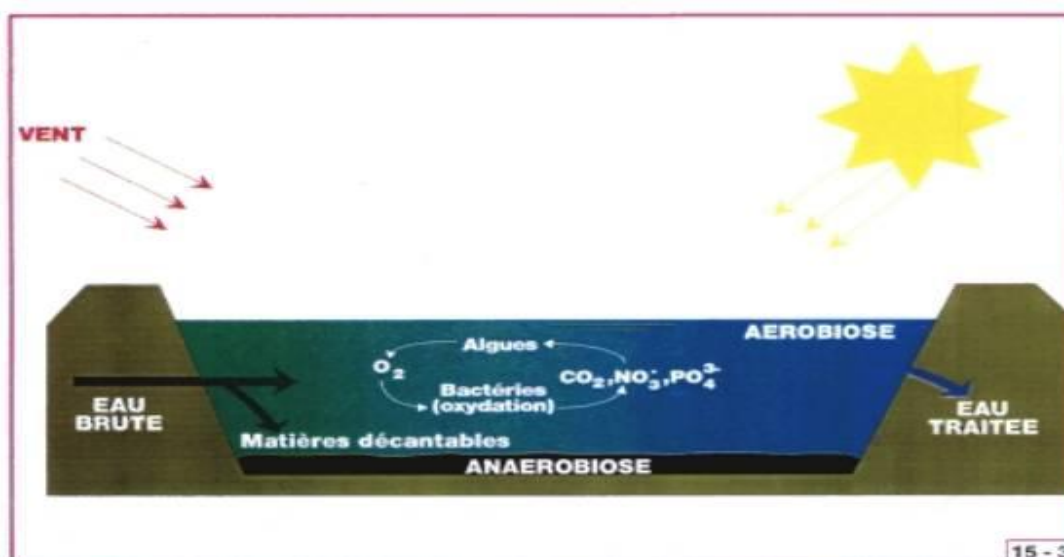
Ce sont les bactéries qui jouent le rôle principal dans l'épuration des eaux en éliminant la matière organique par un processus connu sous le nom de **minéralisation** : Cela consiste à dégrader de la matière organique complexe en composés minéraux simples grâce à l'activité d'un

enchaînement de micro-organismes (dans l'eau : essentiellement constitué de bactéries)

Matière organique $\xrightarrow{\text{Minéralisation}}$ Matière minérale

Cette minéralisation de la matière organique par les différentes bactéries permet la production d'eau, de sels minéraux (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}) et de gaz (CO_2 , H_2S , CH_4 , NH_3 ...), qui vont progressivement se diriger vers le second bassin (lagunage naturel). Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

Schéma général de lagunage naturel :



Figure(2) : lagunage naturel

Avantages et inconvénients de lagunage naturel :

Avantages

- Faible coût d'exploitation
- Bonne intégration paysagère
- Bonne élimination des pathogènes, de l'azote et du phosphore
- Production de boues moins importante (qu'une station classique de type " boues activées), très minéralisées et donc peu fermentescibles

- Système respectueux de l'environnement.

Inconvénients

- Difficulté et coût important de l'extraction des boues
- Qualité du rejet variable selon les saisons
- Matière en suspension importante en rejet (organismes planctoniques)
- Variations saisonnières de la qualité d'eau de sortie
- En cas de mauvais fonctionnement ou de mauvais entretien.

B. Lagunage aéré

Définition (Aerm, 2007) :

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène. L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air.

Dans l'étage d'aération, les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer. Ces micro-organismes sont essentiellement des bactéries et des champignons (comparables à ceux présents dans les stations à boues activées).

Dans l'étage de décantation, les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. Cet étage de décantation est constitué d'une simple lagune de décantation, voire, ce qui est préférable, de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément pour procéder à leur curage.

Mode de fonctionnement :

- **Prétraitement.**
- **Lagunes :**

Lagune d'aération : L'aération mécanique favorise le développement des bactéries au détriment de la population algale. Pour limiter les dépôts qui peuvent perturber le traitement et pour prévenir la formation d'algues microscopiques, il est nécessaire de surdimensionner les aérateurs.

Lagune de décantation : C'est le lieu de séparation physique des boues biologiques et de l'eau épurée. Cette lagune doit être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts de boues. La forme du bassin doit être rectangulaire avec un rapport longueur sur largeur de 2 à 3.

Lagune de finition : On peut y ajouter une lagune de finition de type mixte (microphytes et macrophytes) pour affiner le traitement notamment au niveau de l'azote, voire du phosphore. L'élimination de ces deux paramètres peut se faire également pour le premier au niveau d'un réacteur de nitrification avec recirculation d'une partie des effluents en tête de lagune primaire et pour le second par voie physicochimique .

Schéma général de lagunage aéré :



Figure(3) : le prétraitement eaux usées

Figure (4) : Lagunage aéré

Avantages et Inconvénients du lagunage aéré :

Avantages

- Accepte les variations assez importantes de charge organique ou hydraulique
- Accepte les effluents concentrés

- Accepte les effluents déséquilibrés en nutriments
- Bonne intégration paysagère
- Boues stabilisées
- Fréquence de curage espacée (tous les deux à cinq ans)

Inconvénients

- Nécessite un agent spécialisé pour l'entretien du matériel électromécanique
- Nuisance sonore possible
- Coût d'exploitation relativement élevé (forte consommation énergétique) .

C .Procède de Lagunage à macrophytes et microphytes

C .1. Lagunage à macrophytes

- **Définition (Doulye, 2002). :**

Le lagunage à macrophytes est effectué dans des bassins étanches en séries dans lesquelles on cultive la laitue d'eau. Les bassins sont en général totalement couverts de plantes qui maintiennent ainsi des conditions anaérobies de dégradation de la matière organique initiée dans le décanteur digesteur. Les boues qui remontent sont piégées par les racines des plantes où se développe une intense activité bactérienne. La fourniture d'oxygène au milieu se fait par l'intermédiaire des racines des plantes.

La profondeur optimale selon l'auteur est de 0,7 m, et la largeur conseillée est de 3-4 m pour faciliter l'accès et l'exploitation des bassins. Pour atteindre les performances des traitements classiques, l'auteur n'estime qu'une superficie minimale de 1,3 m² par Equivalent. Habitant est nécessaire. La durée de traitement des eaux usées est fixée à 8 jours pour atteindre une qualité minimale de l'effluent de 70 mg/l de DCO, 20 mg/l deDBO5, 10 mg/l de MES et une concentration de 8 mgO2/l en oxygène dissous. .

C.2. Lagunage à microphytes :

Définition (Bachi, 2010) :

C'est le système le plus simple. Un bassin de 2 m de profondeur est utilisé pour éviter l'installation de plantes autres que les algues unicellulaires. Il reçoit des eaux brutes, chargées de matières organiques, après un « dégrillage » et un passage dans un bac dégraisseur. La présence d'une pellicule grasseuse compromettrait le bon fonctionnement du système.

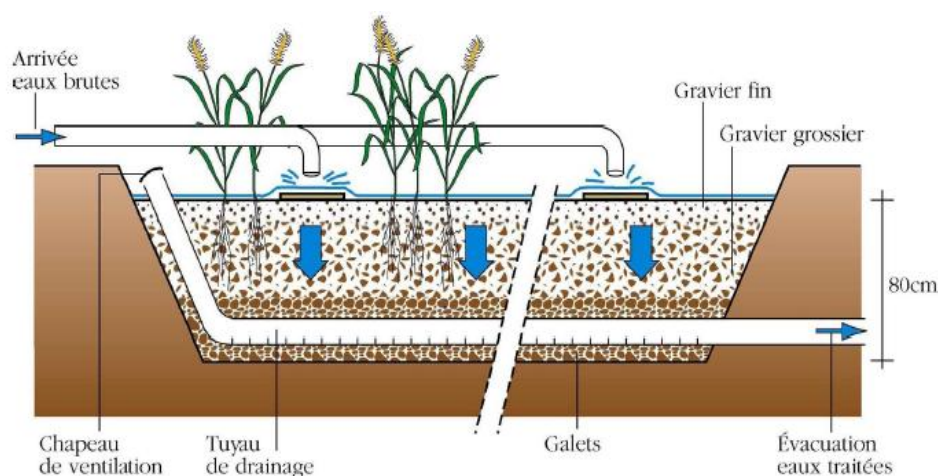
Ce traitement repose sur l'action combinée des algues unicellulaires et des bactéries. Grâce au rayonnement lumineux, les algues produisent de l'oxygène qui permet la

respiration et le développement des colonies bactériennes. Les bactéries, ainsi que certains champignons microscopiques dégradent la matière organique en azote ammoniacal. Celui-ci, dans un milieu bien oxygéné, se transforme en nitrates assimilables par les algues, tout comme les phosphates qui proviennent en majeure partie des eaux de lessives.

C.3. Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (Brouillet ,2008):

Le fonctionnement est aérobie et bassins alimentés en parallèle. Le premier étage est alimenté 3,5 jours et laissé au repos 7 jours, le second est alimenté 3.5 jours et laissé au repos 3 jours l'infiltration rapide. L'oxygénation est favorisée par la présence des roseaux et l'alimentation est réalisée par bâchées (apports ponctuels homogènes sur la surface du filtre).

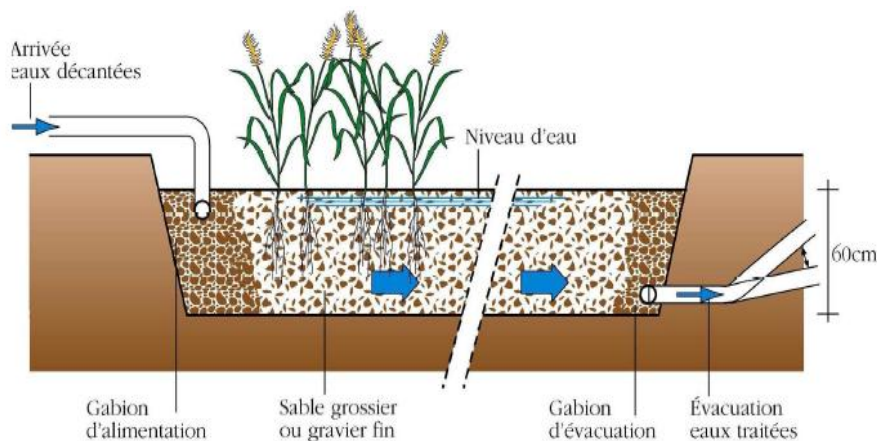
On utilise en général deux étages en série, chacun composé de plusieurs.



Figure(5) : Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical

C.4. Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal :

Le filtre est anoxique ou anaérobie. Il est saturé par un apport permanent d'effluent ayant obligatoirement subi un traitement primaire. Dans ce cas, on ne construit généralement qu'un filtre .



Figure(6) : Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal

2.3. Procède d'épuration par plante (chaib ,2002) :

➤ Le lagunage à microphytes :

C'est le système le plus simple. Un bassin de 2 m de profondeur – pour éviter l'installation de plantes autres que les algues unicellulaires – reçoit des eaux brutes chargées de matières organiques, après un « dégrillage » et un passage dans un bac dégraisseur. La présence d'une pellicule graisseuse compromettrait le bon fonctionnement du système.

Fonctionnement :

Repose sur l'action combinée des algues unicellulaires et des bactéries. Grâce au rayonnement lumineux, les algues produisent de l'oxygène qui permet la respiration et le développement des colonies bactériennes. Les bactéries – ainsi que certains champignons microscopiques – dégradent la matière organique en azote ammoniacal. Celui-ci, dans un milieu bien oxygéné, se transforme en nitrates assimilables par les algues, tout comme les phosphates qui proviennent en majeure partie des eaux de lessives. Les algues se multiplient alors dans le milieu et ainsi de suite.

➤ Le lagunage à macrophytes

Plantation de végétaux (scirpes lacustres, phragmites, massettes, iris, joncs) dans 0,60 m d'eau sur un substrat sablograveleux de 0,40 m d'épaisseur.

Fonctionnement :

Les végétaux fixent les colonies de bactéries sur la base de leurs tiges et leurs rhizomes (tiges souterraines), ce qui améliore les performances des organismes épurateurs. Par ailleurs, ils absorbent par leurs racines une partie (10 % environ) des sels minéraux –

nitrate et phosphate – issus de la décomposition de la matière organique présente dans les eaux usées.

➤ **Le bassin de finition à hydrophytes**

Lagune hébergeant des plantes poussant sous l'eau (hydrophytes) et servant de bassin de finition. Parmi les espèces utilisables, citons les fougères aquatiques du genre *Azolla*, assez difficiles à maintenir toutefois, la jacinthe d'eau, particulièrement efficace mais peu adaptée à nos climats, les renoncules aquatiques, les myriophylles, les cornifles, certains potamots, les élodées.

Fonctionnement :

Le séjour prolongé de l'eau au contact des hydrophytes permet une absorption importante de sels minéraux, ce qui évite l'eutrophisation du milieu naturel récepteur. L'oxygène émis par les plantes favorise l'oxydation des ions ammonium résiduels. Là où il n'existe pas d'exutoires satisfaisants, les eaux du bassin de finition peuvent être épandues de façon diffuse dans un système boisé qui servira de piège pour les nitrates résiduels.

Avantages et inconvénients

- les obligations de fauchage des végétaux compliquent la gestion (surtout pour les lagunes de grandes dimensions (conditions d'accès à toutes les parties de la lagune) sans que les performances n'en soient améliorées
- rapidité de la mise en route du processus. C'est pourquoi les lagunes à microphytes sont indispensables dans tous les systèmes de lagunage. Pour compléter l'épuration, il est bon de les faire suivre de bassins dédiés aux macrophytes.
- la plupart des macrophytes est capable d'assimiler les métaux lourds, toujours présents dans les eaux usées et nocifs pour l'environnement
- il convient d'« écrémer » la surface de l'eau si les colonies de lentilles deviennent envahissantes. Ces plantes flottantes n'ont pas un rendement épurateur intéressant, sauf pour le phosphore, et elles privent de lumière les végétaux épurateurs subaquatiques.

Chapitre 3 :

Expérimentation

1. Présentation de la station d'épuration (WWG) de vieux K'sar de Témacine

Ce bassin reproduit les conditions d'une zone humide naturelle avec de hautes capacités de traitement de la pollution. Les eaux à travers un lit de gravier planté avec des espèces dont les racines se nourrissent des éléments nutritifs de l'eau. C'est un système qui permet non seulement de traiter les eaux usées sans produits chimiques ni énergie mais aussi d'irriguer des plantes utiles, avec une durée de vie de 20 ans renouvelable, s'est bien entretenu.

Situation géographique (Anonyme, 2007) :

Témacine est une commune de la wilaya d'Ouargla qui se situe dans la région d'Oued Righ (figure7), au Sud-Est Algérien, aux points géographiques suivants : latitude : 33°01' Nord et longitude : 06°01' Est. Elle est limitée au Nord par Nezla, au Sud par Blidet amor, à l'Est par M'naguer et à l'Ouest par EL-alia. Sa superficie est de 300 Km², représentant 18% de la surface totale de la wilaya.

La commune de TEMACINE est constituée de quatre cités : Cité de Temacine (vieux ksar), Cité de Tamelaht, Cité de Lebhour, Cité de Sidi amer.

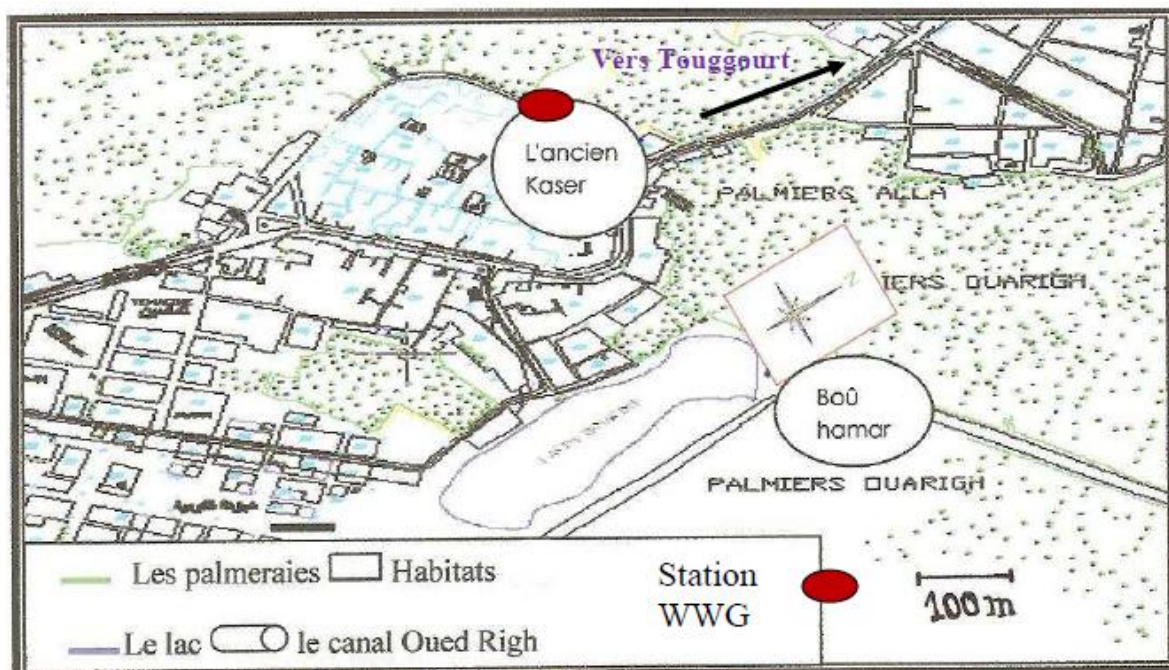


Figure (7) : Localisation de la station WWG (Anonyme, 2007).

Climat

Le climat de TEMACINE est de type saharien : un climat chaud et sec pendant la saison estivale durant les mois de mai à septembre, et froid du mois de décembre à février.

- **Température**

La température moyenne annuelle est de 22°C, avec 36°C pour le mois le plus chaud (juillet), et 11°C pour le mois le plus froid (janvier).

- **Précipitations**

La pluviométrie dans la région d'étude est très réduite et irrégulière à travers les saisons et les années (moins de 200 mm annuelles). Sa répartition est marquée par une sécheresse presque absolue, du mois de mai jusqu'au mois d'août.

- **Vents**

Dans la région de TEMACINE, les vents soufflent généralement du Nord-Est et du Sud. Ils se caractérisent par une vitesse moyenne annuelle de 3 m/s.

- **Evaporation**

L'évaporation est très importante, son intensité étant fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds (**Toutain, 1979**). La valeur maximale est de l'ordre de 371,2 mm au mois de juin et 51,8 mm comme valeur minimale au mois de janvier, avec un total annuel de l'ordre de 2000 mm /am

- **. Humidité**

L'humidité relative de l'air est faible. La moyenne annuelle est de l'ordre de 48,3 %, avec un maximum de 72 % au mois de décembre, et un minimum de 30 % pour le mois de juillet

- **. L'insolation**

L'ensoleillement est considérable à TEMACINE, il est de 269 h/mois, avec un maximum au mois de juillet, de l'ordre de 350 h et un minimum de omis de 200 heures

Historique de la station

C'est en 2004, à l'issue d'une rencontre pluridisciplinaire et multiculturelle organisée par Monsieur le Cheikh de la Zaouïa Tidjania de Témacine et l'Association SHAMS, afin d'envisager les conditions d'un développement et d'un avenir durable des Oasis Saharienne, que le bureau d'étude Institute of Ecotechnics et Wastewater Gardens / Division Espagne (WWG), suite à plusieurs échange avec des chercheurs de l'INRAA, ont gagné un appel d'offre pour la réalisation d'un système pilote de traitement des eaux usées par les plantes auprès du Ministère des Ressources en Eaux, Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (MRE/DAPE), pour un système traitant 15 m³/jour d'eaux usées d'origine résidentielles, en bordure de Vieux Ksar de Témacine.

La réalisation de l'unité fut prise en charge par la Commune de Témacine, les frais logistiques des bureaux d'étude WWG pour l'étude et la formation sur place, incluant la supervision des travaux de réalisation de l'unité ont été pris en charge par le MRE/DAPE et la Coopération Technique Belge (CTB).

En avril 2008 une offre est établie en réponse à une sollicitation du Ministère des Ressources en Eau à la Station Expérimentale de l'INRAA de Sidi Mahdi Touggourt, en vue de prendre en charge l'ensemble du suivi des aspects agronomiques de l'unité pilote du vieux Ksar de Témacine sur une période de deux ans.

L'objectif de ce travail est de réunir toutes les conditions agronomiques garantissant un développement optimal des végétaux et un contrôle de la qualité de l'eau et des produits issus du bassin de traitement.

La WWG de Témacine est dimensionnée pour traiter 15 m³ d'eaux principalement fécales par jour, correspondant à la production de 100 personnes plus ou moins à raison de 150 L/personne/jour.

La surface totale du bassin de traitement est de 400 m², le niveau de gravier dans le bassin est de 0,70 cm rempli par de l'eau de telle manière à ce que le niveau supérieur de l'eau soit de 10-15 cm au-dessous du gravier.

Le bassin WWG de Témacine comporte environ 941 plantes reconnues pour leurs capacités à vivre dans un milieu saturé d'eau : Laurier rose, Hibiscus, Cana, Papyrus, Grenadier, Jonc.

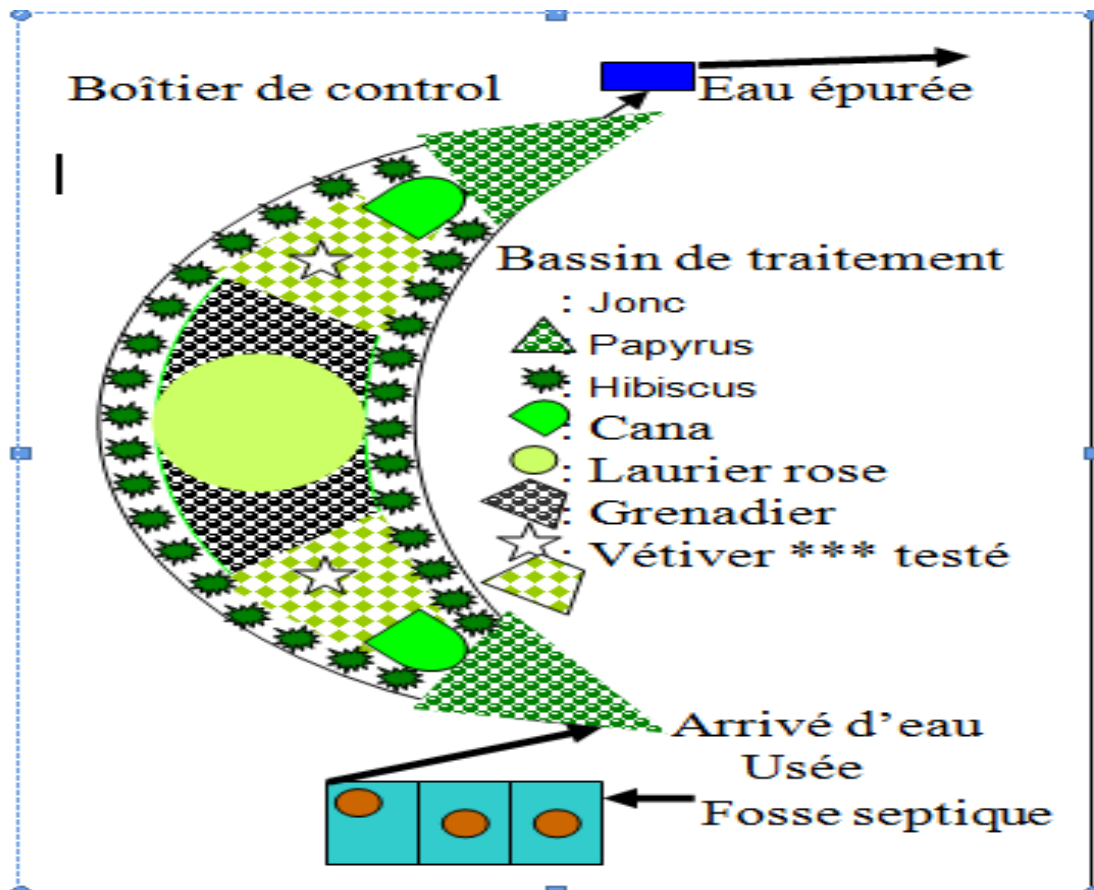


Figure (8) : Schéma de la disposition des Plantes et Vue Globale de la Station WWG

construction de la station:

Les travaux de construction de la station ont débuté au mois d'Avril 2007. Les différentes étapes de conception (photos 1, 2, 3, 4, 5, 6, et 7). Le système utilise des matériaux locaux :



Photo 1 : Excavation du bassin WWG



Photo 2 : Placement des tuyaux dans le
Son remplissage avec le béton.



Photo 3 : Le système utilise des matériaux
locaux



Photo 4 : Remplissage du bassin avec le
gravier



Photo 5 : Plantation des espèces végétales



Photo 6 : Construction de la fosse septique



Photo 7: Bassin WWG

Rôle Des Macrophytes (Fartas et Zeggane, 2011)

Les macrophytes contribuent indirectement à la dégradation des matières organiques de l'effluent brute, ces plantes disposent d'un système racinaire très dense qui améliore l'oxygénation des filtres, une condition sine qua non au développement des microorganismes adéquats. Poursuivant leur croissance même en hiver, les rhizomes assurent enfin le fonctionnement permanent de la station d'épuration limitant ainsi le colmatage des surfaces filtrantes .

1 .6. Marial de travail (Bachi, 2010):

Notre travail vise à analyser la qualité de l'eau avant et après l'épuration, ainsi que la composition chimique de certaines plantes dans le bassin d'épuration de la station WWG de Témacine. Les plantes choisies pour notre étude sont des plantes assez communes dans la région, ayant montré une certaine adaptation à ce milieu. Leur principale caractéristique est de pousser sur les berges des oueds, des drains et des lacs, tels que le jonc, le papyrus, le laurier rose, la canne, la massette, et l'hibiscus.

1 .6.1. Fiche descriptives des espèces étudiées

a. Le jonc (Chehema, 2006) :

Nom scientifique:

Juncus maritimus

Famille: juncaceae



Description:

Plante vivace pouvant dépasser 1 mètre de hauteur, avec des tiges nues, terminées par une pointe raide qui surmonte l'inflorescence. Ses feuilles partent toutes de la souche, sont raides dures et terminées en pointes. Les inflorescences sont d'un vert pâle, lâches, avec souvent un ou deux rameaux principaux nettement plus longs que les autres. Sa période de floraison est juin- juillet. Elle se développe dans les lieux humides, autour des points d'eau, des chotts et des drains. Elle pousse souvent en compagnie de phragmites. Elle est répartie dans tout le Sahara.

Utilisation : Intérêt pastoral : c'est un pâturage apprécié par les animaux d'élevage , Il constitue aussi une très bonne fibre de tissage fin.

b. La rose de chine

Nom scientifique:

Hibiscus rosa sinensis

Famille: Malvaceae



Description (Spichiger et al, 2002) :

C'est un arbuste qui peut atteindre 3 mètres de hauteur et autant de largeur. Les feuilles sont vert foncé et alternes, simples, ovales ou lancéolées, à bord denté ou ondulé. Les fleurs, généralement à symétrie centrale, sont isolées ou groupées en inflorescences. Les fruits sont des petites capsules déhiscentes composées de 5 valves contenant de nombreuses graines.

Sa période de floraison va du printemps à l'automne (mars à septembre). Elle habite les sols riches, drainés, plutôt frais. Son origine est de l'Asie du sud-est en zone tropicale .

Utilisation (Anonyme, 2007): La fleur est utilisée pour des produits de soin capillaires (cheveux). Elle est également parfois bue en tant que thé.

c. Balisier rouge (Spichiger et al, 2002) :

Nom scientifique:

Canna indica

Famille: Cannaceae



Description: Herbe vivace, à rhizomes. Ses feuilles sont alternes, spiralées, larges, elles ressemblent à celles du bananier, avec des nuances de couleur, du vert au pourpre. Elle mesure généralement moins de 1 mètre de longueur. Les inflorescences sont terminales, en épis ou thyrses, souvent bifores, sans bractée. Les fruits sont des capsules verruqueuses avec sépales. La plantation s'effectue au mois de mars avec une préférence pour avril. Elle aime les sols riches et humides. Son origine est l'Afrique et l'Asie tropicale .

Utilisation: Rhizomes utilisables dans l'alimentation de certains animaux.

d. Le laurier rose (Bruneton, 2005) :

Nom scientifique:

Nerium oleander

Famille: Apocynaceae



Description:

Le laurier rose est un arbuste d'environ 2 mètres de hauteur. Son feuillage est d'un vert foncé et allongé, il est persistant. Les Fleurs sont blanches, jaunes, rouges ou saumon, s'épanouissent de juillet à septembre. La plantation se fait d'octobre à avril. Son origine est le Proche-Orient. Il croit spontanément sur les berges rocailleuses des rivières. Il a besoin d'une situation ensoleillée et chaude, il apprécie en outre un sol bien drainé et riche .

Utilisation:

On le réserve généralement aux haies en pleine terre, ou à la décoration d'une terrasse.

E .La massette (Spichiger et al, 2002) :

Nom scientifique:

Tèypha angustifolia.

Famille: Typhacea

Description:

La massette possède des feuilles étroites (moins de 1 cm de large). Les parties femelle et mâle de son spadice sont espacées l'une de l'autre. La partie femelle est très allongée, plus étroite, et d'un marron très clair.



Utilisation : Les massettes sont communément collectées pour réaliser des bouquets secs.

f. Le papyrus

Nom scientifique:

Cyperus papyrus

Famille: Cyperaceae



Description (Anonyme, 2009):

Ce végétal est une herbe annuelle ou vivace qui mesure de 1 à 3 m et possède un rhizome ligneux rampant et aromatique. Les feuilles sont longues et en forme de quille étroite. Les tiges florifères élancées sont dépourvues de poils et douces au toucher. Son sommet se termine par une ombelle, composée de nombreux épis retombants, avec un verticille de huit feuilles.

C'est un végétal des lieux marécageux, spontané en Afrique tropicale et au Moyen-Orient, mais existe également en Sicile (**Boullard, 1997**).

Utilisation (Boullard, 1997). : Il permet la fabrication d'une sorte de papier à partir de la moelle de ses tiges trigones découpées en fines lamelles en suite juxtaposées et comprimées .

1.6.2. Martiale de laboratoire

1.6.2.1. Analyses des eaux au laboratoire

- **L'analyse physico-chimique**

- ✓ **La Température**

È équipement utilisé: pH mètre

Type: pH 315i ; SET

- ✓ **Potentiel hydrogéné (pH)**



- ✓ **È quipement utilisé:** pH mètre

Type: pH 315i ; SET

✓ **La conductivité électrique (CE)**

È équipement utilisé: conductivité mètre

Type: coud 315i /SET



✓ **L'oxygène dessous**

È équipement utilisé: Oxymétrie

Type: RS 232



✓ **Les minéraux NO^{-2} , NO^{-3} , PO^{-4}**

Equipements utilisé: Colorimètre

Type: DR 820

• **Les analyses biologiques**

✓ **La Demande Biologique en oxygène (DBO_5)**

È quipement utilisé: Appareil DBO_5

Type: Mf 120



✓ **La Demande Chimique en Oxygène DCO**

È quipement utilisé : Colorimètre, Réacteur

Type : HACH DR820, BOX 389



✓ **Les matières en suspensions (MES)**

È équipement utilisé:

Centrifugeuse et étuve, Balance d'analyse, Distillateur, Plaque chauffante

Type: D1600 u 25, Rs 2620, RS 4, CK 112



✓ **Les matières volatiles (MVS)**

È quipement utilisé: Four moufle, Balance d'analyse, Distillateur, Plaque chauffante

Type: MF 120, Rs 2620, RS 4, HACH DR820



✓ **Indice de Mohlman**

L'indice de Mohlman est le volume occupé après une demi heure de centetion par un gramme de boue un essai est alors exécute dans une éprouvette d'un litre que l'on remplit de liqueur mixte puis on note le volume de boues V (en cm³) eu bout de 30 minutes.

$$IM = V / P$$

Avec ; o : poids sec (en gramme) de boues contenues dans volume.

Une boue activée de bonne qualité a un indice de bonne qualité aune indice de Mohlman inférieur ou égal a 100 c'est à dire qu'elle a une teneur en eau inférieur a 99% avec 1% de matière solide.

- **Analyse bactirlogoiue :**



Photo (8): Etuve 45C⁰



photo (9): Etuve 37 C⁰

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. Caractéristiques organoleptiques

1.1. Couleur

D'après une simple observation d'œil, il est remarqué que l'eau à la sortie est plus claire, elle est moins claire au milieu et plus turbide (noire) à l'entrée. Ces observations indiquent la diminution des MES au niveau du bassin, ils sont conformes aux normes algériennes de rejet (couleur claire) (JORA, 1993), ce qui confirme l'efficacité du traitement dans l'élimination de la pollution particulaire.

1.2. Odeur

L'odeur des eaux des trois prélèvements au niveau des différents points, était désagréable mais à différents degrés. Ainsi l'odeur la plus désagréable était au niveau de la fosse septique, ceci n'est pas conforme aux normes algériennes de rejet (odeur inexistante pour les eaux traitées) (JORA, 1993). Cette mauvaise odeur est due à l'existence soit de produits chimiques ou de matières organiques en décomposition, ou de bactéries clostridium qui dégagent le H_2S (source de mauvaises odeurs) (Rodier, 1996; Ait Abdelouahab, 2001).

2. Caractéristiques physico-chimiques

2.1. pH

Le pH sert à quantifier la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau (Franck, 2002).

D'après le tableau (1), les valeurs de pH des eaux usées de la station oscillent entre 6,82 et 7,02. Ces valeurs sont conformes avec les normes de rejet algériennes ($6,5 < pH < 8,5$) (JORA, 1993).

2.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique est exprimée en mS/cm, mesurée à 25° C. C'est un des paramètres généralement le plus mesuré, en particulier dans les régions arides et semi-arides, pour estimer la valeur totale en sels solubles dans l'eau. La salinité est probablement le

paramètre simple le plus important, qui détermine le système de culture et la gestion des terres irriguées avec l'eau usée (FAO, 2003).

D'après le tableau(1) la valeur maximal 3,53 mS /cm mois mai, la valeur minimale 2,93 ms /cm

2.3 . La température

La température des eaux usées constitue un des paramètres influençant leur composition (effet sur la solubilité des sels). Elle favorise aussi la formation d'une biomasse bactérienne importante. La température élevée, freine également la vie de la flore et de la faune aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique, verront leurs activités vitales ralenties (Meink *et al*, 1977; Harzouli *et al*, 2007).

Les valeurs de température durant notre expérimentation, ont tendance à baisser en s'orientant vers la sortie de la station Les moyennes de température des différents points de prélèvement, diminuent de la fosse septique vers le boîtier de contrôle.

Les températures de l'eau est 26,3°C au mois d'avril et 24°C. Ces valeurs ne sont pas conformes aux normes algériennes de rejet (30°C) (JORA, 1993). Cette variation est en relation avec la température de l'atmosphère.

2.4. Les matières en suspension :

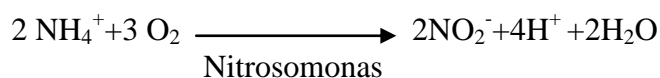
Les teneurs de matières en suspension, des prélèvements effectués à différents points de la station, diminuent en allant de l'amont vers l'aval, avec une valeur maximale de l'ordre de 343 mg/l, enregistrée au niveau de la fosse Septique. La valeur minimale enregistrée à la sortie de la station est 24 mg/l. Le rendement était de 93% pour les deux mois, ce taux explique l'efficacité de ce genre de procédé d'épuration. Et ce qui confirme ça c'est les résultats obtenus au niveau du boîtier de contrôle (à la sortie), qui sont conformes aux normes algériennes de rejet (30mg/l) (JORA,1993) .

Dans tous les prélèvements, nous remarquons une diminution de teneur en MES au niveau du bassin WWG. Cette diminution s'explique par les filtres utilisés à base de liff au niveau de la fosse septique. Au niveau du boîtier de contrôle, nous notons une chute de teneurs de MES, due aux matériaux de remplissage (gravier) utilisés dans le bassin et les racines des macrophytes qui jouent le rôle de barrière physique, freinant le transport des MES vers la sortie du bassin et contribuant ainsi à leur décantation et digestion dans les sédiments (Wolverton, 1987).

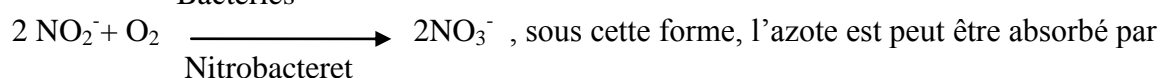
2.5 La pollution azotée

L'azote présent dans l'eau se trouve sous deux formes : Minérale, principalement sous forme d'ions ammoniums (NH_4^+), d'ions nitrites (NO_2^-), et d'ions nitrates (NO_3^-) d'ions nitrates (NO_3^-). Les nitrates (NO_3^-), sont des ions minéraux nutritifs, fortement solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes, et que l'on retrouve souvent en grande quantité dans les eaux des nappes souterraines (**Bouziyani, 2000**).

Bactéries



Bactéries



, sous cette forme, l'azote est peut être absorbé par toutes les plantes (**Blifert et Perraud, 2003**).

D'après le tableau (1), les moyennes des teneurs en NO_3^- dans l'espace et dans le temps, avec la valeur maximal 33mg/L enregistrée au niveau de la fosse Septique, la valeur minimal 19,4 mg /l enregistrée sortie de la station, le rendement était de 33% au mois d'Avril et 15% au mois de Mai donc des rendements faibles et la station dans ce cas n'est pas relativement efficace en matière d'élimination des nitrates.

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (**Rodier, 1996**).

D'après le tableau (1), les moyennes de concentration en ions NO_2^- , enregistrées en fonction de l'espace et du temps, avec la valeur maximale 0,0042 mg /l au niveau de la fosse septique, la valeur minimale 0,001mg/l enregistrées sortie de la station. Donc un rendement de 97% pour les deux mois.

Généralement, les faibles doses de nitrites dans l'eau de la station de l'entrée à la sortie, peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports (**Franck, 2002**). Les valeurs des ions NO sont conformes algériennes de rejet.

2.6. Pollution organique

Parmi les paramètres utilisés pour évaluer la pollution organique des eaux usées, nous citeront la DBO5 et la DCO.

2.6.1. La demande chimique en oxygène :

La DCO s'exprime en mg/l d'oxygène et correspond à la quantité effective d'oxygène nécessaire pour oxyder dans les conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné (Moll, 2002).

D'après le tableau (1), la valeur maximale 295 mg /l d'oxygène dans la fosse septique, et la valeur minimale 25 mg /l enregistrées sortie de la station, le rendement était 89,79% au mois Avril avec rendement fort. ces valeurs sont inférieures aux normes algériennes admises aux rejets (120 mg/l) (JORA, 1993).

2.6.2. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel correspond à la consommation d'oxygène qui en résulte. La détermination de la DBO5 a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets (Franck, 2002).

D'après le tableau (1), la valeur maximale 154mg /l enregistrées au niveau de la fosse Septique, la valeur minimale enregistrées à la sortie de la station, le rendement était 90,84% au mois Avril la station d'élimination bien en matière organique, Ces résultats sont supérieurs aux normes algériennes admises au rejet (40mg/l) (JORA, 1993).

Le rapport DCO /DBO5 est compris entre 1,72 et 1,91 indiquant une biodégradabilité facile. Ce rapport indique également que cette eau est une eau usée domestique où ce rapport est généralement compris entre 1,5 et 2, pouvant atteindre 2,5 à 3 sans inconvénient sensible (Moll, 2002).

3. Caractéristiques bactériologiques

D'après les valeurs du tableau(2), au niveau de la fosse septique, le nombre de la plupart des bactéries recherchées (les coliformes totaux et fécaux, streptocoques totaux et fécaux et *Escherichia coli*) est très élevé : >1100/100 ml durant le mois d'Avril. Pour le mois de Mai le nombre devient inférieur pour les streptocoques fécaux et totaux (93 germes par 100 ml) avec absence d'*Escherichia coli*. et pour les coliformes fécaux et totaux le nombre des germes est resté constant.

À la sortie de la station, nous avons constaté une diminution du nombre de tous les germes, ce qui indique l'efficacité du traitement, notamment durant la période où la

température est très élevée (mois de mai très chaud). Le temps de séjour de l'eau dans le système est également un paramètre essentiel comme l'ont démontré **Khatiwada et Polprasert (1998)** : le rendement d'élimination de coliformes fécaux passant de 58% à plus de 99% pour des temps de séjour moyen respectifs de 1,5 et 6 jours. En effet, les bactéries d'origine humaine sont placées dans un milieu très différent de celui dans lequel elles prolifèrent normalement, et un séjour prolongé dans des conditions "inadaptées" limite les chances de survie.

CONCLUSION

Conclusion

La phyto-épuration utilise des plantes hyper accumulatrices qui sont installés dans des bassins étanches, sur des substrats artificiels ou naturels. Les déchets issus d'une station d'épuration par les plantes, sont de deux types : les résidus de dégrillage qui peuvent contenir des éléments inertes et la biomasse végétale (Bachi, 2010).

La station pilote d'épuration des eaux usées par les plantes du vieux ksar de Témacine charge polluante de 100 habitants (15 m³/j) en écoulement continu. reçoit actuellement la Globalement les faibles coûts de réalisation et la simplicité d'entretien du WWG sont les plus grands avantages du système, ces coûts restant liés aux travaux de la maçonnerie (fosse septique, bassin de traitement, boîtier de contrôle).

Le système nécessite un entretien simple mais régulier. Les seules opérations d'entretien consistent en le nettoyage régulier de la fosse septique et sa vidange périodique et la taille des plantes.

En moyenne, un simple employé passera 3 heures par semaine sur la station pour la vérification du niveau de l'eau, la taille des plantes et le ramassage des débris végétaux. Dans ce système la consommation d'électricité, l'utilisation des pompes et des produits chimiques sont nuls.

Pour en résumer en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques et biologiques il est bien remarqué que ces paramètres respectent les normes de rejet algériennes pour l'azote et en absence des normes algériennes on s'est basé sur les normes de l'OMS en dehors des nitrites NO₂⁻. les autres paramètres (NO₃⁻, NH₄⁺) ne respectent pas les normes mondiales pour les bactérie, leur présence à la sortie de la station montre que la station est moins efficace.

Références bibliographiques

- Ait abdelouahab N., 2001** : Microbiologie alimentaire. Ed.OPU, Alger, 147p.
- Anonyme, 2007** : Unité pilote d'épuration des eaux usées par zone humide artificielle vieux ksar de Témacine, compte rendu de la commune de Témacine, 30p.
- Bachi, O.E.K, 2010** : mémoire présenté en vue de L'obtention du diplôme de magister thème diagnostique sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de station du vieux ksar Témacin.Ouargla, 105P
- Blifert C. et Perraud R., 2003** : Chimie de l'environnement. Ed. De Boeck, Paris, 477p.
- Boullard B., 1997** : Dictionnaire des plantes et champignons. Ed. ESTEM, 875p.
- Baumont S., 1997** : Réutilisation des eaux usées épurées : risque sanitaire et faisabilité en île de France, 222p.
- Bouziani M., 2000** : L'eau (de la pénurie aux maladies). Ed, IBN KHALDOUN, 247 p.
- Brouillet. J, Picot .B, 2008** : Ecotechniques d'assainissement des eaux usées domestiques évolution et perspectives, UMR 5569 hydroxiences _ UMI faculte de pharmacie, BP 14491 ,34093 MONTPELLIER cédex5 .France. PP7
- Bruneton J, 2005:** Plantes toxiques (végétaux dangereux pour l'homme et les animaux) 3^{ème} Ed Lavoisier Paris, 618p.
- Canler, 1999** : Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées. Ed. Cemagref, 155p.
- Chaib J., 2002** : L'épuration des eaux usées par les plantes. Connaître pour agir, publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, 4p.
- Chehma A., 2006** : Catalogue des plantes spontanées du Sahara algérien, Ed Dar El Houda, 140p.
- Doulaye .K, 2002** : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement, thèse N2653. DEP en sciences de l'environnement, fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon Belgique et de matonalite ivoirienn, 170 P.

- Dubost D., 2002 :** Ecologie, aménagement et développement agricole des Oasis algériennes. Ed.C.R.S.T.R.A. Biskra, 423p.
- FAO, 2003 :** L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'utilisation, 73p.
- Fartas.T .Zeggane, H., 2011 :** Le séminaire international sur la ressource en eau au Sahara : Evaluation, Economie et Protection, le 19 et 20 janvier 2011, étude des performances épuratoires d'une station d'épuration pilotes par macrophytes la commune de Témacine, Ouargla .7P
- Franck R., 2002 :** Analyse de l'eau (Aspects réglementaires et techniques). Ed, Collection Biologie technique, 360 p.
- Hamdi. W, 2011 :** thème qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimique des eaux usées domestiques de quelques localités de la cuvette d'Ouargla. mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie. OUARGLA, 91P
- Hazourli S., Boudiba L. et Ziati M. :** Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'EL-HADJAR, ANNABA, laryss journal, n° 06 Décembre 2007, pp45-55.
- Husson. R, Gobert. J, 2012 :** Guide pratique à l'usage des communes et relatif à l'assainissement eaux usées. PP97.
- JORA, 1993 :** Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels, 442p.
- Khatwada n.R. et Polprasert C., 1998:** Kinetics of fecal coliform removal in Constructed wet lands. Proceedings 6^{ème} conférence internationale sur: wetland systems for water pollution control, 20p.
- Molld., 2002 :** Rapport sur les paramètres d'analyses de la pollution des eaux, P4.
- Meinck F., Stooff H., Kohlschütter H., 1977:** Les eaux résiduaires industrielles, 2^{ème} Ed. Masson, paris, 863p
- Perera. P, Baudot, 1991 :** état procédés extensifs d'épuration des eaux usées .relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. Mise en œuvre de la directive du conseil N 91 /271 du 21mai 1991.

Spichiger R., Savolainen V., Figeat M., Jeanmonod D., 2002: Botanique systématique des plantes à fleurs. Ed. OPUR, 413p.

23. Rodier J., 1996 : L'analyse de l'eau (eaux naturelles résiduaires eaux de mer). Tome II, PP 199-238.

Wolverton, B. C., 1987: Aquatic plants for wastewater treatment: An overview. In: Aquatic plants for water treatment and Resource recovery, Magnolia, pp 3-16.

Annexe 1

1.1 . Tableau(1):Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées.

| Caractéristiques | utilisées (OMS) Normes |
|-------------------------------|------------------------|
| PH | 6,5-8,5 |
| DBO ₅ | <30 mg/l |
| DCO | <90 mg/l |
| MES | <20 mg/l |
| NH ⁺ ₄ | <0,5 mg/l |
| NO ₂ | 1 mg/l |
| NO ₃ | <1 mg/l |
| P ₂ O ₅ | <2 mg/l |
| Température T | <30°C |
| Couleur | Incolore |
| Odeur | Inodore |

1.2. Tableau (2):Les Normes européennes des rejets des eaux usée

| Caractéristiques | utilisées européenne Normes |
|------------------|-----------------------------|
| DBO ₅ | 25 mg/l |
| DCO | 125 mg/l |
| MES | 35 mg/l |
| NT | 15 mg/l |
| PT | 2 mg/l |

1.3. Tableau(3): Les Normes Algériennes des rejets les eaux usées.

| Caractéristiques | utilisées Normes |
|-------------------------|------------------|
| Turbidité | Couleur claire |
| Odeur | Inexistante |
| PH | 6,5<PH<8,5 |
| Conductivité électrique | - |
| Température | 30°C |
| MES | 30mg/l |
| Phosphore | 2mg/l |
| DBO ₅ | 40mg/l |
| DCO | 120mg/l |

Annexe 2: Quelques résultats d'analyses bactériologiques d'eaux usées



Photo 1 : Présence des Coliformes totaux



Photo 2 : Présence des Coliformes fécaux

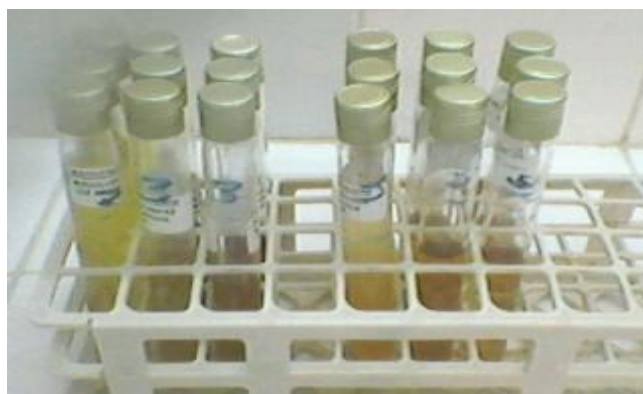


Photo 3 : Présence des Streptocoques totaux

Annexe 3 :

Tableau (1) : Résultats d'analyses physico-chimique de l'eau

| | Points de prélèvement | Ph | T C° | O2 Diss mg/l | C.E ms /Cm | Sal % | NO ₂ mg/l | NO ₃ mg/l | NH ₄ mg/l | MES mg/l | DCO mg/l | DBO ₅ mg/l |
|-----------------------|--------------------------|------|---------|--------------------|---------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| A V R i l | Entrée | 7,22 | 26,4 | 0,041 | 2,94 | 1,5 | 0,032 | 33 | 5,25 | 383 | 245 | 142 |
| | Milieu | - | - | - | - | - | 0,020 | 27 | - | 250 | 97 | 50 |
| | sortie | 6,85 | 24,3 | 1,02 | 3,32 | 1,7 | 0,001 | 22 | 4 | 26 | 25 | 13 |
| | R % | - | - | - | - | - | 96,87 | 33,33 | 23,80 | 93,21 | 89,79 | 90,84 |
| M A i | Entrée | 7,31 | 26,2 | 0,53 | 2,93 | 1,6 | 0,042 | 23 | 6,2 | 343 | 295 | 154 |
| | Milieu | - | - | - | - | - | 0,022 | 20 | - | 200 | 150 | 90 |
| | sortie | 7,02 | 24 | 1,48 | 3,53 | 1,7 | 0,001 | 19,4 | 3,1 | 24 | 31 | 16 |
| | R % | - | - | - | - | - | 97,61 | 15,65 | 50 | 93 | 89,49 | 89,61 |

Tableau (2) : Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau

| | Points de prélèvement | coliforme toute | coliforme fécaux | streptocoque toute | streptocoque fécaux |
|-------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| Avril | Entrée | 1400 | 1400 | 460 | 460 |
| | Milieu | 1100 | 460 | 240 | 240 |
| | sortie | 460 | 460 | 28 | 28 |
| Mai | Entrée | 1400 | 1400 | 93 | 93 |
| | Milieu | 1400 | 210 | 23 | 23 |
| | sortie | 11 | 7 | 7 | 7 |

Tableau (3) : table de MAC-GRADY (Franck, 2002)

| Nombre de tubes positives | | | NPP par 100 ml |
|---------------------------|-----------|-------------|----------------|
| 3 de 10 ml | 3 de 1 ml | 3 de 0,1 ml | |
| 0 | 0 | 1 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 4 |
| 1 | 0 | 1 | 7 |
| 1 | 1 | 0 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 11 |
| 1 | 2 | 0 | 11 |
| 2 | 0 | 0 | 9 |
| 2 | 0 | 1 | 14 |
| 2 | 1 | 0 | 15 |
| 2 | 1 | 1 | 20 |
| 2 | 2 | 0 | 21 |
| 2 | 2 | 1 | 28 |
| 3 | 0 | 0 | 23 |
| 3 | 0 | 1 | 39 |
| 3 | 0 | 2 | 64 |
| 3 | 1 | 0 | 48 |
| 3 | 1 | 1 | 75 |
| 3 | 1 | 2 | 120 |
| 3 | 2 | 0 | 93 |
| 3 | 2 | 1 | 150 |
| 3 | 2 | 2 | 210 |
| 3 | 3 | 0 | 240 |
| 3 | 3 | 1 | 460 |
| 3 | 3 | 2 | 1100 |

Résumé

L'épuration des eaux usées par les plantes est destinée pour répondre aux besoins des petites collectivités ayant des contraintes techniques et financières. leur interdisant les systèmes techniques d'épuration classique.

Dans la région de Témacine (sud-est algérien) les eaux usées sont rejetées soit dans le canal de oued Righ, ou dans le lac de Témacine néanmoins, l'infiltration des eaux usées vers les aquifères apporte avec elle une quantité de charges polluantes.

Le présent travail consiste à vérifier les performances de la station de WWG de Témacine qui se base dans son fonctionnement sur un lit à plante (macrophytes qui épure l'eau)

L'étude a porté sur l'analyse des eaux l'entrée à milieu et au la sortie de la station surtout la qualité bactériologique.

Summary

The treatment of wastewater by plants is destined to wouere the needs of small communities with technical and financial constraints by Prohibiting their technical systems conventional treatment.

Around Témacine (south- eastern Algeria) waste water is discharged either in the wadi channel of Righ, or in Lake of Témacine regian however, the infiltration of this wastewater into aquifers brings with it a quantity of pollutant to this undeigrandnd reservoir.

The present work is to verify the performance of the station WWG Témacine

the study based on the analysis of water entry in middle and exit of the station expecialy bacteriological quality.

The results obtained for the two months at the showed that station is performing as degradation of MES and DBO_5 and DCO Dementions by recording overall yields and lower values Algerian discharge standards for nitrite and NH_4^+ are superior to OMS standards.

ملخص

التطهير هو مقدر في مياه الصرف الصحي من محطات لتلبية احتياجات المجتمعات المحلية الصغيرة مع القيود التقنية والمالية. تحظر أنظمة التقنية العلاج التقليدي .

تقع تماسين (جنوب شرق الجزائر) تبراأ مياه الصرف الصحي سواء في قناة وادي ريغ ، أو بحيرة تماسين ومع ذلك، فإن المياه تحول إلى طبقات المياه الجوفية يجلب معه كمية من الملوثات ، بحيث يكون غير صالح للشرب .

يهدف العمل الحالي إلى فعالية النبات المتواجدة بالمحطة WWG تماسين بحيث قمنا بالتحاليل الفيزيائية و الكيميائية والبكتريولوجية عند دخول الماء و المنتصف الحوض و عند خروجه خلال شهرين

النتائج التي تم الحصول عليها لعلاج شهرين أظهرت أن المياه المستخرجة ذات نوعية بكتريولوجية لكن لها معدلات ملوحة عالية و تدهور خدمات الدعم التقني و DBO_5 و MES و DCO عن طريق تسجيل المحصول الشاملة و انخفاض القيم معايير للصرف الجزائرية لي نترت و NH_4^+ تعلق على المعايير العالمية.