



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Hamma Lakhdar - El-Oued



Faculté de la Technologie

Département d'Hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique

Option: *Ouvrages hydrauliques*

THEME :

**Le dysfonctionnement de la station d'épuration dans
la région de Temacine (Touggourt).**

Dirigé par :

M^{me} BOUCHEMAL Fattoum

Présenté par :

GHRISSI Ferhat

TOUATI Omar

Devant les jurys:

BOUCHEMAL Fattoum

MCA

Encadreur

OUAKOUAK Abdelkader

MCA

Président

GUESSEIR Belgacem

MAA

Examineur

Promotion: Juin 2018

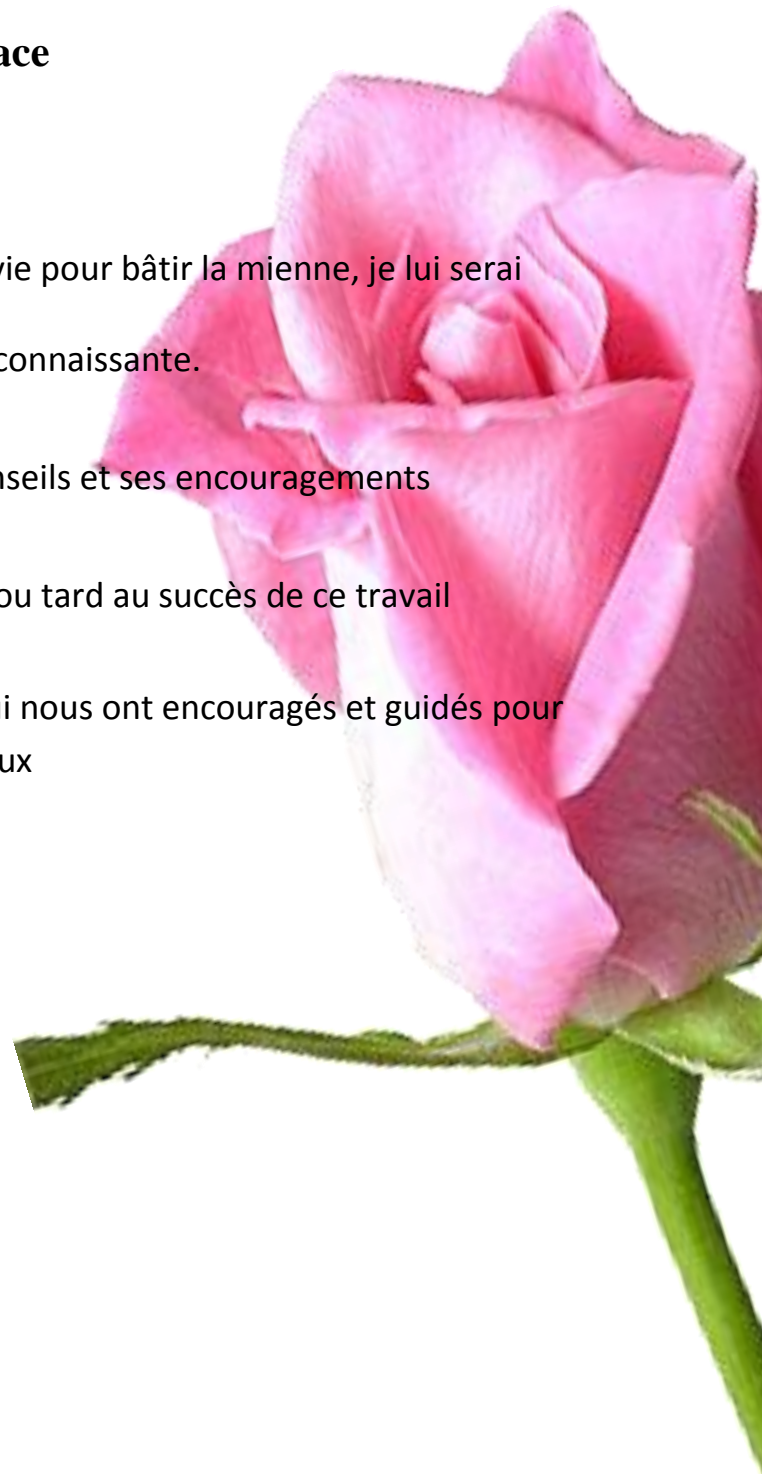
Dédicace

Ma très chère mère qui a consacré sa vie pour bâtir la mienne, je lui serai
éternellement reconnaissante.

Mon très cher père pour ses conseils et ses encouragements

A tous ceux qui ont contribué tôt ou tard au succès de ce travail

A tous les amis et frères et à tous ceux qui nous ont encouragés et guidés pour
le mieux



Remerciement

Avant tout, je remercie le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la force et de m'avoir permis d'arriver à ce stade-là

Je tiens à exprimer mes respectueux remerciements et toute ma gratitude au Dr

BOUCHEMAL fattoum , mon Encadreur pour la confiance et la bienveillance qu'il m'a témoignées et dont la disponibilité et l'indulgence m'ont permis de mener à bien cette étude.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury, D'avoir accepter de juger ce travail..

Je tiens particulièrement à remercies les membres de laboratoire de l'office national d'assainissement de la STEP de Touggourt (ONA) et tous l'équipe de la station de Temacine

J'adresse aussi mes sincères remerciements à tous les enseignants du département de Génie Civil et d'Hydraulique.

Enfin, je remercie toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Sommaire

Dédicace	i
Remerciement.....	ii
Sommaire	iii
Liste des tableaux	vii
Liste des figures	viii
Liste des abréviations.....	x
Résumé	xi
Abstract	xii
Introduction Générale.....	1

Chapitre I: Généralités sur les eaux usées

1.Introduction	4
2.Définition.....	4
3.Types des eaux usées:	4
3.1. Les eaux usées domestiques :	4
3.2.Les eaux usées de ruissellement:	5
3.3. Les eaux usées agricoles :.....	5
3.4. Les eaux usées industrielles :	5
4.Caractéristiques des eaux usées	6
4.1 Paramètres PHysiques	6
4.1.1 La température.....	6
4.1.2 La matière en suspension (MES).....	6
4.2 Paramètres Organoleptiques	6
4.2.1. La Turbidité	6
4.2.2. La couleur	7
4.3. Paramètres Chimiques	7
4.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH):	7
4.3.2. La Conductivité	7
4.3.3. L'Oxygène Dissous	7
4.3.4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)	7
4.3.5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	8
4.3.6. L'azote	8
4.3.7. Les nitrates.....	8

4.3.8. Le PHospHore	9
4.3.9. Les sulfates	9
4.4. Paramètres Bactériologiques	10
Conclusion.....	10

Chapitre II : Différents Procédés d'épuration des eaux usées

1.Introduction:.....	12
2.L'épuration technique des eaux usées :	12
3.Les différents types d'épuration des eaux usées :.....	14
3.1. L'épandage :	14
3.2. Lagunage :	14
3.2.1. Le lagunage à micropHYtes :.....	14
3.2.2. Le lagunage à macropHYte :.....	15
3.3. Lit bactérien :.....	15
3.4. Disque biologique (bio-disque) :.....	16
3.5. La boue activée :.....	16
3.5.1. Principe de la boue activée :.....	16
4.La pHYtoépuration :	17
4.1. Principe de la pHYtoépuration :.....	17
4.2. L'épuration des eaux usées par bassins filtre plantés :.....	18
4.3. Les Entretien :	18
4.4. Les principaux types de filtre plantés utilisé dans la pHYtoépuration :.....	19
4.4.1. Les filtres plantés à l'écoulement vertical :.....	20
4.4.2. Les filtres à écoulement horizontal :	21
4.5. Les Avantages et les Inconvénients de la pHYtoépuration :.....	23
5.Les Jardins Waste Water Garden:	23
5.1. Définition :.....	23
5.2. Avantages et inconvénients des systèmes WWG :.....	24
5.3. Comment les eaux usées sont-elles naturellement purifiées ?.....	25
5.4. Pourquoi on utilise un jardin de traitement (Waste water gardens) ?.....	26
5.6. Principe de système WWG :.....	27
5.7. Système de traitement des eaux robuste et création de zone verte additionnelle :.....	27
5.8. Il y a – t – il suffisamment d'espace pour un système WWG ?	28
Conclusion.....	29

Chapitre III : Présentation de la station d'épuration

1.Introduction	31
2.Station d'épuration WWG (Waste Water Gardens) de Témacine, Touggourt:	31
2.1. Présentation de la zone de Témacine :	31
2.2. Présentation de la station pilote WWG :	33
2.3.Dimensions de la station :	34
2.4.Fosse septique et ses composants :	34
2.5.Le bassin WWG :	35
2.6.Le choix des plantes :	36
2.7.Quelque plantes utilisée dans le bassin WWG de Témacine:	36
2.8. Le boîtier de contrôle :	38
2.9. La zone de drainage :	39
2.9.1. Dimension :	39
2.9.2. Types de drains :	40
2.9.3. Sécurité du drainage :	40
2.9.4. Irrigation souterraine :	40
2.9.5.Plante de la zone de drainage :	41
Conclusion	41

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1.Introduction	43
2.Localisation des sites de prélèvements des échantillons :	43
3.Analyses pHysico-chimiques:	43
3.1. Détermination de conductivité électrique :	43
3.2. Détermination de la Potentiel d'Hydrogène pH :	44
3.3. Détermination de l'oxygène dissous :	45
3.4. Détermination de la température :	45
3.5. Détermination des matières en suspension (MES) :	46
3.6. Mesure de la demande chimique en oxygène DCO :	47
3.7. Mesure de la demande biochimique en oxygène DBO ₅ :	48
3.8. Relation entre la DCO et la DBO pour la détermination de la quantité d'eau à analyser en faveur de la DBO ₅ :	49
3.9. Mesure des paramètres NH ₄ ⁺ et NO ₂ ⁻ et NO ₃ ⁻ :	50
3.9.1. Ammoniac NH ₄ ⁺ :	50
3.9.2. Nitrate NO ₃ ⁻ :	51

3.9.3. Nitrite NO_2^- :.....	52
3.9.4. PHospHore PO_4^{3-} :.....	52
3.10. Azote total :	53
Conclusion :.....	54

CHAPITRE V : Résultats et interprétations

1.Introduction	56
2.Résultats d'analyses pHysico-chimiques :.....	56
2.1. Evolution de la température moyenne dans le temps :.....	57
2.2. Evolution de l'oxygène dissous dans le temps :.....	57
2.3. Evolution de pH dans le temps :.....	58
2.4. Evolution de la conductivité électrique dans le temps :	59
2.5. Evolution de la salinité dans le temps :	59
2.6. Evolution de NO_2^- dans le temps :	60
2.7. Evolution de NO_3^- dans le temps :.....	60
2.8. Evolution de NH_4^+ dans le temps :.....	61
2.9. Evolution de PO_4^{3-} dans le temps :.....	61
2.10. Evolution de MES dans le temps :	62
2.11.Evolution de la DCO dans le temps :.....	62
2.12. Evolution de DBO_5 dans le temps :.....	63
2.13. Evolution du N_T dans le temps :.....	63
2.14. Calcul du rendement de la station de vieux Ksar Temacine (WWG)	64
2.15. Calcul du coefficient de biodégradabilité K :.....	65
3.Le dysfonctionnement de la station Temacine :.....	65
Conclusion	65
Conclusion Générale	66
BibliograpHique	70
Annexe	I

Liste des tableaux

Tableau 1: Entretien du bassin de pHytoépuration	19
Tableau 2: Les avantages et les inconvénients de la pHytoépuration	23
Tableau 3: Les avantages et les inconvénients de système WWG.....	24
Tableau 4: Quantité d'eau à analyser en faveur de la DBO ₅	50
Tableau 5: résultats des analyses pHydro-chimiques.....	56
Tableau 6: Résultats du rendement épuratoire de la STEP de Temacine.....	64
Tableau 7 : le rapport de biodégradabilité :.....	65

Liste des figures

Figure 1: Schéma : Chaîne de traitement d'une eau usée (BALLAH , 2010).....	13
Figure 2: Filtre à écoulement vertical	21
Figure 3: Filtre à écoulement horizontal	22
Figure 4: Schéma de la composition typique des eaux résiduelles domestiques	25
Figure 5 : Localisation de la station WWG (Anonyme, 2007)	32
Figure 6 : La station pilote WWG.....	34
Figure 7: Vue générale de la fosse septique	35
Figure 8: Les composants de la fosse septique	35
Figure 9: Le bassin WWG.....	36
Figure 10: les plantes utilisées de la WWG de Témacine.....	38
Figure 11: Le boîtier de contrôle.....	39
Figure 12: L'eau usée traité.....	39
Figure 13: La zone de drainage	40
Figure 14: Le Conductimètre	44
Figure 15: Le pH mètre	44
Figure 16 : Oxygène	45
Figure 17: Matériel utilisé pour la détermination des MES	46
Figure 18: Matériel utilisé pour la détermination de la DCO	48
Figure 19: Matériel utilisé pour la détermination de la DBO	49
Figure 20: l'Appareil de Spectrophotomètre.....	51
Figure 21: l'Appareil de Chlorométrie.....	53
Figure 22: Matériel utilisé pour la détermination de l'Azote total.....	54
Figure 23: Evolution de la température moyenne dans le temps	57
Figure 24: Evolution de l'Oxygène dissous moyenne dans le temps.....	58
Figure 25: Evolution du pH moyenne dans le temps	58
Figure 26: Evolution de la conductivité moyenne dans le temps.....	59
Figure 27: Evolution de la salinité moyenne dans le temps	59
Figure 28 : Evolution du NO_2^- moyenne dans le temps	60
Figure 29: Evolution du NO_3^- moyenne dans le temps	60
Figure 30: Evolution du NH_4^+ moyenne dans le temps	61
Figure 31: Evolution de PO_4^{3-} moyenne dans le temps.....	61
Figure 32: Evolution des MES moyenne dans le temps.....	62

Figure 33: Evolution de la DCO moyenne dans le temps	62
Figure 34: Evolution de la DBO ₅ moyenne dans le temps.....	63
Figure 35: Evolution du N _T moyenne dans le temps.....	63

Liste des abréviations

pH	Potentiel hydrogène
T⁰C	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
PO₄⁻³	Phosphate
NH₄⁺¹	Ammoniaque
WWG	Waste Water Gardens

Résumé

On sait que l'eau est un bien précieux et qu'il faut tout faire pour préserver sa qualité. On sait qu'il faut l'économiser, mais aussi qu'il faut l'épurer une fois que nous l'avons utilisé.

Les volumes d'eaux usées rejetés sans épuration représentent une grande menace sur l'environnement et l'équilibre fragile des milieux naturels recevant ces eaux.

La pHytoépuration qui est un système innovant, particulièrement efficace, qui utilise le pouvoir épurateur des plantes aquatiques et qui offre une alternative écologique, économique, durable et esthétique au système classique peut être utilisée.

L'objectif de cette étude consiste en l'étude des performances épuratoires des stations d'épurations au moyen des lits plantes. La station de Temacine construite au moyen des lits plantes, nous permettra l'exploitation des données d'épuration, pour visualiser le rendement à l'échelle saisonnière, au moyen des analyses pHydro-chimiques.

Les mots clé :

Eau usée- pHytoépuration- plantes- Temacine

ملخص

إن للمياه أهمية كبيرة يجب الحفاظ على جودتها. والتعامل معها بطريقة سليمة لإنقاذها، ولكن أيضا نحتاج إلى تنقيتها بعد الاستخدام. وكما نعلم أن حجم مياه الصرف الصحي الغير المعالجة تمثل تهديدا كبيرا على البيئة وعدم توازن الوسط الطبيعي لهذه المياه. تصفية المياه المستعملة بواسطة النباتات هو نظام مبتكر وفعال بشكل خاص، ومنها نستطيع إنشاء محطات بتنقية الغطاء النباتي والتي يوفر بديل لعلم بيئة من حيث الاقتصاد الدائم والمنظر الجمالي الجذاب في النظام التقليدي الممكن استخدامه.

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة أداء تنقية محطات معالجة مياه الصرف الصحي من خلال النباتات، أن محطة تماسين تسمح بهذه العملية لمعالجة مياه الصرف الصحي من أجل معاينة المردود الموسمي، وذلك باستخدام التحاليل الفيزيائية والكيميائية.

الكلمات الدالة :

المياه المستعملة- تنقية المياه بالنباتات- النباتات- تماسين.

Abstract

We know that water is a precious commodity and must do everything to preserve its quality. We know we need to save, but also need to purify after we used it.

The volume of wastewater dumped untreated represent a great threat to the environment and the delicate balance of natural environments receiving these waters.

The pHytopurification which is an innovative system, particularly effective, which uses the purifying water plants and provides an environmentally friendly alternative, economical, durable and attractive to the conventional system can be used.

The objective of this study is the study of the purification performance of sewage treatment plants through plant beds. The Timacine station constructed using plant beds, will allow the operation of wastewater treatment data to visualize the yield to seasonal scale, using the pHysico-chemical analyzes.

Key words:

Waste Water- PHytopurification- plants- Témacine.

Introduction

Générale

Introduction Générale

Les régions sahariennes de l'Algérie sont soumises à une expansion démographique importante, menant à une augmentation continue des quantités des eaux usées produites.

Ces volumes d'eaux usées croissant rejetés sans épuration représentent une grande menace sur l'environnement et l'équilibre fragile des milieux naturels recevant ces eaux. Ces eaux usées sont porteuses de nombreuses bactéries dont certaines potentiellement causes de maladies graves ; elles sont aussi un facteur important de pollution des nappes souterraines, rivières et toute autre surface d'eau telle que la mer par exemple.

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique industriel artisanal, agricole ou autre elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

Les procédés et les techniques d'épuration des eaux usées sont diversifiés et leurs coûts d'installation et de maintenance exigent des ressources humaines et financières importantes et difficiles à supporter par les pays en voie de développement.

La phytoépuration est un système innovant, particulièrement efficace, qui utilise le pouvoir épurateur des plantes aquatiques et qui offre une alternative écologique, économique, durable et esthétique au système classique. Le principe est simple : les bactéries aérobies (qui ont besoin d'oxygène et ne dégagent pas de mauvaises odeurs) transforment les matières organiques en matières minérales assimilables par les plantes. En retour, les plantes aquatiques fournissent de l'oxygène par leurs racines aux bactéries.

La technique d'épuration retenue, dans cette présente étude, est celle du traitement des eaux usées au niveau de la station pilote de vieux Ksar de Témachine (Touggourt) à l'aide du système d'épuration Waste Water Gardens. Il s'agit d'un jardin qui prend en charge l'épuration des eaux usées qui passe par deux étapes : un traitement primaire dans une fosse septique suivi d'un traitement secondaire dans une unité WWG.

Le but de cette étude est d'aborder Le dysfonctionnement de la station d'épuration dans la région de Temachine (Touggourt).

Le présent travail est représenté par cinq (05) chapitres :

- Le premier chapitre donne des généralités sur les eaux usées.
- Le deuxième chapitre traite le volet de différents procédés d'épuration des eaux usées.
- Le troisième chapitre présente la présentation de la station d'épuration en question.
- Le quatrième chapitre explique les différentes méthodes analytiques ainsi que les matériels utilisés.
- Le cinquième chapitre présente les résultats et les interprétations.
- La conclusion générale et les recommandations sont présentées à la fin de ce mémoire.

Chapitre I

Généralités sur les eaux usées

1. Introduction

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques.

2. Définition

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 traitée 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. (Bachi, 2010)

3. Types des eaux usées:

Les eaux usées sont réparties en 4 catégories :

3.1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux "vannes" ; il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension
- de 60 à 70 grammes de matières organiques
- de 15 à 17 grammes de matières azotées
- 4 grammes de phosphore
- plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

(<http://ona-dz.org>)

3.2. Les eaux usées de ruissellement:

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses.

L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...).

En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement ("délestage") de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution.

(<http://ona-dz.org>)

3.3. Les eaux usées agricoles :

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...).

(<http://ona-dz.org>)

3.4. Les eaux usées industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution. Les grandes entreprises sont toutes équipées d'unités de traitement interne.

En vingt ans, la pollution industrielle a été réduite de moitié. Ce sont actuellement les PME (garages, pressing, entreprises de peintures ...) qui produisent plus de 90% de la pollution par déchets toxiques.

(<http://ona-dz.org>)

4. Caractéristiques des eaux usées

4.1 Paramètres Physiques

4.1.1 La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ... etc.

(RODIER et al, 2005).

4.1.2 La matière en suspension (MES)

Selon REJSEK (2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décan tables (diamètre supérieur à 100 μ m) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10⁻² μ m).

4.2 Paramètres Organoleptiques

4.2.1. La Turbidité

Selon REJSEK (2002), la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM

(American Society for Testing Matériel) qui considère que les trois unités suivantes sont

comparables:

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (NepHelometric Turbidity Unit)

4.2.2. La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (REJESK, 2002). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

4.3. Paramètres Chimiques

4.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH):

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.

(MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

4.3.2. La Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

(RODIER, 2005)

4.3.3. L'Oxygène Dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en $\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$

(REJSEK, 2002).

4.3.4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation (RODIER, 2005).

La DCO est la concentration, exprimée en mg/l, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme.

(REJSEK, 2002).

4.3.5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration (RODIER, 2005).

Selon REJSEK (2002), la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

4.3.6. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacal, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. (RODIER, 2005).

4.3.7. Les nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /l dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1

mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;
- Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente les 2/9 des apports;
- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. (REJSEK, 2002)

4.3.8. Le Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/l de PO_4 ou de P_2O_5 1mg/l $PO_4 = 0,747$ mg/l $P_2O_5 = 0,326$ mg/l (RODIER;2005)

4.3.9. Les sulfates

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/l.

Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes

car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates

(RODIER, 2005).

4.4. Paramètres Bactériologiques

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux,

(Baumont et al 2004)

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons été présentés de définir les eaux usées, ces différents types, et ces caractéristiques (paramètres organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques.)

Chapitre II

Différents Procédés

d'épuration des eaux usées

1. Introduction:

L'objectif de traitement des eaux usées est l'obtention d'une eau qui peut-être évacuée sans danger dans le milieu naturel en respectant les normes de rejets édictés par la législation et pouvant par cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage), plus particulièrement en milieu industriel (BALLAH , 2010).

Dans le présent chapitre, nous nous sommes intéressés à identifier :

- les phases de traitement des eaux usées
- Les différents types d'épuration des eaux usées
- Et nous mettrons en évidence plus sur le système phytoépuration (WWG)

2. L'épuration technique des eaux usées :

Les procédés d'épuration nécessitent des moyens techniques et énergétiques énormes, hormis les coûts d'investissement onéreux, ce système à l'avantage d'être pratiqué sur des surfaces relativement modestes. On distingue trois (à quatre) phases de traitement.

- ✓ Prétraitement
- ✓ Traitement primaire
- ✓ Traitement secondaire
- ✓ Traitement tertiaire

Ces étapes de traitement sont résumées sur le schéma suivant figure (1) :

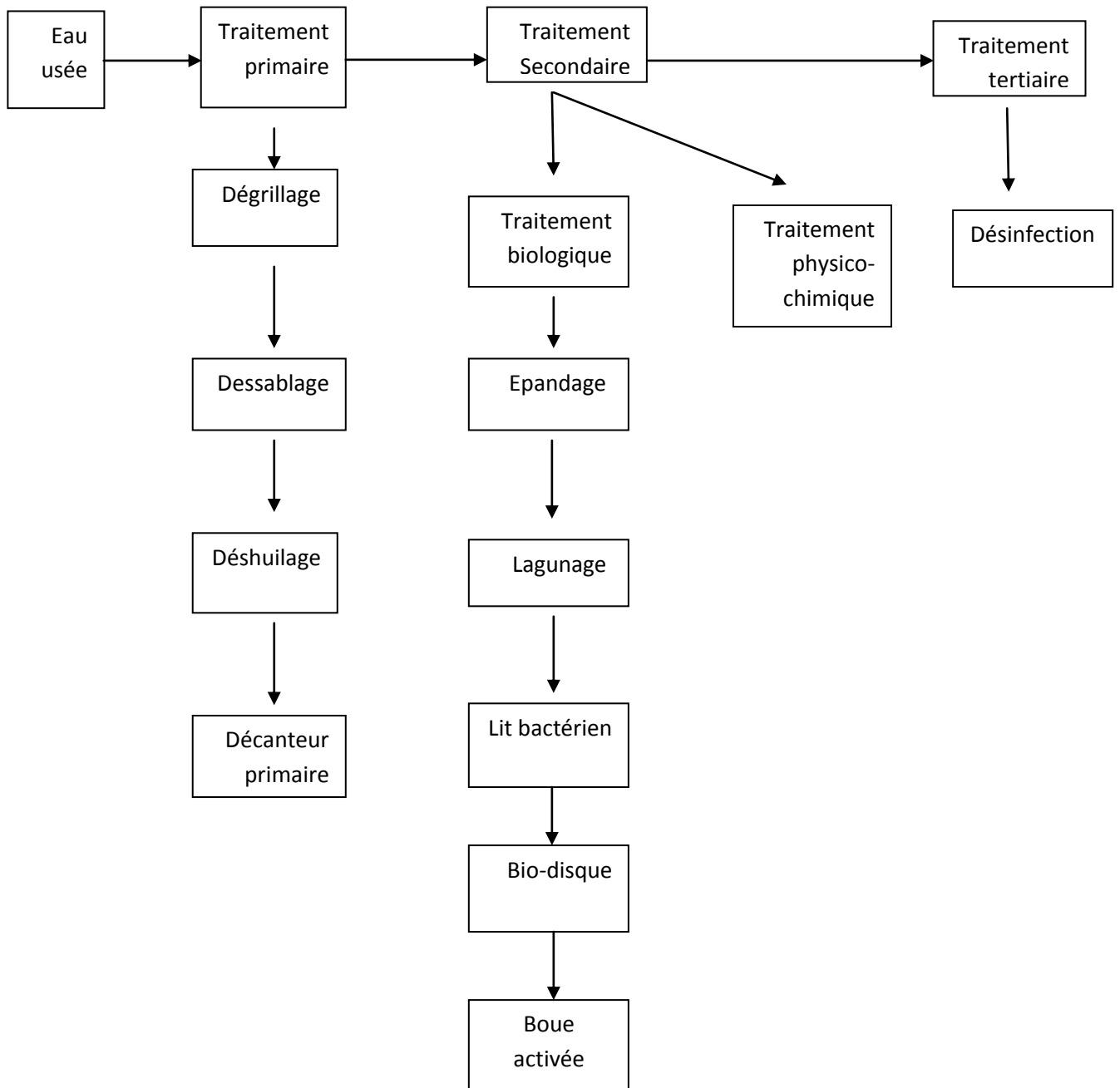


Figure 1: Schéma Chaîne de traitement d'une eau usée (BALLAH , 2010).

3. Les différents types d'épuration des eaux usées :

3.1. L'épandage :

C'est le procédé le plus ancien. Il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer les nappes. (DEGREMENT.1989)

A/ Les avantages :

- ✓ procédé simple est très économique.
- ✓ n'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation.

B /Les inconvénients

- ✓ présence d'un certain nombre de risque tel que l'intoxication à travers la chaîne alimentaire.
- ✓ la contamination des nappes est risque de colmatage des sols.

3.2. Lagunage :

La technique de lagunage consiste à faire circuler lentement l'effluent prétraité dans une succession de bassins peu profonds. Au cours de ce cheminement l'épuration se fait de façon naturelle grâce à la prolifération de micro-organismes et d'algues microscopiques, ces derniers produisent l'oxygène nécessaire par leur photosynthèse. (khmissi.2014)

A / Les avantages :

- ✓ traitement conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables
- ✓ boue stabilisées
- ✓ bonne intégration paysagère

B / Les inconvénients :

- ✓ surface nécessaire très importante
- ✓ nécessite un agent spécialisé pour l'entretien du matériel électromécanique.

3.2.1. Le lagunage à microphytes :

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 graisseuse 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. (BACHI.2010)

3.2.2. Le lagunage à macrophyte :

Dans ce procédé, la plantation de végétaux (scirpes lacustres, phragmites, massettes, Iris, Juncus) dans 60 cm d'eau sur un substrat sablo graveleux de 40 cm d'épaisseur. En effet 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 et phosphates issus de la décomposition de la matière organique présentée dans les eaux usées.

(Haute-Normandie.2002)

3.3. Lit bactérien :

Est constitué de matériaux à grande surface de contact (pouzzolanes, éléments plastiques, cloisonnés...) empilés dans une cuve dont le fond est perforé pour permettre l'apport d'oxygène atmosphérique. L'effluent prétraité (décanté) est réparti à la surface du lit par un tourniquet et d'aspersion (sprinkler) après percolation à travers les matériaux de garnissage les eaux traitées récupérées à la base de l'ouvrage suivant la filière de traitement, les eaux traitées rejoignent le milieu naturel ou sont dirigées vers la classification.

(BONNIN J., 1986)

A / Les avantages :

- ✓ un bon rendement pour un choix convenable du matériau et des dimensions des pores
- ✓ la station à lit bactériens reste très simple et il n'y a pas de gestion de stock de boue

B / Les inconvénients :

- ✓ Le traitement par lit bactériens préalables doivent être performants un encrassement progressif
- ✓ enregistre de plus de fréquentes odeurs liées au changement de saisons

3.4. Disque biologique (bio-disque) :

Dans le procédé à bio- disque, le support est constitué par des disques parallèles régulièrement espacés sur un axe horizontal, tournant à faible vitesse et immergés sur la moitié de leur hauteur, ce mouvement induit une oxygénation de la culture pendant la période d'immersion.

(BONNIN J., 1986)

A/ Les avantages :

- ✓ faible consommation d'énergie
- ✓ économique est d'une extrême simplicité d'exploitation
- ✓ bonne décantation des boues

B/ Les inconvénients :

- ✓ les bio-disques ne s'adaptent pas au traitement à forte charge
- ✓ les bio-disques sont très sensibles à la quantité des eaux à traiter

3.5. La boue activée :

Le procédé à boue activée est une technique biologique d'épuration des eaux. Il représente une alternative efficace et relativement écologique (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques d'épuration les plus couramment utilisées. (khmissi.2014)

3.5.1. Principe de la boue activée :

Il consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation du tout, nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces dernières « mangent » les substances polluantes et les transforment en boue. (khmissi.2014)

A / Les avantages :

- ✓ ce procédé élimine les molécules de phosphore, d'azote et de carbone présentés dans les eaux résiduaires
- ✓ une plus grande efficacité qu'avec les lits bactériens, du fait que ce procédé est beaucoup moins dépendant de la température.
- ✓ absence totale d'odeurs et de mouches.

B / Les inconvénients :

- ✓ ce procédé est un dispositif qui nécessite un entretien rigoureux sous peine de dysfonctionnement, voire de panne.
- ✓ les installations à boues activées sont très coûteuses.

4. La phytoépuration :

La phytoépuration est un système innovant, particulièrement efficace, qui utilise le pouvoir épurateur des plantes aquatiques et qui offre une alternative écologique, économique, durable et esthétique au système classique. Le principe est simple : les bactéries aérobies (qui ont besoin d'oxygène et ne dégagent pas de mauvaises odeurs) transforment les matières organiques en matières minérales assimilables par les plantes. En retour, les plantes aquatiques fournissent de l'oxygène par leurs racines aux bactéries.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

4.1. Principe de la phytoépuration :

Les eaux usées provenant de la salle de bains et de la cuisine chargées en détergents, graisses, solvants, débris organiques, ainsi que les eaux vannes provenant des toilettes chargées de divers matières organiques azotées et de germes fécaux vont être collectées puis dirigées vers :

- ✓ un prétraitement ou un traitement primaire : qui va permettre de débarrasser les eaux des matières en suspension ainsi que des graisses (une fosse toutes eaux étant le dispositif le plus courant).
 - ✓ un traitement secondaire : qui va jouer le rôle d'épurateur final avant l'évacuation dans le milieu naturel.
- (HAMMADI. 2006)

4.2. L'épuration des eaux usées par bassins filtre plantés :

Après avoir été prétraités, les eaux usées vont subir trois principaux traitements simultanés en s'écoulant dans des bassins filtres :

- **Un traitement physique :** filtration au travers de graviers, de pouzzolane et des systèmes racinaires, rétention d'une partie des matières solides en suspension.
- **Un traitement chimique :** précipitation des composés insolubles, absorption par les plantes des nitrates, des phosphates, décomposition des divers polluants ménagers sous l'action d'exsudats racinaires des roseaux, ces plantes développent un réseau racinaire très dense (la rhizosphère).
- **Un traitement biologique :** les bactéries fixées sur les racines de roseaux vont décomposer les dépôts accumulés en éléments simple solubles dans l'eau et nutritifs pour les plantes(en se nourrissant de cet oxygène, elles vont transformer les matières organiques de l'eau en matières minérales assimilables par les plantes).
- **Et en fin :** des plantes vont compléter cette filtration en éliminant les phosphates et en réduisant les taux de certains polluants (dont l'azote et le phosphore).

4.3. Les Entretien :

Les bassins de phytoépuration nécessite des entretiens réguliers pour assurer le bon fonctionnement des ces dernier. Le tableau (1) récapitule le mode et la durée d'entretien des bassins.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

Tableau 1: Entretien du bassin de phytoépuration

	Hebdomadaire	Mensuel	Annuel
Dans le cas où vous utilisez une fosse septique en tant que traitement primaire		Vérification du filtre de la fosse septique (cet intervalle peut être de 6 mois si la fosse n'est bouchée auparavant) et nettoyage avec de l'eau si nécessaire. Quel que soit le système de traitement primaire utilisé, il aura son propre calendrier et sa propre technique de maintenance.	
Bassin WWG+Drainage/ Zone d'irrigation souterraine/Filtre vert	Durant des périodes de faible occupation, on vérifie le niveau de l'eau chaque semaine dans le Boitier de Contrôle et on rajoute de l'eau si nécessaire. Si on utilise la zone de drainage comme une zone à forte valeur ajoutée végétale, on s'assure que les plantes reçoivent suffisamment d'eau durant les périodes de faible occupation dans les bâtiments ? ou durant les périodes très chaudes.	Taillez les plantes régulièrement (ramassez les déchets de la taille, ne les laissez pas s'empiler sur le gravier) Vérifiez le niveau de l'eau dans le tuyau de Boitier de Contrôle. Vérifiez les niveaux du sol autour du bassin WWG afin qu'il n'y ait pas les eaux de pluie ou de la terre qui rentrent dans le bassin WWG.	Au cas où vous utilisez la zone de drainage comme une zone à forte valeur végétale, vérifiez qu'il n'y a pas obstruction des tubes de drainage par les racines des plantes. Si c'est le cas, utilisez une grille de débouchage ou un jet d'eau à forte pression afin de dégager les tubes de drainage de toute obstruction.

4.4. Les principaux types de filtre plantés utilisé dans la phytoépuration :

Il existe deux grands types de filtres plantés selon l'écoulement des eaux :

- Les filtres à écoulement vertical ;
- Les filtres à écoulement horizontal.

4.4.1. Les filtres plantés à l'écoulement vertical :

Un filtre planté à écoulement vertical est une couche filtrante sur laquelle sont plantées des plantes aquatiques. L'eau usée déversée sur la surface du filtre en utilisant un système d'injection mécanique. L'eau coule verticalement vers le bas à travers la matrice de filtration. La différence importante entre un filtre à flux vertical et un filtre à flux horizontal n'est pas simplement le sens de l'écoulement, mais plutôt les conditions aérobies.

En alimentant le filtre par intermittence (quatre à dix fois par jour), celui-ci passe par des états saturés et insaturés, et en conséquence, de différentes phases de conditions aérobies et anaérobies. La fréquence d'alimentation devrait être chronométrée de sorte

que la dose précédente d'eau usée ait le temps de percoler à travers la couche filtrante pour que l'oxygène ait le temps de se diffuser par le média et remplir les espaces vides.

Le filtre planté à écoulement vertical peut être conçu comme une excavation peu profonde ou un bassin hors-sol. Chaque filtre devrait avoir un revêtement imperméable et un système de collecte de l'effluent. Les filtres plantés à écoulement vertical sont conçus pour différemment ? S'ils traitent des eaux brutes ou secondaires. Structurellement, il y a une couche de gravier pour le drainage (minimum de 20 cm), surmontée de couches de sable (pour un effluent secondaire) ou de gravier fin (pour l'eau usée brute).

Le média filtrant agit à la fois comme filtre pour enlever les solides, une surface fixe sur laquelle les bactéries peuvent s'accrocher, et une base pour la végétation. La couche supérieure est plantée et la végétation peut développer des racines profondes et larges qui pénètrent le média filtrant. Selon le climat, les *Phragmites Australis*, *Typha* ou *Echinochloa Pyramidalis* sont des possibilités admises.

La végétation transfère un peu d'oxygène dans la zone racinaire de sorte que les bactéries aérobies puissent coloniser le secteur et dégrader les matières organiques. Cependant, le rôle premier de la végétation est de maintenir la perméabilité dans le filtre et fournir un habitat pour les micro-organismes. Pendant la phase d'alimentation, l'eau usée coule vers le bas à travers le lit insaturé, et est filtrée par la matrice de sable/gravier. Les nutriments et la matière organique sont absorbés et dégradés par les populations microbiennes denses attachées à la surface du média filtrant et des racines. En forçant les organismes dans une phase de famine entre les périodes d'alimentation, la croissance excessive de biomasse peut être diminuée et la porosité augmentée. Un réseau de drainage installé au fond collecte l'effluent. La conception

et la taille du filtre dépend des charges hydrauliques et organiques.

L'abattement des germes pathogènes est accompli par pourrissement naturel, par prédation, par des organismes plus forts et par sédimentation figure (2).

(Www. <http://akvopedia.org/wiki>)

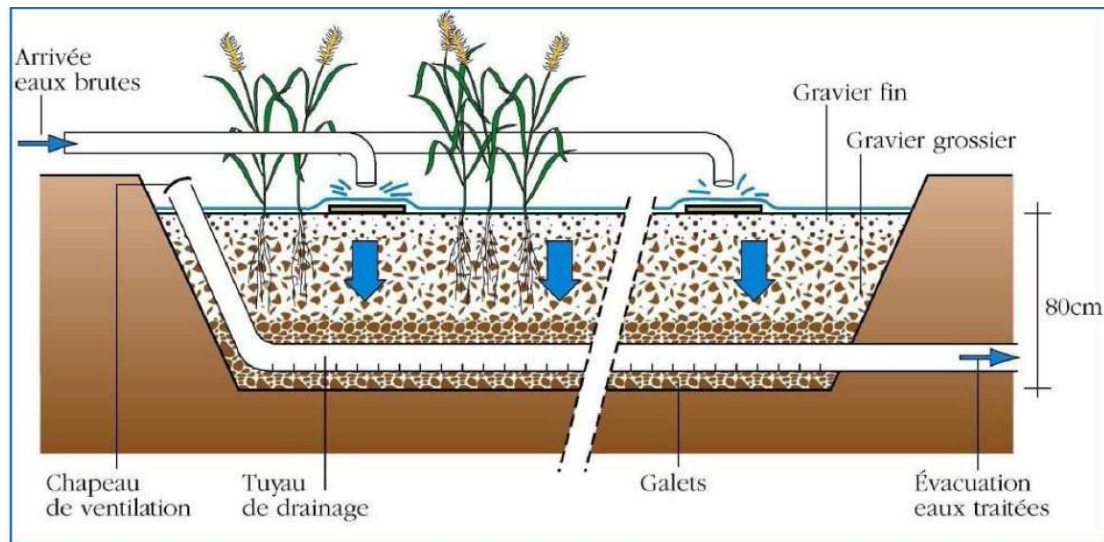


Figure 2: Filtre à écoulement vertical

4.4.2. Les filtres à écoulement horizontal :

Un filtre planté à écoulement horizontal sous-surface est un grand canal rempli de gravier et de sable sur lequel la végétation aquatique est plantée. Comme l'eau usée coule horizontalement à travers le canal, le matériau filtrant filtre les particules et les micro-organismes dégradent la matière organique.

Le niveau d'eau dans un filtre planté à écoulement sous-surface est maintenu à 5-15 cm en dessous de la surface pour assurer un écoulement souterrain. Le lit devrait être large et peu profond de sorte que le chemin d'écoulement de l'eau soit maximisé.

Une zone large d'admission devrait être utilisée pour distribuer également l'écoulement. Le traitement primaire est essentiel pour éviter les colmatages et assurer un traitement efficace.

Le lit devrait être garni d'un revêtement imperméable (argile ou géotextile) pour empêcher l'infiltration dans le sol. Un gravier petit, rond et de taille égale (3–32 mm de diamètre) est plus généralement employé pour remplir le lit à une profondeur de 0.5 à 1 m. Pour limiter le colmatage, le gravier devrait être propre et exempt de fines. Le sable est également

acceptable, mais est plus enclin au colmatage. Ces dernières années, des matériaux alternatifs de filtration tels que le PET ont été utilisés avec succès.

L'efficacité de l'abattement du filtre est une fonction de la superficie (longueur multipliée par largeur), alors que la section (largeur multipliée par profondeur) détermine le débit maximum. La conception d'un bon dispositif de distribution uniforme de l'eau permet d'éviter les courts-circuits. La sortie devrait être de niveau variable de sorte que la surface de l'eau puisse être ajustée pour optimiser les performances du traitement.

Le média de filtration agit à la fois comme un filtre pour enlever les solides, une surface fixe sur laquelle des bactéries peuvent s'accrocher, et un support pour la végétation. Bien que les bactéries facultatives et anaérobies dégradent la plupart des matières organiques, la végétation transfère un peu d'oxygène à la zone racinaire de sorte que les bactéries aérobies puissent coloniser le secteur et dégrader également la matière organique. Les racines des plantes jouent un rôle important en maintenant la perméabilité du filtre.

Toute plante avec des racines profondes et larges pouvant se développer dans un environnement humide et riche en nutriments est appropriée. Le phragmite australis (roseau) est un choix courant parce qu'il forme les rhizomes horizontaux qui pénètrent la profondeur entière du filtre. L'abattement des microbes pathogènes est accompli par vieillissement naturelle, prédation par des organismes plus forts, et sédimentation. Figure (3).

(Www. <http://akvopedia.org/wiki>)

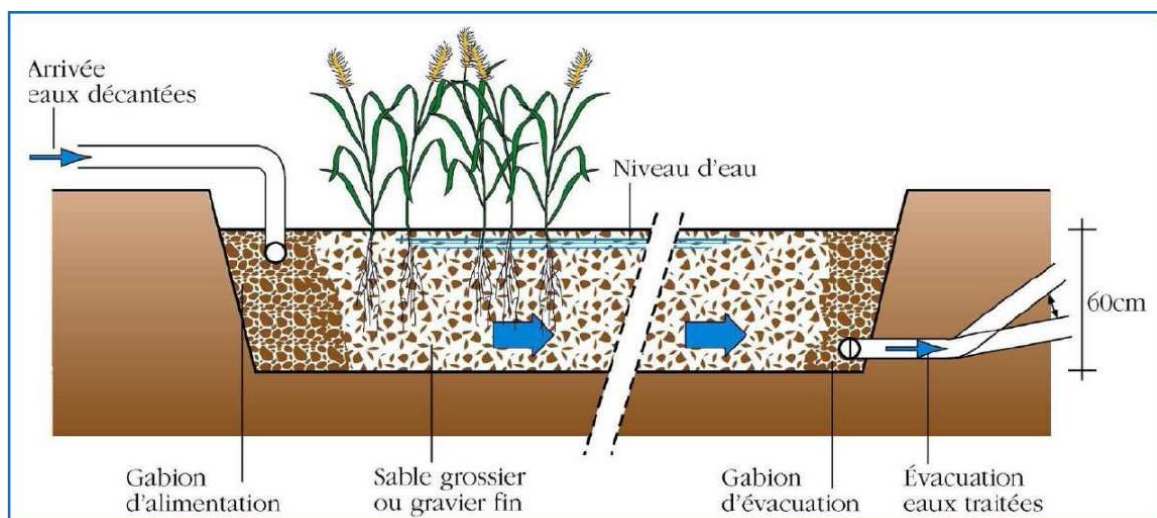


Figure 3: Filtre à écoulement horizontal

4.5. Les Avantages et les Inconvénients de la phytoépuration :

Les avantages et les inconvénients de la phytoépuration sont récapitulés dans le tableau (2).

(MEFTEH).

Tableau 2: Les avantages et les inconvénients de la phytoépuration

Les Avantages	Les Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Excellente élimination de la pollution microbiologique. - Economie d'eau, réduction de la pollution des eaux de surface et des nappes phréatique. - Conformité des rejets aux exigences réglementaire (MES, DCO, DBO5). - Faible couts d'investissement et de fonctionnement. - très bonne intégration paysagère. - valorisation aquacole et agricole de la biomasse planctonique produite et des effluents épurés. - Contribue au développement et à la diversification de la flore locale, ainsi qu'à la protection de la faune et de la biodiversité. - Intérêts sanitaire, écologique, esthétique et éducatif. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande emprise foncière. - Contraintes possibles s'il y a la nécessité d'imperméabiliser le sol. - Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie. - N'apprécie pas les grandes pollutions ponctuelles et les pollutions chimiques. - en cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs. - Veiller à ne pas atteindre l'état de putréfaction.

5. Les Jardins Waste Water Garden:

5.1. Définition :

Les jardins d'épuration des eaux usées Waste water Garden(WWG) sont une écotecnologie qui utilise des principes d'épuration des eaux usées organique basés sur l'écologie. Un bassin WWG reproduit les conditions des zones humides naturelles, appelées "Reins de la terre" en raison de leur grande capacité d'épuration dans le traitement de la pollution et des eaux usées. Contrairement toutefois à de nombreuses zones humides naturelles, les WWG appartiennent à la famille des zones humides artificielles à flux souterrain, signifiant qu'à aucun moment les eaux usées ne sont en contact avec l'air, ce qui empêche tout contacte humain accidentel, les mauvaises odeurs et la prolifération de moustique.

Cette éco technique simple et pourtant efficace, permet de solutionner de nombreux problèmes de gestion des eaux usées et environnementaux, surtout grâce à l'importante valeur ajoutée qu'elle permet par la création d'espaces végétaux additionnelle.

Le système WWG fut initialement développé dans le module d'expérimentation Biosfera2 en 1987, puis mis en fonctionnement dans le premier laboratoire d'écologie globale basé en Arizona de 1991 à 1994. Les jardins WWG furent mis au point par le Docteur Mark Nelson, membre de la première équipe de huit personnes qui vécurent dans la BiosPHère 2, responsable de la décontamination de tous les effluents (eaux usées provenant de l'équipage, des secteurs agricoles, laboratoires, ateliers, de la lessive ou encore des animaux domestiques), conjointement avec des scientifiques de la NASA. Le cycle de l'eau, dans un tel habitacle, étant extrêmement accéléré, et l'eau devant être constamment réutilisée, les effluents devaient être traités et recyclés de manière saine, écologique et efficace, afin de permettre le déroulement de la vie de BiosPHère 2 et ses habitants. (CATTIN, 2005)

5.2. Avantages et inconvénients des systèmes WWG :

Tableau 3: Les avantages et les inconvénients de système WWG

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'investissement assez faible et largement inférieur à celui d'une station d'épuration classique. - Faible cout de fonctionnement. Une pente naturelle suffisante permet de fonctionner sans apport d'énergie extérieure, dans le cas contraire un simple pompage suffit. Par ailleurs, les filtres ne réclament que très peu d'entretien. - Bonne intégration dans le paysage. Les lits étant creusés directement dans le sol, lorsque le remplissage est effectué, ils tendent à se confondre avec le terrain naturel. La station terminée, seul un champ de macrophytes est visible et aucun bruit n'est audible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surface des bassins environ 2m²/EH*. - Impossibilité d'effectuer le traitement complet de l'azote et du phosphate nécessaires dans les zones sensibles à l'eutrophisation. - Risque de mauvaises odeurs dues à la septicité de l'effluent. - Système relativement récent.

5.3. Comment les eaux usées sont-elles naturellement purifiées ?

L'eau est un véhicule naturel de transport et de transformation des déchets organiques. Le cycle de l'eau lui-même assure à l'eau son épuration par le sol, les plantes et l'atmosphère dont des processus naturels et complexes lui enlèvent des éléments polluants pour les utiliser ensuite comme nutriments.

Tous les organismes vivants produisent des "déchets". Durant des centaines d'années l'homme a utilisé de l'eau pour diluer les déchets qu'il produisait et les transporter loin de chez lui.

Ce fut par des processus naturels, souvent dans des zones humides naturelles, ou encore par des cours d'eau au débit important et relativement rapide, loin de tout contact humain, que cette eau "toxique" s'est assainie. Mais ce processus d'épuration prend du temps et nous sommes aujourd'hui dans une situation où les hommes génèrent plus d'eaux usées que ne peut en absorber le milieu naturel dans lequel elles sont déversées. Ces eaux causent alors de la pollution. Figure (4).

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

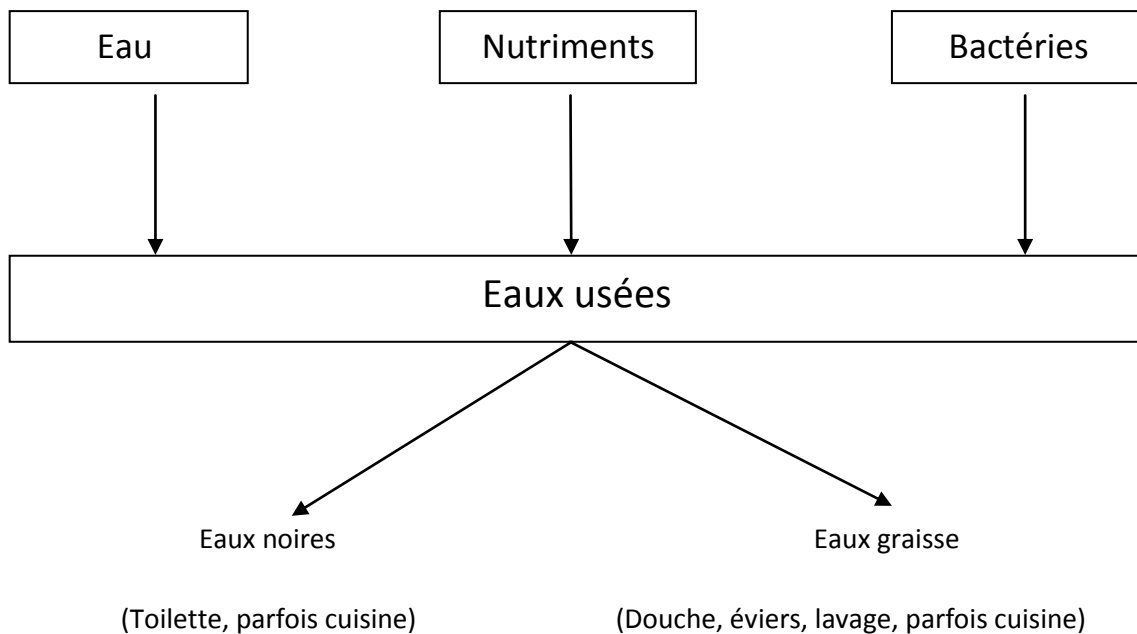


Figure 4: Schéma de la composition typique des eaux résiduelles domestiques

Les racines des plantes peuvent être considérées comme des pompes amenant des nutriments aux feuilles, et ces dernières des évaporatrices d'eau et d'oxygène dans l'atmosphère.

L'eau et les nutriments sont traités par la terre, extraits de la terre/ du sol par les racines des plantes, utilisés par les plantes, puis l'eau en excès s'évapore à travers les feuilles dans l'atmosphère (un procédé appelé l'évapotranspiration).

Le rôle premier du sol / de la terre est de servir de filtre aux eaux usées. En traversant le sol, l'eau libère certains déchets organiques ; le sol héberge des organismes unicellulaires de taille microscopique jusqu'aux petits animaux qui jouent un rôle important dans la digestion / le traitement des composantes organiques des eaux usées.

5.4. Pourquoi on utilise un jardin de traitement (Waste water gardens) ?

Les systèmes WWS peuvent être conçus pour traiter les eaux noires et les eaux grises séparément ou ensemble. Les eaux noires fournissent plus de nutriments que les eaux grises. Les systèmes ne traitant que les eaux grises peuvent requérir un rapport supplémentaire de nutriments/fertilisants afin de garder les plantes du bassin WWG en bonne santé. Un traitement des deux eaux ensemble est généralement le plus efficace.

Une unité de traitement WWG est un système complexe efficace qui imite la nature pour nettoyer et purifier les eaux usées, mais qui est simple dans son utilisation et dans sa maintenance.

Le système utilise des matériaux généralement disponibles partout, ce qui permet une installation même dans des endroits éloignés de centre urbain. La majorité des systèmes n'utilisent pas de machine ni d'électricité ou de produits chimiques. La partie machinerie dans d'autres systèmes a été simplifiée et remplacée par des processus naturels, ce qui permet une maintenance non spécialisée. Le WWG permet également le recyclage d'eau usée pour la création de zones vertes supplémentaires ou une irrigation de zones déjà existantes, représentant une économie d'eau parfois considérable, surtout dans des zones sèches. Le seul élément visible du système est un jardin.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

5.6. Principe de système WWG :

Le système WWG est un bioprocédé ou processus complexe mais naturel qui traite l'effluent des eaux usées et qui repose essentiellement sur les interactions symbiotiques entre des plantes capables de vivre dans des sols gorgés d'eau, le gravier et les microorganismes. Le gravier sert de support au développement des plantes et des micro-organismes qui se nourrissent de composés organiques ou inorganiques présents dans l'effluent souterrain.

Les eaux usées se caractérisent par la présence de composés organiques et inorganiques en excès qui peuvent être utilisés comme source d'énergie par les plantes et les microorganismes. Les racines fournissent une surface de développement importante pour la microfaune et la microflore rhizosphériques. Elles libèrent de nombreux composés tels que les sucres produits par l'activité photosynthétique de la plante, des hormones, des enzymes ainsi que de l'oxygène et de l'eau. Les microorganismes rhizosphériques en retour favorisent la croissance de la plante. Il se crée une sorte de symbiose entre les eaux résiduelles et l'activité des microbes qui alimentent les plantes de façon permanente.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

5.7. Système de traitement des eaux robuste et création de zone verte additionnelle :

Lorsque vous construisez une unité WWG, vous construisez un système solide sur le long terme, qui, outre un traitement efficace des eaux usées et la gestion de flux variant (dans une limite de 10 – 20%), permet la création d'un « mini-écosystème ».

Il s'agit d'un système robuste car, même si un bassin WWG conçu pour traiter des eaux organiques de type domestique par exemple, reçoit par erreur des eaux industrielles, hautement polluées et toxique, l'infrastructure du système n'est pas mise en danger ; dans ce cas, il faudra remplacer les plantes mortes et éventuellement, s'il été contaminé, laver ou au pire, remplacer le gravier dans le bassin, mais la structure du système ne sera pas remise en question. En prenant soin des plantes de l'unité WWG et en s'assurant que le bassin reçoit suffisamment d'eau, on dispose d'un système qui opérera des décennies, avec une maintenance minimale. Selon le type d'application, la nature des eaux et le climat, il pourrait s'avérer nécessaire de changer le gravier du bassin environ tous les 15 à 40 ans, lorsque le gravier perd sa porosité. Le moment sera alors venu d'avoir peut-être à le faire également dans les tranchées de drainage (comme pour tout système d'épuration utilisé, quel qu'il soit).

Une zones humides artificielle permet également d'aller au-delà de l'aspect purement fonctionnel du traitement des eaux usées et décoratif d'un jardin et de concevoir un bassin WWG avec sa zone de drain / filtre vert, comme un espace dédié à des plantes à haut rendement productif et utile ; fourrage pour les animaux, fleurs de coupes, plantes et écorces médicinales, fibres de tissage, bois à croissance rapide,...etc. utiliser un système WWG veut cependant dire qu'on a affaire à un système vivant, qu'il faut laisser se développer à maturité afin qu'il puisse être à son rendement optimal, une période allant entre six mois et un an du jour de sa mise en marche (dépendant du climat) ; une fois que les racines des plantes sont pleinement développées, alors la zone humide fera au mieux ce pour quoi elle est conçue, le recyclage des eaux usées.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

5.8. Il y a – t – il suffisamment d'espace pour un système WWG ?

Un désavantage du système WWG est la surface que celui-ci nécessite. Si le terrain est particulièrement petit ou contient déjà de nombreux bâtiments, un bassin WWG n'est peut-être pas approprié pour le traitement des eaux usées. (La taille d'un bassin WWG varie entre 2 m à 7 m par personne, selon le climat et la nature des eaux traitées).

Les systèmes WWG sont un élément vivant du paysage, ils ont besoin de maturité avant d'attendre leur pleine stabilité, au niveau de leurs plantes comme de leurs microbes. La plupart des systèmes pleinement fonctionnels après 6 mois d'utilisation, même si certains arbres ou arbustes continueront à grandir durant des années. Une unité WWG reproduit les conditions d'une zone humide naturelle dans un environnement contrôlé. Techniquement, l'unité WWG est une zone humide artificielle (parfois appelée « zone humide construite » à flux souterrain, à l'opposé d'une zone humide artificielle à flux superficiel. Cela veut dire qu'à aucun moment, l'eau usée ne se trouve à la surface ; elle reste toujours couverte par le gravier évitant ainsi tout contact accidentel avec le public, des odeurs et la prolifération de moustiques.

Les eaux usées passent d'abord dans un traitement primaire, de type fosse septique ou sacs fécaux, où les matières solides et fécales sont séparées de l'eau et décantent ou sont décomposées par des processus microbiologiques anaérobies. Les eaux usées devront ensuite passer par un filtre afin d'assurer que les larges particules restent avec les boues résiduelles, pour que seule l'eau passe par le lit de gravier de l'unité WWG.

Les nutriments organiques sont ensuite filtrés par le gravier où les microbes, également présents sur les racines des plantes, chargent de les réduire en s'en nourrissant, comme ce serait le cas dans le sol. Les plantes de l'unité WWG collectent les nutriments de l'eau à travers leurs racines, s'en nourrissent puis rendent l'eau en excès à l'atmosphère par la transpiration de leurs feuilles.

L'eau traitée par le bassin WWG s'écoule ensuite dans le sol par des lignes de drains pouvant agir comme irrigation souterraine, en nourrissant d'autres plantes par des nutriments toujours présents dans l'eau.

Chacun de ces processus se déroule sans aucun contact humain – à toutes les étapes, l'eau est gardée souterraine afin d'éviter tout contact accidentel humain (sauf lors du contrôle du niveau de l'eau de l'unité WWG dans le boîtier de contrôle). Lorsque l'eau quitte la zone finale de drainage, son niveau d'épuration se situe souvent bien au-delà des taux requis ou de sécurité. Dans la plupart des systèmes, la majeure partie de l'eau est utilisée par l'unité WWG et les plantes de la zone de drains / filtre vert.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM.](http://www.wastewatergardens.com))

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons identifié les différentes étapes et méthodes de traitement des eaux usées et mis en évidence le système phytoépuration (WWG).

Chapitre III

Présentation de la station d'épuration

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons discuter des informations générales sur la zone d'étude géographique de Témacine et le climat, puis nous mettons en évidence la station située dans la région et d'identifier le système (WWG).

2. Station d'épuration WWG (Waste Water Gardens) de Témacine, Touggourt:

C'est en 2004, à l'issue d'une rencontre pluridisciplinaire et multiculturelle, organisée par M. 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, qu'a été donné par les autorités locales de Témacine une première demande devis ? Pour un système pilote Waste Water Gardens de traitement des eaux usées. Et suite à plusieurs échanges avec le ministère des ressources en eaux, direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (MRE/ DAPE) et des personnes de la commune de Témacine, puis à un appel d'offre financé par la coopération Technique Belge (CTB), avec une construction locale prise en charge par la commune de Témacine, l'étude de la réalisation de cette unité pilote en Algérie, traitant 15 m³/jour d'eau usées d'origines résidentielles, en bordure du vieux Ksar de Témacine.

(Notice d'exploitation de la KSAR TEMACINE (W.W.G).

2.1. Présentation de la zone de Témacine :

Témacine est une commune de la wilaya d'Ouargla qui se situe dans la région d'Oued Righ), au Sud-Est Algérien, aux points géographiques suivants:

- latitude : 33°01' Nord
- 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. (ANONYME, 2007)

La commune de TEMACINE est constituée de quatre cités :

- ✓ Cité de Temacine (vieux ksar).
- ✓ Cité de Tamehtaht.
- ✓ Cité de Lebhour.
- ✓ Cité de Sidi amer.

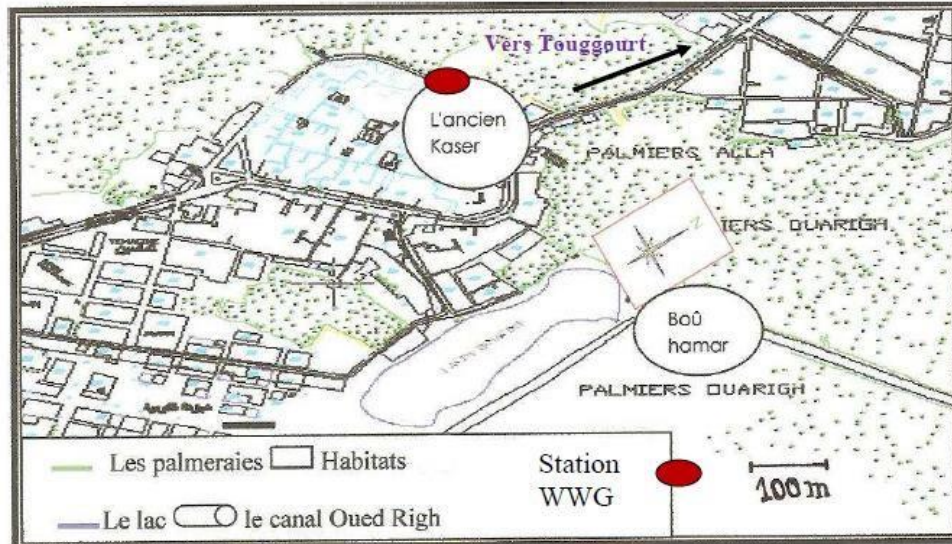


Figure 5 : Localisation de la station WWG (Anonyme, 2007)

- **Le 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

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 /an.

- **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. (Toutain, 1979).

2.2. Présentation de la station pilote WWG :

La station pilote WWG de vieux Ksar de Témacine été essentiellement créée dans le but de traiter 15 m³/Jour d'eaux usées pour une production de 100 personnes et à raison de 150 L par habitant/jour.

La gestion actuelle de la station est assurée par l'office National d'assainissement qui surveille les paramètres de fonctionnement et le suivi des plantes du bassin WWG.

Les eaux usées sortant et traversant le filtre de la fosse septique après un traitement primaire qui dure 3 jours, se dirigent gravitairement et sous terre vers le bassin WWG où elles subissent un second traitement qui dure 05 jours au minimum afin d'augmenter le taux d'épuration.

Au démarrage en 2006, il a été implanté dans le bassin WWG 1000 plantes représentant 23 espèces.

Compte tenu des conditions climatiques rendues difficiles par les vagues de chaleur particulièrement en période estivale, beaucoup de plantes ont été détruites et remplacées par d'autres plantes sous la direction de l'institut National de Recherche Agricole (l'I.N.R.A) de Sidi Mahdi, selon des méthodes étudiées. Figure (6). (HAMMADI 2006)

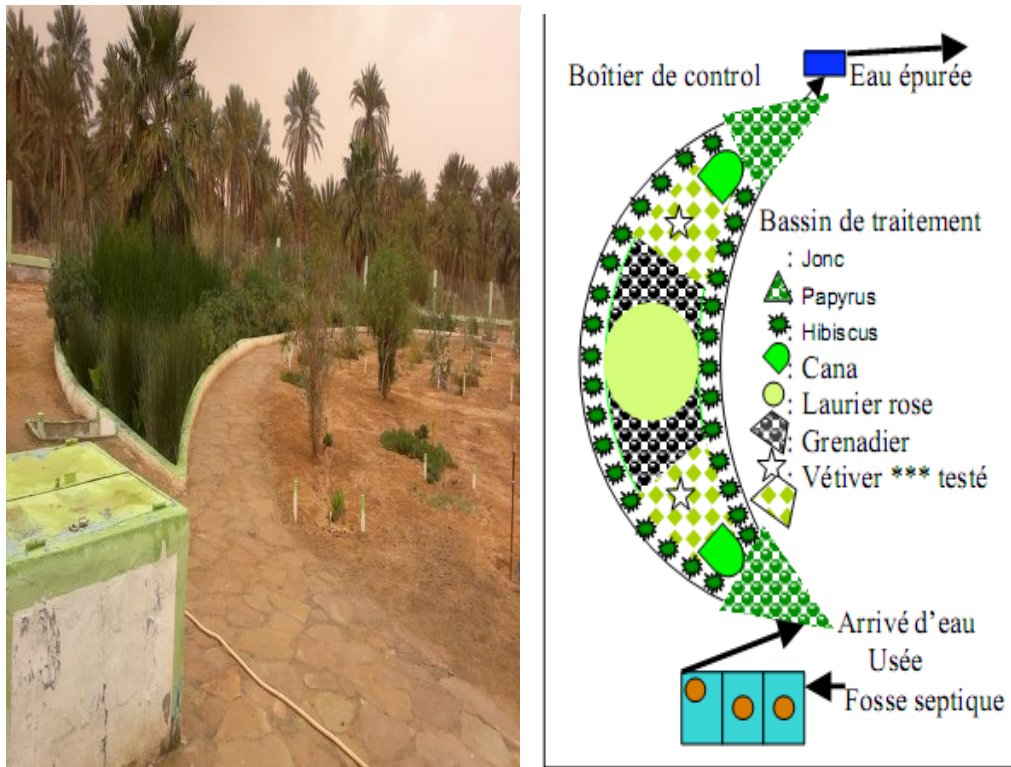


Figure 6 : La station pilote WWG

2.3. Dimensions de la station :

Temps de résidence des eaux usées:

- Le temps de résidence dans la fosse septique est de 3 jours.
- Le temps de résidence dans le bassin WWG de 5 jours afin d'augmenter le taux d'épuration de l'eau.
- Le niveau de l'eau dans le bassin est de 0.55 m, recouvert par une couche de gravier allant- 10 à 15 cm.
- Le volume total de la fosse septique est de 45 m³.
- Surface total du bassin WWG est de 400 m².
- Volume total de 260 m³, gravier inclus est de 88 m³ seulement pour l'eau.
- Des murs de ralentissement du flux de l'eau à l'intérieur du bassin ont été rajoutée afin d'assuré que les eaux résident le temps nécessaire dans le bassin.

2.4.Fosse septique et ses composants :

La fosse septique est principalement constituée de trois (03) compartiments reliés entre eux à l'aide des conduites de 400 mm. La vitesse de l'effluent des eaux usées est freinée par la présence à l'entrée de la fosse septique d'un mur qui s'élève à 0,80 m du sol. Le volume des

eaux dans la fosse septique est estimé à 45 m^3 . Les composants de la fosse septique sont présentés dans la figure (7). (Laboratoire de la station d'épuration Touggourt (ONA))



Figure 7: Vue générale de la fosse septique



Figure 8: Les composants de la fosse septique

Une fosse septique tient lieu de traitement primaire avec un filtre à la sortie des eaux et une cheminée de respiration figure (8).

Filtre de la fosse septique :

Un filtre fut, avec un tube de 500 mm de diamètre, attache d'un coté afin de pouvoir soutenir une première fabrique en maille de plastique, rempli de lif (fibre de palmier).

Le lif à l'avantage d'être un matériel local et peu cher, qui et il change plus fréquemment.

2.5.Le bassin WWG :

Le bassin WWG est une zone artificielle et humide à flux souterrain horizontal. Il est dimensionnée pour traiter 15 m^3 d'aux grises et fécales Par jour, correspondant à la production de 100 personnes à raison de $150 \text{ l / perso / jour}$. Figure (9)



Figure 9: Le bassin WWG

2.6. Le choix des plantes :

Le choix des plantes qui peuvent être utilisées pour une unité WWG et la zone des drains, dépend bien entendu du climat local (et des conditions des sols pour la partie des drains). Dans la zone des drains, il est préférable de choisir des plantes dont les racines ne seront pas trop agressives.

Selon l'objectif du système, la sélection des plantes pourra se faire selon les critères suivants :

- Valeur commerciale, si elles sont récoltables, (plantes alimentaires, fruits, fourrage, fibres à tresser, bois à croissance rapide, fleurs de coupes,....etc.)
- Valeur décorative – plantes à floraison, jeu de couleurs, forme, texture,....)
- Valeur écologique – plantes abritant certaines espèces animal, abeilles, papillons, et servant de nourriture aux oiseaux,....etc.
- Valeur biodiversité – plantes augmentant la biodiversité de l'environnement de monoculture par exemple
- Valeur d'écosystème – plantes protégeant le sol contre l'érosion, servant de coupe-vent ou créant de l'ombre, avec une diversité suffisamment importante pour permettre une stabilisation du milieu équivalent à celle d'un écosystème naturel, meilleure garantie pour un fonctionnement optimal dans le long terme.

([HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM](http://www.wastewatergardens.com))

2.7. Quelques plantes utilisées dans le bassin WWG de Témacine:

Le bassin WWG de Témacine compte des nombreux plantes dans 8 espèces figure (10):

(Laboratoire de la station d'épuration Touggourt (ONA).)

- Le jonc (Juncus)
- Le laurier
- Le papyrus
- Canna
- Washingtonia
- Hibiscus
- La massette
- Faux Bananier



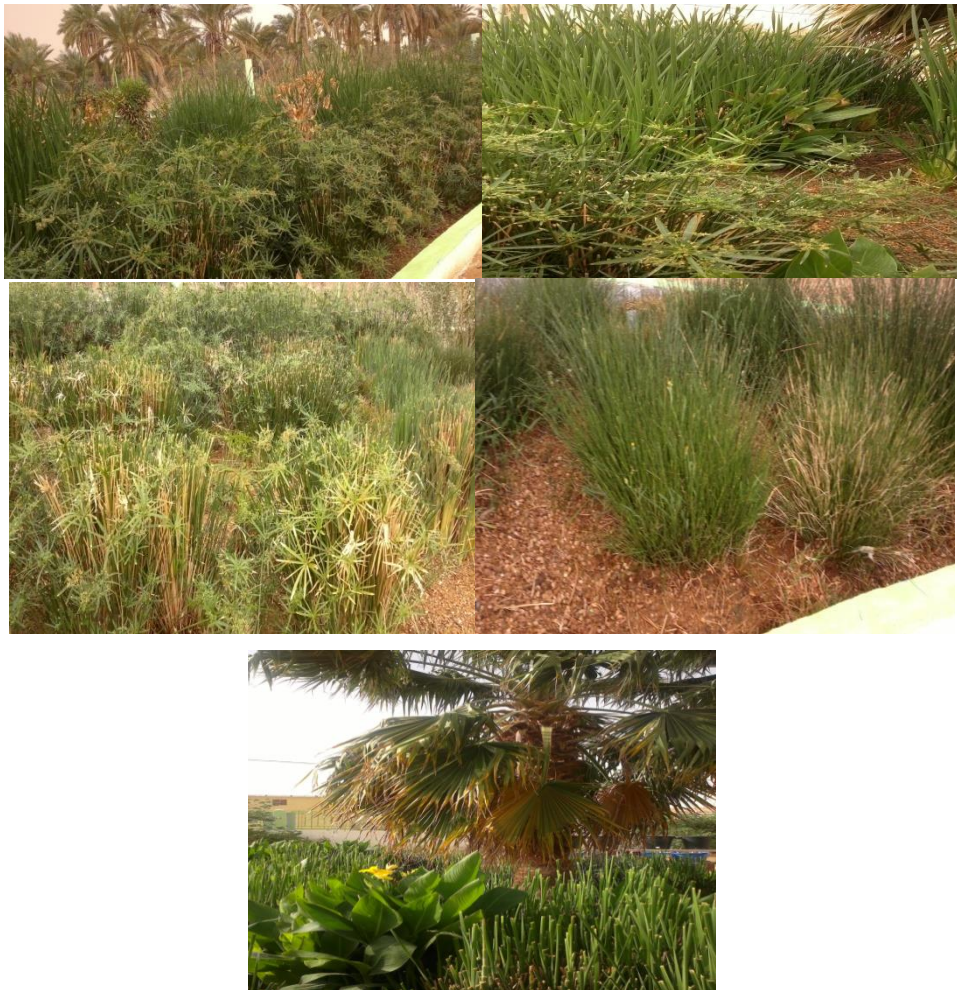


Figure 10: les plantes utilisées de la WWG de Témacine

2.8. Le boîtier de contrôle :

Le boîtier de contrôle est généralement placé dans l'unité de traitement WWG ou à l'extérieur comme c'est le cas de la station pilote WWG de Témacine. Il est à base de béton armé et se distingue par son imperméabilité figure (11) et (12).

Le boîtier de contrôle comme l'indique son nom, permet de contrôler le niveau d'eau dans l'unité et facilite l'écoulement de l'eau traitée vers la zone de drain, appelée aussi filtre vert. Ce dernier, est une zone verte additionnelle dont les plantes bénéficient également de nutriments toujours présents dans les flux. (HAMMADI.2006)



Figure 11: Le boîtier de contrôle



Figure 12: L'eau usée traité

2.9. La zone de drainage :

2.9.1. Dimension :

Le système comporte un réseau de drainage gravitaire souterrain de 468 mètres, reparté en six zones principales. Des tests répétés ont été faits afin de s'assurer qu'il y a une répartition égale entre les différentes zones.

L'eau transitant par le boîtier de contrôle du bassin WWG, est ensuite orientée vers deux conduites principales Figure (13).

(HAFIANE NABILA et BENMERIEM ZINEB et KHOULDE SABRINA)



Figure 13: La zone de drainage

2.9.2. Types de drains :

Les conduites de drain sont des tubes de 63 mm de diamètre sectionnés manuellement tous les 10 à 15 cm, et posées sur une couche de 0,5 à 0,7 m de gravier, recouvert par une couche de 5 cm de gravier et enfin par de la terre. Les eaux sont distribuées par des conduites de 110 mm de diamètre qui se connectent ensuite par des réductions aux lignes de drain proprement dites. (HAMMADI.2006)

2.9.3. Sécurité du drainage :

Cependant et afin d'assurer une sécurité additionnelle, et à la demande des services de l'hydraulique de Témacine, une conduite additionnelle a été ajoutée à la sortie du boîtier de contrôle afin d'évacuer les eaux en cas de non fonctionnement du réseau de drainage (saturation des sols) et accumulation d'eau dans le boîtier de contrôle, puis remontée des eaux dans le bassin Waste Water Gardens lui-même. Il a été placé à 8 cm environ au-dessus de fil d'eau de la conduite de drainage vers le réseau des 468 mètres. (HAMMADI.2006)

2.9.4. Irrigation souterraine :

La zone de drainage ayant été choisie comme site expérimental pour servir de zone d'irrigation souterraine, Des vannes ont été placées au début des conduites principales afin de procéder à des plantations dans la zone de drainage utilisée comme site expérimental.

A cet effet, un boîtier a été installé avec un système de tuyaux flexibles afin de pouvoir arroser manuellement ces nouvelles plantes.

(HAFIANE NABILA et BENMERIEM ZINEB et KHOULDE SABRINA)

2.9.5. Plante de la zone de drainage :

La plantation dans la zone de drainage, a débuté entre les lignes de drain par 138 plants représentant 17 espèces, principalement des arbres fruitiers.

(HAFIANE NABILA et BENMERIEM ZINEB et KHOULDE SABRINA)

Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons identifié les caractéristiques géographiques et climatiques de la région de Temacine

Cette zone est caractérisée par un climat chaud avec de l'humidité et des zones salines.

Chapitre IV

Matériels et méthodes

1. Introduction

Le présent chapitre a eu pour but de décrire les différentes méthodes d'analyses, les différents paramètres physico chimiques et les paramètres de pollutions tels que les nitrates et les nitrites sont étudiés.

2. Localisation des sites de prélèvements des échantillons :

Cette partie du chapitre vise l'étude analytique des facteurs polluants des eaux, quels sont des facteurs physiques ou chimiques, pour déterminer le degré de pureté fait par les plantes plantées au milieu du bassin WWG ancien Ksar Temacine. Pour généraliser l'étude du bassin, ce dernier a été divisé en deux points pour prélever les échantillons des eaux usées concernées par notre étude au laboratoire. Les deux points sont présentés comme suit :

- point 1 : entrée du bassin
- point 2 : sortie du bassin

On s'est basé dans notre étude analytique que sur les facteurs polluants suivants:

A / l'étude physico-chimiques : cette étude a touchée les facteurs suivantes: pH. NO_3^- ; NO_2^- ; NH_4^+ ; PO_4^{3-} ; O_{diss} . Et la DCO et la DBO_5 . (khmissi.2014)

3. Analyses physico-chimiques:

Les analyses physico-chimiques de l'eau ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration des eaux usées (l'office national d'assainissement de Touggourt.)

3.1. Détermination de conductivité électrique :

Pour déterminer la conductivité électrique on a utilisé les appareils suivants :

- Conductimètre
- Béchers ou fioles



Figure 14: Le Conductimètre

A / Mode opératoire

Allumer le conductimètre puis Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. D'autre coté on met une quantité d'eau à analysée dans un bécher. En suite on trempe l'électrode dans le bécher et on laisse l'appareil quelque moment pour stabiliser jusqu'à l'affichage des données de la conductivité et la salinité. On termine par un rinçage abondant de l'électrode avec de l'eau distillée.

3.2. Détermination de la Potentiel d'Hydrogène pH :

Pour déterminer le pH on a utilisé les appareils suivants :

- pH Mètre
- Des béchers ou des fioles

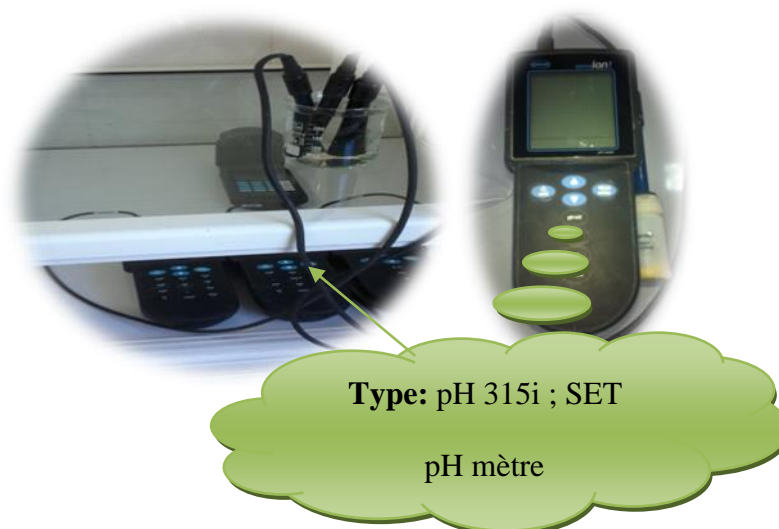


Figure 15: Le pH mètre

A / Mode opératoire :

Allumer le pH mètre puis Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. D'autre coté on met une quantité d'eau à analysée dans un bécher. En suite trempe l'électrode de pile dans le bécher et en laisse l'appareil quelque moment pour stabilisé jusqu'à l'affichage des données. On termine par un rinçage abondant de l'électrode avec de l'eau distillée.

3.3. Détermination de l'oxygène dissous :

Pour déterminer l'oxygène dissous on a utilisé les appareils suivants :

- Oxymétrie
- Des béchers ou des fioles

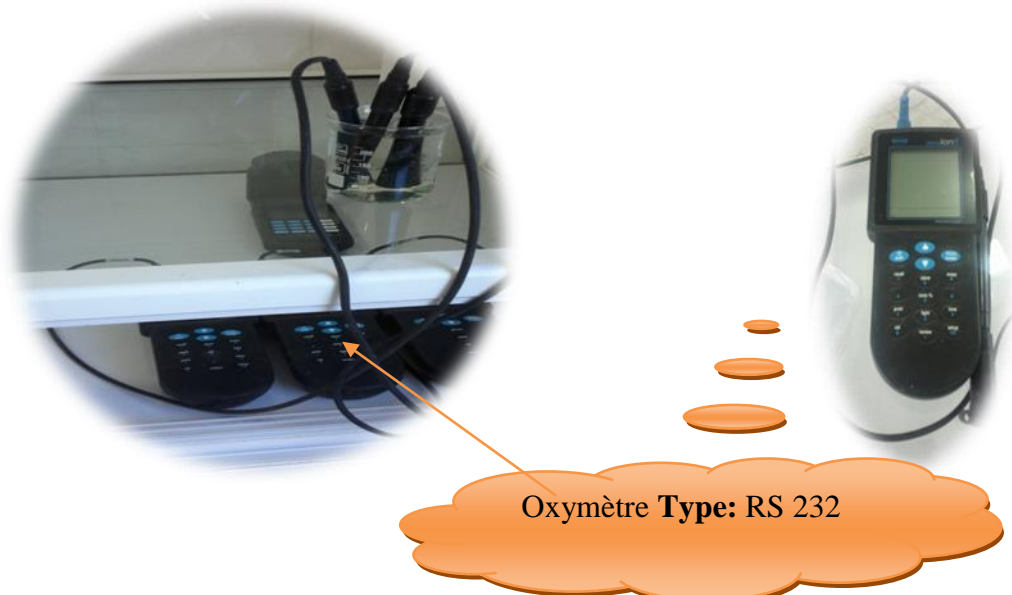


Figure 16 : Oxymètre

A / Mode opératoire :

Allumer l'Oxymètre puis Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. D'autre coté on met une quantité d'eau à analysée dans un bécher. En suite trempe l'électrode de pile dans le bécher et en laisse l'appareil quelque moment pour stabilisé jusqu'à l'affichage des données. On termine par un rinçage abondant de l'électrode avec de l'eau distillée.

3.4. Détermination de la température :**A / Mode opératoire**

Pour déterminer la température, après la stabilité des trois (03) appareils de la : Conductimètre, pH mètre, Oxymètre. On prend la valeur maximum est marqué cette valeur.

3.5. Détermination des matières en suspension (MES) :

Pour déterminer les MES on a utilisé les appareils suivants :

- Etuve
- Capsule
- Balance
- Papier filtre
- centrifugeuse
- Entonnoir

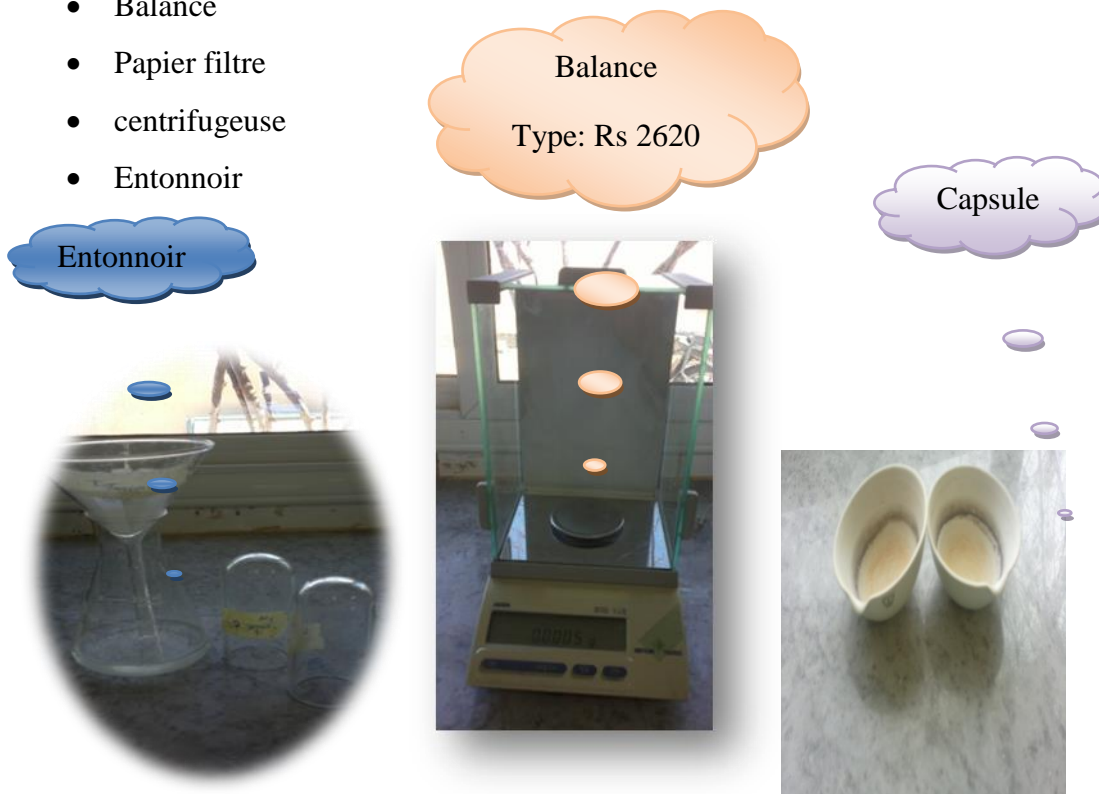


Figure 17: Matériel utilisé pour la détermination des MES

A / Mode opératoire

La séparation des MES de l'eau se fait par centrifugation par apport à l'entrer du bassin. 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 levé puis récupéré et mis à sécher à 150 °C, le résidu sec est ensuite pesé. Il correspond aux MES contenues dans l'échantillon.

La séparation des MES de l'eau se fait aussi par centrifugation et après par filtration (par rapport la sortie du bassin). Cette technique est adaptée à des échantillons peu chargés. On laisse le papier filtre pendant une journée pour le séchage, puis on peut calculer le facteur des MES par la formule ci-dessous.

Expression des résultats

La teneur de l'eau en matière en suspension (mg/l) est donnée par l'expression suivante :

$$\text{(mg/l)} \frac{M_1 - M_0}{V} \times 100$$

Avec

M_0 = masse de papier filtre avant l'utilisation en (mg)

M_1 = masse de papier filtre après l'utilisation en (mg)

V = volume d'eau utilisé en (ml)

3.6. Mesure de la demande chimique en oxygène DCO :

Pour déterminer la DCO on a utilisé les appareils suivants :

- Four
- poire à pipeter
- spectrophotomètre
- les tubes DCO
- pipette jaugée
- agitateur (réacteur)
- bécher

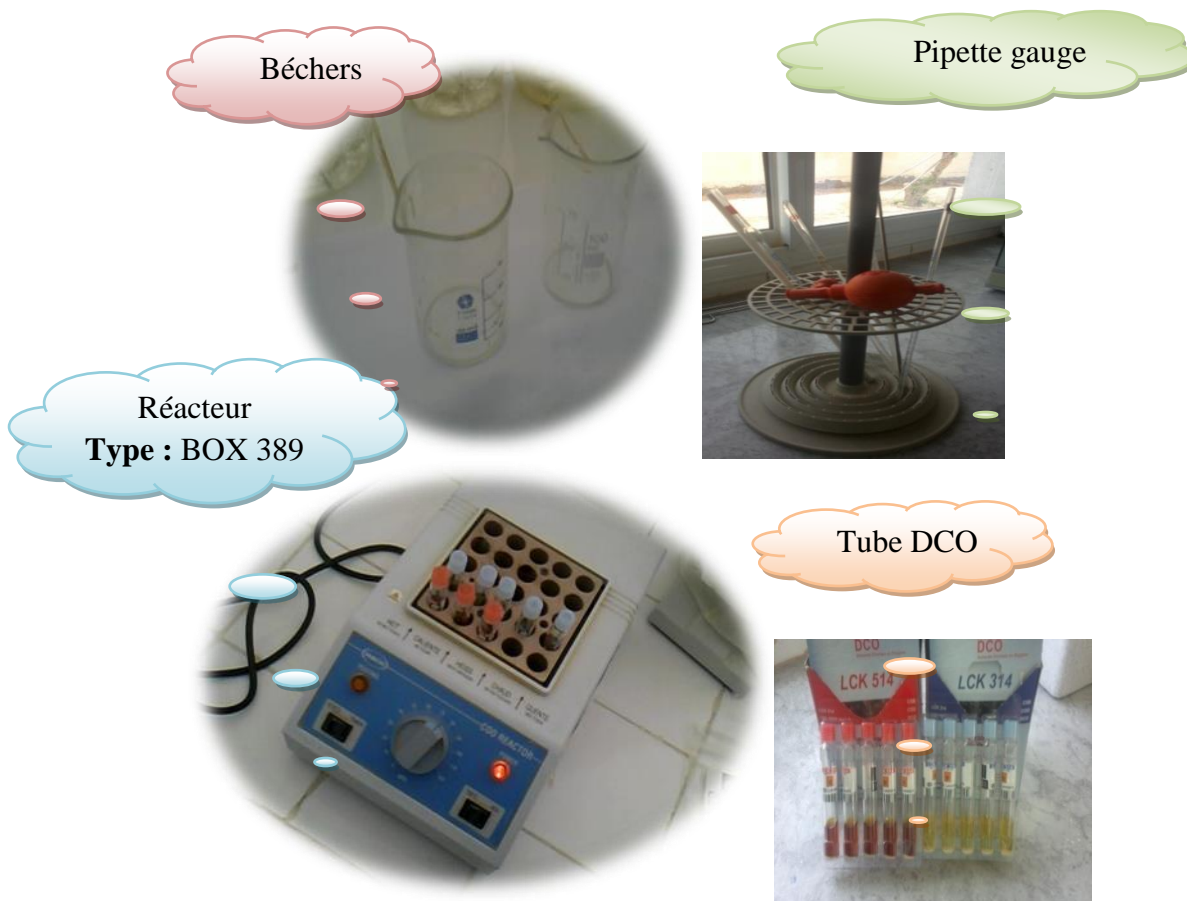


Figure 18: Matériel utilisé pour la détermination de la DCO

A / Mode opératoire

Dans un premier tube du réacteur de DCO on introduit 2 ml de l'échantillon à analyser homogène et dans un autre tube 2 ml eau permutée (distillée). Aux 2 ml d'échantillon d'eau à analyser, on ajoute 2 ml du réactif DCO pré dosé constitué de $K_2Cr_2O_7$, Hg_2SO_4 , Ag^2SO_4 , $HgSO_3$. Les deux tubes bouchés sont placés dans le réacteur de DCO. On porte à l'ébullition sous reflux pendant deux heures (à 150 °C). Après refroidissement, les tubes sont transférés dans un photomètre DCO de type photoflex. La lecture directe nous indique la valeur de la DCO de l'échantillon en mg/l.

3.7. Mesure de la demande biochimique en oxygène DBO_5 :

Pour déterminer la DBO_5 on a utilisé les appareils suivants :

- Bouteille de DBO_5
- Barrou-magnétique
- DBO mètre
- NaOH



Figure 19: Matériel utilisé pour la détermination de la DBO

A / Mode opératoire

Ce test est réalisé à l'aide d'un appareil DBO₅ type MF 120, mais il concerne directement la valeur DCO autrement dit, en connaissant la valeur DCO, il est possible de déterminer la quantité d'eau à analyser et ce conformément au tableau N° (4.)

3.8. Relation entre la DCO et la DBO pour la détermination de la quantité d'eau à analyser en faveur de la DBO₅ :

La relation entre la DCO et la DBO pour la détermination de la quantité d'eau à analyser en faveur de la DBO₅ est récapitulée dans le tableau (4.):

Tableau 4: Quantité d'eau à analyser en faveur de la DBO₅.

charge de DCO Conversion	Volume d'eau en ml	Coefficient de conversion
0 - 40	432	1
40 - 80	365	2
80 - 200	250	5
200 - 400	164	10
400 - 800	97	20
800 - 2000	43.5	50
2000 - 4000	22.7	100

3.9. Mesure des paramètres NH₄⁺ et NO₂⁻ et NO₃⁻:

3.9.1. Ammoniac NH₄⁺:

Pochettes de réactif

Méthode 8155

Préparation de l'échantillon :

Remplir une cuve carrée de 1 jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.

Préparation du blanc :

Remplir une autre cuve carrée de 1 jusqu'au trait de 10 ml avec l'eau désionisée transférer le contenu d'une pochette de réactif au salicylate d'ammoniaque dans chaque cuve, boucher et agiter jusqu'à dissolution du réactif en poudre. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK.

Une période de réaction de 3 min va commencer. Lorsque la minuterie retentit, transférer le contenu d'une pochette de réactif au cyanurates d'ammoniaque dans chaque cuve. Boucher et agiter jusqu'à dissolution du réactif en poudre. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 15 min va commencer. Une coloration verte apparaîtra en cas de présence d'azote ammoniacal.

Lorsque la minuterie retentit essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve :

- sélectionner sur l'écran : Zéro
- Indication à l'écran : 0.00 ml/l de NH₃-N
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de la cuve
- Sélectionner sur l'écran : Mesure les résultats sont indiqués en mg/l NH₃-N

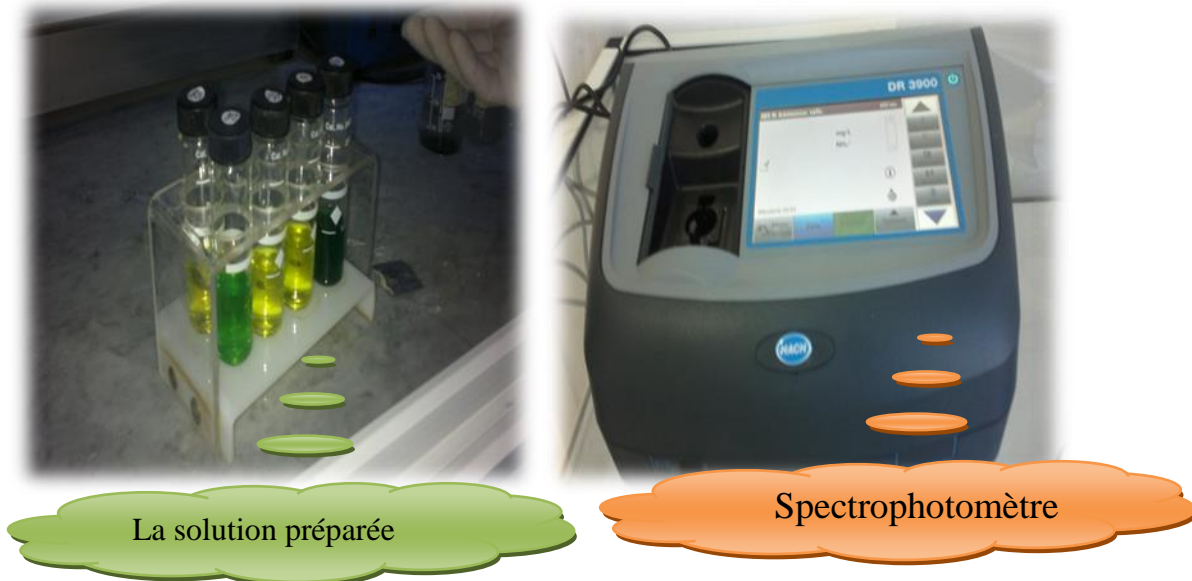


Figure 20: l'Appareil de Spectrophotomètre

3.9.2. Nitrate NO_3^- :

Pochette de réactif

Méthode 8039

Remplir une cuve carrée de 1 jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.

Préparation de l'échantillon :

Transférer le contenu d'une pochette du réactif pour nitrate Nitra Ver 5 dans la cuve. Boucher. Appuyer sur l'écran représentant la minuterie. Appuyer sur OK une période de réaction de 1 min va commencer. Agiter énergiquement la cuve jusqu'à ce que la minuterie retenti.

Lorsque la minuterie retentit, appuyer de nouveau sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK, une période de réaction de 5 min va commencer.

Une coloration ambre apparaît en présence de nitrate.

Préparation du blanc :

Lorsque la minuterie retentit, remplir une autre cuve carrée de 1 jusqu'au trait 10 ml avec l'échantillon.

- Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de la cuve
- sélectionner sur l'écran: Zéro
- Indication à l'écran: 0.0 mg/l NO_3^- -N

Dans la minute suivant dans retentissement de la minuterie, essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.

Sélectionner sur l'écran : Mesure des résultats sont indiqués en mg/l NO_3^- -N

3.9.3. Nitrite NO_2^- :

Pochette de réactif

Méthode 8507

Remplir une cuve carrée de 1 jusqu'au trait 10 ml avec l'échantillon

Préparation de l'échantillon :

Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrite Nitri Vers 3 dans la cuve ronde. Agiter pour homogénéiser jusqu'à dissolution de la poudre, une coloration rose se développera en présence de nitrite. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 20 min va commencer.

Préparation du blanc :

Remplir une autre cuve carrée de 10 ml avec l'échantillon. Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de la cuve.

-sélectionner sur l'écran : Zéro

-Indication à l'écran : 0.000 mg/l NO_2^- -N

Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de la cuve.

Sélectionner sur l'écran : Mesure les résultats sont indiqués en mg/l NO_2^- -N

3.9.4. Phosphate PO_4^{3-} :

Mode opératoire :

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour l'orthophosphore, méthode acide ascorbique.
- Presser : 79 entrer. L'affichage indique mg/l, PO4 et le symbole ZERO.
- Remplir une cuvette avec au moins 10 ml d'échantillon (le blanc), prélever au moins 40 ml d'échantillon dans un bicher de 50 ml.
- Remplir une ampoule Accu Vac phosphate avec l'échantillon (échantillon préparé).
- Enfoncez un bouchon sur la pointe de l'ampoule. Agiter pendant environ 30 secondes, puis essuyer tout liquide ou trace de doigts.
- Presser : TIMER ENTRER
- Une période de réaction de 5 minutes commence.
- Placer le blanc dans le puits de mesure. Ajuster le capot de l'appareil pour couvrir la cuvette. Presser EXIT.
- Presser : ZERO. Le curseur se déplace vers la droite puis l'affichage indique : 0.00 ml/l PO4

- Lorsque le minuteur sonne, placer l'ampoule Accu vac dans le puis de mesure. Ajuster le capot de l'appareil pour couvrir l'ampoule.
- Presser : READ. Le curseur se déplace vers la droite puis le résultat en mg/l de PO_4^{3-} s'affiche.

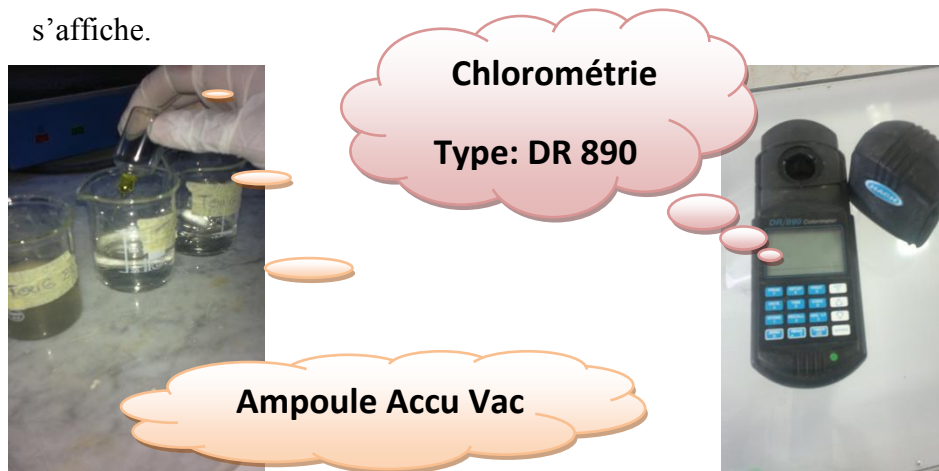


Figure 21: l'Appareil de Chlorométrie

3.10. Azote total :

Doser à la suite, consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche :

1.3 ml d'échantillon, 1.3 ml de solution A, 1 tablette B, fermer immédiatement. Ne pas mélanger.

Chauffer directement pendant HT 200 S : 15 min avec le programme standard HT

Thermostat : 60 min à 100 °C

Refroidir et ajouter 1 MicroCap C.

Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous du MicroCap C et qu'il n'y ait aucune particule restante.

Pipeter lentement dans le test en cuve : 0.5 ml d'échantillon désagrégé.

Pipeter lentement 0.2 ml de solution D.

Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.

Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.



Les réactifs

Réacteur
Type : BOX 389

Spectrophotomètre

Figure 22: Matériel utilisé pour la détermination de l'Azote total

Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous nous sommes intéressés à définir le site de prélèvement, les méthodes d'échantillonnage, et les différentes méthodes analytiques utilisées dans notre étude.

CHAPITRE V

Résultats et interprétations

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats de nos analyses durant les mois d'avril et de février et Mars, on discutera les résultats.

2. Résultats d'analyses physico-chimiques :

Afin d'évaluer le degré de pollution des eaux usées de la station d'épuration par plantes de vieux Ksar Temacine, nos analyses ont été portées sur plusieurs paramètres suivant le type de pollution : particulaire, organique, azotée, phosphorée, nous avons aussi évalué les paramètres physico-chimiques tableau (5)

Tableau 5: résultats des analyses physico-chimiques

Mois (2018)		Février	Mars	Avril
Débit moyen M³/Jour	E	13.0	13.0	15.0
	S	12.0	12.0	13.0
Température (°C)	E	18.20	20.20	23.70
	S	15.70	18.80	24.00
Oxygène dissous (mg/l)	E	0.78	0.08	0.22
	S	2.37	1.40	1.32
pH	E	7.51	7.60	7.46
	S	7.22	7.18	7.59
Conductivité (µs/cm)	E	3.05	2.99	3.12
	S	3.31	4.14	3.55
Salinité (mg/l)	E	1.6	1.60	1.60
	S	1.7	2.20	1.90
NO₂⁻ (mg/l)	E	0.042	0.042	0.035
	S	0.018	0.027	0.016
NO₃⁻ (mg/l)	E	0.30	0.55	0.48
	S	0.11	0.14	0.21
NH₄⁺ (mg/l)	E	7.950	10.500	15.400
	S	3.370	5.280	7.380
PO₄³⁻ (mg/l)	E	4.92	2.23	5.28
	S	0.44	0.34	0.37
MES (mg/l)	E	536.00	523.00	146.70
	S	19.00	24.00	20.00
DCO (mg/l)	E	101.00	182.0	103.00
	S	5.64	17.8	25.40
DBO₅ (mg/l)	E	140.00	90.00	60.00
	S	7.00	3	6.00
NT (mg/l)	E	10.40	15.60	8.77
	S	3.99	3.11	2.39

Remarque :**E** - Entrée**S** - Sortie (Laboratoire de la station d'épuration Touggourt (ONA))**2.1. Evolution de la température moyenne dans le temps :**

Les valeurs de la température varient entre 15.7°C et 24°C, se sont des valeurs normales pour les eaux de la région. Figure (23)

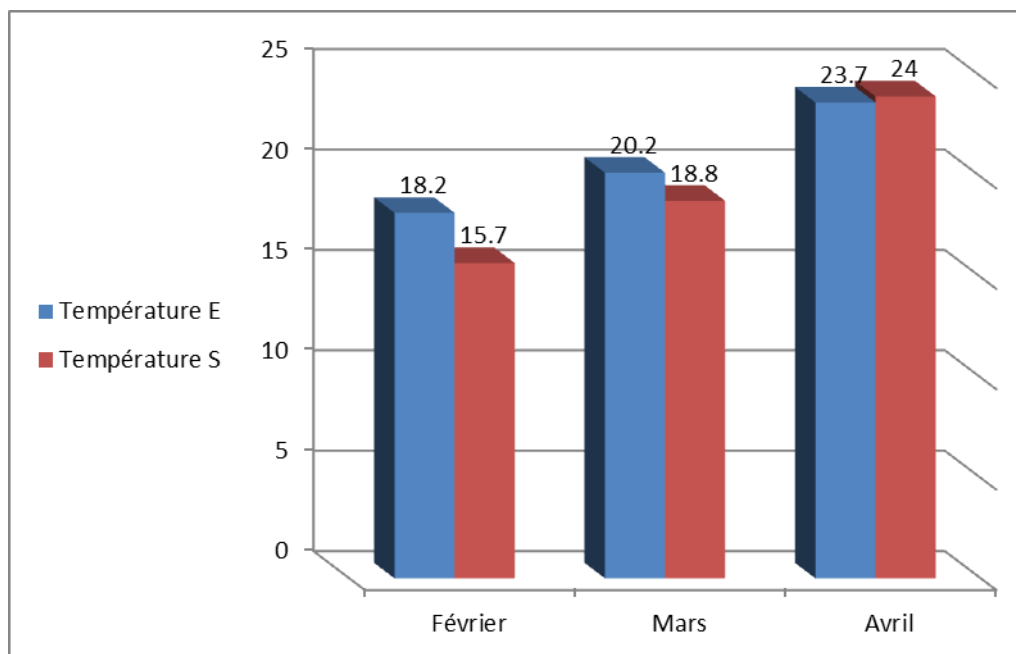


Figure 23: Evolution de la température moyenne dans le temps

2.2. Evolution de l'oxygène dissous dans le temps :

Les teneurs en oxygène varient entre 1.32 mg/l et 2.37 mg/l pendant les 03 mois, cette variation est fonction de la charge organique, Figure (24).

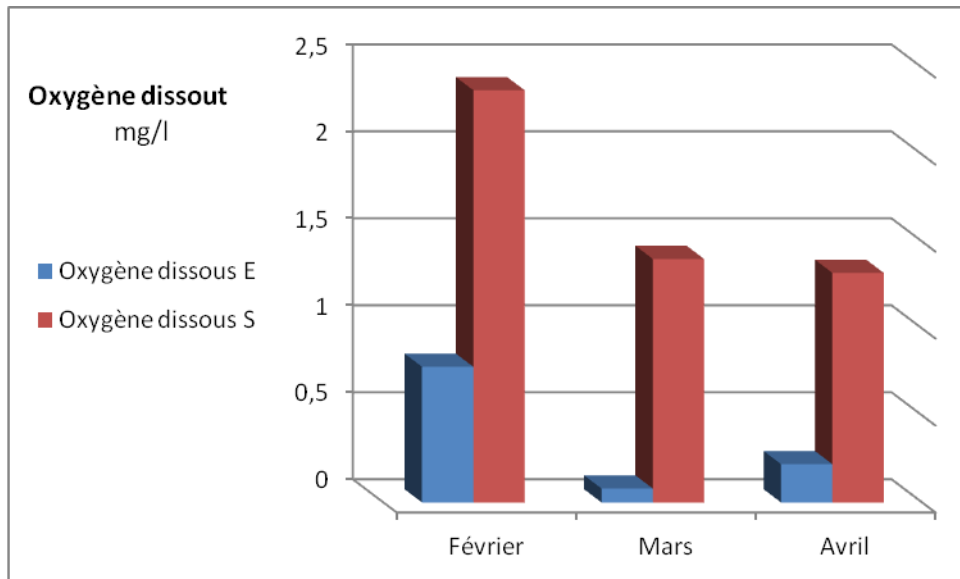


Figure 24: Evolution de l'Oxygène dissous moyenne dans le temps

2.3. Evolution de pH dans le temps :

Les valeurs du pH varient entre 7.18 et 7.59, elles rentrent dans l'échelle de variation de valeurs pour un effluent urbain qui oscillent entre 6.5 et 8.5, Figure (25)

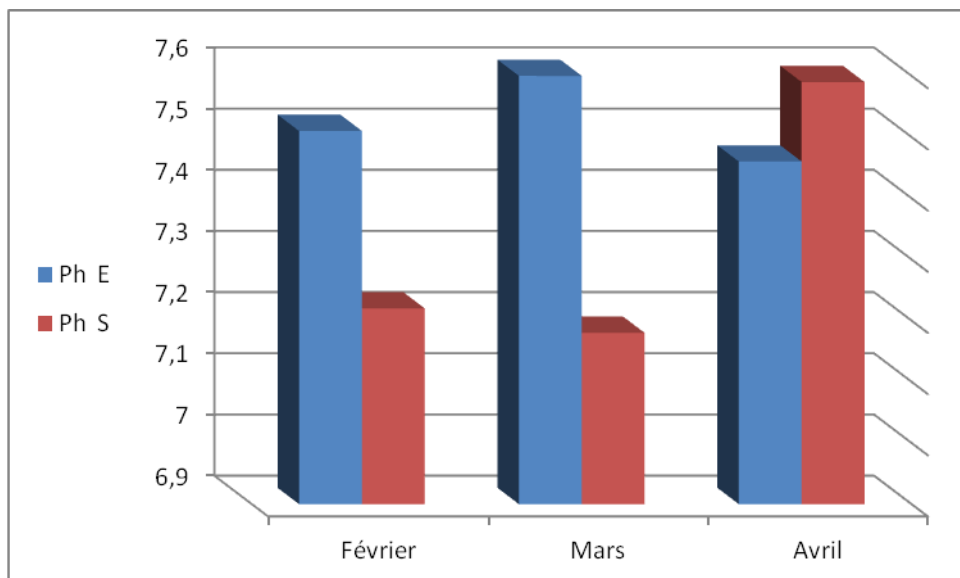


Figure 25: Evolution du pH moyenne dans le temps

2.4. Evolution de la conductivité électrique dans le temps :

Les valeurs obtenues pour la conductivité électrique des eaux usées varient entre 3.31 mg/l et 4.14 mg/l, ce paramètre est lié à la concentration des sels, Figure (26).

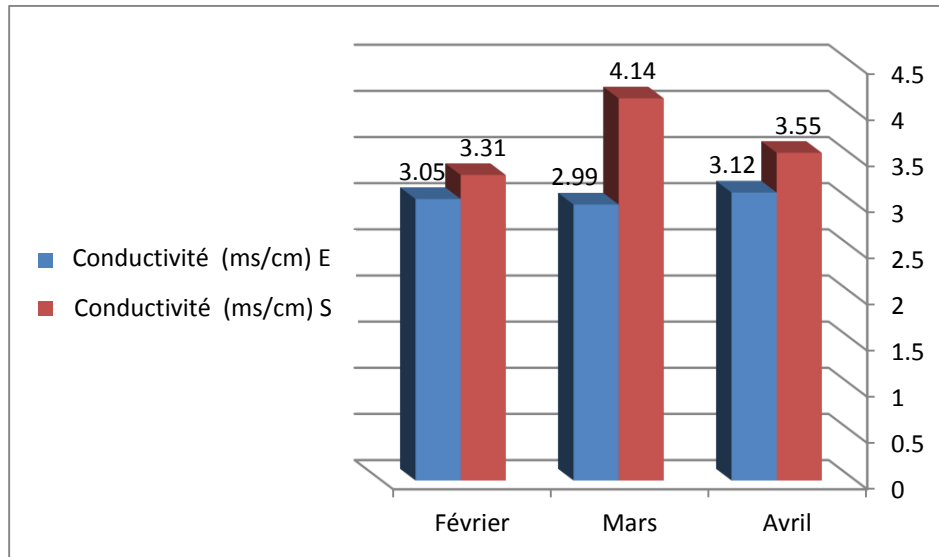


Figure 26: Evolution de la conductivité moyenne dans le temps

2.5. Evolution de la salinité dans le temps :

Les valeurs de la salinité varient entre 1.7 mg/l et 2.2 mg/l, ce qui montre que ces eaux ont des faibles valeurs en salinité. Figure (27).

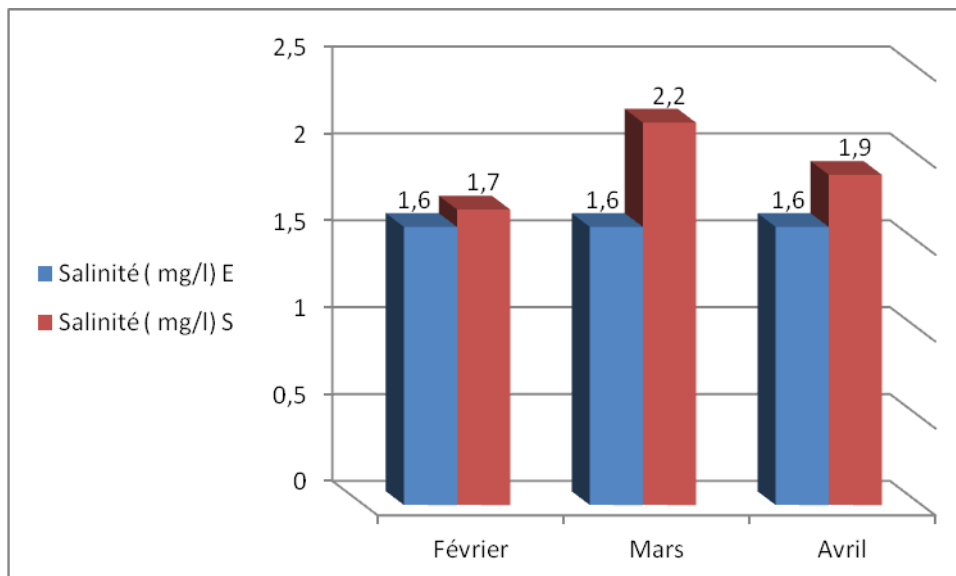


Figure 27: Evolution de la salinité moyenne dans le temps

2.6. Evolution de NO_2^- dans le temps :

Les valeurs des nitrites varient entre 0.016 mg/l et 0.027 mg/l. La concentration en nitrite pour un effluent urbain doit être proche de 0 mg/l. Figure (28). (REJSEK,F 2002)

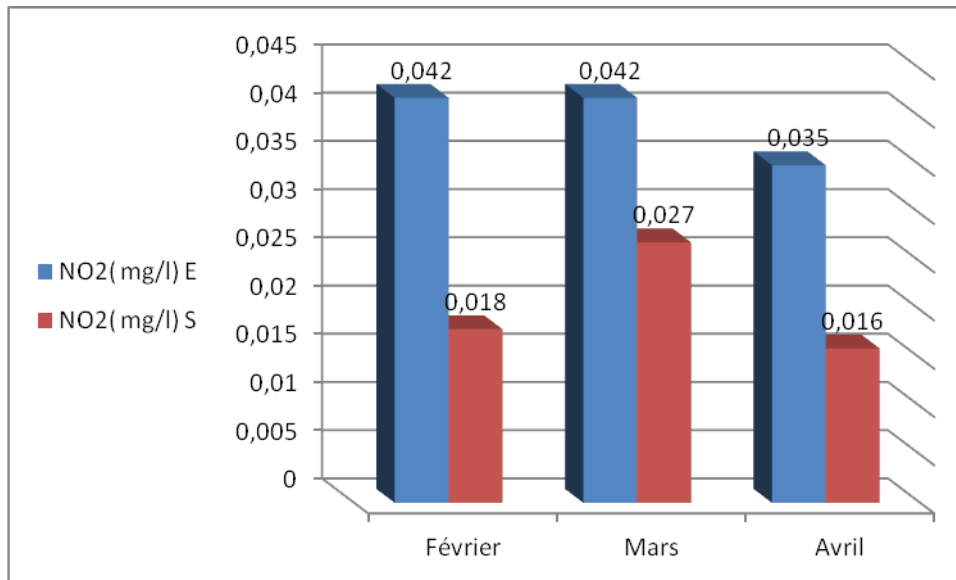


Figure 28 : Evolution du NO_2^- moyenne dans le temps

2.7. Evolution de NO_3^- dans le temps :

Les valeurs des nitrates varient entre 0.11 mg/l et 0.21mg/l. A l'exception du mois d'Avril, ces valeurs sont relativement élevées par rapport aux valeurs de l'effluent urbain qui est proche de zéro. Figure (29). (REJSEK,F 2002)

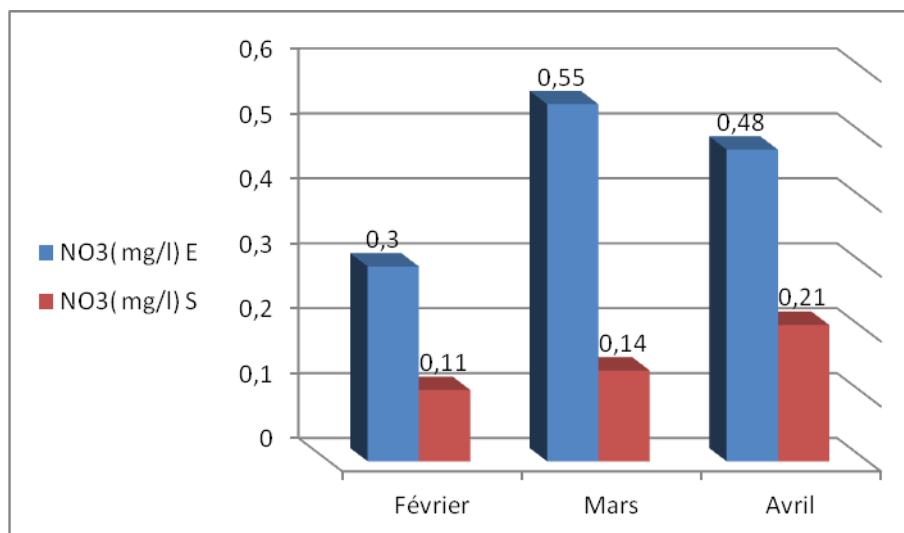


Figure 29: Evolution du NO_3^- moyenne dans le temps

2.8. Evolution de NH_4^+ dans le temps :

Les valeurs du NH_4^+ varient entre 3.37 mg/l et 7.38 mg/l. Figure (30).

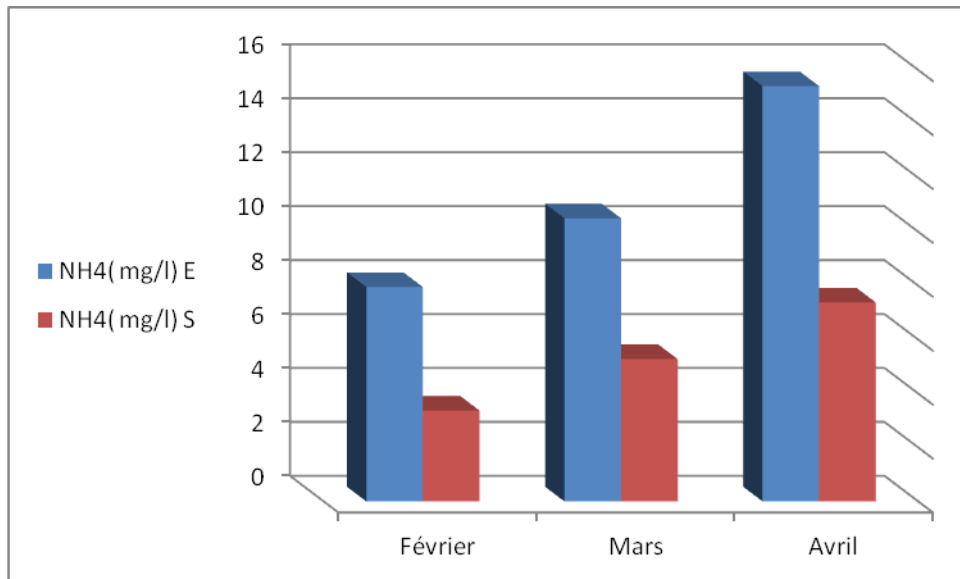


Figure 30: Evolution du NH_4^+ moyenne dans le temps

2.9. Evolution de PO_4^{3-} dans le temps :

Les valeurs varient entre 0.34 mg/l et 0.44 mg/l, ces valeurs proviennent de la dissolution dans l'eau des substances issues des produits de nettoyage qui sont sans doute utilisés en grand quantité. Figure (31).

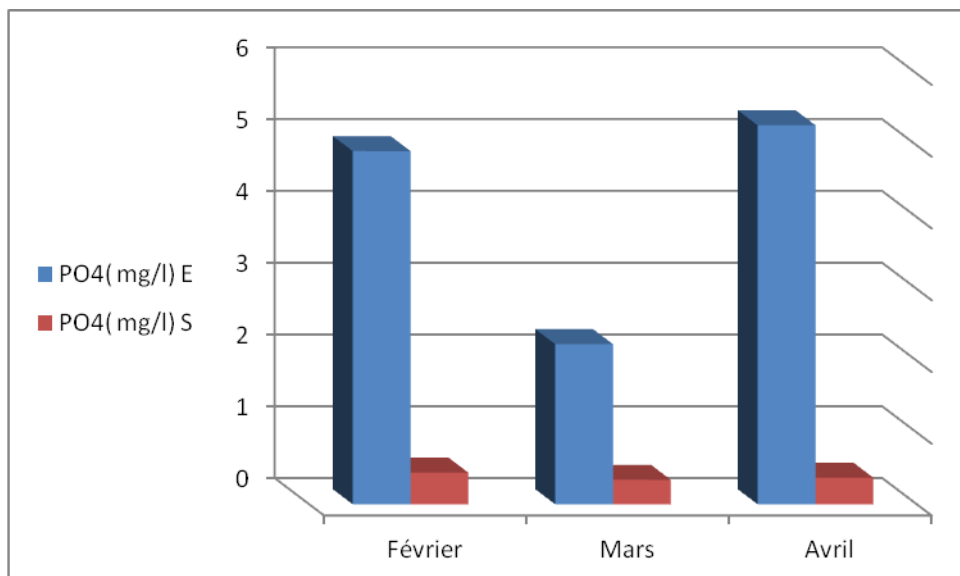


Figure 31: Evolution de PO_4^{3-} moyenne dans le temps

2.10. Evolution de MES dans le temps :

Les valeurs varient entre 19.00 mg/l et 24 mg/l. Ces valeurs obtenues confirment que les rejets analysés sont peu chargés en matière en suspension par rapport à l'entrée (65 – 558 mg/l) du bassin. Figure (32).

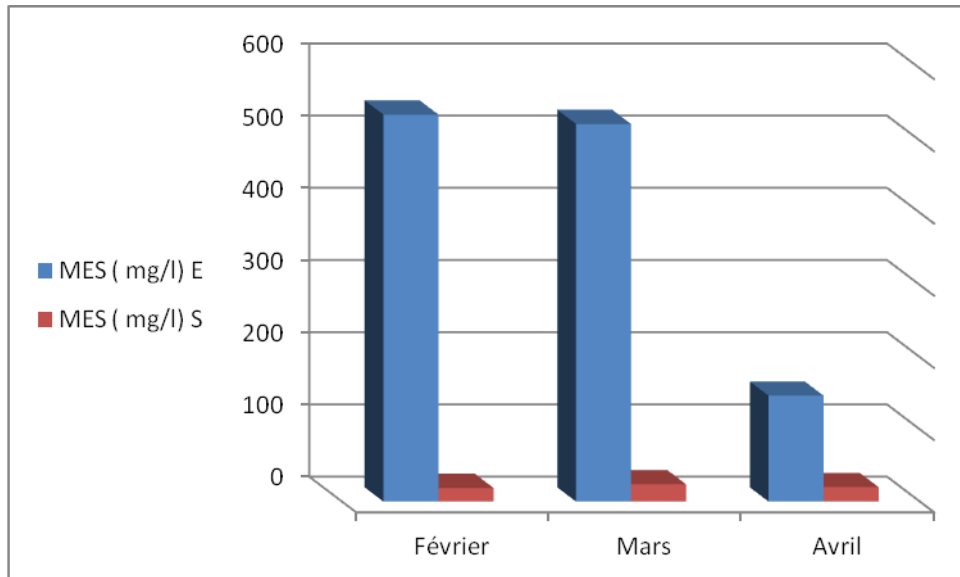


Figure 32: Evolution des MES moyenne dans le temps

2.11. Evolution de la DCO dans le temps :

Les valeurs de la DCO à la sortie varient entre 5.64 mg/l et 25.4 mg/l, ce qui conforme l'importance de la dégradation de la matière organique. Figure (33).

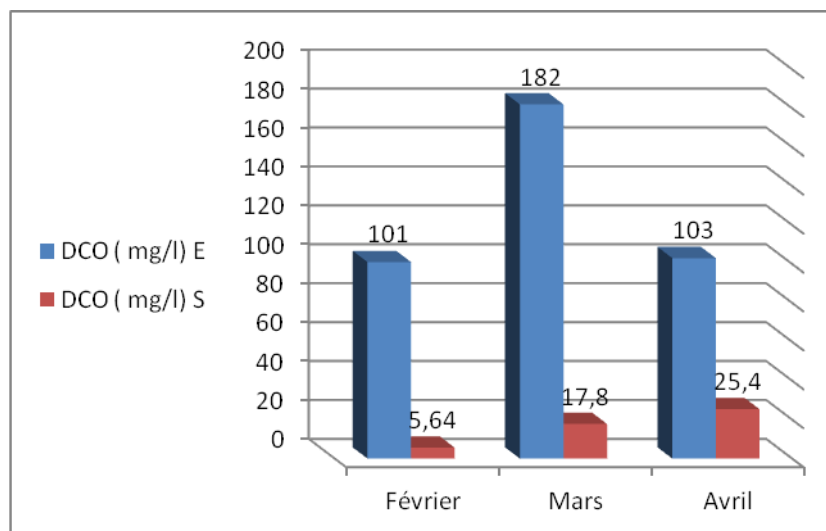


Figure 33: Evolution de la DCO moyenne dans le temps

2.12. Evolution de DBO₅ dans le temps :

Les valeurs de la DBO₅ varient entre 3 mg/l et 7.00 mg/l, ce qui montre qu'une partie importante de la pollution organique est biodégradable. Figure (34).

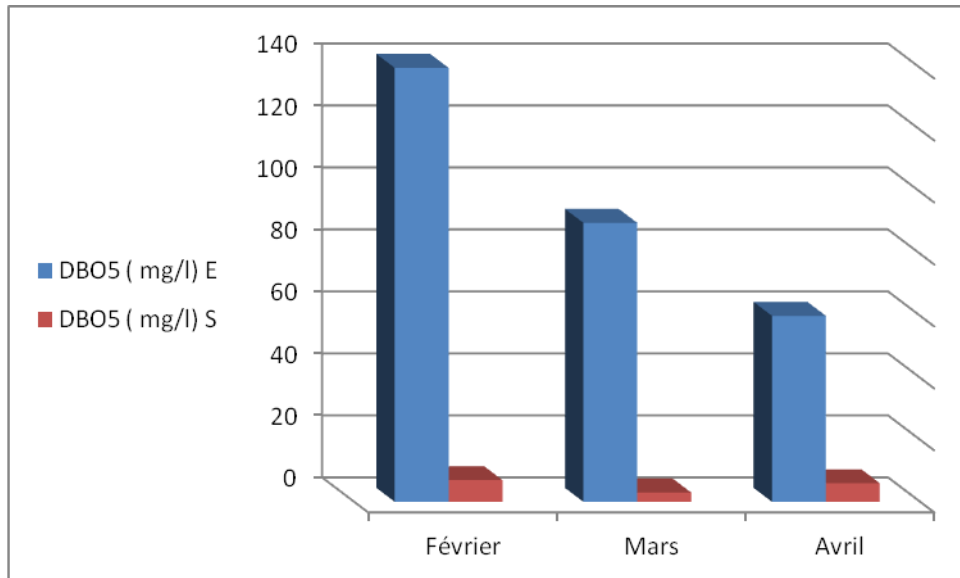


Figure 34: Evolution de la DBO₅ moyenne dans le temps

2.13. Evolution du NT dans le temps :

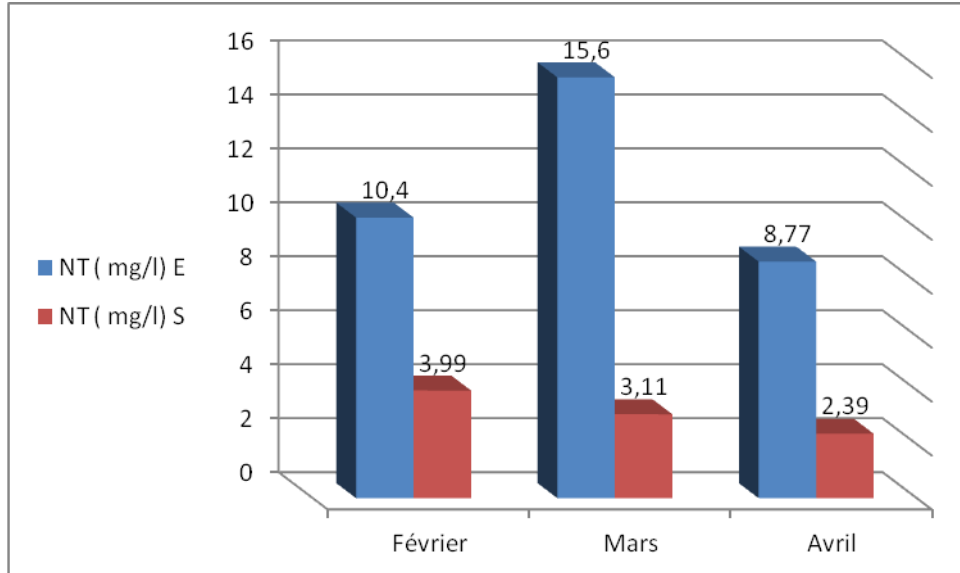


Figure 35: Evolution du NT moyenne dans le temps.

2.14. Calcul du rendement de la station de vieux Ksar Temacine (WWG)

Pour calculer le rendement (R) de la station, nous appliquons la formule suivante :

$$R\% = [(entrée - sortie) / entrée] \times 100$$

Nous présentons un exemple de calcul du rendement épuratoire du nitrite NO_2^- du Mois du Février 2018.

A l'entrée la valeur du NO_2 est de 0.042 voir tableau N° (5)

A la sortie la valeur de NO_2 est de 0.018 voir tableau N° (5)

Donc :

$$R\% = [(0.042 - 0.018) / 0.042] \times 100 = 57.14 \%$$

Les résultats de calcul de tous les éléments pour les Mois de Février, Mars, Avril, sont représentés dans le tableau ci-dessous N° (6) :

Tableau 6: Résultats du rendement épuratoire de la STEP de Temacine

Mois(2018)	Février	Mars	Avril
NO_2^-	57.14%	35.71%	54.28%
NO_3^-	63.33%	74.54%	56.25%
NH_4^+	57.61%	49.71%	52.07%
PO_4^{3-}	91.05%	84.75%	92.99%
MES	96.45%	95.41%	86.36%
DCO	94.41%	94.98%	75.33%
DBO_5	95%	96.66%	90%
NT	61.63%	80.06%	72.74%

2.15. Calcul du coefficient de biodégradabilité K :

La biodégradabilité est représentée par le rapport entre la demande chimique en oxygène et la demande biologique en oxygène :

$$\text{DCO} / \text{DBO}_5$$

Ce rapport donne une idée sur l'aptitude des eaux à la dégradation biologique. Voir tableau (7)

Tableau 7: le rapport de biodégradabilité :

Mois	Février	Mars	Avril
K	0.72	2	1.71

Toutes les valeurs qui sont indiquées dans le tableau ci-dessus montrent que le coefficient K est inférieur à 2, ce qui correspond à des effluents biodégradables ce qui est logique avec des eaux domestiques correspondant à la région du Ksar de Temacine.

3. Le dysfonctionnement de la station Temacine :

Malgré la bonne performance de cette station, mais il souffre de quelques obstacles sont résumés dans les points suivants

- Grande salinité dans la zone de drainage
- Certaines plantes ne s'adaptent pas à la zone
- Il y a un faible pourcentage d'odeur dans l'eau traitée en raison de la survie d'un pourcentage significatif de nitrates
- Le débit des eaux usées à l'entrée de la station est faible en raison de la pénurie de population, ce qui entraîne l'obstruction des canaux de transport.

(Selon agent de la station ONA, Touggourt 2017)

Conclusion

Les résultats physico-chimiques présentés dans ce chapitre montrent clairement que la station d'épuration de Temacine joue un rôle important dans l'épuration des eaux usées urbaines.

Conclusion Générale

Les eaux usées sont d'origine domestiques, urbaine ou industrielle, dans notre cas nous concentrerons sur les eaux usées de type domestique/ urbaine. Elles englobent les eaux d'évacuation des toilettes, cuisines et salles de bains. Les déchets présentant dans ces eaux, sous forme diluées ou en suspension, sont constituées de matières organiques dégradables et minérales.

Les eaux usées non traitées sont porteuses de nombreuses bactéries dont certaines potentiellement causes de maladies graves ; elles sont aussi un facteur important de pollution des nappes souterraines, rivières et toute autre surface d'eau telle que la mer par exemple.

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau qui peut-être évacuée sans danger dans le milieu naturel en respectant les normes de rejets édictés par la législation et pouvant par cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage), plus particulièrement en milieu industriel.

Les différents types d'épuration des eaux usées sont L'épandage, le Lagunage, le lit bactérien, le disque biologique (bio-disque), et la boue activée.

La phytoépuration est un système innovant, particulièrement efficace, qui utilise le pouvoir épurateur des plantes aquatiques et qui offre une alternative écologique, économique, durable et esthétique au système classique. Le principe est simple : les bactéries aérobies (qui ont besoin d'oxygène et ne dégagent pas de mauvaises odeurs) transforment les matières organiques en matières minérales assimilables par les plantes. En retour, les plantes aquatiques fournissent de l'oxygène par leurs racines aux bactéries.

Les eaux usées provenant de la salle de bains et de la cuisine chargées en détergents, graisses, solvants, débris organiques, ainsi que les eaux vannes provenant des toilettes chargées de divers matières organiques azotées et de germes fécaux vont être collectées puis dirigées vers un traitement primaire et un traitement secondaire.

Après avoir été prétraités, les eaux usées vont subir trois principaux traitements simultanés en s'écoulant dans des bassins filtres : Un traitement physique, Un traitement chimique et un traitement biologique.

Les principaux types de filtre plantés utilisé dans la phytoépuration sont : Les filtres à écoulement vertical et les filtres à écoulement horizontal.

La station pilote de vieux Ksar de Témacine a été essentiellement créée dans le but de traiter 15 m³/Jour d'eaux usées pour une production de 100 personnes et à raison de 150 L par habitant/jour.

La gestion actuelle de la station est assurée par l'office National d'assainissement qui surveille les paramètres de fonctionnement et le suivi des plantes du bassin WWG

Les eaux usées sortant et traversant le filtre de la fosse septique après un traitement primaire qui dure 3 jours, se dirigent gravitairement et sous terre vers le bassin WWG où elles subissent un second traitement qui dure 05 jours au minimum afin d'augmenter le taux d'épuration. Au démarrage en 2006, il a été implanté dans le bassin WWG 1000 plantes représentant 23 espèces.

Compte tenu des conditions climatiques rendues difficiles par les vagues de chaleur particulièrement en période estivale, beaucoup de plantes ont été détruites et remplacées par d'autres plantes sous la direction de l'institut National de Recherche Agricole (l'I.N.R.A) de Sidi Mahdi, selon des méthodes étudiées.

Actuellement la station de Temacine compte des nombreuses plantes dans 8 espèces :

-Le jonc (Juncus) - Le laurier - Le papyrus -Canna -Washingtonia - Hibiscus -La massette
- Faux Bananier

Les analyses physico-chimiques de l'eau ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration des eaux usées (l'office national d'assainissement) de Touggourt.

Afin d'évaluer le degré de pollution des eaux usées de la station dépuratoire par plantes de vieux Ksar Temacine, nos analyses ont été portées sur plusieurs paramètres suivant le type de pollution : particulaire, organique, azotée, phosphorée

Les résultats obtenus montrent que le rendement épuratoire par plante est très élevé pouvant atteindre 96% en fonction de l'élément traité. Pour Le NO₂ le rendement varie entre (54.28%-57.14%), le NO₃, de 56.25% Jusqu'à 63.33%, le NH₄, de 52.07% Jusqu'à 57.60%, le PO₄ de 91.05% jusqu'à 92.99%, les MES de 86.36% jusqu'à 96.45%, DCO de 75.33% jusqu'à 94.41%, DBO₅ de 90% jusqu'à 95%, et NT de 61.63% jusqu'à 72.74%.

Le coefficient K est inférieur à 2, ce qui correspond à des effluents biodégradables ce qui est logique avec des eaux domestiques correspondant à la région du Ksar de Temacine.

RECOMMANDATION.

Les eaux épurées provenant de la station de Temacine peuvent être réutilisés dans l'irrigation des cultures. Nous recommandons aussi de réutiliser ces eaux épurées dans l'industrie pour économiser les eaux destinées à l'alimentation en eau potable.

Nous recommandons quelques points importants comme suit

- ✓ Technique de lavage du sol pour réduire la concentration de salinité.
- ✓ La technique de distillation de l'eau est également utilisée pour se débarrasser de la salinité du sol et du problème d'odeur.
- ✓ Examen du système d'approvisionnement en eau potable de la région de Temacine.

Bibliographique

Bibliographique :

- 1 ANONYME, 2007 : Unité pilote d'épuration des eaux usées par zone humide artificielle vieux ksar de Témacine, compte rendu de la commune de Témacine.
- 2 BACHLOK Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de la station du vieux Ksar de TEMACINE. Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. Spécialité : Agronomie saharienne. Université Kasdi Merbeh OUARGLA. Janvier 2010.
- 3 BALLAH SAMIRA. Traitement des eaux usées des résidences isolées cas de HASSI MESSAOUD. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état. Spécialité : génie environnement. Université Kasdi Merbeh OUARGLA. Juin 2010.
- 4 BAUMONT S., 1997 : Réutilisation des eaux usées épurées : risque sanitaire et faisabilité en île de France.
- 5 BONNIN J., 1986 : Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance. Ed. EYROLLES,
- 6 CATTIN, 2005: Wastewater Gardens (WWG) planetary coral reef foundation, Institute of echotecnics.
- 7 DEBBAKH Abderrezak, qualité et dynamique des eaux des systèmes lacustres en amont de oued righ. présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. Spécialité : Hydraulique. Université Kasdi Merbeh OUARGLA. 2011/2012).
- 8 DEGUMENT ; Mémento technique (tome 1 et tome 2) neuvième édition (75384 paris cedex 8) ; 1989.
- 9 eau usée épurée par un lit de plantes. présenté pour l'obtention du diplôme de Master Spécialité : Traitement des eaux. Université Kasdi Merbeh OUARGLA. Juin 2014.
- 10 Épuration des eaux usées domestique par les bassins_ filtres a plantes aquatiques. Année rivière, édition 2005, dite " brochure verte " .
- 11 HAFIANE NABILA et BENMERIEM ZINEB et KHOULDE SABRINA. Épuration des eaux usées de la région TOUGGOURT « Ksar Temacine » par pHyto-épuration Jardin WWG .Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de master professionnel. Spécialité : traitement des eaux. Université kasdi Merbeh Ouargla. 22/06/2013
- 12 HAMMADI Belkacem. pHytoépuration des eaux usées des la région de Témacine Evaluation et conditions optimales. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. Spécialité : chimie. Université Kasdi Merbeh OUARGLA. Juin 2006.
- 13 INRA, 2005 : Programme d'activités de la Station, institut national de recherches agronomiques. Sidi Mahdi, Touggourt .
- 14 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 36, 21 juin 2009 .
- 15 KHMISSI YAMINA. Etude de la qualité pPhysico-chimique et bactériologique d'une
- 16 L'agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, 2002. L'épuration des eaux usées par les plantes. France.

- 17 La station d'épuration Touggourt (ONA).
- 18 Manuel de formation [HTTP://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM](http://WWW.WASTEWATERGARDENS.COM).
- 19 MEFTEH Ibrahim Etude des performances épuratoires des TypHa vis-à-vis de la pollution organique des eaux usées urbaines. Présenté pour l'obtention du Mémoire de master académique. Spécialité génie de procédés. Kasdi Merbeh.
- 20 Notice d'exploitation de la KSAR TEMACINE (W.W.G).
- 21 O.N.M. Station Touggourt.
- 22 REJSEK,F , Analyse des eaux, Aspect réglementaires et technique, 1^{ère} édition CRDPA, Bordeaux, 2002.
- 23 Rodier J, (2005). « L'analyse de l'eau » 5^{ème} édition, Dunond, Paris
- 24 [http://fr.Wikipedia.org/wiki/la boue activée](http://fr.Wikipedia.org/wiki/la_boue_activée) (25/03/2018, 15:20)
- 25 [http://fr.wikiédia.org/wiki/la zone humide](http://fr.wikiédia.org/wiki/la_zone_humide) (26/03/2018, 22:10)
- 26 Www. [http://akvopedia.org/wiki/filtre à écoulement vertical et horizontal](http://akvopedia.org/wiki/filtre_à_écoulement_vertical_et_horizontal). (04/04/2018, 9:00)
- 27 <http://ona-dz.org> (17/03/2018, 12:15)

Annexe

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

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

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

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Bérylium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercuré	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2