

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche**

**Scientifique**



**Université Kasdi Merbah Ouargla**



**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**

**Département de : Génie Civil & Hydraulique**

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master, Filière:Hydraulique**

**Spécialité :Traitement,l'épuration et la gestion d'eau**

**Thème**

**Phyto-épuration de la pollution organique des eaux usées  
domestiques Cas des plantes phragmites australis Ouargla  
Station de N'gousa**

**Présenté par :**

❖ **BECHOUA Abdelkader**

❖ **BEN ATIA Aicha**

**Soumis au jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Tache</b>	
<b>FORTAS Tahar</b>	<b>MAA</b>	<b>Président</b>	<b>UnivOuargla</b>
<b>BOUZIANE Lamia</b>	<b>MCA</b>	<b>Examineur</b>	<b>UnivOuargla</b>
<b>HAMMADI Belkacem</b>	<b>MCA</b>	<b>Encadreur</b>	<b>UnivOuargla</b>

**Année Universitaire: 2021 / 2022**

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche**

**Scientifique**



**Université Kasdi Merbah Ouargla**



**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**

**Département de : Génie Civil & Hydraulique**

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master, Filière:Hydraulique**

**Spécialité :Traitement,l'épuration et la gestion d'eau**

**Thème**

**Phyto-épuration de la pollution organique des eaux usées  
domestiques Cas des plantes phragmites australis Ouargla  
Station de N'gousa**

**Présenté par :**

❖ **BECHOUA Abdelkader**

❖ **BEN ATIA Aicha**

**Soumis au jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Tache</b>	
<b>FORTAS Tahar</b>	<b>MAA</b>	<b>Président</b>	<b>UnivOuargla</b>
<b>BOUZIANE Lamia</b>	<b>MCA</b>	<b>Examineur</b>	<b>UnivOuargla</b>
<b>HAMMADI Belkacem</b>	<b>MCA</b>	<b>Encadreur</b>	<b>UnivOuargla</b>

**Année Universitaire: 2021 / 2022**



# *Dédicaces*

**Nous dédions cet humble acte à nos chers parents pour leurs encouragements constants**

**A nos chers frères**

**A nos chères soeurs**

**pour toute notre famille**

**à tous nos amis**

**Merci**



***BECHOUA Abdelkader, BEN ATIA Aicha***

# Remerciements

*«Nous remercions dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et*

*La volonté pour achever ce modeste travail. Nos sincères*

*Remerciements à notre encadreur, de mémoire monsieur*

*Hammadi Belkacem*

*Professeur à l'Université de Kasdi Merbah Ouargla, pour sa patience, son*

*Soutien et ses encouragements continuels qui ont permis*

*L'aboutissement de ces efforts en dépit des difficultés que nous avons rencontrées dans*

*Ce travail. Nous tenons également à remercier tous ceux qui m'ont*

*Apporté leur aide de près ou de loin et nous a aidé à développer notre projet*

*Fin des études.»*

*BECHOUA Abdelkader, BEN ATIA Aicha*

## SOMMAIRE

Sommaire	a
Liste des figures	h
Liste des tableaux	k
liste des abréviations	m
Introduction	2

## PARTIE BIBLIOGRAPHIE

## Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I.1	Introduction	5
I.2	Définition des eaux usées	5
I.3	La répartition des eaux usées domestique suivant leurs origine	5
I.4	L'origine de la pollution des eaux	6
I.4.1	La pollution physique :	6
I.4.2	La pollution chimique	6
I.4.2.1	La pollution minérale	7
I.4.2.2	La pollution organique	7
I.4.2.3	La pollution agricole	7
I.4.3	Les pollutions microbiologiques	7
I.5	Les caractéristiques des eaux usées	7
I.6	Les paramètres physico-chimiques	7
I.6.1	Les paramètres physiques	7
I.6.1.2	Les températures (T)	7
I.6.1.2	La turbidité	8
I.6.1.3	Les matières en suspension (MES)	8

I.6.1.4	Les matières volatiles en suspension (MVS)	8
I.6.1.5	Les matières décantables	8
I.6.2	Paramètres chimiques	9
I.6.2.1	Potentiel d'hydrogène (PH)	9
I.6.2.2	La demande chimique en oxygène (DCO)	9
I.6.2.3	Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	9
I.6.2.4	Notion de biodégradabilité	10
I.6.2.5	L'oxygène dissous	10
I.6.2.6	La conductivité électrique (CE)	10
I.6.2.7	Azote	10
I.6.2.8	L'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	11
I.6.2.9	Phosphore	11
I.7	Les systèmes d'évacuation des eaux usées	11
I.7.1	Le système unitaire	11
I.7.2	Le système séparatif	11
I.7.3	Le système mixte	12
I.8	Les effets des eaux usées	12
<b>Chapitre II : Traitement des eaux usées</b>		
II.1	Introduction	14
II.2	L'épuration technique	14
II.1	Les phases de traitement	15
II.2.1.1	Le prétraitement	15
II.2.1.2.1	Le décanteur primaire	15
II.2.1.3	Le traitement secondaire	15
II.2.1.3.1	Le bassin d'aération et de stabilisation	16
II.2.1.3.2	Le décanteur secondaire	16

II.2.1.3.3	Traitement biologique	16
II.2.1.4	Le traitement tertiaire	17
II.2.1.4.1	Le bassin de désinfection	17
II.2.1.4.2	Le dégraisseur-des sableur	17
II.3	Les différents types d'épurations des eaux usées	18
II.3.1	L'épuration par cultures libres	18
II.3.2	L'épuration par boues activées	18
II.3.3	L'épuration par filtration sur lit de sable :	19
II.3.4	L'épuration par lagunage	20
II.3.5	L'épuration par culture fixe / lit fixe	20
<b>Chapitre III: Phyto-épuration</b>		
III.1	Introduction	22
III.2	Histotrique	22
III.3	Principe de traitement	22
III.3.1	L'épuration des eaux usées par bassins filtres plantes	22
III.3.1.1.	Un traitement physique	22
III.3.1.2	Un traitement chimique	23
III.3.1.3	Un traitement biologique	23
III.4	Les différents systèmes de phyto-épuration	23
III.4.1	Lagunage a micro-phytes	23
III.4.2	Lagunage a macro-phytes	23
III.4.2.1	Mécanismes épuratoires et paramètres environnementaux	24
III.4.2.2	Types d'écoulements dans les filtres plantes	24
III.4.2.2.1	Les filtres plantes a écoulement vertical	25
III.4.2.2.1.1	Bases de dimensionnement	25



III.4.2.2.1.2	Matériaux	25
III.4.2.2.1.3	Principe de fonctionnement	26
III.4.2.2.1.4	Evacuation	26
III.4.2.2.1.5	Plantation	26
III.4.2.2.1.6	Exploitation	27
III.4.2.2.1.7	Performances	27
III.4.2.2.1.8	Avantage techniques	28
III.4.2.2.1.9	Inconvénients techniques	28
III.4.2.2.2	Filtres plantes a écoulement horizontal	28
III.4.2.2.2.1	Bases de dimensionnement	28
III.4.2.2.2.2	La section du filter	28
III.4.2.2.2.3	La profondeur du filter	29
III.4.2.2.2.4	Principe de fonctionnement	29
III.4.2.2.2.5	Matériaux	30
III.4.2.2.2.6	Végétaux	30
III.4.2.2.2.7	Performances	32
III.4.2.2.2.8	Avantages techniques	32
III.4.2.2.2.9	Inconvénients techniques	32
III.5	Fiche technique de la station	32
III.6	La station d'épuration de N'goussa	33
III.6.1	Comment çamarche	33
III.6.2	Le rôle des micro-organismes	34
III.6.3	Le rôle des roseaux (macro-phytes)	34
III.6.4	Rendementsépuratoires	34
III.6.5	Nuisances	35
III.6.5.1	Aucune nuisance olfactive	35

III.6.6	Exploitation	35
III.6.6.1	Une exploitation simple et d'entretien réduit	35
III.6.7	Une station 100% écologique	36
III.6.7.1	Une station écologique :	36
III.6.7.2	Applications de l'énergie électrique solaire	36
III.6.7.3	Applications de l'énergiesolaire	37
III.6.7.3.1	Avantages	37
III.6.7.3.2	Inconvénients	37
III.7	Conclusion	37

**PARTIE EXPERIMENTALE****Chapitre IV : Matériels et méthodes**

IV.1	Introduction	40
IV.2	Présentation de la région d'étude	40
IV.3	Présentation de la zone d'étude	40
IV.4	Objectifs	41
IV.5	Echantillonnage	41
IV.6	Les deux points d'échantillonnage ont concerne	41
IV.6.1	Fréquence et mode d'échantillonnage	42
IV.7	Les paramètres d'analyse et de suivi	43
IV.8	Méthodes des prélèvements	43
IV.9	Procédured'analyse	44
IV.9.1	Détermination de la teneur de MES	44
IV.9.1.1	But d'analyse	44
IV.9.1.2	Principe	44
IV.9.1.3	Appareillage	44

IV.9.1.4	Préparation des filtres par l'eau distillée	44
IV.9.1.5	Filtration de l'échantillon	44
IV.9.1.6	Expression des resultants	45
IV.9.2	Détermination de la teneur de DCO	45
IV.9.2.1	But d'analyse	45
IV.9.2.2	Principe	45
IV.9.2.3	Appareillage	45
IV.9.2.4	Réactifs	45
IV.9.2.5	Procédure	45
IV.9.2.6	Expression des resultants	46
IV.9.3	Détermination de la teneur de DBO <sub>5</sub>	46
IV.9.3.1	Principe	46
IV.9.3.2	Appareillage	47
IV.9.3.3	Procédure	47
IV.9.3.4	Expression des resultants	48
IV.9.4	Détermination de PH	48
IV.9.4.1	But d'analyse	48
IV.9.4.2	Appareillage	48
IV.9.4.3	Procédure	48
IV.9.5	Détermination de la température T	48
IV.9.5.1	Principe	48
<b>Chapitre V : Résultats et discussions</b>		
V.1	Introduction	50
V.2	Qualité des eaux a l'entrée et a la sortie de la STEP	50
V.2.1	Evaluation de MES mg/l dans le temps	51

V.2.1.1	Discussion des resultants MES	52
V.2.2	Evaluation de DCO mg/l dans le temps	54
V.2.2.1	Discussion des resultants DCO	55
V.3	Evaluation de DBO <sub>5</sub> mg/l dans le temps	57
V.3.1	Discussion des resultants DBO <sub>5</sub>	58
V.4	Evaluation de PH durant les cinq mois	59
V.4.1	Interprétation	60
Conclusion		63
Référencesbibliographiques		65
<b>Annexes</b>		
Annexes (01)		70
Annexes(02)		73
Annexes(03)		75
Résumé		76

**LISTE DES FIGURES**

Figure	Titre de figure	Page
<b>Chapitre II : Traitement des eaux usées</b>		
Figure II.1	Schéma de traitement des eaux usées par boues activées	19
<b>Chapitre III:Phyto-épuration</b>		
Figure III.1	Schéma de conception des premier et second étages	25
Figure III.2	coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical	26
Figure III.3	Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal	29
Figure III.4	Schéma de principe : d'implantation des équipements	33
Figure III.5	Applications de l'énergie électrique solaire	36
<b>Chapitre IV : Matériels et méthodes</b>		
Figure IV.1	Carte géographique Ouargla	40
Figure IV.2	Carte géographique de N'goussa	41
Figure IV.3	.Eau usés brute	42
Figure IV.4	Eau usés traitée	42
<b>Chapitre V : Résultats et discussions</b>		
Figure V.1	variation moyen MES entrée et sortie du bassin(mg/l) durant cinq mois	53

Figure V.2	variation moyen de DCO entrée et sortie de bassin durant cinq moins	56
Figure V.3	variation moyen de DBO <sub>5</sub> entrée et sortie de bassin durant cinq moins	59
Figure V .4	variation de PH entrée et sortie de bassin durant cinq moins	60
<b>ANNEXES</b>		
Figure .1	PH mètre	70
Figure .2	Oxymètre	70
Figure .3	Étuve (MEMMERT, UNB)	70
Figure .4	Balance de précision Électronique (KERN, ABT)	70
Figure .5	DBO-métré	73
Figure .6	Conductimètre	73
Figure .7	Réacteur (HACH, LANGE)	73
Figure .8	Réactifs	73
Figure .9	Spectrophotomètre (DR2800)	73
Figure.10	Photos phragmites australis	75
Figure .11	Photos Clip de racine de roseou austrlien	75

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Les Titre	Les Pages
<b>Chapitre I Généralités sur les eaux usées</b>		
Tableau I.1	Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO)	10
<b>Chapitre III: Phyto-épuration</b>		
TableauIII.1	Exploitation des filtres plantés à écoulement vertical	27
TableauIII.2	Exploitation des filtres plantés à écoulement horizontal	31
Tableau III.3	Rendementsépuratoires	35
Tableau III.4	Bilan énergétique de la station	37
<b>Chapitre IV : Matériels et méthodes</b>		
Tableau IV.1	Les Paramètresd'analysés	43
Tableau IV.2	Les volumes des d échantillon d'après les valeurs de la DCO	47
<b>Chapitre V : Résultats et discussions</b>		
Tableau V.1	.Evaluation le taux d'épuration de MES durant les Cinq moins	51
Tableau V.2	Evaluation le taux d'épuration moyen de entrée et sortie MES durant les Cinq moins	52
Tableau V.3	Evaluation le taux d'épuration de DCO durant les Cinq moins	54

Tableau V.4	Evaluation le taux d'épuration moyen de entrée et sortie DCO durant les Cinq moins	55
TableauV.5	Evaluation le taux d'épuration de DBO <sub>5</sub> durant les Cinq moins	57
Tableau V.6	Evaluation le taux d'épuration moyen de entrée et sortie DBO <sub>5</sub> durant les Cinq moins	58
Tableau V.7	Evaluation de pH durant les Cinq mois/ l'entrée du bassin	59
Tableau V.8	Evaluation de PH durant Cinq mois /sortie du bassin	59
<b>Annexes</b>		
Tableau.01	Normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie (in Ladjel, 2006).	69
Tableau 02	descriptives spèce utilisée(Phargmites austraiis) mimmor rahmmni abdelatif gine de procede	70
Tableau.03	Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires, d'après le journal officiel des communautés européennes (S.T.E.P.Ouargla, 2012)	72



**Liste des abréviations**

<b>Les abréviations</b>	<b>Signification</b>
<b>STEP</b>	<b>Station d'Épuration</b>
<b>MES</b>	<b>Matières en suspension</b>
<b>pH</b>	<b>Potentiel d'hydrogène</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>Demande biochimique en oxygène en 5 jours</b>
<b>DCO</b>	<b>Demande chimique en oxygène</b>
<b>C<sub>E</sub></b>	<b>Concentration moyenne de pollution à l'entrée de la STEP</b>
<b>C<sub>S</sub></b>	<b>Concentration de pollution à la sortie de la STEP</b>
<b>OMS</b>	<b>Organisation Mondiale de la santé</b>
<b>FAO</b>	<b>Food and Agricultural Organisation</b>

# **Introduction Générale**

## **Introduction**

Les accroissements démographique, économique et urbain sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale, surtout dans les pays en voie développement moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires. Parmi ces sources de pollution, la production des eaux usées qui sont souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable. Cette pollution génère de nombreuses maladies hydriques qui peuvent être à l'origine de certaines épidémies. La ville N'goussa n'échappe pas à cette règle. En effet, cette ville a connu pendant les dernières années un grand développement démographique ce qui a poussé la municipalité de la ville à entreprendre des travaux de réhabilitation de l'ancien réseau ainsi que son élargissement. Ce qui a permis l'augmentation du taux de branchement au réseau existant et par conséquent l'élévation du débit des eaux usées. D'où la nécessité de la réalisation d'une station d'épuration.

En effet, durant 2008 la ville s'est dotée d'une station d'épuration des eaux usées par les plants des réseaux. Et dans le but de s'appliquer aux normes Algériennes, d'augmenter le degré d'épuration et de valoriser les eaux épurées, la station a connu au cours de l'année 2010 des travaux de réhabilitation qui consistent à la réalisation d'une station de Lagune à macrophytes. Après avoir réalisé l'étude de la caractérisation des eaux brutes de la ville d'N'gousse et qui nous a conduit à cerner la nature des eaux usées domestiques, le présent travail s'inscrit dans la même optique à savoir l'étude des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées ce qui nous permettra d'évaluer la performance de la nouvelle station d'épuration.

Ce système est-il performant pour la dégradation de la pollution organique des eaux usées de la région de N'gousse ?

Dans quels cas constitue-il une bonne solution pour l'épuration des eaux usées?

Pour répondre à toutes ces questions on a procédé à l'élaboration de cette recherche qui entre dans le cadre d'un mémoire de master visant l'étude de cette technique de traitement dans le cas du projet réalisé dans la région de N'goussa

Cemémoire est composé de deux parties:

-La première concerne le coté théorique, qui comprend les trois premier chapitres

-Le chapitre 1 décrit les généralités sur les eaux usées, chapitre 2 : étudie les différentes

Techniques de traitement des eaux usées, le troisième chapitre present une étude détaillée sur la phytoépuration. Et la deuxième partie concerne le cote pratique (expérimental) qui comprend le quatrième et cinquième chapitre dans le chapitre 4, on donne les différentes

méthodes et le matériel utilisé pour la réalisation des différentes expériences et enfin le cinquième chapitre représente les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations, on termine notre mémoire par une conclusion.

**Chapitre I**  
**Généralités sur les**  
**eaux usées**

**I.1: Introduction :**

L'eau est ressource vitale pour l'homme, sa survie et son alimentation ;elle est également indispensable pour ses activités agricoles ,industrielles et touristiques, et la qualité de son environnement.

En effet, avec l'expansion des villes et l'évolution des modes de consommation, les eaux potables S'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées que sont rejetées, le plus souvent , sans traitement et de façon direct en milieu naturel.

Le traitement des eaux usées est devenu un impératif et un enjeu social et environnemental incontournable puisqu'un effluent non traité contamine le milieu naturel et celui de l'homme compte tenu des risques sanitaires qu'il présente.

Le méthode conventionnelle d'assainissement sont efficaces mais soulèvent un certain nombre de contraintes : elles ne sont pas écologiques (production de boues) et nécessitent de lourds investissements, il convient donc de trouver de méthode à bas cout capables de traiter efficacement les eaux.

En cela, les systèmes de traitement des eaux par lagunage sont une alternative adéquate. Elles fonctionnent comme assimilateur biologique en retirant des composés tant biodégradables que non biodégradables, ainsi que les micro-organismes pathogènes[1]

**I.2 : Définition des eaux usées :**

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargée de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des usées.

Elles représentent une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel [1]

**I.3 : La Répartition des eaux usées domestique suivants leurs origine :**

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles recomposent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux Ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- ✓ -Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension Provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières Organiques (glucides, lipides, protides) et du produit détergent utilisé pour le Lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
  - Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
  - Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle,
- ✓ Généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
  - Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (w.c), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme[2].

#### **I.4 : L'origine de la pollution des eaux :**

On distingue globalement trois groupes de polluants des eaux :

##### **I.4.1 La pollution physique :**

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défilage de bois, de tanneries) [3]

##### **I.4.2 La Pollution chimique:**

Les produits chimiques qui polluent l'eau sont issus des engrais et des produits phytosanitaires qu'on utilise, comme les insecticides ou pesticides.

Ces produits peuvent être charriés par les eaux de ruissellement et polluer les nappes phréatiques.

Les engrais chimiques sont transportés dans les lacs ou les rivières par les eaux de pluie et entraînent ainsi la dégradation de l'eau.

Le domaine de l'industrie est lui aussi très nocif pour l'eau, soit à cause des déchets industriels charriés par les eaux de ruissellement ou déversés directement dans les rivières ou dans la mer.

L'eau peut également être polluée par les métaux, les plus dangereux étant ceux employés dans les industries.

**I.4.2.1 : La pollution minérale :**

Elle est constituée essentiellement Les cyanures des métaux lourds en provenance des industries métallurgique.

**I.4.2.2 : La pollution organique :**

La pollution organique constitue la partie la plus importante et comprend essentiellement des composés biodégradables, les protides, les lipides, les glucides, hydrocarbures, détergents Fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...)

**I.4.2.3 : La pollution agricole :**

L'utilisation excessive d'engrais chimiques et des pesticides pour l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau.

Les pesticides constituent un problème majeur pour l'environnement. On inclut dans les

Pesticides toutes les substances avec lesquelles on combat les animaux et végétaux nuisibles à l'homme et aux êtres vivants supérieurs [4].

**I.4.3 : La Pollution microbiologiques :**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes.

L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [5]

**I-5 : Les caractéristiques des eaux usées :**

Les eaux usées constituent un système complexe avec une panoplie de constituants dont la détermination et le dosage de tous les éléments s'avèrent presque impossible. C'est ainsi que certains paramètres ont été choisis dans le cadre de notre travail de diplôme pour caractériser les eaux usées :

**I.6 : Les paramètres physico-chimiques :****I.6.1 : Les paramètres physiques :****I.6.1.1 : la Température T :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O<sub>2</sub>) dans l'eau, et dans la détermination

Du pH [4]



La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau. Les bactéries sont dites:

- ✓ Psychrophiles: organismes pouvant vivre jusqu'à des températures de 0°C
- ✓ Mésophiles: organismes dont la croissance est favorisée entre 25 et 40°C
- ✓ Thermophiles: organismes dont la croissance est favorisée à des températures égales ou supérieures à 50°C [4]

### **I.6.1.2 : La turbidité :**

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, micro-organismes [5].

### **I.6.1.3 : Les matières en suspension (MES) :**

La détermination des matières en suspension est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration.

La composition des MES peut être appréciée par analyse directe, plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées .

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les eaux usées. [4]

### **I.6.1.4 : Les matières volatiles en suspension (MVS) :**

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 5250 C pendant 2 heures. La différence de poids entre MES à 1050 C et MES à 5250 C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS (en mg/l) d'une eau

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 5250 C pendant 2 heures. La différence de poids entre MES à 1050 C et MES à 5250 C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS (en mg/l) d'une eau [5]

### **I.6.1.5 : Les matières décan tablés :**

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces

particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières de grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètres et qui se déposent sans traitement physique et chimique. [5]

## I.6.2 : Paramètres chimiques :

### I.6.2.1 : Potentiel d'hydrogène (pH) :

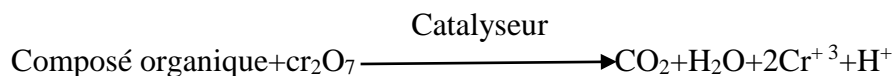
Le pH joue un rôle capital dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées :

- ✓ . Ce paramètre joue un rôle primordial :
- ✓ dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) ;
- ✓ dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre 6,5 et 8 [5]

### I.6.2.2 : La demande chimique en oxygène (DCO) :

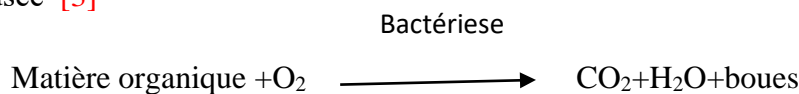
Représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation de toute matière contenue dans les eaux usées qu'elle soit biodégradable et non biodégradable présente dans l'eau usée.

Exprimée en mg d'(O<sub>2</sub>)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique. Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h [4]



### I.6.2.3 : Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire en mg/l aux micro-organismes pour oxyder pendant cinq (5) jours à l'obscurité et à 20 °C les matières biodégradables présentes dans l'eau usée [3]



### I.6.2.4 : Notion de biodégradabilité :

Le rapport DCO/DBO5 a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO5 implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique.

Le tableau suivant présente le mode de traitement en fonction de rapport DCO/DBO5. [5]

**Tableau I.1 Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO)**

Rapport DCO/DBO	Le mode de traitement
$1 < \text{DCO/DBO} < 2$	Traitement biologique.
$2 < \text{DCO / DBO} < 3$	Traitement biologique avec adaptation de la couche microbienne.
$\text{DCO / DBO} > 3$	Traitement physico-chimique.

### I.6.2.5 :L'oxygène dissous :

Un paramètre utile pour le diagnostic biologique de l'eau. Sa teneur dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l .

Elle est en fonction de l'origine de l'eau.

L'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [4].

### I.6.2.6 :La conductivité électrique (CE) :

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (Salinité de l'eau). elle s'exprime en  $\mu\text{Sm/cm}$  et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en  $\text{ohm/cm}$ . la mesure de la conductivité permet d'évaluer la Minéralisation globale de l'eau [4], et paramètre devient de plus en plus important. Exprimé en mg/l, sa valeur globale dans les eaux usées recouvre toutes les formes connues.

### I.6.2.7 : Azote

Ce paramètre devient de plus en plus important. Exprimé en mg/l, sa valeur globale dans les eaux usées recouvre toutes les formes connues. Azote ammoniacal; la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des

formes oxydées (nitrite  $\text{NO}_2^-$ , nitrate  $\text{NO}_3^-$ ). L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique à essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13 mg / jour la quantité d'azote rejetée par un adulte. Il à noter qu'en France l'ensemble de l'azote sous toutes ses formes était souvent appelé azote global (NGL) et azote total (NT) dans les autres pays. Toutes les analyses doivent être effectuées après blocage des réactions biologique au moment du prélèvement de l'échantillon [4]

#### **I.6.2.8 L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :**

La forme réduite de l'azote souvent rencontrée dans les eaux usées et qui constitue le premier stade de dégradation de la matière organique azotée.

Sa présence peut avoir comme origine probable la réduction des nitrates et des nitrites [4]

#### **I.6.2.9 Phosphore :**

Le phosphore se trouve dans les eaux résiduaires en plusieurs formes différentes du phosphore dissous:

- ✓ Les ortho phosphates;
- ✓ Les poly phosphates (après hydrolyse acide);
- ✓ Les organophosphorés (après hydrolyse acide avec oxydation). L'ensemble de phosphore
- ✓ Sous toutes ses formes était souvent appelé le phosphore total peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie [4]

### **I.7 :Les systèmes d'évacuation des eaux usées**

L'assainissement en région de N'gousse est majoritairement de type collectif. On distingue les régimes d'assainissement :

- ✓ système unitaire (collectif)
- ✓ système séparatif (autonome)
- ✓ système mixte

#### **1.7.1 :Le système unitaire:**

Qui reçoit dans les mêmes canalisations les eaux usées urbaines et les eaux pluviales.

#### **1.7.2 : Le système séparatif:**

L'assainissement autonome est établi pour les zones à habitat dispersé, où la collecte des eaux usées par un réseau d'égouttage en vue de leur assainissement dans une station d'épuration collective est techniquement ou financièrement irréaliste.

Comportant deux réseaux de canalisations différentes, l'un pour les eaux pluviales et l'autre pour les eaux usées [4]

### **1.7.3 : Le Système mixte :**

Comportant les deux systèmes (unitaire et séparatif).

### **I.8 : Les effets des eaux usées.**

- ✓ A- Foyer de développement et de propagation de certains insectes nuisibles (les moustique notamment) et source De maladies (typhoïde, choléra.....)
- ✓ B- Contaminent la nappe phréatique très proche de la surface, de plus l'élargissement de ce plan d'eau ,Menace les palmerais avoisinantes et aussi laiche écologique
- ✓ C- Les eaux usées non traitées s'infiltrent dans la nappe phréatique et contaminent les eaux de boisson [6].

**Chapitre II**  
**Traitement des eaux**  
**usées**

**II.1 : Introduction :**

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, chimiques et biologiques, en dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée selon le degré d'élimination de la pollution et les procédures mises en œuvre, trois niveaux de traitements sont définis :

Les prétraitements consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides, les plus grossiers (dégrillage, dégraissage) ce sont de simples étapes de séparation physique : les traitements primaires regroupent les procédures physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension.

Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées, ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise pour répondre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire recouvrant les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone azote et phosphore) ils constituent un premier niveau de traitement biologique

Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

Les traitements tertiaires peuvent également comprendre des traitements de désinfection : la réduction des odeurs peut encore être l'objet d'attentions particulières

**II.2 : L'épuration technique :**

La plupart du temps, l'eau prélevée dans le milieu naturel n'est pas directement consommable. Elle est chargée de sables, de limons, de débris de matières organiques ou minérales, de substances colorantes dissoutes. Pour rendre l'eau potable, on applique des traitements qui, s'ils peuvent varier suivant l'origine et la qualité de l'eau : on élimine les matières contenues dans l'eau par étapes successives, jusqu'aux organismes microscopiques comme les virus et les microbes.

## **II.2.1 Les phases de traitement :**

### **II.2.1.1 Le prétraitement :**

Les prétraitements sont indispensables au bon fonctionnement de la station mais génèrent de fortes contraintes d'exploitation (récupération des refus, entretien, ...) [7].

L'accessibilité, la facilité des opérations manuelles doivent présider dans les choix technologiques. Dans le cas des petites stations, ces impératifs militent en faveur d'un rehaussement général des prétraitements qui se situeront à 1,5 m - 2 m au-dessus du sol [8]. Toute disposition visant à diminuer la fréquence des interventions manuelles sera préconisée dans la mesure où elle ne risque pas d'induire des dysfonctionnements ultérieurs [7].

Toute filière permettant une meilleure prise en compte du traitement et du devenir des déchets, issus des prétraitements, doit être privilégiée [7].

- ✓ Compactage des refus de dégrillage,
- ✓ Lavage des sables,
- ✓ Biodigestion des graisses,
- ✓ Le dégrillage

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. , Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. Une grande diversité de grilles est disponible sur le marché (droite, courbe, nettoyage amont, aval, ...) [7].

La station de Sétif possède deux dégrilleurs : grille grossière, et grille mécanique (mécanisée).

### **II.2.1.2 :Le traitement primaire :**

Il s'agit d'une décantation, habituellement sans coagulation chimique préalable, ayant pour but d'éliminer les matières organiques séparables par sédimentation [9].

#### **II.2.1.2.1 : Le décanteur primaire :**

D'une forme cylindro-conique, son volume total est de 1473 m<sup>3</sup>, soit un diamètre de 33 m, La hauteur de la partie cylindrique est de 2.50 m.

### **II.2.1.3 : Le traitement secondaire :**

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies [8]. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées [10]. Une bonne



gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification [7].

#### **II.2.1.3 .1 : Le bassin d'aération et de stabilisation :**

C'est l'ouvrage le plus important en volume de la filière de traitement (5000 m<sup>3</sup>, profondeur 4 m).

Il se présente sous la forme carrée 35.4 m de coté, et chaque bassin contient quatre compartiments d'un chenal d'aération séparés en son centre par une cloison. Quatre turbines puissantes sont disposées aux centres de la cloison centrale

#### **II.2.1.3 .2 : Le décanteur secondaire :**

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité[7].

Le décanteur secondaire est l'ouvrage le plus important dans cette étude, Il est de type cylindro-conique raclé de 46 mètres de diamètre, et 7.20 mètres de profondeur. Ce qui développe une surface de 1661 m<sup>2</sup>. La hauteur du cylindre est de 4 mètres et la partie conique sous-jacente mesure 3 mètres de haut. Le fond de l'ouvrage contient une petite fosse où les boues recirculées sont aspirées par les pompes se trouvant dans le puits de recirculation à côté du décanteur. L'effluent se déverse dans une goulotte périphérique après être passé sous une cloison siphonide et par dessus une lame déversante dentée (Goulotte de récupération de l'eau épurée). L'ouvrage est équipé d'un pont racler qui dirige les boues décantées vers le puits de recirculation et qui écrème les flottants en surface. Les flottants s'écoulent par une goulotte dans le puits à flottants, ceux-ci sont ensuite pompés et renvoyés au prétraitement.

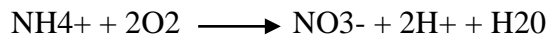
#### **II.2.1.3.3: Traitement biologique :**

Le traitement biologique des eaux usées dépend des activités biologiques, par les procédés des boues activées qui ont lieu dans des bassins d'aération. Le bassin d'aération comporte quatre chenaux, dans lesquels circule le liquide mixte . Son aération est assurée par des suppresses.

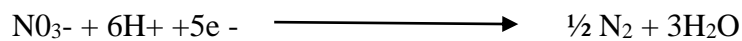
Les bactéries présentes dans les eaux usées jouent un rôle dans la dégradation de la matière polluante dissoute dans l'eau. Pour accélérer cette opération on doit créer les conditions de vie convenables pour leur prolifération.

Deux procédés sont adoptés pour l'élimination de l'azote à la STEP de Marrakech : la nitrification et la dénitrification. [11].

La nitrification est l'oxydation de l'ammoniaque (NH<sub>4</sub>) en nitrates (NO<sub>3</sub>). Cette réaction se fait dans le bassin d'aération dans des conditions aérobies. L'oxygène étant ajouté par les supprimeurs. La nitrification se fait selon la réaction suivante :



- La dénitrification est le processus par lequel les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) sont convertis en azote gazeux (N<sub>2</sub>) et en oxygène (O<sub>2</sub>) dans des conditions anoxiques (sans oxygène). Dans le processus de dénitrification, les organismes responsables de la libération du carbone peuvent utiliser les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) comme source d'oxygène. Une masse active d'organismes qui consomme et concentre de la matière organique est appelée boue activée. Elle est recirculée vers le réacteur biologique. Le mélange composé du retour des boues et des eaux usées est appelé liquide mixte. La dénitrification se fait selon la réaction suivante :



#### II.2.1.4 :1é Traitement tertiaire :

Ils ont pour but de compléter plus au moins l'épuration, selon les normes de qualité applicables aux eaux épurées ou selon les utilisations ces eaux; absents ou peu nombreux dans le cas des rejets en rivière, ils deviennent en revanche multiples s'il s'agit d'affiner l'eau en vue d'une réutilisation [8].

##### II.2.1.4 .1:Le bassin de désinfection :

Il existe de nombreuses techniques de désinfection des eaux. Les techniques disponibles actuellement dans le monde sont les suivantes:

- ✓ Désinfection à l'ozone,
- ✓ Désinfection par rayonnement UV,
- ✓ Désinfection utilisant le chlore.

Dans la station d'épuration de la ville de Sétif le bassin de désinfection est de volume de 15000 m<sup>3</sup>, de concentration de dosage du chlore est de 6000 mg/l

##### II.2.1.4.2 : Le dégraisseur-dessableur :

L'effluent est d'abord déguillé avant d'entrer dans le dégraisseur-dessableur de 20 mètres de longueur, de 4 mètres de largeur et d'un volume total de 200 m<sup>3</sup>. Un surpresseur favorise la flottation des graisses et la décantation du sable. Un pont racleur recueille les flottants et une purge permet de soutirer le sable. Le temps de séjour est de 8 minutes

## **II.3 : Les différents types d'épurations des eaux usées :**

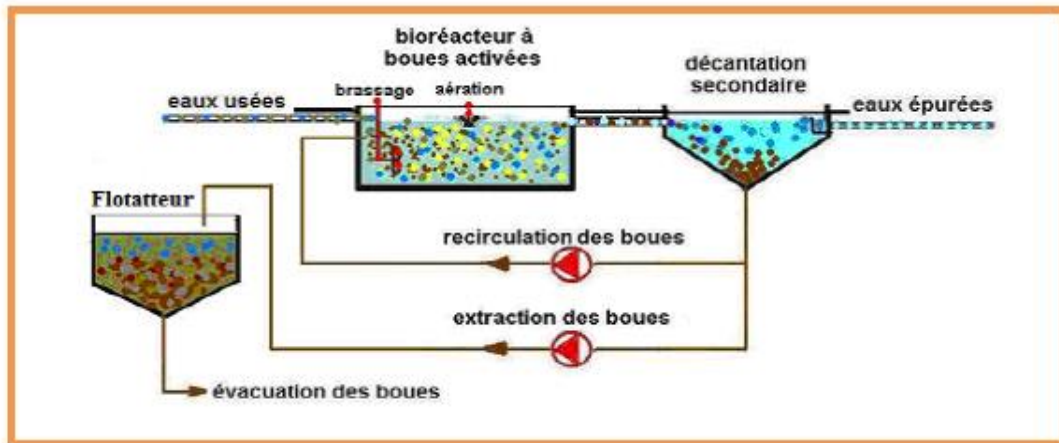
### **II.3.1 :L'épuration par Cultures libres :**

Les dispositifs à culture libre permettent d'assurer le traitement des eaux usées suivant le principe d'une dégradation aérobie (avec oxygène) des eaux usées par des micro-organismes en culture libre (bactéries). Les stations agissent par une oxygénation forcée qui développe de manière importante des bactéries aérobies. Ces micro-organismes dégradent les matières polluantes de l'eau. Le système d'aération est généré par un sur presseur, un compresseur ou eturbine. [12].

### **II.3.2 :L'épuration par Boues activées :**

Les boues activées sont utilisées comme épurateur biologique dans le traitement des eaux usées. La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes floculants, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins : bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire. Dans le deuxième bassin, l'eau arrive chargée de bactéries de pleine eau, productrices de gaz carbonique et des sels minéraux. Les sels minéraux et gaz carbonique rencontrent de minuscules algues qu'ils nourrissent sous l'action du soleil. Il se dégage alors de l'oxygène qui favorise la multiplication des algues.

Le troisième bassin accueille le reste des bactéries de pleine eau, des sels minéraux restants et les minuscules algues. Ce milieu est favorable au développement de la faune bactérienne, et utilise l'oxygène produit par celles-ci. [11].



**Figure II.1. Schéma de traitement des eaux usées par boues activées**

### II.3.3 : L'épuration par Filtration sur lit de sable :

C'est une méthode d'épuration biologique qui consiste à faire passer l'eau à traiter à travers Des lits de sables . Ces lits sont au nombre de 20 et d'une capacité unitaire de 27,5m<sup>3</sup>. Au cours 36

De ce passage, la qualité de l'eau est amélioré considérablement par la diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus, kystes), par l'élimination de matières en suspension et colloïdales et par des changements dans sa composition chimique. A la surface du lit se forme une mince couche appelée "membrane biologique". Cette mince couche superficielle est essentielle, car c'est là que le processus d'épuration se déroule.



**Figure II.2. Le filtre à sable**

### II.3.4 :L'épuration par Lagunage :

Une station de lagunage est une succession de trois bassins de rétention peu profonds dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Dans chacun de ces bassins, stagne une tranche d'eau où évolue un écosystème particulier.

Les eaux usées collectées par les égouts sont acheminées vers le lagunage.

Avant de se déverser dans le premier bassin, les eaux sont débarrassées de gros objets, des sables et des graviers, des huiles et des graisses.

Arrivées dans le bassin, les matières organiques vont se séparer en deux catégories :

- Celles qui vont se déposer au fond du bassin et qui seront utilisées par des bactéries de fond.
- Celles qui resteront en suspension dans l'eau et qui seront traitées par des bactéries de pleine eau. La digestion par les premières bactéries produit des sels nutritifs et de gaz de digestion (méthane, hydrogène sulfuré). Les sels nutritifs restent sur place et les gaz s'évaporent. Quant aux secondes bactéries, elles produisent des sels minéraux et du gaz. Dans le deuxième bassin, l'eau arrive chargée de bactéries de pleine eau, productrices de gaz carbonique et des sels minéraux. Les sels minéraux et gaz carbonique rencontrent de minuscules algues qu'ils nourrissent sous l'action du soleil. Il se dégage alors de l'oxygène qui favorise la multiplication des algues.

Le troisième bassin accueille le reste des bactéries de pleine eau, des sels minéraux restants et les minuscules algues. Ce milieu est favorable au développement de la faune bactérienne, et utilise l'oxygène produit par celles-ci. [11].

### II. 3.5 :L'épuration par Culture fixe / lit fixe :

Une station est dite à culture fixe quand elle contient au sein de son bioréacteur des supports solides où les micro-organismes responsables du traitement des eaux sont fixés.

Le support bactérien est un lit fixé en mouvement. Ce lit est sous forme de disques partiellement immergés et équipés d'un axe de rotation en leur centre. La rotation est faite par l'intermédiaire d'un moteur électrique. La rotation permet aux micro-organismes d'être cycliquement immergés dans les eaux à traiter, exposés à l'oxygène atmosphérique, permettant ainsi d'assurer les conditions nécessaires à leur développement. La transmission peut se réaliser par une courroie ou une chaîne ; l'existence d'un moteur entraîne une consommation électrique et des risques de panne [12]

**Chapitre III**  
**Phyto- épuration**

### **III.1 : Introduction :**

La phyto-épuration est un système d'assainissement par bassin de filtres plantés. Les plantes assurent le développement d'un milieu qui permet d'assainir l'eau. Au niveau individuel, ce système est mis en place pour ne traiter que les eaux grises (douche, vaisselle, lave linge...) ; et des eaux noires il est donc associé à l'utilisation de toilettes.

### **III.2 : Historique :**

Connaît un large développement depuis l'antiquité et par le monde entier sont connus les phénomènes naturels d'auto épuration des mares étangs et des marécages. A partir de 1920, le lagunage travers le monde. Mais en 1950 des études ont été lancées pour mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes. En Californie et en 1960 la première lagune fut construite ; elle mettait en jeu la culture d'algues

Ce système est évalué en répondant à des problèmes particulièrement dans les moyennes communes notamment dans la période estivale. Par conséquent, deux systèmes ont émergé :

- Le système de filtres plantés de macrophytes qui demande de la technicité et un coût plus élevé pour sa mise en place.
- Le lagunage proprement dit, utilisé dans les pays en voie de développement contrairement aux filtres qui se répandent dans les pays avancés comme la France.

### **III.3 : Principe de traitement :**

Les eaux usées (ou eaux grises) 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 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.

#### **III.3.1 : L'épuration des eaux usées par bassins filtres plantés :**

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

##### **III.3.1.1 : Un traitement physique :**

Filtration au travers de graviers, de pouzzolane et des systèmes racinaires, rétention d'une partie des matières solides en suspension.

**III.3.1.2 : 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 développant un réseau racinaire très dense ( la rhizosphère ).

**III.3.1.3 : 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 le taux de certains polluants ( dont l'azote et le phosphore).

**III.4 : Les différents systèmes de phyto-épuration :**

Les bassins de traitement sont disposés généralement en série. Selon l'essence végétale utilisée dans les lagunes, on distingue le lagunage à macrophytes :

**III.4.1 : Lagunage à micro-phytes :**

Appelé « lagunage naturel », le lagunage à micro-phytes consiste à soumettre les bassins (remplis d'eaux usées à traiter) à l'air sous l'action du vent, les microorganismes permettent l'abattement de la pollution organique. Selon [14].

Le lagunage à micro-phytes a connu le plus d'application en Afrique. Ce procédé permet d'obtenir des performances dans l'abattement des bactéries pathogènes, des virus. Cependant, cette technique d'épuration des eaux usées présente des inconvénients. En effet, la prolifération des algues dans les bassins augmente les matières en suspension, de plus, les rendements pour l'élimination de la pollution carbonée sont très faibles. C'est ainsi que le lagunage à macro-phytes se développe de plus en plus.

**III.4.2 : Lagunage à macro-phytes :**

Dans ce procédé, diverses plantes aquatiques appelées macro-phytes (plantes aquatiques vasculaires, mousses aquatiques et quelques grandes algues) sont utilisées [15].

La fonction la plus importante des macro-phytes, en rapport avec le traitement des eaux usées, est les effets physiques que leur présence engendre. En effet, selon [15]. les macro-phytes stabilisent la surface du lit des bassins, fournissent de bonnes conditions pour la filtration



physique et offre une énorme surface de contacts (sites spécifiques) pour la croissance bactérienne. Les macro-phytes, de par leurs systèmes racinaires, procurent

L'oxygène qui permet la dégradation de la matière organique par les microorganismes.

Les composés minéraux issus de ces activités bactériennes sont utilisés à leur tour par les macro-phytes pour la synthèse des éléments (p.ex. sucres) nécessaires à leur développement. Cependant. Selon [13].

La quantité d'oxygène libérée aux alentours de la rhizosphère des plantes est trop limitée. Cette aération limitée autour de l'environnement racinaire des plantes implique qu'au sein des bassins de lagunages, les conditions sont le plus souvent anaérobiques, à moins que la charge organique des eaux traitées soit faible ou les bassins soient peu profonds.

Selon l'essence végétale utilisée, on distingue le lagunage à «macro-phytes flottants » et le lagunage à « macro-phytes plantés ».

Ce dernier consiste à utiliser des plantes qui peuvent se fixer à l'intérieur des bassins. En effet, les bassins sont remplis, sur une épaisseur d'environ 25cm, de sables, de graviers ou de tourbes [17]. où se fixent les racines des plantes. Selon les performances recherchées, diverses plantes sont exploitées : les phragmites, la canne, l'Iris, le jonc, les cyperus et Lolium. Les typha sont aussi utilisée [16].

#### **III.4.2.1 : Mécanismes épuratoires et paramètres environnementaux :**

Les mécanismes réactionnels des bassins à macro-phytes sont toujours discutés dans la littérature car, leur déroulement est influencé par les paramètres physico-chimiques du milieu, Cependant, on peut retenir de cette revue bibliographique que :

- l'abattement de la pollution carbonée est contrôlé par une action physique, de filtration par les racines et de décantation de la matière en suspension et une dégradation bactérienne (anaérobie et aérobie). L'oxygène est fournit au milieu par les racines des plantes.

- la matière azotée, principalement sous forme d'ammonium dans les effluents domestiques, est éliminée par nitrification/dénitrification et par le prélèvement des plantes. Ces différentes réactions sont contrôlées par la concentration en oxygène dissous du milieu. L'élimination du phosphore est due en grande partie au prélèvement des plantes.

#### **III.4.2.2 : Types d'écoulement dans les filtres plantés :**

En réalité il existe deux types d'écoulement :

- ✓ Ecoulement horizontal.
- ✓ Ecoulement vertical.

Des fois on trouve les deux écoulements associés.

### III.4.2.2.1 : Les filtres plantés à écoulement vertical :

Les filtres sont des excavations, étanchées du sol, remplies de couches successives de gravier ou de sable de granulométrie variable selon la qualité des eaux usées à traiter

#### III.4.2.2.1.1 : Bases de dimensionnement :

Le dimensionnement des filtres verticaux a été établi empiriquement en définissant les charges organiques surfaciques journalières limites acceptables (20 à 25 g DBO<sub>5</sub> m<sup>2</sup>.j<sup>-1</sup> de surface totale plantée).

Le premier étage est dimensionné pour recevoir environ 40 g DBO<sub>5</sub> m<sup>2</sup>.j<sup>-1</sup> représentant ainsi 60 % de la surface totale, soit environ 1,2 m<sup>2</sup>/EH. Quand le réseau est unitaire ou partiellement unitaire, le dimensionnement du premier étage est porté à 1,5 m<sup>2</sup>/EH. Cet étage est compartimenté en un nombre de filtres multiple de 3, ce qui permet d'obtenir des périodes de repos de 2/3 du temps.

La surface du deuxième étage est généralement de 40 % de la surface totale soit environ 0,8 m<sup>2</sup>/EH. A cet étage, le temps de repos nécessaire est égal à celui du fonctionnement, nécessitant donc la mise en place d'un nombre de filtres multiple de 2 et égal au 2/3 du nombre de filtres utilisés pour le premier étage

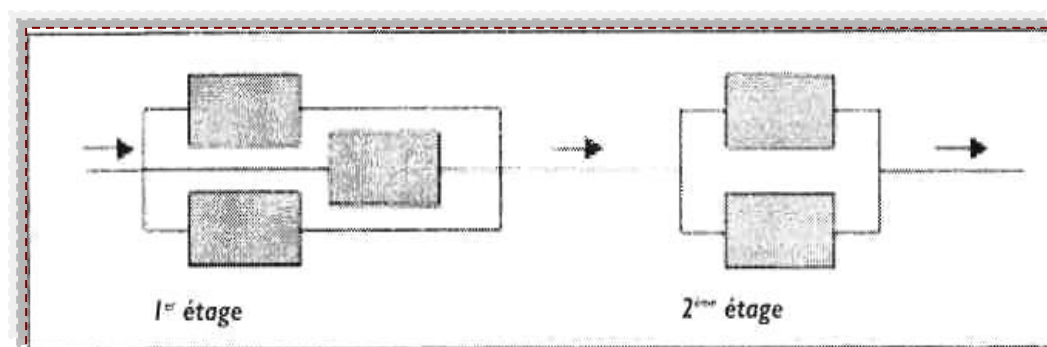


Figure III.1. Schéma de conception des premier et second étages

#### III.4.2.2.1.2 : Matériau :

Les matériaux de garnissage du premier étage se composent de plusieurs couches de gravier. La couche active est du gravier présentant une granulométrie de 2 - 8 mm, pour une épaisseur de l'ordre de 40 cm. Les couches inférieures sont de granulométrie intermédiaire (10 - 20 mm) permettant d'atteindre une couche drainante de gravier (granulométrie 20 - 40 mm).

Le deuxième étage affine le traitement. Les risques de colmatage sont moindres. Il est composé d'une couche de sable (cf. infiltration percolation) d'une hauteur d'au moins 30 cm.

### III.4.2.2.1.3 : Principe de fonctionnement :

L'influent brut est réparti directement, sans décantation préalable, à la surface du filtre. Il s'écoule en son sein en subissant un traitement physique (filtration), chimique (adsorption, complexations...) et biologique (biomasse fixée sur support fin). Les eaux épurées sont drainées. Les filtres sont alimentés en eaux usées brutes par bâchées. Pour un même étage, la surface de filtration est séparée en plusieurs unités permettant d'instaurer des périodes d'alimentation et de repos.

Le principe épuratoire repose sur le développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol reconstitué. L'oxygène est apporté par convection et diffusion. L'apport d'oxygène par les racelles des plantes est, ici, négligeable par rapport aux besoins [17].

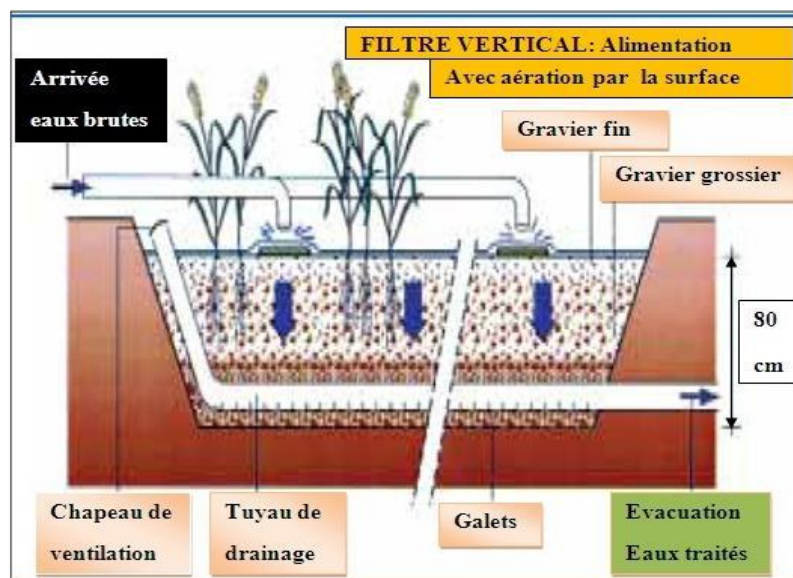


Figure III.2 coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical

### III.4.2.2.1.4 :Evacuation :

La couche inférieure de gravier 20 - 40 mm assure le drainage de l'effluent. Les drains en tubes synthétiques, rigides et munis d'entailles larges, sont préférentiellement utilisés car ils sont peu sensibles au colmatage. Chaque drain est relié à une cheminée d'aération.

### III.4.2.2.1.5 :Plantation :

Théoriquement, plusieurs espèces de plantes peuvent être utilisées (Scirpus spp. Typha...), mais les roseaux (de type Phragmites australis), par leur résistance aux conditions rencontrées (longue période submergée du filtre, périodes sèches, fort taux de matières organiques), et la

rapide croissance du chevelu de racines et rhizomes, sont les plus souvent utilisés dans les climats tempérés [18].

La densité de plantation est de 4 plantes/m<sup>2</sup>.

#### III.4.2.2.1.6 :Exploitation

**Tableau III.1. Exploitation des filtres plantés à écoulement vertical**

Tâches	Fréquence	Observations
Désherbage	1 <sup>ère</sup> Année	<ul style="list-style-type: none"> <li>Désherbage manuel des adventices [19]. Une fois la prédominance établie, cette opération n'est plus nécessaire.</li> </ul>
Faucardage	1/an(automne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faucardage et évacuation des plantes . Les évacuer permet d'éviter leur accumulation à la surface des filtres. Dans le but de réduire ce temps d'entretien, les plantes peuvent éventuellement être brûlés si l'étanchéité n'est pas réalisée par une géo membrane, et si les tuyaux d'alimentation sont en fonte [20].</li> </ul>
Suivi entretien régulier	1 /trimestre 1/semaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nettoyer le siphon d'alimentation du premier étage au jet d'eau sous pression.</li> <li>*Des analyses régulières de nitrates dans l'effluent permettent de donner une indication sur la santé de la station.</li> </ul>
Entretien courant	1 à 2/semaine 1/semaine 2/semaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nettoyer le dé grilleur.</li> <li>Vérifier régulièrement le bon fonctionnement des appareils électromécaniques et détecter les pannes le plus rapidement possible,</li> <li>Manœuvre des vannes.</li> </ul>
Autres opérations d'entretien	Chaque visite	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tenir un cahier d'entretien notant toutes les tâches effectuées, les mesures de débit (canal débit métrique, temps de fonctionnement des pompes), pour une bonne connaissance des flux. Cela permet en outre de produire des bilans de fonctionnement.</li> </ul>

Un filtre à écoulement vertical fonctionnant de manière optimale produit des nitrates et toute baisse de concentration en sortie (à l'échelle de la semaine ou du mois) reflète un manque d'oxygène donc une dégradation du traitement. Ce suivi peut être réalisé facilement à l'aide de papiers indicateurs.

#### III.3.2.2.1.7 Performances:

- ✓ DBO<sub>5</sub> 25 mg/l.
- ✓ DCO 80 mg/l.

- ✓ MES 30 mg/l.
- ✓ NTK (N organique +  $\text{NH}_4^+$ ) 10 mg/l en général avec des pointes ne dépassant pas 20 mg/l.
- ✓ Phosphore : Abattement normalement faible (dépend de la capacité d'adsorption du substrat et de l'âge de l'installation).
- ✓ Germes pathogènes : élimination limitée (abattement : 10 à 100).

#### **III.4.2.2.1.8 : Avantages techniques :**

- ✓ Facilité et faible coût d'exploitation. Aucune consommation énergétique si la topographie le permet.
- ✓ Possibilité de traiter des eaux usées domestiques brutes.
- ✓ Gestion réduite au minimum des boues.
- ✓ Bonne adaptation aux variations saisonnières de population.

#### **III.4.2.2.1.9 : Inconvénients techniques :**

- ✓ Exploitation régulière, faucardage annuel de la partie aérienne des roseaux, désherbage manuel avant la prédominance des roseaux.
- ✓ Utiliser cette filière pour des capacités supérieures à 2 000 EH reste très délicat pour des questions de maîtrise de l'hydraulique et de coût par rapport aux filières classiques. Une conception pour des tailles supérieures ne peut s'envisager que sous réserve d'une réflexion poussée concernant l'adaptation des bases de dimensionnement et les conditions à remplir pour s'assurer de la maîtrise de l'hydraulique.
- ✓ Risque de présence d'insectes ou de rongeurs.

#### **III.4.2.2.2 : Filtres plantés à écoulement horizontal :**

##### **III.4.2.2.2.1 : Bases de dimensionnement :**

- ✓ Pour définir la surface nécessaire, les valeurs empiriques ci-après fournissent les résultats d'épuration attendus [21].
- ✓ Pour des concentrations initiales de l'ordre de 150 à 300 mg/l de DBO<sub>5</sub>, les surfaces plantées sont de l'ordre de 5 m<sup>2</sup>/EH en traitement secondaire.
- ✓ Pour des concentrations plus élevées ou pour utiliser les sols en place, ce qui est rarement recommandé, il semble préférable d'opter pour la pratique danoise qui consiste à dimensionner le filtre à 10 m<sup>2</sup>/EH.
- ✓ En traitement d'effluents de réseaux pluviaux [22], l'emprise est de 0,5 m<sup>2</sup>/EH.

##### **III.4.2.2.2.2 : La section du filtre :**

Doit être définie par un bureau d'études. Elle est fonction de la perméabilité initiale du matériau choisi

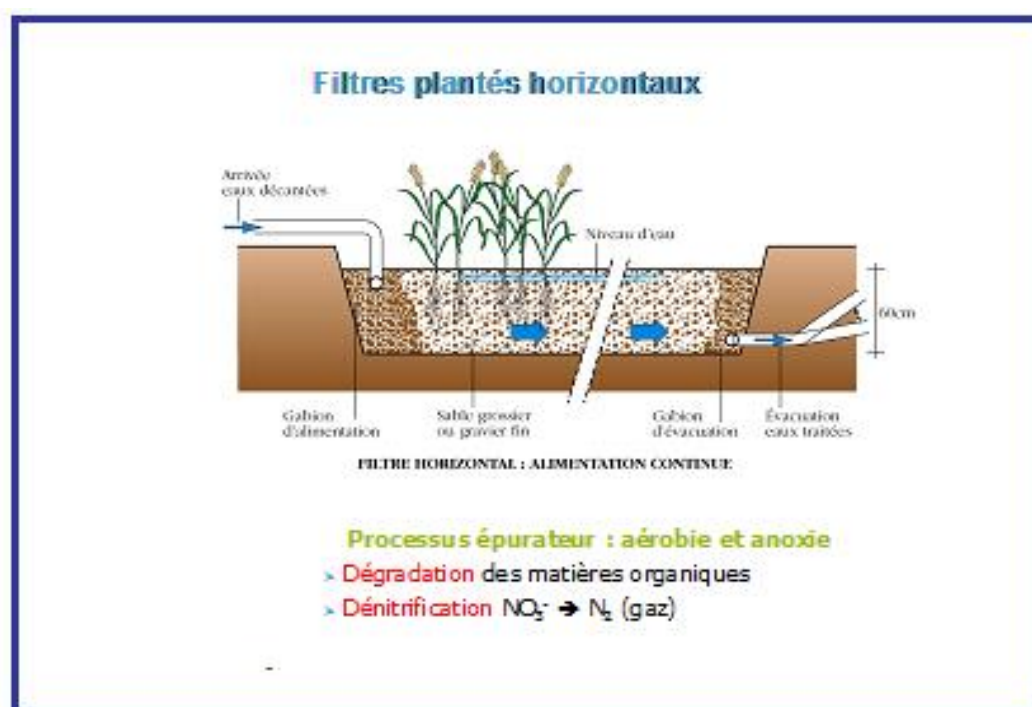
### III.4.2.2.3 : La profondeur du filtre :

Sera égale à la profondeur maximale de pénétration des racines. Cette profondeur est de 60 cm pour les phragmites [23].

L'hypothèse d'une amélioration notable de la conductivité hydraulique initiale, suite au développement racinaire intense des roseaux, tant en densité qu'en profondeur, n'a pas été confirmée [24].

En fait, l'augmentation de la conductivité hydraulique grâce au développement racinaire est compensée en partie par l'accumulation de MES et de matière organique [22].

Il est donc important que le support choisi dispose d'une perméabilité de 1 à  $3 \cdot 10^3$  m/s. La plupart des sols sont donc à exclu



**Figure III.3** Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal

### III.4.2.2.4 : Principe de fonctionnement :

Dans les filtres à écoulement horizontal, le massif filtrant est quasi-totalement saturé en eau. L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur situé à une extrémité du bassin ; il s'écoule ensuite dans un sens principalement horizontal au travers du substrat. La plupart du temps, l'alimentation s'effectue en continu car la charge organique apportée est faible.

L'évacuation se fait par un drain placé à l'extrémité opposée du lit, au fond et enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon permettant de régler la hauteur de surverse, et donc celle de l'eau dans le lit, de façon à ce qu'il soit saturé pendant la période

d'alimentation. Le niveau d'eau doit être maintenu environ à 5 cm sous la surface du matériau. En effet, l'eau ne doit pas circuler au-dessus de la surface pour ne pas court-circuiter la chaîne de traitement ; il n'y a donc pas d'eau libre et pas de risque de prolifération d'insectes

#### **III.4.2.2.2.5 : Matériaux :**

A l'origine, le procédé s'est développé en utilisant du sol en place, tout en préconisant d'atteindre, à terme, une conductivité hydraulique de  $3.10^3$ m/s. Bon nombre de filtres ont été construits en faisant l'hypothèse que la conductivité hydraulique augmenterait avec le développement racinaire.

Suite à de mauvaises expériences, il est désormais préconisé d'utiliser des graviers lavés, de granulométries différentes suivant la qualité des eaux entrantes (3-6, 5-10,6-12 mm) [21].

#### **III.4.2.2.2.6 : Végétaux :**

La variété la plus largement utilisée est le roseau *Phragmites Australis* en raison de sa vitesse de croissance, de développement racinaire et de sa résistance aux conditions de saturation du sol. La plantation peut se faire à l'aide de graines, de jeunes pousses ou de rhizomes avec une densité de l'ordre de 4 par m

**Exploitation :****Tableau III.2** Exploitation des filtres plantés à écoulement horizontal

Tâche	Fréquence	Observations
Entretien des ouvrages de prétraitement	1/semaine	Le but est de s'assurer de leur bon fonctionnement et qu'ils ne rejettent pas trop de MES pouvant provoquer un colmatage.
Ajustement du niveau de sortie	1 /semaine	<p>L'ajustement régulier du niveau d'eau de sortie permet d'éviter les écoulements de surface, Pour des stations importantes (&gt; 500 m<sup>3</sup>/j), la vérification du niveau de sortie pourrait demander un passage quotidien.</p> <p>L'hydraulique de ce genre de procédé est un point clef. Il convient de vérifier la bonne distribution de l'effluent dans le filtre. Le curage du dispositif d'alimentation doit être prévu lors de la conception.</p>
Végétation Désherbage	1 <sup>re</sup> année	<p>Lors de la première année il est utile de réaliser un désherbage manuel</p> <p>des adventices pour ne pas gêner le développement des plantes. [19]. Cette opération peut également se faire en noyant légèrement la surface du filtre (10 cm) au détriment des rendements d'épuration [30].</p> <p>Une fois la prédominance établie, cette opération n'est plus nécessaire.</p> <p>L'absence d'écoulement de surface permet d'éviter le faucardage.</p> <p>Les végétaux morts ne gênent en rien l'hydraulique des filtres et de plus permettent d'isoler thermiquement le filtre.</p>
Autres opérations d'entretien	Chaque visite	Tenir un cahier d'entretien notant toutes les tâches effectuées et les mesures de débit (canal débit métrique, temps de fonctionnement des pompes), pour une bonne connaissance des flux. Cela permet en outre de produire des bilans de fonctionnement.



**III.4.2.2.2.7 : Performances :**

En terme de performance sur la DBO5 pour des concentrations d'entrée variant de 50 à 200 mg/l, et pour un dimensionnement de 3 à 5 m<sup>2</sup>/EH, des systèmes à écoulement de type horizontal et garni de gravier obtiennent des rendements de l'ordre de 70 à 90 %. Ces concentrations sont cependant trop faibles pour être considérées comme représentatives d'une eau usée urbaine. D'une manière générale, en traitement secondaire, la nitrification est limitée mais la dénitrification est très bonne.

Les rendements sur le phosphore sont dépendants du type de sol utilisé, mais restent relativement faibles.

**III.4.2.2.2.8 : Avantages techniques :**

- ✓ Faible consommation énergétique : ne nécessite pas une pente importante pour l'écoulement par gravité.
- ✓ Aucune nécessité d'une qualification poussée pour l'entretien.
- ✓ Bonne réaction aux variations de charge.

**III.4.2.2.2.9 : Inconvénients techniques :**

- ✓ L'emprise au sol est importante.
- ✓ Une installation pour des tailles d'environ 4.000 EH ne peut s'envisager que sous réserve d'une réflexion poussée des conditions d'adaptation des bases de dimensionnement et de l'assurance de la maîtrise de l'hydraulique.

**III.5 : FICHETECHNIQUE DE LA STATION**

Nature des eaux épurées: Domestiques

- ✓ Date de début des travaux: 2008
- ✓ Entreprises de réalisation:
- ✓ Génie civil: SNTP
- ✓ Equipements: EUSEBIOS
- ✓ Installations photovoltaïques : UDES
- ✓ Date de mise en service: 2010
- ✓ Procédé d'épuration: Filtres plantés de roseaux

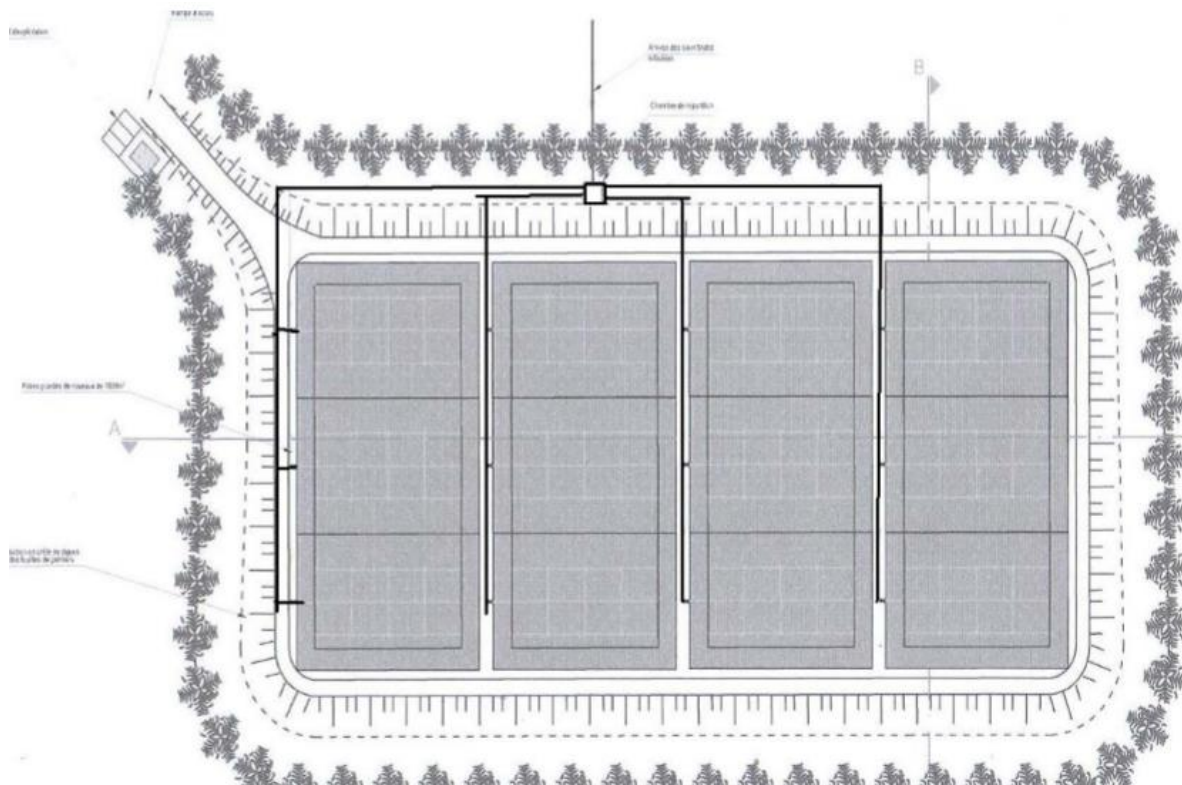
- ✓ Capacité d'épuration: 10 914 EQH
- ✓ Débit nominal : 1 515 M3/j

### III.6 : La station d'épuration de N'Goussa :

La station d'épuration de N'GOUSSA a été réalisée dans le cadre du méga projet de lutte contre la remontée des eaux d'Ouargla

- ✓ Elle traite les eaux usées urbaines de la daïra de N'GOUSSA, au moyen des filtres plantés de roseaux.
- ✓ C'est un des dispositifs extensifs de traitement biologique des eaux usées par MACROPHYTES
- ✓ Les plantes utilisées sont des phragmites australis plus communément appelés «roseaux»

#### III.6 .1: Comment fonctionne la station d'épuration



**Figure III.4** Schéma de principe : d'implantation des équipements

Combinant des zones de vie liées à l'eau et différents graviers à Granulométrie croissante, les lits filtrants associent une série d'étages de traitement plantés de roseaux.

Utilisant les capacités épuratoires naturelles des végétaux supérieurs, leur action se combine à celle des micro-organismes et à différents massifs filtrants.

Outre le faible impact environnemental de ce type de processus, l'un des principaux atouts est la quantité d'énergie minimale utilisée pour obtenir de très bons résultats épuratoires.

Rhizosphère: Zone humide artificielle épuratoire combinant les différentes composantes d'un milieu de vie constitué de végétaux supérieurs (roseaux), de micro-organismes (bactéries) et leurs supports (substrats):les filtres plantés de roseaux.

Elle permet de traiter les eaux usées issues des activités domestiques

### **III.6.2 : Le rôle des micro-organismes :**

Particulièrement proliférâtes en milieu humide, les bactéries se nourrissent des matières dont sont chargées les eaux usées.

Véritables « ciseaux biologiques » elles les transforment en molécules inoffensives.

### **III.6.3 : Le rôle des roseaux (macro-phytes) :**

Roseaux=macro-phytes

Ces plantes disposent d'un système racinaire très dense qui améliore l'oxygénation des filtres, une condition sine qua non au développement des micro-organismes adéquats.

Poursuivant leur croissance même en hiver, les rhizomes assurent le fonctionnement permanent de la station d'épuration.

Les oscillations des roseaux, sous l'action des vents, entraînent un mouvement des tiges et racines dans la masse des boues et au sein du massif. Ainsi, les boues ne risquent pas de colmater les lits filtrants.

### **III.6.4 : RENDEMENTS EPURATOIRES :**

Les effluents perdent par filtration jusqu'à 90% de leurs matières en suspension (MES) en traversant un massif de granulats adaptés (contre seulement 50% par décantation classique).

Les MES (boues) retenues sont déshydratées et compostées sur place grâce à l'action conjuguée des bactéries et des plantes. Dans ce processus, leur volume diminue très fortement et le résidu est transformé en terreau qui s'accumule très lentement sur la surface des filtres.

- Une station d'épuration à «filtres plantés de roseaux» permet d'atteindre des niveaux d'épuration supérieurs à 90%
- Ci après les valeurs du mois de juin 2013 ( analyses assurées par le laboratoire de la STEP de Ouargla)

**Tableau III.3. Rendements épuratoires**

Volume épuré du mois en M3	Débit moyen traité en M3/J	Paramètres de l'auto surveillance	MES en mg/l	DBO5 en mg/l	DCO en mg/l
20 388	658	Eaux brutes (entrée station)	93	100	303
		Eaux épurées (sortie station)	21	16	57

**III.6.5 : NUISANCES :****III.6.5.1 : Aucune nuisance olfactive :**

- Un échantillon de terreau prélevé en surface, c'est-à-dire au contact de l'effluent, a une odeur de terre mouillée.
- La cheminée d'aération permet l'aération de tout le volume du massif filtrant, ce qui évite les phénomènes de fermentation producteurs d'odeurs.
- Les roseaux ont la propriété de transporter, en grande quantité, de l'oxygène depuis leurs feuilles vers leurs racines et racinelles.
- Ainsi, tout l'environnement racinaire, et donc la masse des boues, devient un milieu oxygéné (aérobie) propice à la dégradation de la matière organique ,sans odeurs (pas de fermentation).

**III.6.6 : EXPLOITATION :****III.6.6.1 : Une exploitation simple et d'entretien réduit :**

- Elle ne nécessite qu'un minimum d'installation électromécanique, et est facilement extensible par l'adjonction d'un ou plusieurs lit(s).
- Le seul entretien annuel nécessaire est une fauche des lits : « le faucardage ». il évite le pourrissement des roseaux et ainsi un relargage de pollution.

**III.6.7 : Une Station 100% Ecologique :****III.6.7.1 : Une station écologique :**

Aucune nuisance olfactive. Une production de boues très réduite (~1 cm de boues à la surface du lit, par an).

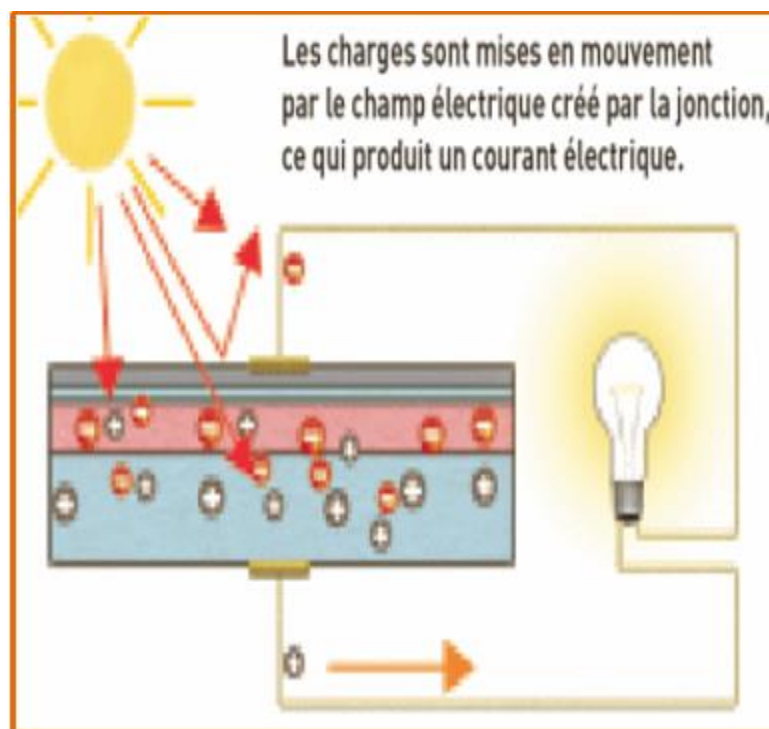
Une station d'épuration qui fonctionne de manière rustique, et requiert peu d'énergie.

Cette énergie est produite par le solaire photovoltaïque pour : L'éclairage extérieur et l'électrification du bâtiment d'exploitation Elle s'inscrit parfaitement dans la politique de développement durable.

### III.6.7.2 Applications de l'énergie électrique solaire

Les installations électriques solaires de toute la station ont été réalisées par le centre UDES de Bous mail qui relève du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

- En effet, toute l'énergie électrique de la station est fournie par le photovoltaïque



**Figure III.5.** Applications de l'énergie électrique solaire

Les panneaux solaires photovoltaïques regroupent des cellules photovoltaïques reliées entre elle en série et en parallèle.

**Tableau III.4. Bilan énergétique de la station**

	Eclairage extérieur	Bâtiment d'exploitation
Surfaces des panneaux	6x1m <sup>2</sup> (06 candélabres)	18x1,2 m <sup>2</sup> (toiture)
Puissances installées en Wc	6x120Wc	2800 Wc
Capacités de stockage des accumulateurs en Ah	6x110 Ah	1100 Ah
Puissances des récepteurs en W	6x33 W (lampes éco)	1400 W (éclairage et PdC)
Puissance totale installée en Wc	<b>3 520 Wc</b>	
Puissance des récepteurs en W	<b>1 598 W</b>	

### III.6.7.3 Applications de l'énergie solaire :

#### III.6.7.3.1 : Avantages :

- Énergie électrique non polluante à l'utilisation et s'inscrit dans le principe de développement durable,
- Source d'énergie renouvelable car inépuisable à l'échelle humaine,
- Utilisables dans des sites isolés tels que le site de la STEP de N'Goussa où il n'a pas été possible de se raccorder au réseau électrique de Sone gaz.

#### III.6.7.3.2 : inconvénient :

- Le coût dépend de la puissance de crête, le coût actuel du watt crête est d'environ 700,00 DA soit environ 110 000 da/m<sup>2</sup> de cellules solaires,
- La production d'électricité ne se fait que le jour alors que la plus forte demande se fait la nuit,

### III.7 : Conclusion :

- Innovant, le traitement des eaux usées par filtres plantés de roseaux est un procédé optimisant le cycle naturel d'épuration de l'eau.
- Ecologique, il s'intègre parfaitement au paysage, ne requérant qu'une emprise au sol de 1.5m<sup>2</sup> à 2m<sup>2</sup> par équivalent/habitant. Sans nuisance visuelle, sonore ou olfactive pour les riverains, sans problème de stockage et de traitement de boues.

- Economique, l'entretien est réduit par rapport à des « stations d'épuration classiques » et les installations étant économes en énergie, l'utilisation des énergies propres est facilement applicable.

**Chapitre IV**  
**Matériels et**  
**Méthodes**

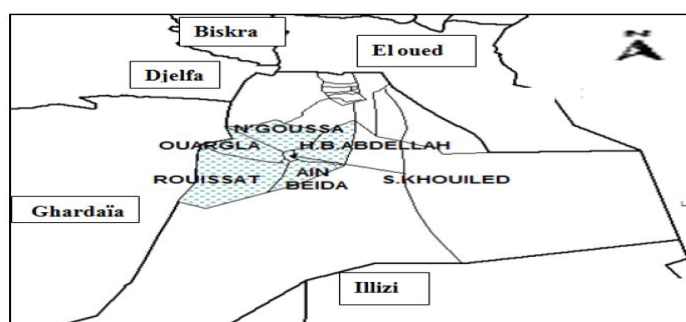


### IV.1 : Introduction :

Durant les premiers cinq mois de l'année 2022 le protocole expérimental à concerné la station de traitement de N'goussa ou des prélèvements ont été menées à différentes profondeurs en vu d'apprécier la dynamique épuratoire sur la hauteur d'eau du bassins

### IV.2 : Présentation de la région d'étude :

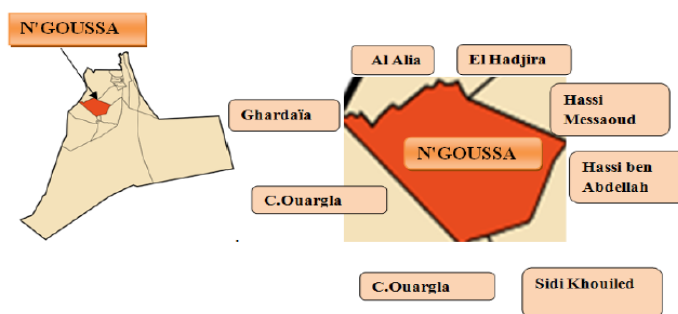
La région d'Ouargla est située au Sud- Est de l'Algérie, à une distance de 850 Km de la capitale Alger. Elle couvre une superficie de 163.233Km<sup>2</sup> .Elle se trouve dans le Sud-est de (5° 19' longitude Est, 31°57' latitude Nord), elle limitée au Nord par les wilayas de Djelfa, Biskra et d'El-Oued, à l'Est par la Tunisie au Sud par les wilayas de Tamanrasset et d'Illizi et à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa (ANDI, 2014).Figure



FigureIV.1.Carte géographique Ouargla

### IV.3 : Présentation de la zone d'étude :

La commune de N'goussa située au Nord-Ouest de la wilaya d'Ouargla à une distance de 20 Km de la ville d'Ouargla. Elle couvre une superficie de 2961 Km<sup>2</sup>, Nombre d'habitant 17561 Eq/hab. N'goussa Municipalité se compose de trois grands groupes de la population sont: siège municipaux N'goussa, Elboure, Afrane. Pour cinq domaines secondaires sont: Alkhbna, GharseBougofala, OglateLarbaa, Dbiche, Alkame.Figure8



**Figure IV.2.** Carte géographique de N'goussa

Elle est limitée par :

- ✓ Au nord par la commune de : El Hadjira et Al Alia
- ✓ A l'Ouest par la commune de : Ouargla et la wilaya de Ghardaïa
- ✓ Au Sud par la commune de : Ouargla et Sidi Khouiled
- ✓ A l'Est par la commune de : Hassi ben Abdellah et Hassi Messaoud

Elle se trouve dans [(4°,45) et (5°,44')] longitude Est, [(31°,2') et (32°,39')] latitude. Altitude de 115 m à 129 m (ANDI-2014).

#### **IV.4 : Objectifs :**

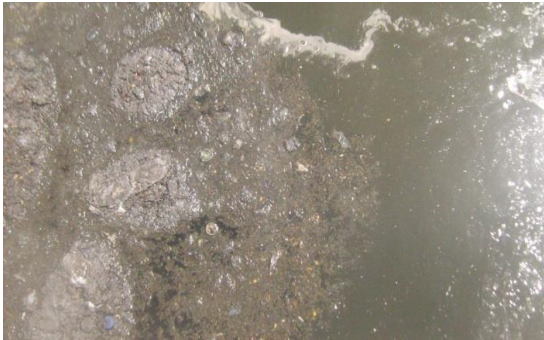
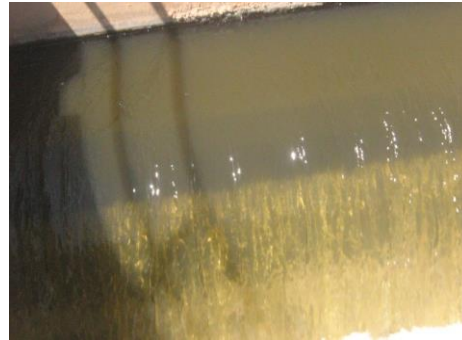
Les objectifs de ce chapitre est de préciser les méthodes d'analyse et présenter le matériel d'analyse, des indicateurs de pollutions (pH, la température T, MES, DCO, DBO<sub>5</sub>).

#### **IV.5 : Echantillonnage :**

L'échantillonnage a porté sur les cinq premiers mois de suivi de l'année 2022. Les deux points d'échantillonnage ont été fixés en aval. De toutes les composantes de la filière de traitement.

#### **IV.6 : Les deux points d'échantillonnage ont concerné :**

- ✓ La sortie du prétraitement au niveau du répartiteur du débit (photo IV.3) pour connaître la qualité des effluents de la STEP. (Eau usée brute)
- ✓ La sortie de station. Au niveau du regard de sortie. pour connaître la qualité des effluents de la STEP après traitement. (photo IV.4)(Eau usée traitée)

**Figure IV.3. Eau usée brute****Figure IV.4. Eau usée traitée**

Les prélèvements ont été effectués à 80 cm en dessous de la surface de l'eau et à environ 1,20m des bords dans les regards de sortie, que soit au niveau du répartiteur et au niveau de regard de sortie de la station.

#### **IV.6.1 : Fréquence et mode d'échantillonnage :**

Durant les cinq mois de suivi de l'année 2022, la fréquence d'échantillonnage a été trois fois par mois au niveau des deux regards de prélèvement.

Pour avoir un échantillon moyen, des prélèvements d'un volume d'eau de deux litre sont effectués au niveau des pions de prélèvement ou trois échantillons sont à chaque fois prélevés et mélangés. C'est l'échantillon moyen.

**IV.7 : Les paramètres d'analys et de suivi :**

Les paramètres de suivi ont concerné pour toute la filière les paramètres reportés sur le Tableau (IV.1)

**Tableau IV.1. Les Paramètres d'analysés**

	Paramètre	Unité	Désignation	Méthodes de référence
01	Matières En Suspension	mg/l	MES	Gravimétrique ; appareil de filtration : filtration sur membrane de 0,45 µm et séchage à l'étuve à 105°C et pesée
02	Demande Biologique en Oxygène	mg d'O <sub>2</sub> /l	DBO <sub>5</sub>	Mesure d'autocontrôle DBO Oxi Top IS 12 et Thermostat TS 606/4-i
03	Demande Chimique en Oxygène	mg d'O <sub>2</sub> /l	DCO	Et mesurée par un DCO mètre (BEHRE (Test TRS 200). Par la méthode au bichromate de potassium K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .
04	Température	°C	T	Thermométrie : thermomètre électronique type Hanna
05	Potentiel hydrogène	Unité pH	pH	électrométrique PH mètre type WTW 340 I /Set , portatif et Electrode Sen Tix 41-3

**IV.8 : Méthodes des prélèvements :**

Les prélèvements ont été réalisés conformément à la norme AFNOR NF EN 25667 (ISO 5667). Cette norme précise la méthode de prélèvement, les réactifs de fixation à utiliser, les précautions à prendre lors du transport des échantillons (réfrigération à 4 °C), etc. ....Les mesures de pH et température et oxygène dissous ont été réalisées in situ. à leur analyse au laboratoire algérien dans un délai qui n'excédait pas 24 h, pour ce qui est de l'analyse des paramètres physico-chimique des échantillons sont présentées sur le Tableau(IV.1)

**IV.9 : Procédure d'analyse :**

Les procédés d'analyse des paramètres physico-chimiques indiqués dans le tableau (4-6) sont

**IV.9.1. : Détermination de la teneur de MES :****IV.9.1.1 : But d'analyse :**

Est de déterminer la teneur de matières en suspensions d'une eau traitée.

**IV.9.1.2 : Principe:**

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée

**IV.9.1.3 : Appareillage:**

- ✓ ~ Balance de précision électronique (KERN. ABT). ~ Filtre.
- ✓ Etuve (MEMMERT. UNB). ~ Dessiccateur.
- ✓ Pompe a vide.

**IV.9.1.4 : Préparation des filtres par l'eau distillée:**

- ✓ On lave le filtre par l'eau distillée.
- ✓ On met le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- ✓ On Laisse refroidir dans le dessiccateur.
- ✓ On pèse.

**IV.9.1.5 : Filtration de l'échantillon:**

- ✓ On place le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration.
- ✓ On agite le flacon d'échantillon.
- ✓ On verse un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée.
- ✓ On filtre l'échantillon.
- ✓ On rince les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée.
- ✓ On retire avec précaution le papier filtre à l'aide de pinces.
- ✓ On met le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- ✓ On laisse refroidir dans le dessiccateur.
- ✓ On pèse le filtre.

**IV.9.1.6 : Expression des résultats :**

Les matières en suspensions (MES) mesurée par la méthode de filtration

La concentration est exprimée en mg/l, elle est calculée selon la relation suivante :

$$\text{MES} = \frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

(1)

MES ; concentration en matières en suspensions (mg/l)

M0 : Masse du papier filtre avant l'utilisation (en mg/l)

M1 : Masse du papier filtre après l'utilisation (en mg/l)

V : volume d'eau utilisée en (ml)

#### IV.9.2 : Détermination de la teneur de DCO :

##### IV.9.2.1: But d'analyse :

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DB05.

##### IV.9.2.2 : Principe :

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acidifié par acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ) et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ).

##### IV.9.2.3 : Appareillage :

- ✓ Pipette jaugée à 2 ml.
- ✓ Spectrophotomètre (BEHRE (Test TRS 200II))

##### IV.9.2.4 : Réactifs :

- ✓ Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.
- ✓ Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations

##### IV.9.2.5: Procédure:

On ajoute 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO

- ✓ On agite et on place le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- ✓ On laisse refroidir à température ambiante.

**IV.9.2.6: Expression des résultats :**

La DCO est mesurée par un DCO mètre (BEHRE Test TRS 200), par la méthode aubichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ). Cette méthode permet de déterminer la teneur totale en matières organiques oxydables des eaux, dans les conditions de l'essai.

L'oxydation se fait par excès de bichromate de potassium en milieu acide et à l'ébullition en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ) et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ). L'excès de bichromate est dosé par une solution titrée de sulfate de fer et d'ammonium, qui donne un virage au rouge violacé en présence de féronie comme indicateur.

La DCO exprimée en mg/l d'oxygène est donnée par la relation suivante :

$$DCO = \frac{8000(V_0 - V_1) \times T}{V} \quad (2)$$

Avec :

$V_0$  : Volume de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc (en ml)

$V_1$  : Volume de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour la pris d'essai (en ml)

$V$  : volume de la prise d'eau (en ml).

$T$  : Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

**IV.9.3 : Détermination de la teneur de DBO5 :****IV.9.3.1 :Principe:**

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostats est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par Le DBO mètre.

**IV.9.3.2 :Appareillage :**

- .- Un Réfrigérateur conservant une température de 20°C
- .- Un agitateur magnétique.

- Une Bouteilles brune de 510Un OXITOP.
- Une Pastilles hydroxyde de sodium (pour absorber le CO<sub>2</sub> dégager par le microorganisme).

#### IV.9.3.3 :Procédure :

On détermine la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour la DB05.

Volume de la prise d'essai (DB05) = DCO (mg/l) x 0.80, pour les eaux urbaine.

- ✓ On introduit la quantité de l'eau à analyser suivant le tableau. En fonction de la valeur de DCO. le (Tableau IV.)

**Tableau IV.2. les volumes des d échantillon d'après les valeurs de la DCO.**

La charge	DCO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
Très faible	0-40	432	1
Faible	0-80	365	2
Moyenne	0-200	250	5
Plus que moyenne	0-400	164	10
Un peu chargée	0-800	97	20
Chargée	0-2000	43.5	50
Très chargée	0-4000	22.7	100

- ✓ On Introduit la barre aimantée (agitateur) et les 2 pastilles d'hydroxyde de sodium
- ✓ On visse la tête de mesure sur les bouteilles.
- ✓ On appui simultanément sur les touches (S+M) durant 3 secondes jusqu'a apparition du message (OO).
- ✓ On met au réfrigérant à 20°C pendant cinq jours.
- ✓ On Lit au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle

#### IV.9.3.4 :Expression des résultats :

La DBO<sub>5</sub> est mesurée par un DBO (Oxi Top IS 12 et Thermostat TS 606/4-i), après incubation pendant 05 jours dans l'obscurité à une température de 20°C.

$$DBOs (mg/l) = \text{Lecteur} \times \text{Facteur.}$$

(3)



**IV.9.4 : Détermination de PH :**

- ✓ La mesure de pH a été effectuée directement par un électromètre PH mètre type WTW 340 I /Set , portatif et Electrode Sen Tix 41-3.

**IV.9.4.1 : But d'analyse:**

Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

**IV.9.4.2 : Appareillage :**

- ✓ Un pH- mètre potable.
- ✓ Solution étalon 4.7 et 10.
- ✓ Pissette eau déminéralisé

**IV.9.4.3 : Procédure :**

- ✓ On vérifie le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- ✓ On plonge l'électrode dans la solution a analysé.
- ✓ On lit le pH à température stable
- ✓ On rince bien l'électrode après chaque usage et on conserve l'électrode toujours dans une solution électrolyte.

**IV.9.5 : Détermination de la température T :****IV.9.5.1 : Principe:**

La valeur de la température est mesurée par la méthode électrochimique de résistance à l'aide Thermométrique : thermomètre électronique type Hanna avec sonde de température intégrée).

**Chapitre V**  
**Résultats et**  
**Discussions**

**V.1 : Introduction :**

Pour faire une lecture générale des tendances évolutives des concentrations des différents paramètres (Température, DBO<sub>5</sub>, DCO, MES, pH) .Nousavons procédé aux présentées de leur évolution en fonction du temps pour l'entrée et la sortie de la STEP allant de (5-1)à (5-5).

Les performances épuratoires ont été appréciées sur la base des abattements des différents paramètres entre la sortie et l'entrée de la STEP. Les abattements ont été calculés selon la formule suivante :

$$(\%) = \frac{C_E - C_S}{C_E} \times 100 = 100 \frac{C_S}{C_E} \times 100 \quad (4)$$

Avec :

- C<sub>E</sub> concentration moyenne de pollution à l'entrée de la STEP.
- C<sub>S</sub> concentration de pollution à la sortie de la STEP.

**V.2 : Qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP :**

les concentrations des paramètres de polluants des eaux usées étudiées à l'entrée et à la sortie de la STEP fluctuent entre des Valeurs minimales et des Valeurs maximales regroupés dans les : (Tableau V.1)

## V.2.1 : Evaluation de MES mg/l dans le Temps :

Tableau V.1. Evaluation le taux d'épuration de MES durant les Cinq mois

Les Résultats d'analyses						
t=0j le 22/01/2022 le teneur de MES à l'entrée du bassin = 320mg/l						
Mois	Date entrée	Entrée du bassin	Date sortie	sortie du bassin	Charge éliminée	Taux d'épuration
Janvier	22/01/2022	320	30/01/2022	25	295	92.19 %
février	01/02/2022	290	07/02/2022	20	270	93.10 %
	08/02/2022	221	14/02/2022	29	192	86.88 %
	15/02/2022	225	21/02/2022	28.9	196.1	87.16 %
MARS	02/03/2022	228.3	08/03/2022	20.5	207.8	91.02%
	09/03/2022	125	15/03/2022	20	105	84 %
	16/03/2022	813	22/03/2022	75	738	90.77 %
AVRIL	02/04/2022	485	08/04/2022	63	422	87.01 %
	09/04/2022	215.8	15/04/2022	23.5	192.3	89.11 %
	16/04/2022	218.6	30/04/2022	32.1	186.5	85.32 %
Mai	02/05/2022	238	08/05/2022	22.5	215.5	90.55 %
	09/05/2022	234.5	15/05/2022	25.3	209.2	89.21 %
	16/05/2022	385.4	23/05/2022	26.10	359.3	93.23 %
MOY		307.66		31.61	276.05	89.73%

**V.2.1.1 : Discussion des résultats MES :**

Le suivi d'élimination des matières polluantes des eaux usées à l'aides des plantes, à travers les bassins de traitement de N'goussa démontre les éliminations de teneur des MES du l'entrée du bassinsvers la sortie du bassinscecià été prouvé par les valeurs obtenues du tableau5-1

**TableauV.2.Evaluation le taux d'épuration moyen de MES durant les Cinq moins**

Temps	le teneur moyen de MES à entrée du bassin (mg/l)	le teneur moyen de MES à sortie du bassin (mg/l)
Janvier	320	25
Février	245.33	25.96
Mars	388.76	38.5
Avril	306.46	39.53
Mai	260.05	24.63

-On not que le teneur moyen de MES à sortie du bassin (mg/l) est très proche, allant plus élevée de 39.53( mg/l) en avril au plus faible de 24.63(mg/l) en mai , ce qui nous permet de juger que l'épuration des eaux usée domestique dans le bassin en ce concerne les matières en suspension est excellente

Celle-ci revient aux fonctions faites par les plantes dans les bassins, et on va les résumer comme suit :

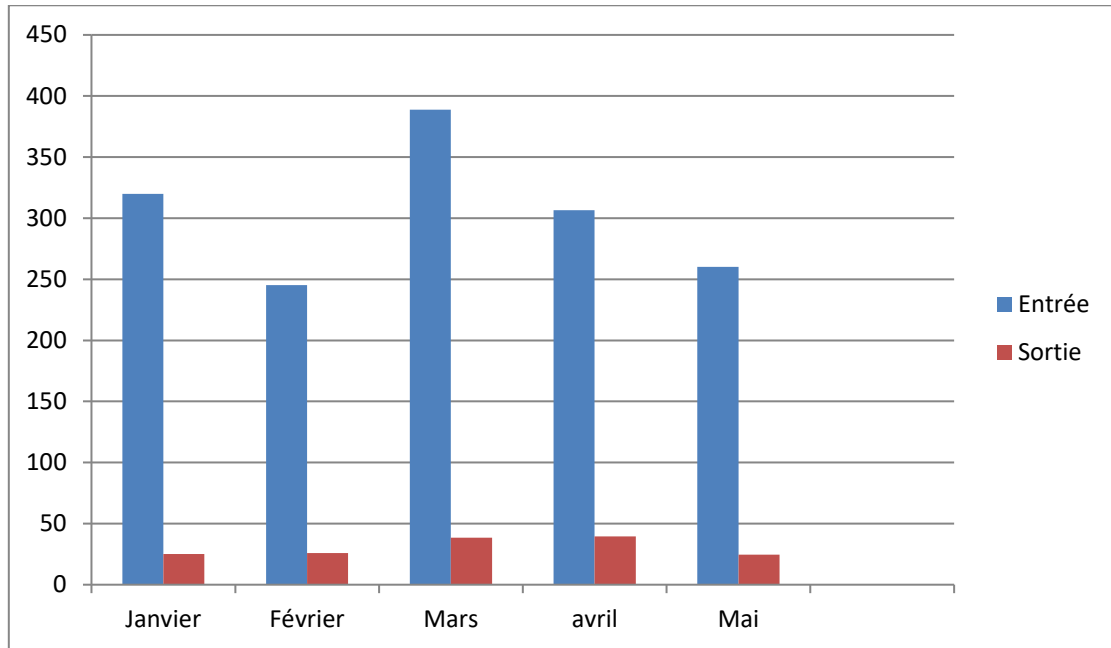
- La théorie admise à ce sujet est celle qui présente les plantes comme des barrières physiques freinant le transport des MES vers la sortie des bassins et contribuant ainsi à leur décantation [32],[33],[34] Lorsque la taille des boues (biofilm) autour des racines devient importante, celles-ci décantent, libérant ainsi de la place pour une nouvelle formation d'agrégat de boues.

- les nouvelles pousses de racines sont aussi le siège d'agglomérations de particules.

- la capacité de stockage de boues est donc dépendante de la taille des racines.

-les MES évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous ce qui traduit une probable utilisation de l'oxygène dissous pour la dégradation de la matière en suspension l'abattement des MES est très rapide dans les 4 a 5 les premiers jours puis se stabilise les rendements d'élimination varient de 93.62 a` 97.49 avec une différence de 3.87%

On peut expliquer cette différence par les fractions difficilement biodégradables au cours de l'épuration.



**Figure V.1 :variation moyen MES entrée à sortie du bassin(mg/l) durant cinq mois**

-d'après les résultats obtenus nous remarquons que la moyenne de que le teneur de MES à sortie du bassin varie entre 39.53(mg/l) et 24.63(mg/l) .cette les résultats conforme aux normes de rejet de l'OMS appliquées en l'Algérie (30mg/l).(tableau 01 annexes01)

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant le polluant MES est excellent.

## V.2.2 : Evaluation de DCO mg/l dans le Temps :

Tableau V.3. Evaluation le taux d'épuration de DCO durant les Cinq mois

Les Résultats d'analyses						
t=0j le 22/01/2022 le teneur de DCO à l'entrée du bassin = 530 mg/l						
Mois	Date entrée	Entrée du bassin	Date sortie	sortie du bassin	Charge Eliminée	Taux d'épuration
Janvier	22/01/2022	530	30/01/2022	48	482	90.94 %
fevrier	01/02/2022	223	07/02/2022	49	174	78.02 %
	08/02/2022	330	14/02/2022	35.01	294.99	89.39 %
	15/02/2022	330	21/02/2022	36.9	293.1	88.82 %
Mars	02/03/2022	218	08/03/2022	94.51	123.49	56.64 %
	09/03/2022	339	15/03/2022	91	248	73.16 %
	16/03/2022	331.8	22/03/2022	95	236.8	71.37 %
Avril	02/04/2022	180.2	08/04/2022	35	145.2	80.58 %
	09/04/2022	221	15/04/2022	69	152	68.78 %
	16/04/2022	360	30/04/2022	75	285	79.17 %
Mai	02/05/2022	215.5	08/05/2022	69.5	146	67.75 %
	09/05/2022	219	15/05/2022	74.50	144.5	65.98 %
	16/05/2022	256	29/05/2022	98.3	157.7	61.60 %
MOY		288.73		66.98	221.75	76.80

**V.2.2.1 : Discussion des Résultats DCO**

Les résultats obtenus concernant l'élément polluant. La DCO prouve sa diminution dans les bassins avec le temps de séjour et on a enregistré des valeurs maximales et des valeurs minimales de teneurs concernant la charge éliminée .

**Tableau V.4. Evaluation le taux d'épuration moyen de DCO durant les Cinq mois**

Temps	le teneur de DCO à entrée du bassin (mg/l)	le teneur de DCO à sortie du bassin (mg/l)
Janvier	530	48
Février	294.33	40.30
Mars	296.26	93.5
Avril	253.73	59.67
Mai	230.16	80.76

On note que le teneur moyen de DCO à sortie du bassin (mg/l) est très proche, allant plus élevée de 93.5 mg/l en mars au plus faible de 40.30(mg/l) en février

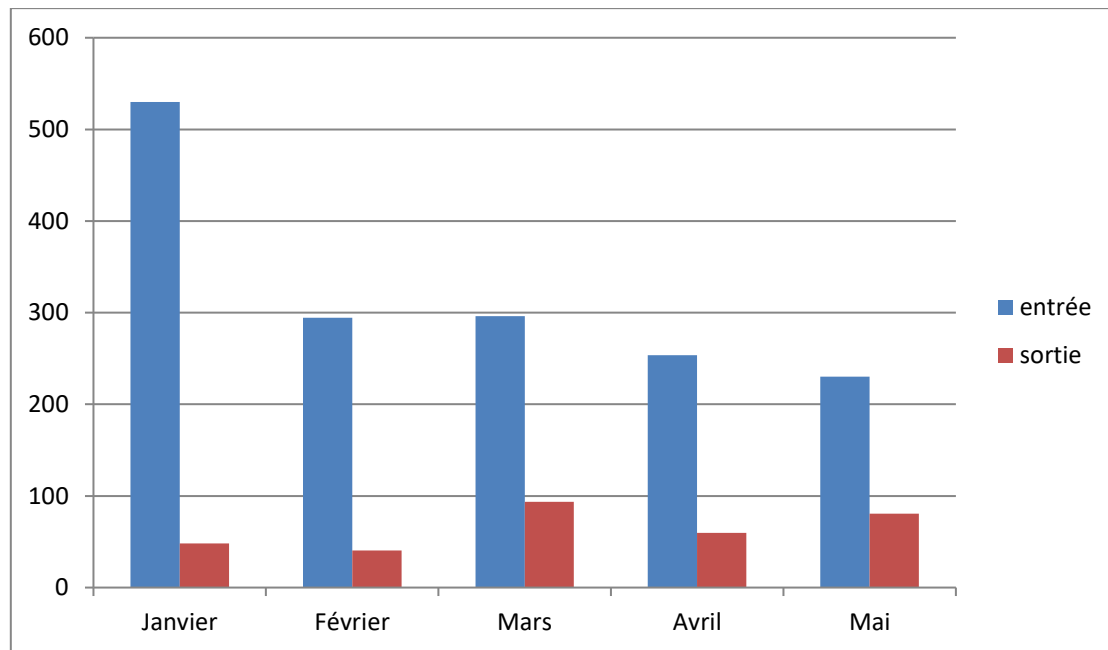
La DCO correspond aux matières oxydables organiques (protéines, Glucides, lipides, etc.)

Cela a été prouvé par les résultats obtenues comme l'indique le tableau ci-dessus. On note que le teneur moyen de DCO à sortie du bassin (mg/l) est très proche, allant plus élevée de 93.5 mg/l en mars au plus faible de 40.30(mg/l) en février

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant le polluant DCO est excellent.

La DCO évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous , ce qui traduit une probable utilisation de l'oxygène dissous pour la dégradation de la matière carbonée, l'abattement de la DCO est très rapide de l'entrée du bassin à la sortie du bassin puis se stabilise lorsque les teneurs de DCO est  $< 100 \text{ mg O}_2 / \text{l}$  .





### V.2 :variation moyen de DCO entrée et sortie(mg/l) de bassin durant cinq mois

-d'après les résultats obtenus nous remarquons que la moyenne de que le teneur de DCO à sortie du bassin varie entre 93.5(mg/l) et40.30 (mg/l) .cette les résultats conforme aux normes de rejet de l'OMS appliquées en l'Algérie (90,120)(mg/l).(tableau 01 annexes01) .

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant le polluant DCO est excellent.

**V.3 : Evaluation de DBO5mg/l dans le Temps :****Tableau V 5.Evaluation le taux d'épuration de DBO<sub>5</sub> durant les Cinq moins**

<b>Les Résultats d'analyses</b>						
t=0j le 22/01/2022 le teneur de DBO <sub>5</sub> à l'entrée du bassin = 325mg/l						
<b>Mois</b>	<b>Date entrée</b>	<b>Entrée du bassin</b>	<b>Date sortie</b>	<b>sortie du bassin</b>	<b>Charge éliminée</b>	<b>Taux d'épuration</b>
Janvier	22/01/2022	325	30/01/2022	26	299	92 %
février	01/02/2022	200	07/02/2022	41	159	79.5 %
	08/02/2022	228	15/02/2022	26.9	201.1	88.20 %
	15/02/2022	260	22/02/2022	25.8	234.2	90.08 %
MARS	02/03/2022	217.8	08/03/2022	79.01	138.79	63.72%
	09/03/2022	137	15/03/2022	52	85	62.04 %
	16/03/2022	117	22/03/2022	38	79	67.52 %
AVRIL	02/04/2022	117	08/04/2022	27.6	89.4	76.41 %
	09/04/2022	119	15/04/2022	45	74	62.18 %
	16/04/2022	226	30/04/2022	59	167	73.89 %
Mai	02/05/2022	136.4	08/05/2022	45.3	91.1	66.79 %
	09/05/2022	115	15/05/2022	38.5	76.5	66.52 %
	16/05/2022	165.8	23/05/2022	18.3	147.5	88.96 %
MOY		181.85		40.18	141.66	77.90%

**V.3.1 :Discussion des Résultats :**

La dégradation des degrés de la pollution en termes de DBO<sub>5</sub> les taux d'épuration, sont rassemblés dans le( **Tableau v.5**).

**Tableau V.6 Evaluation le taux d'épuration moyen de DBO<sub>5</sub> durant les Cinq mois**

Temps	le teneur de DBO <sub>5</sub> à entrée du bassin(mg/l)	le teneur de DBO <sub>5</sub> à sortie du bassin(mg/l)
Janvier	325	26
Février	229.33	31.23
Mars	157.26	56.34
Avril	154	43.86
Mai	199.68	34.03

-On note que le teneur moyen de DBO<sub>5</sub> à sortie du bassin (mg/l) est très proche, allant plus élevée de 56.43 mg/l en mars au plus faible de 26(mg/l) en janvier

Ces résultats signifient le rôle que jouent les bactéries dans la dégradation des polluants organiques biodégradables.

-On note que le teneur moyen de DBO<sub>5</sub> à sortie du bassin (mg/l) est très proche, allant plus élevée de 56.43 (mg/l) en mars au plus faible de 26(mg/l) en janvier.

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant en termes de DBO<sub>5</sub> est excellent.

La DBO<sub>5</sub> correspond au métier organique biodégradable. La DBO<sub>5</sub> évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous.

Ceci qui traduit une utilisation de l'oxygène dissous pour la dégradation du la matière organique. L'abattement de la DBO<sub>5</sub> est très rapide dans les 4 premiers jours de chaque semaine de l'entrée du bassin à la sortie du bassin puis se stabilise lorsque les teneures en DBO<sub>5</sub> atteignent une valeur Comprise entre 23.4mg/l et 98.3 mg/l durant les cinq mois .

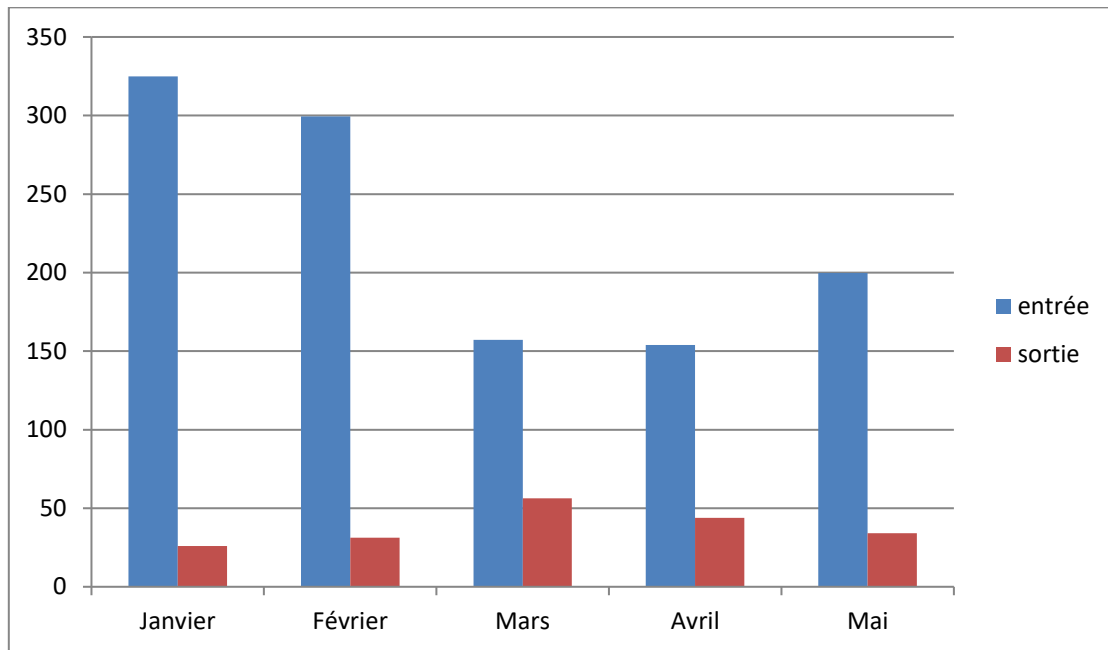


Figure V.3 :variation moyen de DBO<sub>5</sub> à entrée et sortie(mg/l) de bassin cinq mois

-d'après les résultats obtenus nous remarquons que la moyenne de que le teneur de DBO<sub>5</sub> à sortie du bassin varie entre 56.43 (mg/l) et 26 (mg/l) .cette les résultats conforme aux normes de rejet de l'OMS appliquées en l'Algérie (30,40) (mg/l). (tableau 01 annexes01) .

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant le polluant DBO<sub>5</sub> est excellent

**V.4 : Evaluation de pH durant les cinq mois :**

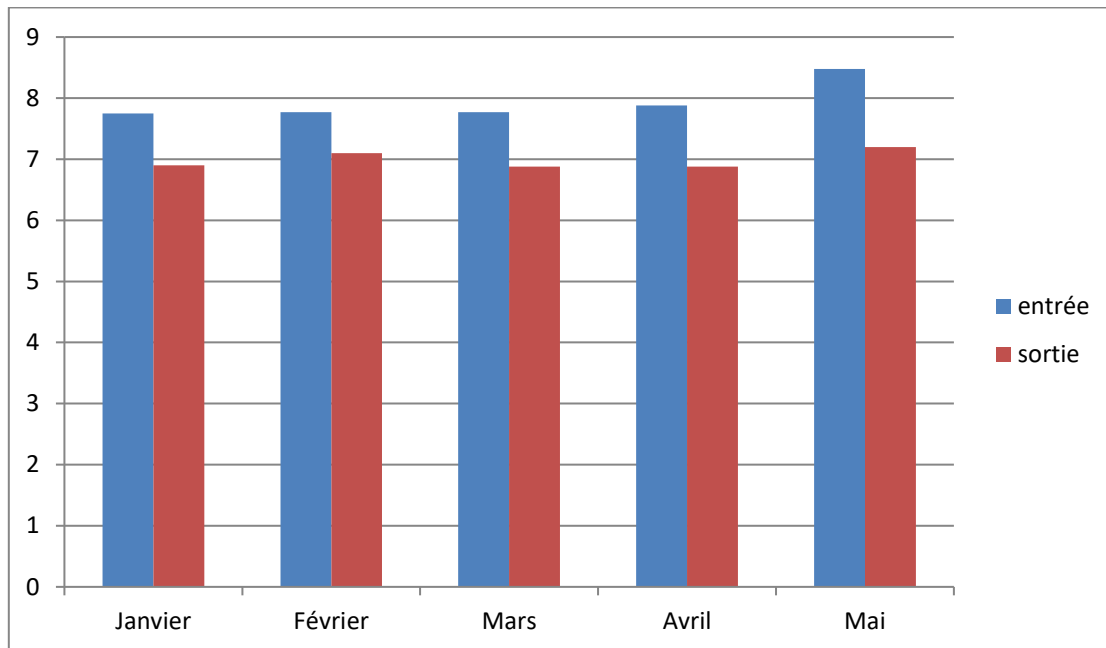
**Tableau V.7 : Evaluation de pH durant les Cinq mois/ l'entrée du bassin**

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI
Ph	07,75	07,77	07,77	07,88	08,48

**Tableau V. 8 : Evaluation de PH durant Cinq mois /sortie du bassin**

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI
pH	06,90	07,10	06,88	06,88	07,20

-on note que évaluation de PH durant les cinq moins sortie du bassin est très proche. Allant plus élevée 7.20 en mai au plus faible 6.88 en mars



**Figure V.4 :variation de PH entrée et sortie de bassin durant cinq moins**

-d'après les résultats obtenus nous remarquons que la moyenne de que le teneur de  $DBO_5$  à sortie du bassin varie entre 7.2et6.8 .cette les résultats conforme aux normes de rejet de l'OMS appliquées en l'Algérie[6.9,9][5.5,8.5] . (tableau 01 annexes01) .

#### **V.4.1 : Interprétation :**

L'évolution du pH est présentée dans (les **Tableau V.7** et **Tableau**)

Les moyennes pour l'entrée du bassin sont calculées pour la profondeur 30 cm le pH se basifie au cours du temps, il augmente et atteint 8.48 après 4 mois (mai) cette augmentation s'explique par l'activité photosynthétique des algues dans l'entrée du bassin. Dans le bassin le profil du pH évolue légèrement vers des valeurs acides (6.60- 7.20 ) à la sortie du bassin avec une diminution de 1.28

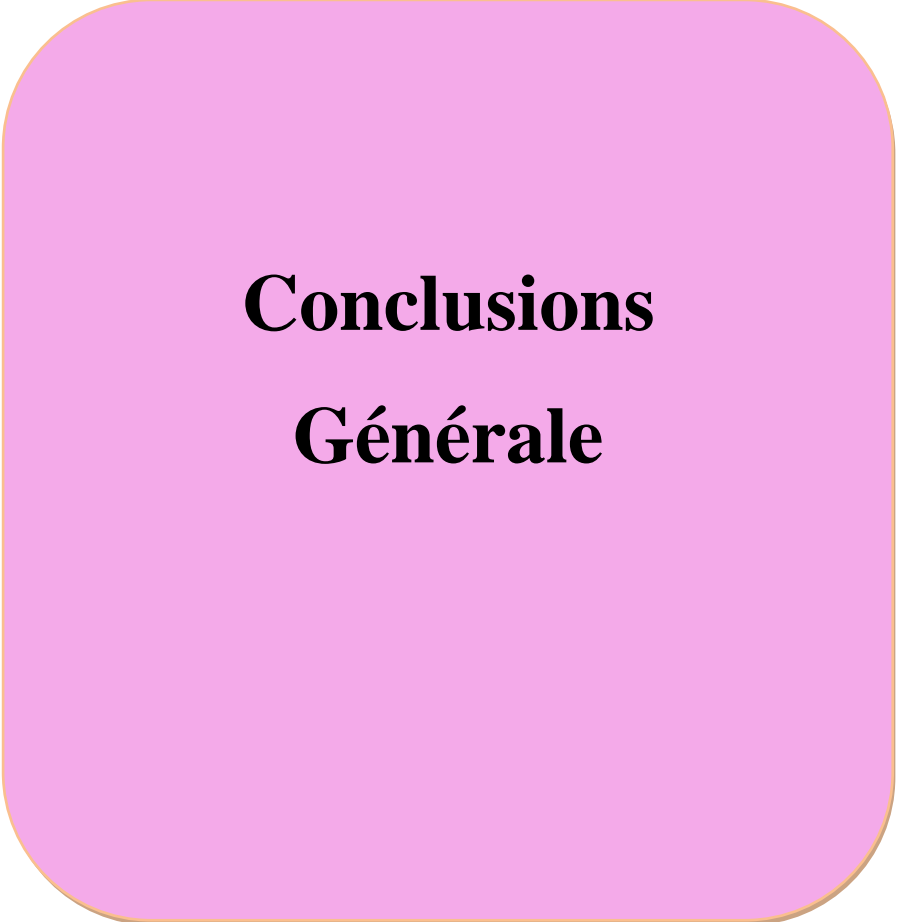
Ces résultats sont en accord avec les travaux de Awuah et al. qui montrent que l'ordre de décroissance du pH peut atteindre 2 unités lorsque la durée de culture atteint 4 semaines. [28], [29]

La baisse de pH ne pas affecter le développement de la plante car c'est en milieu acide que sa croissance est optimale [30],[31],[32].;Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette baisse de PH. On peut citer :

- ✓ l'accumulation de  $H^+$  suit a l'activité des bactéries nitrifiantes.
- ✓ l'accumulation de  $CO_2$  due au métabolisme des plantes où a la dégradation de la matière organique par les bactéries hétérotrophes.[33],[34]; [35].
- ✓ la production d'ions  $H^+$  par la plante. [36], [37].

Pour compenser le prélèvement de certains cations (nutrition minérale).

- ✓ et enfin la sécrétion d'exsudats (acides organiques) au niveau des racines des plantes [36], [38].



**Conclusions  
Générale**

### **Conclusion**

Notre travail qui a porté sur l'évaluation de l'efficacité épuratoire du projet d'épuration des eaux usées de la ville de N'goussa par phyto-épuration.

Les résultats que nous avons obtenu durant un suivi qui a duré du mois de janvier au mois de Mai, démontrent clairement l'efficacité d'un tel système pour des le traitement des usées urbaines d'une petite agglomeration.

L'abattement de la pollution particularized atteint L'abattement de la pollution organique atteint 94,50 % pour les MES et 84,25 % pour la DCO..et pour la DBO<sub>5</sub> et totalement réduit 83,44 %.

Vu ces résultats nous recommandons, que cette expérience soit élargie à d'autres localités.



**Références  
bibliographiques**

**Références bibliographiques**

- [1] : DAHOU Abderahim, 2013. LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE PERFORMANCE EPURATOIRES CAS DE (REGIOND'OUARGLA),Université d'Ouargla
- [2] :TEBIBFadila , Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Groupement Reggane Nord GRN ,2020
- [3] :Mr: BENELMOUAZ ALI, Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia ,2015
- [4] : RAHMANI Abdellatif , EPURATION DES EAUX USEES DE LA REGION DE N'GOUSSA (OUARGLA) PAR DES VEGETAUX PERFORMANCES EPURATOIRES ,2015
- [5] :Mr.kraa Abd Elheq,contribution l'étud expérimentale du comportement physico-chimique et physico-chimique et rhéologique des boues de la station d'épuration de La ville d'ain beida,2017
- [6] : RAJAONARIVELO FanjatianaJustoberthe, La faisabilité de la phytoépuration des eaux usées dans la ville de Toliara ,2013
- [7] Pronost, J., Pronost, R., Deplat, L., Malrieu, J. and Berland, J., 2002  
Stations d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. - Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, et des affaires rurales (FNDAE n°22 bis), document technique, France.
- [8] : Alexandre, O, Boutin, C., Duchène, Ph., Lagrange C., Lakel, A., Liénard, A. and Orditz, D., 1998 Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. -Technique et documentation Lavoisier (FNDAE N22), Paris, France
- [9] :Ouali, M.S., 2001 Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux.-Office des publications universitaires, Algérie
- [10] :Dauphin, S., 1998Connaissance et contrôle du fonctionnement des stations d'épuration, intérêt et limites des moyensmétrologiques actuels : application à la gestion hydraulique d'un décanteur secondaire.  
-Thèse : Faculté des sciences et techniques de l'eau, Université Luis Pasteur de Strasbourg, France.
- [11] : El ALAOUI Riham et TAOUSSI Imane 2013 MEMOIRE DE FIN D'ETUDE LICENCE En SCIENCES ET TECHNIQUES Eau et Environnement  
L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech Université Cadi Ayyad Marrakech

- [12] ([www.environnement-bio.com](http://www.environnement-bio.com)).
- [13] -Ayaz, S. ;Akca, L. 2001 :Treatment of Wasterwater y natural sustems. Environnement international.26, 189-195.
- [14] -Koné, D. 2002. Epuration des usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique de l'Ouest et de centre : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement. Thèse N°2653. Lausanne. EPFL.Pp :17-30-31.
- [15] -Brix, H.1997 : Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands ? Water science and technology. 35, 11-17.
- [16] -Scholz, M. ;Hohn, P and al. 2002. Mature experimental constructed welands treating urban water receiving high metal moads. Biotechnol.Prog. 18:1257-1264.
- [17] -Boon A.G. (1985), Report of a visit by members and staff of WRc to Germany to investigate the root zone method for treatment of wastewaters. WRc Report 376-S/I ,Stevenage, UK.
- [18] -Brix, H. (I 987),Treatment of wastewater in the rhizosphère of wetland plants - the roots-zone method, Wat. Sci. Tech. 19, 107- 118
- [19] -Kadlec, R.H. Knight R.L.,Vymazal J., Brix H., Cooper P., Haber! R. (2000) Constructed Wetlands for Pollution Control. Processes, Performance, Design and Operation.IWAPublishing.Scientific and Technical Report N°8.
- [20] -Reddy, K. R. ( 1984 b) :“ Water Hyacinth (Eichhornia-Crassipes) Biomass Production in Florida.” Biomass 6(1-2) : 167-181.
- [21] -Vyamazal.J. et al (1998), constructed wastewater treatment in Europe; Backhuys Publisher, Leiden.
- [22] -Cooper P (1996), Reed beds & Constructed Wetlands for wastewater treament. S.T.VV.VVRC, Ed.
- [23] -Marsteiner (1996), The influence of macrophytes on subsurface flow .wetland hydraulics, 5' International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Vienna.
- [24] - Kumar, P. and Garde R.J. (1989). :“ Potentials of water hyacinth for sewage treatment. “ Journal Water Pollution Control Federation 61(11-12) : 1702-1706
- [.....] ANDI, 2014)

- [25] -Wolverton, B.C. and Mc Donald R. C. (1979 b). :” The Water Hyacinth-Frpn Prolific Pest to Potential Provider.” *Ambio* 8(1) : 2-9.
- [26] -Kim, Y. and Kim W.J. (2000). “ Roles of water hyacinths and their roots for reducing algal concentration in the effluent from waste stabilization ponds.” *Water Research* (print) September 34(13) : 3285-3294.
- [27] -Kim. Y, Kim,W.J., Chung, P. G.and Pipes, W.O.(2001). Control and separation of algae particles from WSP effluent by using floating aquatic plant root mats." *Water Science and Technology* 43(11): 315-322.
- [28]-Awuah, E., Anohene, F., Asante, K., Lubberding, H. and Gijzen, H. (2001). "Environmental 4conditions and pathogen removal in macrophyte- and algal-based domestic wastewater
- [29]-Awuah, E., Lubberding, H. J., Asante, K. and Gijzen, H. J. (2002). The effect of pH on a enterococci removal in Pistia, duckweed- and algae-based stabilization ponds for :domestic wastewater treatment." *Water SciTechnol* 45(1): 67-74.
- [30]-Gopal, B. (1987). *Water hyacinth*. Amsterdam [etc.], Elsevier. 471 p.
- [31]-Sharma, B. M. and Sridhar, M. K. C. (1989). "Growth-Characteristics of Water Lettuce (*Pistia-Stratiotes* L) in Southwest Nigeria." *Archly Fur Hydrobiologie* 115(2): 305-312.
- [32]-Khedr, H. A. and Serag, M. S. (1998). ‘Environmental influenceson the distribution an Abundance of Water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) in Egypt.’*Limnologica* 28(4) : 387-393.
- [33]-Attionu, R. H. (1976). "Some effects of water lettuce (*Pistia stratiotes*, L.) on its habitat." 6 p *Hydrobiologia* 50(3): 245-254.
- [34]-Sridhar, M. K. C. and Sharma, B. M. (1985). Some observations on the oxygen changes in a lake covered with *Pistia stratiotes* L." *Water Res* 19(7): 935-939.
- [35]-Edeline, F. (1993). *L'épuration biologique des eaux théorie et technologie des réacteurs*. Liège, CebedocEditeur (etc.) 303p.
- [35]-Bowes, G. and Beer, S. (1987). *Physiological plant processes : photosynthesis*. Aquatic plant for wastewater treatment and resource recovery. Smith, W. H. Orlando, Magnolia publishing Inc. :311-335.
- [37]-Ndzomo, G. T., Ndoumou, D. O. and Awah, A. T. (1994). ‘Effect of Fe-2+, Mn-2+, Zn-

2+, and Pb-2+ on H<sup>+</sup>/k<sup>+</sup> fluxes in excised Pistia stratiotes roots.'Biologia Plantarum Prague 36(4) :591-597.

[38]- Good, B. J. and Patrick Jr., W. H. (1987). Root-Water-Sediment Interface Processes. Aquatic ci)plant for water treatment and resource recovery. Reddy, K. R. and Smith, W. H. j Orlando, Magnolia Publishing Inc.: 359-343.

# **Annexés**

**Annexe (01) :** Les normes**Tableau 01 : Normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie (in Ladjel, 2006).**

Caractéristiques	Normes de l'OMS	Normes Algériennes
T (C°)	25-30	30
PH	6,9- 9	5.5-8.5
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	30	40
DCO (mg/l)	90	120
MES (mg/l)	30	30
NTK (mg/l)	50	40
Phosphate (mg/l)	2	2
Huiles et graisses	20	20

**Tableau 02: descriptives spèce utilisée (phragmites australis):**

-Caractéristique et identifications	Roseau Phragmites communis trouve dans la station d'étude. Et s'installe dans les stations naturelles très humides et dans les terrains salés.
Nom scientifique	phragmites communis
Nom vernaculaire	Guesab (Roseau)
Description	Plante pérenne rhizomes rampants et portant de nombreuse tiges élevées pouvant atteindre quatre (04) mètres de hauteur. Tiges droites et dures feuilles glauques, à lignine courtes et ciliées, elles sont alternées et longuement acuminées.
Inflorescence	brune jaunâtre, composant de très nombreux épillets
La biogeography	dans les endroits humides, dans les lits d'oued, les guettas et drains, à proximité des palmerais

Période de vegetation	floraison en Avril Mai
Utilisation	les longues cannes (tiges) sont taillées et assemblées pour utilisation comme abris du soleil et comme instrument entrant dans confection des tapis traditionnels. Elles sont aussi utilisé pour fabriqué des "Kalam" plumes pour écrire sur les tablettes coraniques. C'est un bon pâturage pour les animaux d'élevage.



**Tableau 03 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires, d'après le journal officiel des communautés européennes (S.T.E.P.Ouargla, 2012)**

Paramètre	Concentration	Pourcentage minimal de réduction(1)	Méthode de mesure de référence
Demande biochimique en oxygène (DBO5 à 20°C) sans nitrification (2)	25mg/l O <sub>2</sub>	70-90	Échantillon homogénéisé, non filtré, non décanté. Détermination de l'oxygène dissous avant et après une incubation de 5 jours à 20°C + 1°C dans l'obscurité complète. Addition d'un inhibiteur de nitrification.
demande chimique en oxygène DCO	125mg/L O <sub>2</sub>	75	Échantillon homogénéisé, non filtré, non décanté. Bichromate de potassium.
Total des matières solides en suspension	35mg/l(3)	90(3)	-filtration d'un échantillon représentatif sur une membrane de 0.45 µm, séchage à 105°C et pesée. -Centrifugation d'un échantillon représentatif (pendant 5 minutes au moins, avec accélération moyenne de 2 800 à 3 200g, séchage à 105°C, pesée.

( 1) Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

(2)Ce paramètre peut être remplacé par un autre : carbone organique total (COT), ou Demande totale en oxygène(DTO), si une relation peut être établie entre la DBO5 et le Paramètre de substitution.

**Annexe(02) :Photos des appareils et réactifs**



**Figure 1: pH mètre**



**Figure 2 : Oxymètre**



**Figure 3: Étuve (MEMMERT, UNB)**



**Figure 4 : Balance de précision  
Électronique (KERN, ABT)**



Figure 5: DBO-métre



Figure 6: Conductimètre



Figure 7 : Réacteur  
(HACH, LANGE)



Figure 8 : Réactifs



Figure 9 : Spectrophotomètre  
(DR2800)

**Annexe(03)** :Photos des phragmites australis



**Figure 10** : Photos des phragmites australis



**Figure 11** : Photos Clip de racine de roseou austrien

## Résumé :

La station de épuration de N'goussa est. une station de zones humides souterraine à grande échelle a été conçue, mises en œuvre et exploitées pendant près de 10 ans pour le traitement de véritables eaux usées municipales. Une unité fonctionne en écoulement vertical (VFCW) d'une superficie de 22750 m<sup>2</sup>, L'unité de zones humides fonctionne à une charge hydraulique de 1743 m<sup>3</sup> / j et à une température variant de 15 à 38 degrés C. Sa capacité d'épuration: est de 11000 Eq/hab.

L'unité de N'goussa été plantées avec une type de plante à savoir; plantés de roseaux (*phragmites australis*).. Le suivi et l'évaluation des performances de l'unité été réalisé par le biais d'analyses physico-chimiques et biologiques régulières des eaux usées d'entrée et de sortie. De plus, l'absorption d'éléments nutritifs dans les plantes a également été mesurée. Les résultats ont indiqué des suppressions significatives de différents polluants dans les HFCW en termes de MES, DCO et DBO<sub>5</sub>.. Les efficacités d'élimination moyennes dans les VFCW étaient de 94,50 %, 84,25 % et 83,44%, respectivement. Cependant, le VFCW s'est avéré plus efficace non seulement pour l'élimination de la DCO, de la DBO<sub>5</sub> et (MES) mais aussi pour la nitrification en raison du flux vertical de marée, qui permet la pénétration de plus d'oxygène, en plus de sa petite taille et de sa longue durée de rétention. Le taux d'élimination de l'ammoniac par nitrification a atteint 73,81% dans le VFCW.. De plus, les résultats indiquent que la les plantes ont survécu pendant près de 5 mois et que leur croissance dépend du type de terres humides construites (CW) utilisées. En conclusion, le VFCW s'est avéré plus efficace pour le traitement des eaux usées.

**Mots clés** : eaux usées , traitement , phyto-épuration, N'goussa , station

## Abstract

The N'goussa East wastewater treatment plant.a large-scale underground wetland station was designed, implemented and operated for almost 10 years for the treatment of real municipal wastewater. A unit operates in vertical flow (VFCW) with an area of 22750 m<sup>2</sup>, The wetland unit operates at a hydraulic head of 1743 m<sup>3</sup> / d and at a temperature varying from 15 to 38 degrees C. Its purification capacity : is 11000 Eq/inhab.

The N'goussa unit was planted with one type of plant namely; planted with reeds (*phragmitesaustralis*). Monitoring and evaluation of the unit's performance was carried out

through regular physico-chemical and biological analyzes of the inlet and outlet wastewater. In addition, nutrient uptake in plants was also measured. The results indicated significant removals of different pollutants in HFCWs in terms of TSS, COD- and BOD5-. The average removal efficiencies in VFCWs were 94.50%, 84.25%, and 83.44%, respectively. However, VFCW was found to be more effective not only for COD, BOD5 and (SS) removal but also for nitrification due to the vertical tidal flow, which allows more oxygen to enter, in addition to its small size and long retention time. The rate of ammonia removal by nitrification reached 73.81% in the VFCW. Moreover, the results indicate that the plants survived for nearly 5 months and their growth depends on the type of constructed wetlands. (CW) used. In conclusion, VFCW was found to be more effective for wastewater treatment.

**Key words:** wastewater, treatment, phyto-purification, N'goussa, station

### الملخص

إن إنشاء محطات و وحدات تطهير المياه المستعملة حول أهم نقاط تركز التجمعات الحضرية أو الريفية أصبح ضروري كدابير للوقاية و للتخلص من أخطار تلوث المحيط. تظهر الأعمال المنجزة في المدكرات و الرسائل نتائج حسنة في تطهير المياه بواسطة النباتات، و لكن لم تشتغل أية محطة حقيقة بمستوى جيد، لأسباب مختلفة منها: غياب المعلومات عن مردود التصفية لهذا النوع من المحطات.

التجربتان الوحيدتان لمعالجة المياه المستعملة بواسطة النباتات تتمثل في محطة القصر العتيق لتمامين ( ورقلة )، ومحطة انقوسة حيث ابانت هذه الأخيرة عن مردودية التصفية الحالية بشكل مقبول، بالإضافة إلى كون التركيب، التوظيف، و الصيانة أقل تكلفة و أكثر نفعا للمحيط.

أن أداءات التصفية لجهاز التصفية لمحطة انقوسة، منذ تشغيله أو وضعه في الخدمة (في سنة 2008) يعمل بمردود جيد حيث تفوق نسبة الأداءات 80 % بالنسبة لأغلبية العوامل الملوثة المستهدفة، و بنسب جيدة للتخفيضات المحسوبة هي على الترتيب الآتي : (MES) 94,50% ، (DCO) 84,25% ، (DBO<sub>5</sub>) 83,44%

و هذه الأداءات في العموم قريبة من الأداءات المطلوبة في التشريع الجزائري، و يمكن تحسينها بتطوير تغطية جيدة للحوض بالنباتات .

كما نسجل في هذا النظام البيئي لتصفية المياه المنزلية المستعملة لمدينة أنقوسة عدة إيجابيات: عدم استهلاك الكهرباء المضخات و المواد الكيميائية.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف الصحي ، المعالجة ، التنقية النباتية ، نجوسة ، المحطة