

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة موالى الطاهر، سعيدة



Université MOULAY Tahar, Saida
كلية العلوم
Faculté des Sciences
قسم البيولوجيا
Département de Biologie
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master
En Sciences biologiques
Spécialité : Protection des écosystèmes
Thème

Épuration des eaux usée par des macrophyte

Présenté par :

✓ M. : ABIDI Ahmed

Soutenu le : 20/06/2023

Devant le jury composé de :

Président
Me .AMMAM
MCA

Examineur
Mr. ANTEUR
MCA

Rapporteur
Mr . HENDI
MAA

Année universitaire
2022/2023

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remerciera
Allah le tout puissant et miséricordieux, qui
nous a donné la force et la patience
d'accomplir ce Modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier
notre encadrant Mme : Hendi sa
précieuse conseil et son aide durant toute la
période du travail.*

*Il n'est jamais facile pour un étudiant de
trouver un stage, c'est pourquoi nous
remercions l'entreprise de station dépuraton
pour la confiance
qu'elle nous a accordée, son accueil et son
intégration*

*Nos vifs remerciements vont également aux
membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont
porté à notre recherche en acceptant
d'examiner notre travail Et de l'enrichir par
leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui
ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Dédicace

*Jedédie ce modeste
travail à mes parents
pour leur aide et
encouragement tout
Au long de la réalisation
de ce mémoire.*

*A Mes frères et sœurs
qui n'ont cessé d'être pour
moi des exemples de
persévérance, de courage et
de générosité.*

التنقية النباتية هي عملية معالجة مياه الصرف الصحي الطبيعية التي تستخدم النباتات والكائنات الحية الدقيقة لإزالة الملوثات من المياه. ومن المعروف أيضًا باسم العلاج بالأعشاب أو البحيرات الشاطئية الطبيعية.

تعتمد عملية التنقية النباتية على قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية وتصفية الملوثات الموجودة في الماء. يتم توجيه المياه العادمة إلى أحواض مصممة خصيصًا ، تسمى أحواض تنقية النباتات ، والتي تمتلئ بالركيزة (مثل الرمل) وتُزرع بالنباتات المناسبة.

تتمتع تنقية النباتات بالعديد من المزايا مقارنة بالطرق التقليدية لمعالجة مياه الصرف الصحي. يعتبر حلاً صديقًا للبيئة ومستدامًا ، لأنه يستخدم عمليات طبيعية ، ولا يتطلب إضافة مواد كيميائية ويمكن أن يعمل باستهلاك منخفض للطاقة.

Phyto-purification is a natural wastewater treatment process that uses plants and microorganisms to remove contaminants from water. It is also known as herbal treatment or natural lagooning.

The operation of phyto-purification is based on the ability of plants to absorb nutrients and filter pollutants present in water. Wastewater is routed to specially designed basins, called phyto-purification basins, which are filled with substrate and planted with suitable plants.

Phyto-purification has several advantages over traditional methods of wastewater treatment. It is considered an environmentally friendly and sustainable solution, as it uses natural processes, does not require the addition of chemicals and can operate with low energy consumption.

Keywords:

Saida, macrophytes, planted filters, wastewater, purifying power

La phytoépuration est un processus naturel de traitement des eaux usées qui utilise des plantes et des micro-organismes pour éliminer les contaminants présents dans l'eau. Elle est également connue sous le nom de traitement par les plantes ou de lagunage naturel.

Le fonctionnement de la phytoépuration repose sur la capacité des plantes à absorber les nutriments et à filtrer les polluants présents dans l'eau. Les eaux usées sont acheminées vers des bassins spécialement conçus, appelés bassins de phytoépuration, qui sont remplis de substrat et plantés de végétaux adaptés.

La phytoépuration présente plusieurs avantages par rapport aux méthodes traditionnelles de traitement des eaux usées. Elle est considérée comme une solution écologique et durable, car elle utilise des processus naturels, ne nécessite pas l'ajout de produits chimiques et peut fonctionner avec une faible consommation d'énergie.

Mots clés :

Saida, macrophytes, filtres plantés, eaux usées, pouvoir épurateur

Table des matières

INTRODUCTION GENERAL	1
CHAPITRE I	3
Présentation des eaux usées	3
et les différents types d'épurations	3
I-1 -Les eaux usées	4
I -1-1-Définition.....	4
I -1-2-Origines des eaux polluées.....	4
I -1-2-1-Eaux usées domestiques	4
I -1-2-2-Les eaux usées pluviales	5
I -1-2-3Eaux usées industrielles	5
I -1-2-4Les effluents agricoles.....	5
I -2-Méthodes de traitement des eaux usées.....	6
I -2-1-Prétraitement	6
I -3-Traitement primaire.....	7
I -4-Traitement secondaire : Traitement biologique.....	7
I -5-Traitement tertiaire	9
I -6-Traitement des boues	10
Chapitre II.....	13
Technique de phytoepuration	13
II .1 Définition à la phytoépuration	14
II .2 Les différents types de phytoépuration	14
II .3 Les avantages de la phytoépuration.....	14
II .4 Les limites de la phytoépuration	14
II .5 Exemples de projets de phytoépuration	15
Chapitre III	16
Les plantes macrophytes.....	16
III .1 TYPES DE MACROPHYTE D'EAU DOUCE.....	17
III .1.1 Hydrophytes flottantes non enracinées	17
III .1.2 Hydrophytes flottantes enracinées	17
III .1.4 Hydrophytes immergées enracinées.....	18
III .1.5 Hélophytes	19
III .2 DISTRIBUTION EN MILIEU LOTIQUE	21
III .3 EXEMPLE DE REPARTION DE MACROPHYTE DANS UN COURS D'EAU RAPIDE ET DE PLAINE ...	22
III .4 ESPECES DU RHITHRON	22
III .5 ESPECES DU POTAMON	24
III .6 DISTRIBUTION EN MILIEU LENTIQUE.....	26

Table des matières

Chapitre IV :	27
Présentation de la zone d'étude	27
IV.1 Présentation de la wilaya SAIDA	28
IV.1.1 Localisation	28
IV.1.2 Le réseau hydrographique	28
IV.2 Présentation de la station d'épuration de la ville de SAIDA	28
IV.2.1 Situation géographique de la STEP	28
IV.2.2 Les caractéristiques techniques de la STEP	29
IV.2.3 Fonctionnement de la STEP SAIDA	30
IV.2.4 Procédés d'épuration de la STEP Saida	30
IV.2.5 Les objectifs épuratoires de la STEP de Saida (les Concentrations des Eaux a la Sortie	31
Chapitre V:	33
Partie expérimentale	33
Démarche expérimentale :	34
Notre expérience peut être effectuée en démonstrateurs dans des pilotes qui représentent le fonctionnement du filtre mais à petite échelle.	34
Le dispositif expérimental, installé in situ, fonctionne dans des conditions naturelles, où les conditions climatiques se rapprochent des besoins écologiques des écosystèmes utilisés (les filtres plantés de macrophytes) de point de vue ensoleillement, température, évaporation etc., sachant que les eaux usées de la ville de Saida utilisées dans cette étude sont riches en matières organiques et en nutriments.	34
L'efficacité du typha latifolia et du Phragmites australis pour traiter les eaux usées domestiques a été évaluée dans le cadre d'une expérience en pleine nature « in situ »	34
COMMENT CRÉER SA PHYTOEPURATION	34
1- la création de la phytoepuration nécessite de réaliser des points suivants :	34
1- le matériel :	34
2- les conditions :	36
3- LA MÉTHODE DE CONSTRUCTION DE LA PHYTOEPURATION	36
2- LES ÉTAPES LA PHYTOEPURATION-	37
Chapitre VI :	39
Résultats et discussions	39
VI.1 Matériel utilisé :	40
VI.2 Protocoles d'analyses physico-chimiques effectuées	41
VI.2.1 La température	41
VI.2.2 Le potentiel Hydrogène (pH)	41
VI.2.3 Les Matières en suspension	42
VI.2.4 Dosage des Matières en suspension - MES -	42

Table des matières

VI.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)	44
VI.2.6 Dosage spectroscopique	46
VI.2.7 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)	47
VI.2.8 Dosage des Nitrites	48
VI.2.9 Dosage du Phosphore	50
VI.2.10 Table de résultat :	51
Conclusion	58
Référence bibliographique	60

Tableau 1: les caractéristiques technique de la STEP

Tableau 2: Valeurs limites de qualité des eaux épurées

Tableau 3 : Désignation du matériel utilisé

Tableau 4 : Table de résultat .

- Fig. 01 : Dégraissage (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 02 : puits des déchets (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 03 : Déshuilage (Station de Saida : Janvier 2022).
- Fig. 04 : Bassin d'aération. (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 05 :Décanteur secondaire (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 06 : Lit bactérien (Metahri., 2012).
- Fig. 07 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel (Metahri., 2012)
- Fig. 08 : Bassin de chloration (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 09 : Épaississeur (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 10 : Les lits de séchages (Station de Saida : Janvier 2022)
- Fig. 11 : lentille d'eau (lemnasp.)
- Fig. 12 : nénuphar (nupharlutea)
- Fig. 13 : renoncule aquatique(Ranunculusaquatilis)
- Fig. 14 : potamot(potamogetonperfoliatus)
- Fig. 15 : utriculaire(utriculariasp.)
- Fig. 16 : Charasp.
- Fig. 17 : Zannichellie (Zannichelliapalustris.)
- Fig. 18 : roseau (Phragmites australis)
- Fig. 19 : massette (Typha latifolia)la plus courante
- Fig. 20 : massette (Typha angustifolia) Feuillage plus étroit et épis distants
- Fig. 21 :rubanier (Sparganiumerectum)
- Fig.22 : iris faux acrore (Iris pseudo acorus)
- Fig. 23 : distribution en milieu lotique
- Fig. 24 : repartions de macrophyte dans un cours d'eau rapide et de plaine
- Fig. 25 :mousse (Fontinalissp.)
- Fig. 26 : mousse (Hypnum sp.)
- Fig. 27 : Renoncule aquatique (Ranunculusfluitans.)
- Fig. 28 : callitriche (Challitrichesp.)
- Fig. 29 : Glycérie flottante (glyceriafluitans.)
- Fig. 30 : myriophylle (Myriophyllumsp.)
- Fig. 31 : Potamot dense (Potamogetondensus.)
- Fig. 32 : ceratophylle (Ceratophyllumsp.)
- Fig. 33 :Proche de myriophylle mais feuille divisée et non pennée
- Fig. 34 : Nénuphar blanc (nymphae alba)
- Fig. 35 : Nénuphar jaune (nupharluteum)
- Fig. 36 :potamot (potamogetonnatans)
- Fig. 37 : réparation des végétaux aquatique au bord d'un etang
- Fig. 38 :La Station d'épuration à boues activées (Google Earth 2022).
- Fig. 39 :La STEP de la ville de Saida

- Fig. 40 : la carte des objectifs épuratoire
- Fig. 41 :deux (2) grands bidons
- Fig. 42 : trois tuyaux PVC
- Fig. 43 : des forets pour trouser
- Fig. 44 :une perceuse
- Fig. 45 : une scie
- Fig. 46 :la colle bricolage forte
- Fig. 47 : les petits graviers
- Fig. 48 : les gros graviers
- Fig. 49 : le sable
- Fig. 50 :la typha latifolia
- Fig. 51 : Phragmites australis
- Fig. 52 : un terrain qui doit avoir une pente ou un dénivelé plus d'un 1 m
- Fig. 53 : Trouer au milieu les trois récipient
- Fig. 54 : la colle bricolage forte
- Fig. 55 Planter au fond de ce second récipient la plante typholatifolia dans cette étape les eaux usée qui sont filtrées s'acheminent au 3eme récipient
- Fig. 56 Le 1er récipient se devra accueillir Les eaux usées qui vont être acheminées au second récipient
- Fig. 57 dans cette étape les eaux usées sont filtrées pour une 2eme fois pour obtenir une eau épurée s'évacue à un autre récipient
- Fig. 58mettre au fond du second récipient une quantité de petit gravier et de gros gravier et une quantité de sable
- Fig. 59 : Photo du pH-mètre
- Fig. 60 : balance de précision électronique
- Fig. 61 : Photo du flacon à D.B.O avec oxytope
- Fig. 62 : Photo du D.B.O mètre
- Fig. 63 : Photo du spectrophotomètre DR 3900
- Fig. 64 : Photo des réactifs de la D.C.O
- Fig. 65 : Photo du réacteur D.C.O
- Fig. 66 : Des histogrammes pour PH
- Fig. 67 : Des histogrammes pour Température
- Fig. 68 : Des histogrammes pour Conductivité
- Fig. 69 : Des histogrammes pour MES
- Fig. 70 : Des histogrammes pour Turbidité

INTRODUCTION

GENERAL

INTRODUCTION GENERAL

L'épuration des eaux usées est un processus essentiel pour préserver la santé humaine et l'environnement. Parmi les différentes méthodes d'épuration, l'utilisation de macrophytes, également appelés plantes aquatiques, est devenue une approche populaire et efficace.

Les macrophytes sont des plantes aquatiques qui vivent partiellement ou totalement immergées dans l'eau. Elles jouent un rôle crucial dans la purification des eaux usées en éliminant les polluants présents dans l'eau. Le processus d'épuration par les macrophytes, appelé phytoépuration, utilise les propriétés naturelles des plantes pour éliminer les contaminants et améliorer la qualité de l'eau.

Les macrophytes agissent comme des filtres biologiques en absorbant les nutriments tels que les nitrates et les phosphates présents dans les eaux usées. Ces nutriments sont essentiels pour la croissance des plantes, mais en excès, ils peuvent causer une eutrophisation excessive des plans d'eau, ce qui entraîne une prolifération d'algues et une diminution de l'oxygène dissous.

En plus d'absorber les nutriments, les macrophytes favorisent également la dégradation des contaminants organiques présents dans les eaux usées. Les racines des plantes fournissent un habitat idéal pour les bactéries et autres micro-organismes bénéfiques qui décomposent les matières organiques, réduisant ainsi la charge polluante.

La phytoépuration peut être réalisée à différentes échelles, allant des petits systèmes individuels tels que les bassins de jardin ou les marais filtrants, aux grands systèmes utilisés dans le traitement des eaux usées municipales. Les avantages de l'épuration par les macrophytes incluent sa faible consommation d'énergie, sa durabilité environnementale et son intégration esthétique avec l'environnement.

INTRODUCTION GENERAL

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer les performances de purification des eaux usées domestiques de la ville de Saida, grâce à un système de phytoépuration.

Cette étude se présente comme suit :

Le premier chapitre de ce travail comporte : Présentation des eaux usées et les différents types d'épurations.

Le deuxième chapitre s'articule autour des différents : Technique de phytoepuration.

Le troisième chapitre décrit : les plantes macrophytes.

Le quatrième chapitre sera consacré à : la présentation de la zone d'étude.

Le cinquième chapitre sera pour : La partie expérimentale.

Et le sixième chapitre est pour : la discussions des résultats

CHAPITRE I

**Présentation des eaux
usées**

**et les différents types
d'épurations**

I-1 -Les eaux usées

I -1-1-Définition

Les eaux usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par les individus ou d'autres secteurs (industrie ou agriculture) (**Chocat, 1997**), elles résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation (Rodier, 1996). Elles sont généralement chargées en matières minérale ou organique sous forme dissoutes ou en suspension (Bouziani , 2000)

Les eaux usées sont principalement toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées. La plupart des eaux usées sont offensives, d'autres sont pathogènes, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique (**Tfyeche , 2014**).

I -1-2-Origines des eaux polluées

Selon Baumont et al. (2004), les eaux polluées ont trois origines possibles :

- Les eaux domestiques
- Les eaux industrielles
- Les effluents agricoles

I -1-2-1-Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en deux catégories :

- les eaux ménagères des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage. Ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux (Elskens.2010)
- les eaux vannes comprenant les rejets de toilettes. Ces dernières sont chargées de

CHAPITRE 1 : Présentation des eaux usées, et des différents types d'épurations

diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (Pons et al, 2008)

I -1-2-2-Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (Desjardins., 1997).

I -1-2-3Eaux usées industrielles

Sont les eaux usées provenant des usines sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau.

Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se trouvent concentrés dans l'eau.

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaire, équarrissage...)
- Sels métalliques, produits chimique, tanneries...)

Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques) ; · Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs). (Gaid, 1984)

I -1-2-4Les effluents agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances d'origine agricole ou animale, Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisiers de bétail). (Bontoux,1993)

I -2-Méthodes de traitement des eaux usées

I -2-1-Prétraitement

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute (FAO.,2003).

Le prétraitement peut comprendre les opérations :

(le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour lessables et les graviers et (le dégraissage).

déshuilage ou d'écumage-flottation pour les huiles et les graisses (Metahri., 2012).



Fig. 01: Dégraissage (Station de Saida : Janvier 2022)



Fig. 02: puits des déchets (Station de Saida : Janvier 2022)



Fig. 03 : Déshuilage (Station de Saida : Janvier 2022).

I -3-Traitement primaire

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation- floculation (Metahri., 2012).

I -4-Traitement secondaire : Traitement biologique

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des microorganismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits

CHAPITRE 1 : Présentation des eaux usées, et des différents types d'épurations

bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

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

L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène (Fig. 03 et Fig. 04) (Metahri., 2012).



Fig. 04 : Bassin d'aération. (Station de Saida : Janvier 2022)



Fig. 05: Décanteur secondaire (Station de Saida : Janvier 2022)

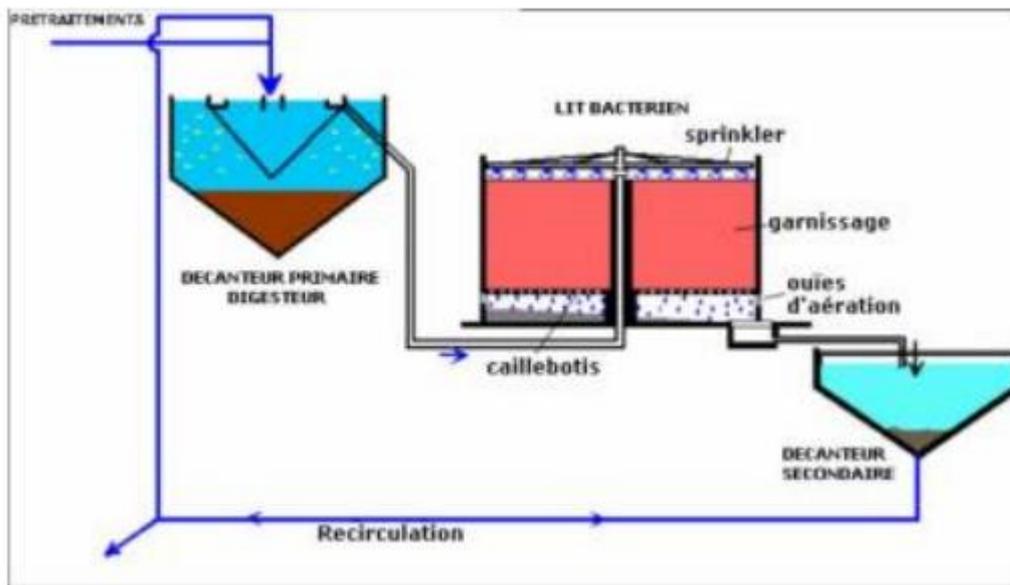


Fig. 06 : Lit bactérien (Metahri., 2012).

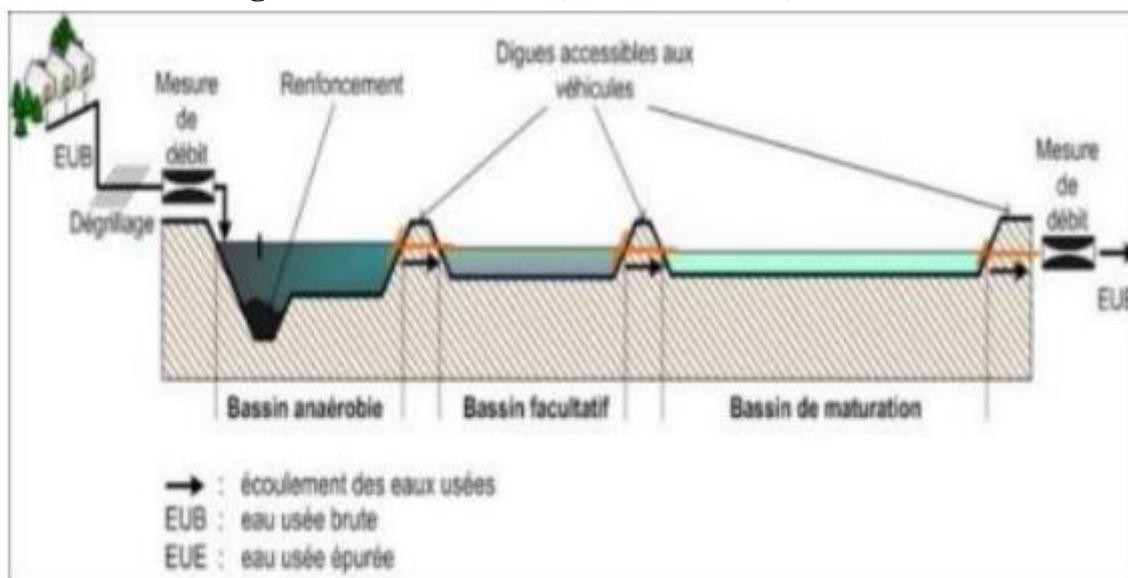


Fig. 07 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel (Metahri., 2012)

I -5-Traitement tertiaire

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs. Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire.

CHAPITRE 1 : Présentation des eaux usées, et des différents types d'épurations

De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau. Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes :

- La nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et physico-chimique) ;
- La désinfection bactériologique et virologique (Metahri., 2012).



Fig. 08 : Bassin de chloration (Station de Saida : Janvier 2022)

I -6-Traitement des boues

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques.

CHAPITRE 1 : Présentation des eaux usées, et des différents types d'épurations

Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances (Aussel.,2004).

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

Réduction de leur volume par épaissement,

Déshydratation, séchage thermique ou incinération.

Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : Utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique (Aussel., 2004).



Fig. 09 : Épaississeur (Station de Saida : Janvier 2022)



Fig. 10 : Les lits de séchages (Station de Saida : Janvier 2022)

Chapitre II

Technique de phytoepuration

II .1 Définition à la phytoépuration

La phytoépuration est une technique naturelle pour traiter les eaux usées. Elle consiste à utiliser des plantes aquatiques et des micro-organismes pour purifier l'eau.

Les avantages de la phytoépuration sont nombreux : elle est écologique, économique et efficace. Elle permet de réduire les coûts de traitement des eaux usées et de préserver l'environnement.

II .2 Les différents types de phytoépuration

Il existe plusieurs types de phytoépuration, chacun adapté à des besoins spécifiques. Le lagunage est le plus courant : il s'agit de faire circuler l'eau dans des bassins peu profonds où les plantes vont absorber les nutriments et les polluants.

Le filtre planté est également très utilisé : l'eau passe à travers un lit de gravier et de sable où poussent des plantes aquatiques. Les racines des plantes filtrent l'eau en éliminant les matières organiques et les nitrates.

II .3 Les avantages de la phytoépuration

La phytoépuration présente de nombreux avantages par rapport aux techniques traditionnelles de traitement des eaux usées. Elle est beaucoup moins coûteuse à mettre en place et à entretenir, elle ne nécessite pas d'énergie électrique ni de produits chimiques nocifs pour l'environnement.

De plus, la phytoépuration permet de préserver les ressources en eau douce en réutilisant les eaux traitées pour l'arrosage ou le lavage. Elle favorise également la biodiversité en créant des habitats pour les animaux et les insectes.

II .4 Les limites de la phytoépuration

Malgré ses nombreux avantages, la phytoépuration présente également des limites. Elle est moins efficace que les techniques traditionnelles pour éliminer certains polluants comme les métaux lourds ou les pesticides.

De plus, elle nécessite un espace suffisant pour être mise en place, ce qui peut poser des problèmes dans les zones urbaines où l'espace est limité. Enfin, elle nécessite une expertise spécifique pour être mise en place et entretenue correctement.

II .5 Exemples de projets de phytoépuration

De nombreux projets de phytoépuration ont été mis en place dans le monde entier. En France, par exemple, la ville de La Rochelle a installé un système de phytoépuration pour traiter les eaux usées de la zone industrielle de Chef de Baie.

En Afrique, la phytoépuration est utilisée pour fournir de l'eau potable aux populations rurales. Des systèmes simples et peu coûteux ont été développés pour filtrer l'eau à l'aide de plantes locales.

Chapitre III

Les plantes macrophytes

III .1 TYPES DE MACROPHYTE D'EAU DOUCE

III .1.1 Hydrophytes flottantes non enracinées



Fig. 11 : lentille d'eau (lemnasp.)

III .1.2 Hydrophytes flottantes enracinées



Fig. 12 : nénuphar(nupharlutea)



Fig. 13 : renoncule aquatique(Ranunculusaquatilis)



Fig. 14 : potamot(potamogetonperfoliatus)

III .1.3 Hydrophytes immergées non enracinées



Fig. 15 : utriculaire(*utriculariasp.*)

III .1.4 Hydrophytes immergées enracinées



Fig. 16 : Charasp.



Fig. 17 : Zannichellie(*Zannichelliapalustris.*)

III .1.5 Hélophytes



Fig. 18 : roseau (*Phragmites australis*)



Fig. 19 : massette (*Typha latifolia*) la plus courante



Fig. 20 : massette (*Typha angustifolia*) Feuillage plus étroit et épis distants

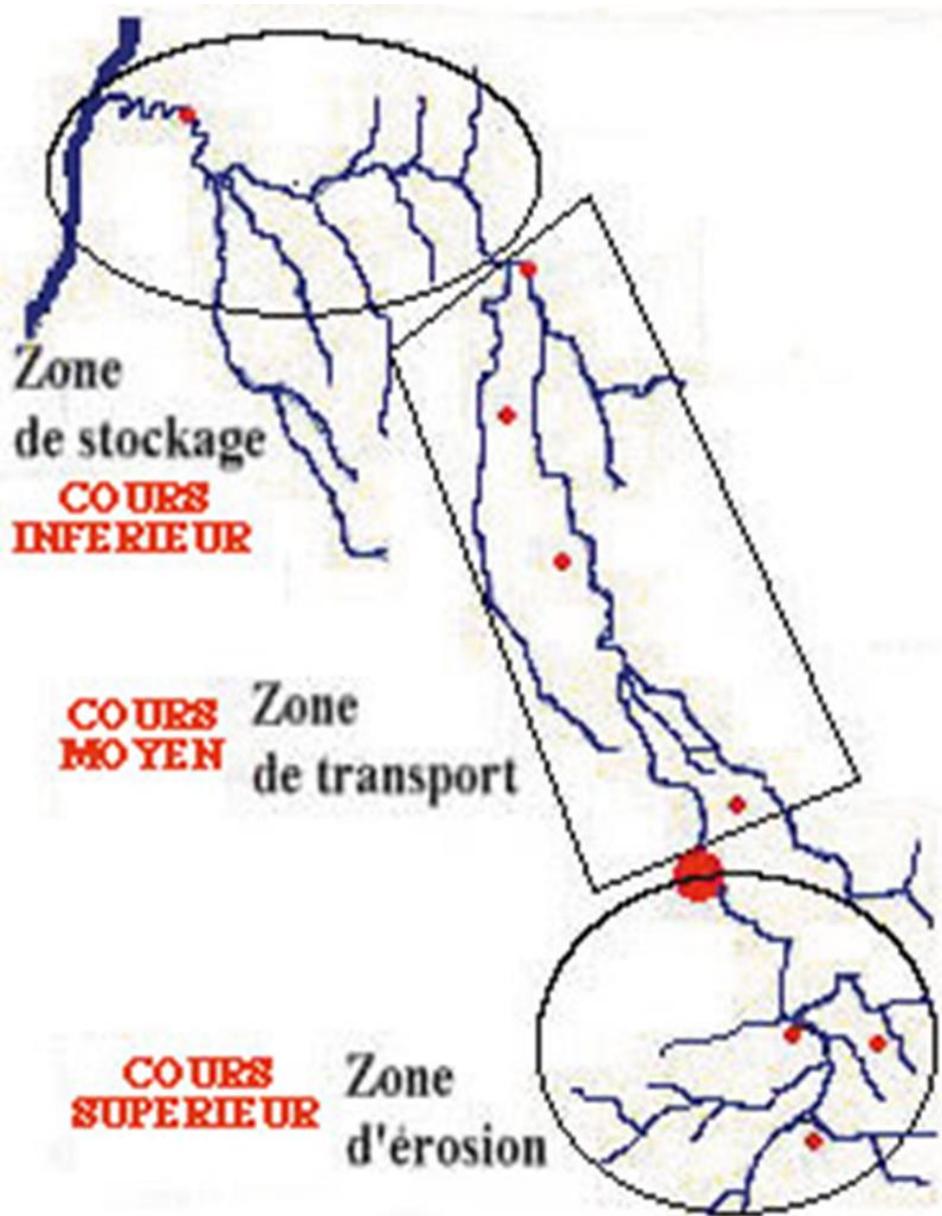


Fig. 21 :rubanier (*Sparganium erectum*)



Fig.22 : iris faux acore (Iris pseudo acorus)

III .2 DISTRIBUTION EN MILIEU LOTIQUE

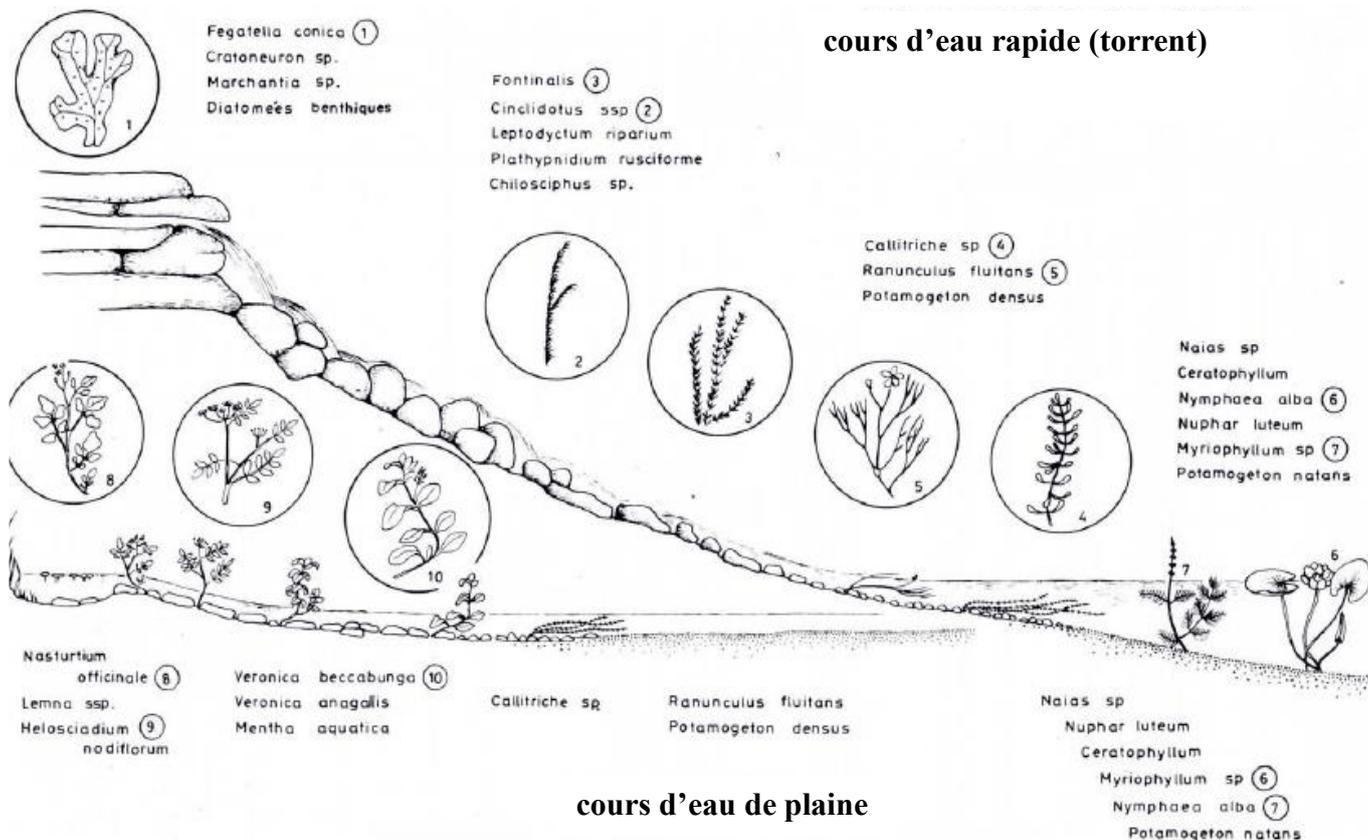


Bryophytes
(mousse hépatique)

Fig. 23

III .3 EXEMPLE DE REPARTION DE MACROPHYTE DANS UN COURS D'EAU RAPIDE ET DE PLAINE

Fig. 24



III .4 ESPECES DU RHITHRON



Fig. 25 :mousse (Fontinalissp.)



Fig. 26 : mousse (*Hypnum* sp.)



Fig. 27 : Renoncule aquatique (*Ranunculus fluitans*.)



Fig. 28 : callitriche (*Callitriche* sp.)



Fig. 29 : Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*.)



Fig. 30 :myriophylle (*Myriophyllum*sp.)



Fig. 31 :Potamot dense (*Potamogetondensus*.)

III .5 ESPECES DU POTAMON



Fig. 32 :ceratophylle (*Ceratophyllum*sp.)



Fig. 33:Proche de myriophylle mais feuille divisée et non pennée



Fig. 34 : Nénuphar blanc (*nymphaea alba*)



Fig. 35 : Nénuphar jaune (*nupharluteum*)



Fig. 36 :potamot (potamogetonnatans)

III .6 DISTRIBUTION EN MILIEU LENTIQUE



Fig. 37

Chapitre IV :
Présentation de la zone
d'étude

IV.1 Présentation de la wilaya SAIDA

IV.1.1 Localisation

La wilaya de SAIDA est située dans l'ouest algérien et elle s'étend sur une superficie de 6765,40 km², elle est limitée au nord par la wilaya de MASCARA à l'ouest par la wilaya de SIDI BELABES à l'est par la wilaya de TIARET, et au sud par la wilaya d'EL BAYADH.

Occupant une position géographique centrale dans la wilaya, la commune de Saida est limitée :

- Au nord par la commune d'Ouled Khaled.
- A l'ouest par la commune de doui-thabet.
- Au sud par la commune d'Ain El Hadjar.
- A l'est par la commune d'el Hassasn.

IV.1.2 Le réseau hydrographique

La majorité des oueds drainent le bassin de l'oued de Saida les importants sont :

- L'oued tebouda qui prend sa source à Ain Beida a environ 3 Km au sud D'Ain El Hadj
- L'oued Saida qui constitué le plongement de l'oued tebouda.
- L'oued Rebahia qui prend sa source à Ain Zerga.
- L'oued Massil qui prend sa source à Ain Mettiouia.

IV.2 Présentation de la station d'épuration de la ville de SAIDA

IV.2.1 Situation géographique de la STEP

Les eaux résiduaires de la ville de Saida sont dirigées vers un exutoire qui est La station d'épuration, située en aval de la ville.

La station d'épuration est implantée dans la partie nord-ouest de la ville a proximité de l'oued Saida qui constitue le milieu récepteur des eaux épurées.



Fig. 38:La Station d'épuration à boues activées (Google Earth 2022).



Fig. 39:La STEP de la ville de Saida

IV.2.2 Les caractéristiques techniques de la STEP

Entreprise de réalisation groupe COMSA –SNTF (Espagne-Algérie), et le groupe COMSA a géré la station pendant deux (02) ans a partir de la date mise en service de cette dernière

Tableau 3: les caractéristiques technique de la STEP

Délai de réalisation	44 mois.
Date de mise en service	01/01/2010.
Nature de réseau d'assainissement	Unitaire.
Débit moyen : journalier	30 000 m3/j.
Charge journalière en DBO5	9 000 Kg/j.
Charge journalière en MES	12 000kg/j.
Concentration en DBO5	300 mg/j.
Concentration en MES	400 mg/j.

IV.2.3 Fonctionnement de la STEP SAIDA

La station d'épuration est installée à coté de réseau de collecte d'assainissement, juste à l'extrémité de la sortie des eaux vers le milieu naturel. La station d'épuration est une installation qui sert à dépolluée l'eau usée pour éviter la destruction totale des écosystèmes aquatiques et naturels due aux effluents pollués, elle consiste à éliminer les matières indésirables que l'eau véhicule en vue de son déversement dans le milieu naturel ou sa réutilisation dans des fonctions diverses.

IV.2.4 Procédés d'épuration de la STEP Saida

La station d'épuration de la ville de Saida est implantée au niveau de la commune de Saida sur une superficie de 11.47 Hect, elle est conçue pour traiter chaque jour 30 000 m3 des eaux usées par voie biologique.

Le débit rejeté est de 28 808 m3 /j correspondant à 150 000 Eq/Hab dimensionnée pour l'horizon 2030. La STEP est destinée à traiter les eaux usées de la ville de Saida et de l'agglomération de Rebahia et les eaux industrielles venant des usines et raccordées à la STEP, il s'agit de :

- L'usine de production de lait (OROLAIT).
- L'usine de fabrication de détergents (ENAD).
- Une unité de limonadière.
- Une unité de fabrication d'abrasifs.
- Un centre enfûter de gaz (remplissage de bouteille).

Le procédé d'épuration de la STEP est un procédé biologique basé sur le principe de boues activées, ou les matières organiques contenues dans les eaux usées sont dégradées par des bactéries mises dans des conditions favorables. Les objectifs épuratoires de la STEP sont l'élimination de la pollution carbonée (DBO5, DCO et MES).

IV.2.5 Les objectifs épuratoires de la STEP de Saida (les Concentrations des Eaux a la Sortie

Tableau 4: Valeurs limites de qualité des eaux épurées

Concentration	Limites
DBO5	30 mg/L.
MES	30 mg/L.
DCO	120 mg/L.
NH4+	5 mg/L.
PH	6,5 – 8,5

Fig. 40 : la carte des objectifs épuratoire

STATION D'EPURATION DE SAIDA
CAPACITE 150 000 EQUIVALENTS HABITANTS

Conditions contractuelles de rejet des eaux
épurées

Valeurs maximales admissibles

Matières en Suspensions Totales (MEST)	30 mg/l
Matières décantables (Md)	0,5 mg/l
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	30 mg/l
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	120 mg/l
Azote Total (NGI)	10 mg/l
Azote Ammoniacal (NH ₄ ⁺)	5 mg/l
Azote Nitrique (NO ₃ ⁻)	10 mg/l
Phosphore Total (PT)	1 mg/l
Potentiel d'Hydrogène (pH)	6,5 - 8,5

Chapitre V:

Partie expérimentale

Démarche expérimentale :

Notre expérience peut être effectuée en démonstrateurs dans des pilotes qui représentent le fonctionnement du filtre mais à petite échelle.

Le dispositif expérimental, installé in situ, fonctionne dans des conditions naturelles, où les conditions climatiques se rapprochent des besoins écologiques des écosystèmes utilisés (les filtres plantés de macrophytes) de point de vue ensoleillement, température, évaporation etc., sachant que les eaux usées de la ville de Saida utilisées dans cette étude sont riches en matières organiques et en nutriments.

L'efficacité du typha latifolia et du Phragmites australis pour traiter les eaux usées domestiques a été évaluée dans le cadre d'une expérience en pleine nature « in situ ».

COMMENT CRÉER SA PHYTOEPURATION

1- la création de la phytoepuration nécessite de réalisation des points suivants :

1- le matériel :

Ce matériel comprend :



Fig. 41 :deux (2) grands bidons



Fig. 42 : trois tuyaux PVC



Fig. 43 : des forets pour trouser



Fig. 44 :une perceuse



Fig. 45 : une scie



Fig. 46 :la colle bricolage forte



Fig. 47 : les petits graviers



Fig. 48 : les gros graviers



Fig. 49 : le sable



Fig. 50 :la typha latifolia .



Fig. 51 : Phragmites australis

2- les conditions :

La création de la phytoepuration se fait par l'existence des conditions suivantes :

- prévoir une étude du sol
- prévoir une espace de 25m² pour installer la phytoepuration
- un terrain qui doit avoir une pente ou un dénivelé plus d'un 1 m
- avoir un espace pour rejeter l'eau épurée

3- LA MÉTHODE DE CONSTRUCTION DE LA PHYTOEPURATION

- couper la première bidon au milieu de façon horizontale pour avoir deux bacs (récipient)
- couper le deuxième bidon au milieu de façon verticale pour avoir deux bacs (récipient)
- Trouer au milieu les trois récipient
- Placer les récipients par ordre de façon que la première récipient soit situé en hauteur par rapport au second récipient pour que l'eau s'évacue du premier au second récipient et que le second récipient soit situé en hauteur par rapport au 3eme récipient pour que l'eau s'évacue du 2eme récipient au 3eme récipient
- Relier les récipients entre eux à l'aide des tuyaux PVC : le 1er avec le 2eme le 2eme avec le 3eme en sécurisant chaque reluire par la colle forte



Fig. 52 : un terrain qui doit avoir une pente ou un dénivelé plus d'un 1 m



Fig. 53 : Trouer au milieu les trois récipient



Fig. 54 :la colle bricolage forte

2- LES ÉTAPES LA PHYTOEPURATION-

1- la première étape:

Le 1er récipient se devra accueillir

Les eaux usées qui vont être acheminées au second récipient

2- la deuxième étape consiste à:

- mettre au fond du second récipient une quantité de petit gravier et de gros gravier et une quantité de sable
- Planter au fond de ce second récipient la plante typholatifolia dans cette étape les eaux usées qui sont filtrées s'acheminent au 3eme récipient

3- la troisième étape consiste à :

- mettre au fond du 3eme récipient une quantité de gros gravier et de petit gravier et une quantité de sable
- planter au fond du 3eme récipient Phragmites australis
- dans cette étape les eaux usées

sont filtrées pour une 2eme fois pour obtenir une eau épurée s'évacue à un autre récipient



Fig. 55 : Le 1er récipient se devra accueillir Les eaux usées qui vont être acheminées au second récipient



Fig. 56 Planter au fond de ce second récipient la plante typholatifolia dans cette étape les eaux usées qui sont filtrées s'acheminent au 3eme récipient



Fig. 57 : mettre au fond du second récipient une quantité de petit gravier et de gros gravier et une quantité de sable



Fig. 58 : dans cette étape les eaux usées sont filtrées pour une 2eme fois pour obtenir une eau épurée s'évacue à un autre récipient

Chapitre VI :

Résultats et discussions

VI.1 Matériel utilisé :

Tableau 5 : Désignation du matériel utilisé

Désignation du matériel	OBSERVATION
Etuve – RAYPA	Séchage des échantillons
Four à monfle – DINKO	Incinération des échantillons boues
Centrifugeuse	MES par centrifugation
Unité de filtration avec pompe à Vide	Vide MES méthodes classiques
Distillateur (SG)	Distillation eau
Plaque chauffante DCO	Chauffer les kits test 2heure à 148C°
Balance de Précision	Peser les échantillons
Spectrophotomètre	Lire les résultats par longueur d'onde Et code à barre
Agitateur	Agitation des échantillons pour homogénéisation Du milieu
Microscope Optique	Identification des bactéries existantes dans le bassin
Conductimètre	Mesure de la conductivité
Réfrigérateur	Garder les échantillons et réactif au frais
Armoire thermostatique	Incuber les flacons DBO à20c°Pendant cinq jours
PH mètre	Identifier la nature de l'échantillon Acide ou base

VI.2 Protocoles d'analyses physico-chimiques effectuées

VI.2.1 La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique).

La mesure de la température s'effectue à l'aide d'un thermomètre (plage de mesure (0-30°C) plongé à l'intérieur d'un bécher de 100 ml. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre en degré Celsius (°C)

VI.2.2 Le potentiel Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base. Le pH est exprimé sans unité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimiques dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Ce paramètre a été mesuré au moyen d'un pH mètre de marque (CRISON) (figure IV.1).

Pour la réalisation de cet analyse, on a suivi la normative Française et réglementation ISO international ; NF T 90 -008(Février 2001)

-Matériau et réactifs

-Verre de précipité

- PH mètre

-Procédure expérimentale :

-l'appareil nécessite un étalonnage quotidien dans les trois points de calibration :

4,01_7,0_9,21

-Après calibration, laver l'électrode à l'eau distillée

-Appuyer sur le bouton analyse échantillon pour démarrer la mesure

-lire l'évaluation une fois la lecture se stabilise

-Laver l'électrode à l'eau distillée et remettre le dans la solution électrolyte de KCL



Fig. 59 : Photo du pH-mètre

VI.2.3 Les Matières en suspension

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu.

Théoriquement, ils ne sont pas solubilisés. Les MES sont en majeure partie de nature biodégradable ; La plupart des micro-organismes pathogènes contenues dans les eaux usées sont transportées par les MES qui les protègent de beaucoup de traitements. Si les MES sont présentes en trop grande quantité, elles peuvent entraîner le colmatage des canalisations.

VI.2.4 Dosage des Matières en suspension - MES -

C'est la méthode gravimétrique pour déterminer la concentration des solides en suspension présents dans les différents échantillons d'eau et de liqueurs mélangées obtenus dans la Station d'épuration. Le résultat sera exprimé en mg /l de solides.

Pour le suivi de cette analyse on a suivi la normative Française,

La norme (Norme française du Travail) NFT EN 872

NF EN : 2005-06 (Juin 2005)

Chapitre VI :Résultats et discussions

Matériaux et réactifs :

- Pompe à vide
- Unité de filtration
- Filtres de microfibres de verre
- Dessiccateur
- Balance de précision électronique
- Pince

-Procédure expérimentale

- Peser le filtre vide P° dans la balance électronique
- Placer le filtre sur l'entonnoir de l'unité de filtration (partie lisse en bas)
- Agiter le flacon de l'échantillon
- Verser un volume V= 50ml d'eau dans l'éprouvette graduée
- Filtrer l'échantillon
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec
- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide d'une pince à extrémité plate
- Placer le filtre sur un support de séchage (ex capsule)
- Sécher le filtre dans l'étuve à 105 C ° pendant deux heures et plus
- Reporter la capsule dans le dessiccateur.
- Peser P1
- Renouveler ces opération jusqu'à l'obtention d'un poids constant (La différence entre deux pesées consécutives n'excède pas 0,5 ou 0,1mg .

Calculs et résultats

$$\text{MES (mg /l)} = P1 - P^{\circ} / V * 1000$$



Fig. 60 : balance de précision électronique

VI.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (ou DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour assimiler la pollution biodégradable sur une période définie. En effet,

une période allant de 5 à 21 jours serait nécessaire aux micro-organismes pour assimiler la totalité de la pollution biodégradable

Pour la réalisation de cette analyse on a consulté la normative Française
NF EN 1899-1(MAI 1998)

- Matériaux et réactifs

- Equipe DBO système :
- Têtes mesureurs (OXYTOP)
- Ampoules de mesure marron
- Agitateurs magnétiques

Chapitre VI :Résultats et discussions

- Pince
- carcasses de gommages pour les goulots des ampoules
- lentilles de NAOH
- Armoire thermostatique de température constante à 20C°
- Inhibiteur de nitrification
- **Procédure expérimentale :**
- Remplir deux flacons, le premier par 97 ml d'eau usée et le second par 365 ml d'eau épurée.
- Placer un barreau magnétique dans chacun des flacons pour l'homogénéisation du milieu interne
- Verser le gel nutriment DBO pour activer les bactéries.
- Rajouter 1g d'hydroxyde potassium (KOH) dans les bouchons hermétiques pour absorber l'humidité (CO₂)
- Visser l'oxytpe sur le flacon . Ensuite on règle les plages des mesures de [0 à 600] pour leseaux usées et de [0 à 90] pour les eaux épurées.



Fig. 61: Photo du flacon à D.B.O avec oxytpe

- Placés les flacons dans l'armoire thermostatique, sur l'agitateur.
- L'incubation des échantillons dure 05 jours à une température de 20°C , Les valeurs prises,seront celles affichées à la fin des 05jours.



Fig. 62 : Photo du D.B.O mètre

VI.2.6 Dosage spectrophotométrique

Les nitrates, les nitrites, l'ammoniac et la DCO ont été déterminés à l'aide d'un Spectrophotomètre de type HACH DR 3900 (figure IV.7) et des tubes en verre de 25 ml de capacité. La détection se fait dans le domaine du visible de l'appareil allant de 325 à 900 nm. L'analyse de l'élément ou du composé est réalisée suite à une complexation de celui-ci avec le réactif ajouté, ce qui développe une couleur. L'intensité de la couleur obtenue et le choix approprié de la longueur d'onde permettent l'analyse de l'élément contenu dans l'échantillon.



Fig. 63 : Photo du spectrophotomètre DR 3900

VI.2.7 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (ou DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les bactéries pour la dégradation des matières organiques et minérales.

Le test consiste en une oxydation chimique par un oxydant fort, acide à température élevée par le bichromate de potassium, acide sulfurique, sulfate de mercure.

Pour la réalisation de cette analyse on a consulté la normative Française, pour ce PNT , la norme NFT 90 – 101.

Matériaux et réactifs :

-Kit pour DCO LCK 314 et LCK 514

-Pipette graduée de 2 ml

-Réacteur DCO

-Spectrophotomètre

- Procédure expérimentale :

-Allumer le spectrophotomètre pour calibrage automatique

-Pipette 2 ml de chaque échantillon (entrée et sortie)

-Ouvrir le bouchon du kit adéquatement soigneusement et ajuster l'échantillon

-Bien fermer le kit et mélanger délicatement (réaction thermique immédiate)

-Placer les deux kits dans le réacteur DCO

- Programmer le réacteur DCO à 148C° pendant deux heures

- Après refroidissement du kit lire au spectrophotomètre

- Lire la valeur affichée par le code à barre imprimé sur le kit



Fig. 64 : Photo des réactifs de la D.C.O



Fig. 65 : Photo du réacteur D.C.O

VI.2.8 Dosage des Nitrites

On parle aussi de l'azote NO₂, des Nitrites, ils sont souvent en quantité très faible car c'est une forme chimique très instable.

-procédure expérimentale :

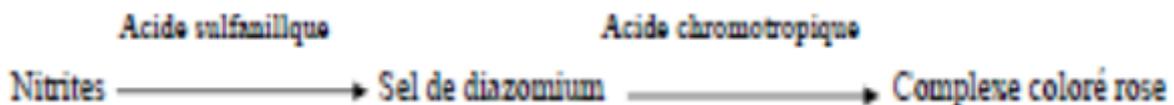
Pour les nitrites, le numéro de programme du spectrophotomètre est 371.

La longueur d'onde sera réglée à 507 nm

- L'afficheur indique : mg/l NNO₂

Chapitre VI : Résultats et discussions

- on prépare deux cuvettes, de 10 ml chacune (échantillons témoins)
- Deux autres cuvettes remplies de 10 ml d'échantillon plus le réactif de NitriVer3
- Mettre un barreau magnétique dans chaque cuvette
- Laisser agir pendant 20 mn sur l'agitateur
- Formation d'un composé complexe de l'acide sulfanilique pour former un sel de diazomium qui réagit avec l'acide chromotrope pour produire un complexe coloré rose. La réaction est la suivante :



Au spectrophotomètre

- On place le blanc dans le puits de mesure et on presse ZERO L'affichage indique 0.000 mg/l NNO_2
- On place l'échantillon préparé et on lit le résultat affiché en mg/l NNO_2
- Pour avoir les nitrites en mg/l, on multiplie par la constante 4.4 et par le facteur de dilution (10) s'il y a lieu de dilution

II -4-10-Dosage des nitrates

L'ion nitrate (NO_3^-) est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans les eaux naturelles. Pour les nitrates, sélectionner le numéro au spectrophotomètre 353

- Procédure expérimentale :

- L'afficheur indique : mg/l NNO_3
- On prépare deux cuvettes, de 10 ml chacune (échantillons témoins)
- Deux autres cuvettes remplies de 10 ml d'échantillon plus le réactif de NitraVer5
- Mettre un barreau magnétique dans chaque cuvette
- Laisser agir pendant 05 mn sur l'agitateur
- On place le blanc dans le puits de mesure et on presse ZERO L'affichage indique 0.000 mg/l NNO_3
- On place l'échantillon préparé et on lit le résultat affiché en mg/l NNO_3
- Pour avoir les nitrates en mg/l, on multiplie par la constante 4.4 et par le facteur de dilution (10) s'il y a lieu de dilution

VI.2.9 Dosage du Phosphore

Le phosphore peut se présenter sous différentes formes phosphore organique insoluble contenu dans le matériel cellulaire végétal ou animal.

L'Ortho phosphate dissocie (sucrephosphatés, phospholipides, phosphateinorganique,)

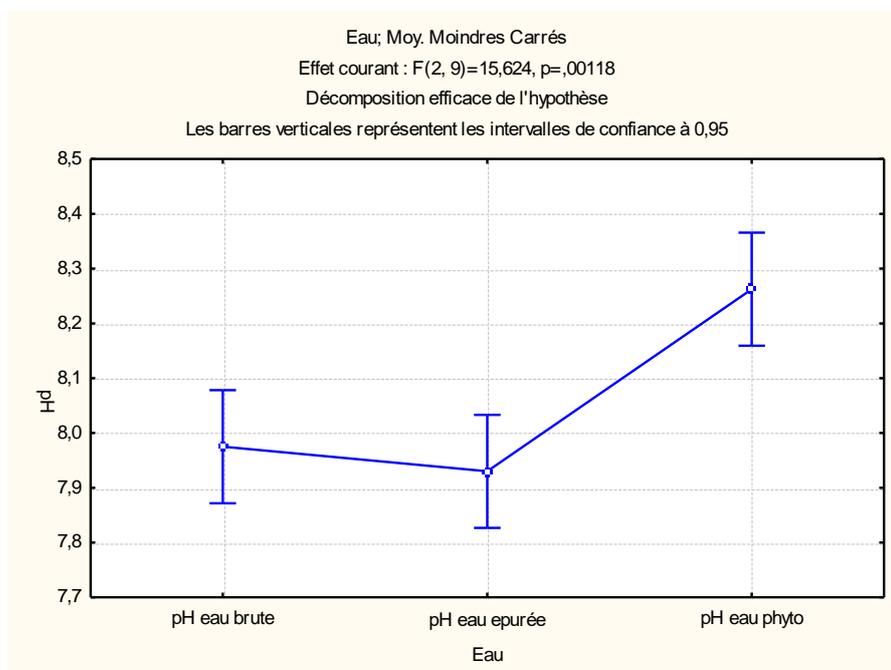
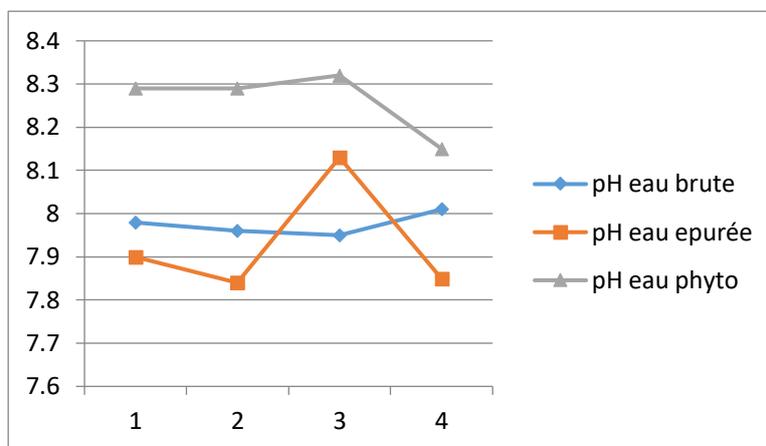
- Procédure expérimentale :

- On prépare deux cuvettes, de 10 ml chacune (échantillons témoins)
- Deux autres cuvettes remplies de 10 ml d'échantillon plus le réactif de PhosVer 3
- Mettre un barreau magnétique dans chaque cuvette
- Laisser agir pendant 02 mn sur l'agitateur
- Sélectionner le code 490 sur le spectrophotomètre
- L'afficheur indique : mg/l PO_4^{-3}
- On place le blanc dans le puits de mesure et on presse ZERO L'affichage Indique 0.0 mg/l de PO_4^{-3}
- On place l'échantillon préparé puis on lit le résultat affiché en mg/l

VI.2.10 Table de résultat :

	paramif	Unité	Eau brut	Eau épurée	Eau épurée phytoepuration
2290117,82 AVRIL 2023	PH	/	7,98	7,90	8,29
	La température	C°	17,9	16,7	17,8
	la conductivité	U/cem	1830	1340	2290
	Mes	Mg/l	260	23	68
	La turbidité	/	298	37	93
9 AVRIL	PH	/	7,96	7,84	8,29
	La température	C°	17,3	16,0	19,2
	la conductivité	U/cem	1840	1300	791
	Mes	Mg/l	233	23	4
	La turbidité	/	335	32	9
21 MAI 2023	PH	/	7,95	8,13	8,32
	La température	C°	19,7	18,3	19,2
	la conductivité	U/cem	1906	1395	1830
	Mes	Mg/l	302	30	53
	La turbidité	/	530	63	75
4 MAI	PH	/	8,01	7,85	8,15
	La température	C°	17,2	16,5	19,2
	la conductivité	U/cem	1890	1320	1650
	Mes	Mg/l	280	10	62
	La turbidité	/	341	26	93
	DBO₅	Mg/l	230	28	40
	DCO	Mg/l	415	62	156
	NO₂⁻	Mg/l	40	3	0,320
	NO₃⁻	Mg/l	3,6	0,40	4,6
	PO₄	Mg/l	2,40	1,52	0,95

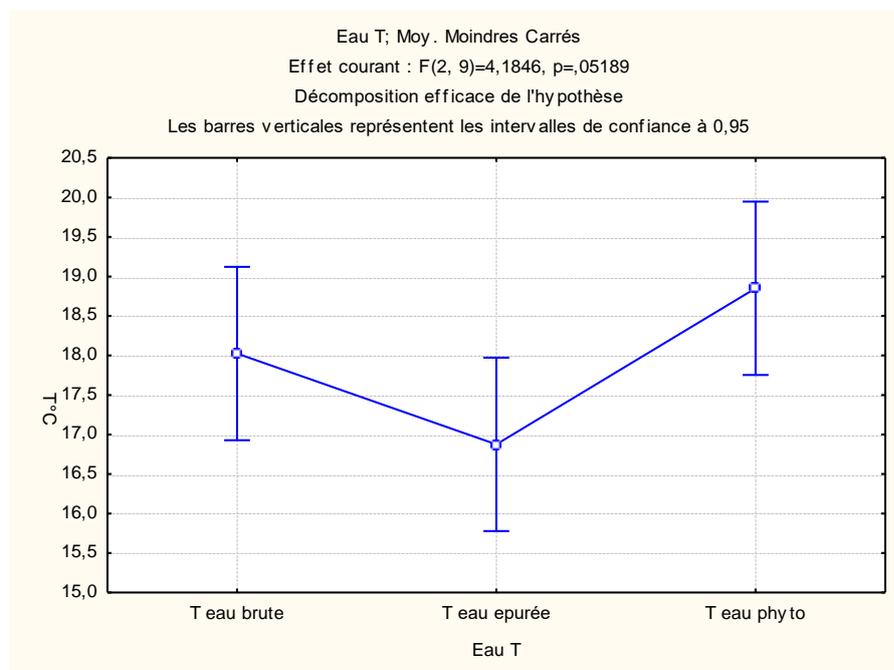
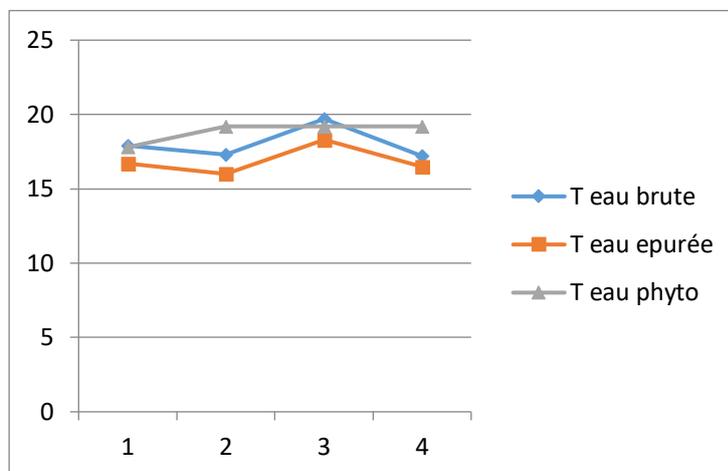
Fig. 66 : Des histogrammes pour PH :



Tests Univariés de Significativité pour pH (Abidine eau) Paramétrisation sigma-restreinte
 Décomposition efficace de l'hypothèse

	SC	Degr. de	MC	F	p
ord. origine	778,7574	1	778,7574	93482,05	0,000000
Eau	0,2603	2	0,1302	15,62	0,001182
Erreur	0,0750	9	0,0083		

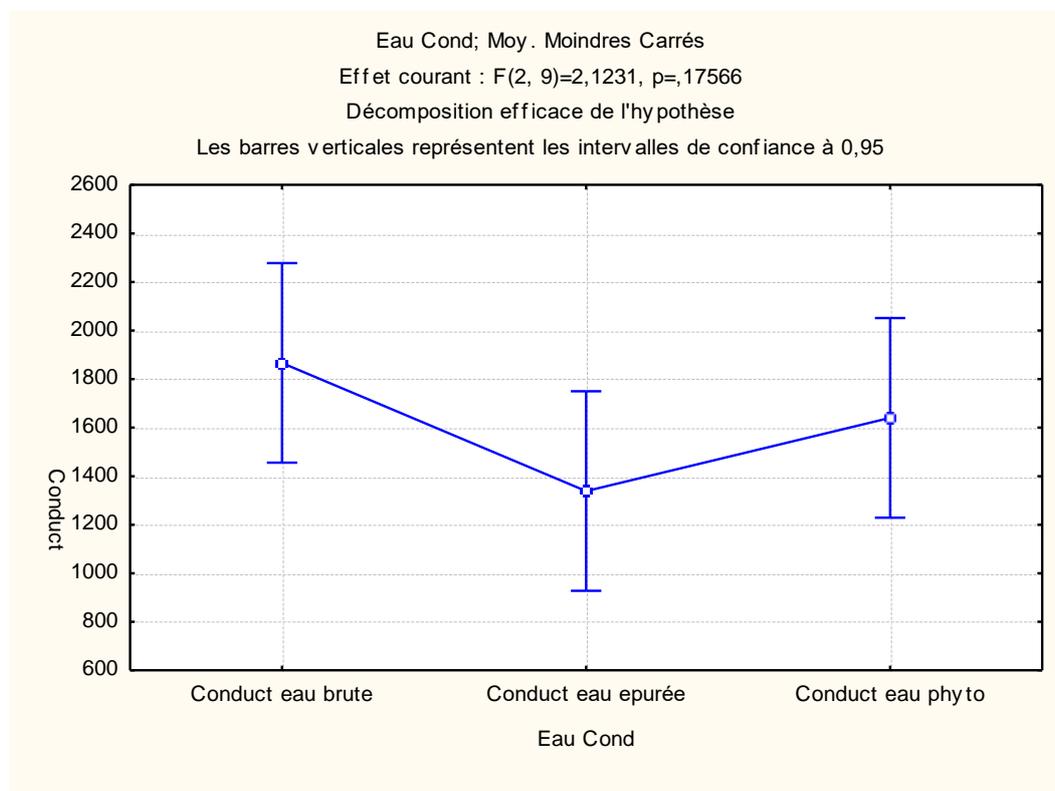
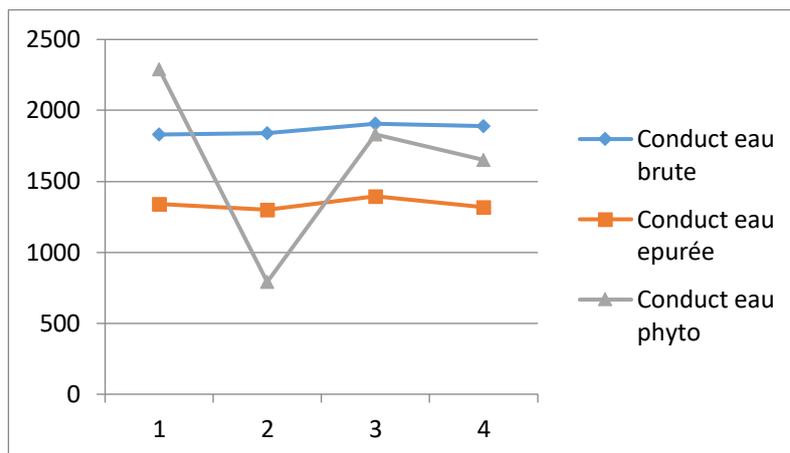
Fig. 67 : Des histogrammes pour Température:



Tests Univariés de Significativité pour T°C (Abidine eau) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse

	SC	Degr. de	MC	F	p
ord. origine	3852,083	1	3852,083	4095,540	0,000000
Eau T	7,872	2	3,936	4,185	0,051890
Erreur	8,465	9	0,941		

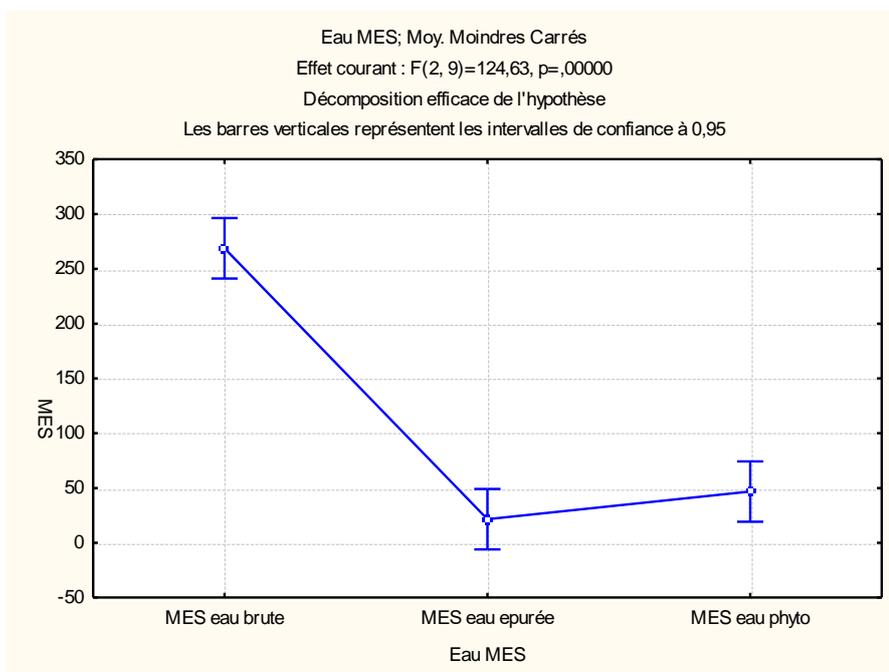
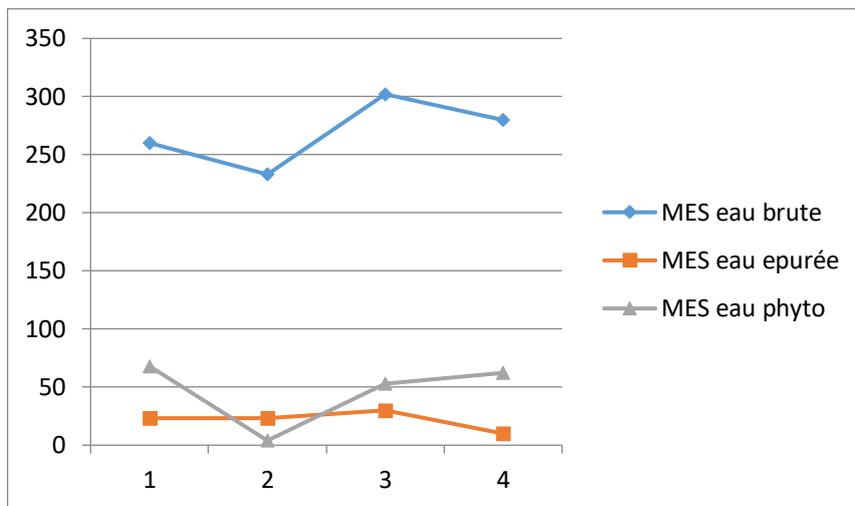
Fig. 68 : Des histogrammes pour Conductivité



Tests Univariés de Significativité pour Conduct (Abidine eau) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse

	SC	Degr. de	MC	F	p
ord. origine	31305160	1	31305160	237,0273	0,000000
Eau Cond	560815	2	280408	2,1231	0,175662
Erreur	1188667	9	132074		

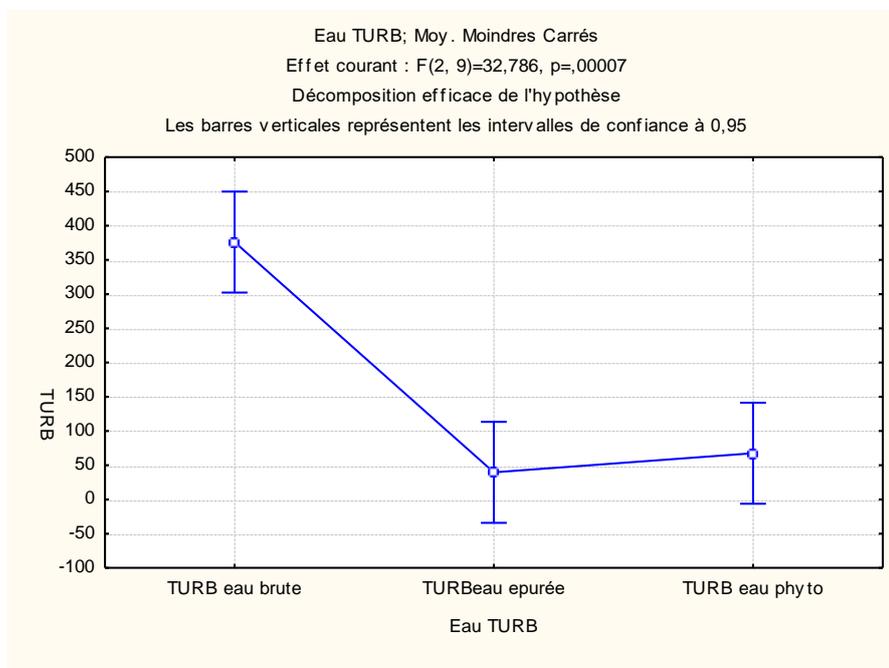
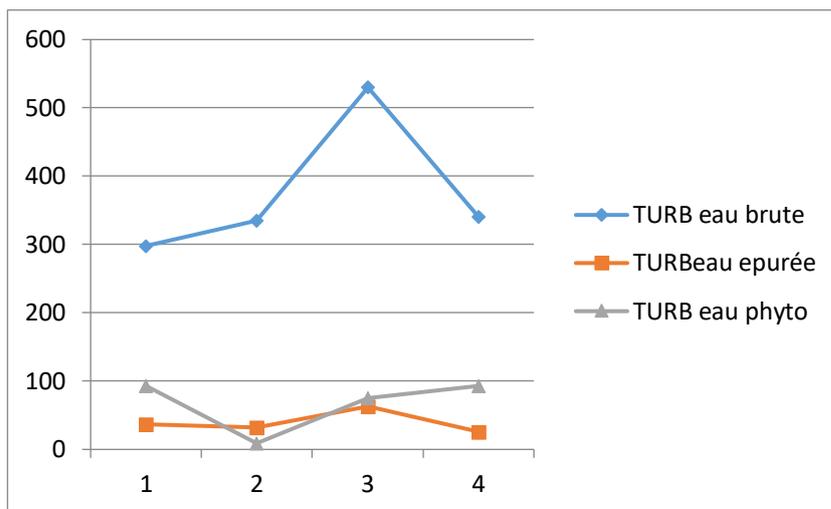
Fig. 69 : Des histogrammes pour MES



Tests Univariés de Significativité pour MES (Abidine eau) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse

	SC	Degr. de	MC	F	p
ord. origine	151425,3	1	151425,3	254,9010	0,000000
Eau MES	148072,2	2	74036,1	124,6282	0,000000
Erreur	5346,5	9	594,1		

Fig. 70 : Des histogrammes pour Turbidité

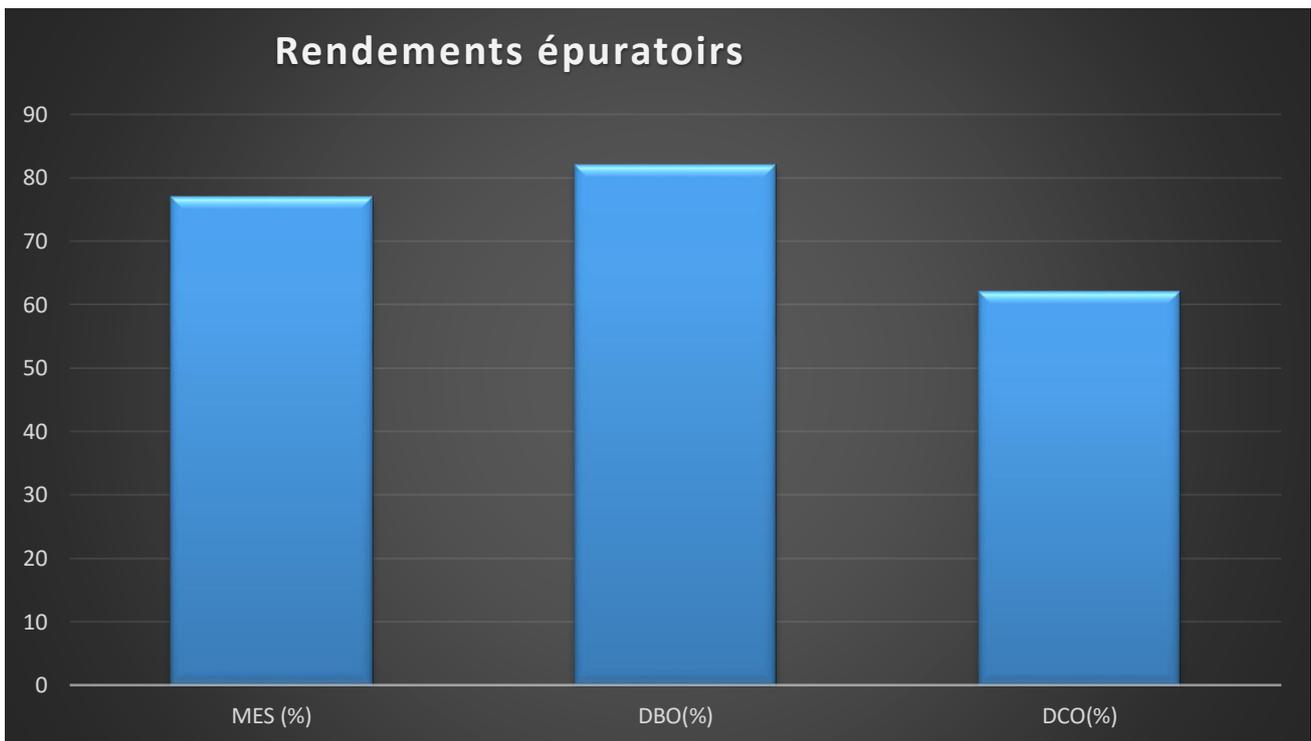


Tests Univariés de Significativité pour TURB (Abidine eau) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse

	SC	Degr. de	MC	F	p
ord. origine	311052,0	1	311052,0	73,12753	0,000013
Eau TURB	278918,0	2	139459,0	32,78645	0,000074
Erreur	38282,0	9	4253,6		

Rendement DBO DCO MES :

- $DBO = \frac{230-40}{230} \times 100 = 82\%$
- $DCO = \frac{415-156}{415} \times 100 = 62\%$
- $MES = \frac{280-62}{280} \times 100 = 77\%$
- Rendement épuratoire :
 $\frac{82+62+77}{3} = 73\%$



L'évaluation de performance épuratoire sur la matière organique exprimé en MES, DBO5 et DCO montre que la phytoepuration permet une bonne élimination de la matière organique qui mène a une bonne qualité d'épuration.

Conclusion

Dans cette étude, nous avons montré que la réduction de la charge organique d'origine domestique, par les deux plantes aquatiques : *Phragmites australis* Nom commun : Roseaux communs et *Typha latifolia* Nom commun : Massette, était faisable et l'efficacité épuratoire est acceptable sous des conditions d'aridité. Le constat majeur est que cette espèce figure parmi les organismes bio-moniteurs d'intérêt pour les écosystèmes aquatiques, La fonction principale du *Phragmites australis* et du *Typha latifolia* est la récupération des éléments nutritifs des eaux usées, c'est-à-dire qu'ils filtrent les composants nutritifs en suspension dans l'eau. Ainsi, elle capte et accumule également les contaminants présents en fonction de sa biomasse et de sa croissance, et des teneurs de ses tissus en nutriments.

Nous pouvons toutefois considérer que ce qui a été obtenu sur le plan du rendement de l'opération, indique une très bonne performance de traitement, ce système représente une alternative durable pour les stations d'épuration en Algérie, en particulier dans les régions où le traitement des eaux usées de pointe ne peut pas être appliqué, pour des raisons économiques ou d'infrastructures. Des protocoles de suivi expérimentaux sont associés à cette étude afin de compléter les expériences étudiées et en vue de tester le pouvoir épuratoire des autres plantes endémiques de la région de Saida.

Toutefois, une estimation des coûts d'une telle exploitation doit être faite pour s'assurer que les futurs exploitants pourront poursuivre un tel projet avec succès

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Bouziani.M, (2006): «L'eau dans tous ses états ».

GAID.A, (1993) : « Omnium de traitement et de valorisation(OTV)>>

Gaid.A, (1984) : « épuration biologique des eaux usée. Edution OPU tome 2,234pages.

Brix .(1986) «Etude La phytoepuration >>

(SHERWOOD, 1993).

(MITSCH et GOOSELINK, 1993 in BRIX, 1997).

(RAMADE, 2003) «Etude Les biocœnosés des marais>>

(POULET et al, 2004)

(DUPOLDT et al; 1995).

BOUARD P et al,1992)

Les mémoires consultés :

M. :b. imane Mr :b. Maamar , «Etude Analyse physico-chimique et microbiologique des eaux usée dans la station d'épuration de Saida

«R. Fanjatiana Justoberthe

«Etude La faisabilité de la phytoépuration des eaux usées dans la ville de Toliara>>

Dispositif de traitement des eaux usées domestiques

Référence bibliographique

Documentation :

Documentation de l'Office Nationale de météo de la wilaya de Saida. Documentation direction des ressources en eau Saida

Documentation de l'Office International de l'Eau 2005.

Anonyme1: Documentation de STEP (Guide de la station de Saida).

Anonyme3 : (Journal Officiel de la République Algérienne démocratique N° 27; Avril 2006. 9-10pp 2006

Site web 1 : <https://slideplayer.fr/slide/4168841/>

Site web 2 : http://fr.wikipedia.org/wiki/Eaux_us%C3%A9es

Site web 3 : <https://tome.app/ahmed20-e21/phytoepuration-la-nature-au-service-de-lassainissement-clhoxas7s1r2yaw40evblkrs4>