

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biodiversité et Écologie Des Zones Humides

THÈME

L'Épuration des Eaux Usées en Utilisant un Model Végétal

Présenté par : HADDAD NADJIB

Devant le jury composé de :

Président : NOUAR TAHER.

Maître de Conférences

Examineurs : ROUBI ABED ELHAKIM

Maître Assistant

Encadreur : SOUIKI LINDA.

Maître de Conférences

Juin 2013

Remerciements

*Je remercie le **Dieu** le Miséricordieux qui m'a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce j'ai réussi à achever ce travail.*

Mes reconnaissances, mes vives gratitude et mes sincères remerciements vont à.

Je tiens dans un premier temps à remercier Dr Nouar Taher : Maître de Conférences

D'avoir si complaisamment accepté de participer à notre jury et être le président.

Je remercie également Mr ROUIBI ABED ELHAKIM : Maître Assistant Participer à examiner ce travail (Examineur), et je tiens à lui exprimer Mon profonde gratitude d'avoir contribué de très près à la réussite et à la Réalisation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent à mon encadreur M^{me} SOUIKI.L : Maître de Conférences, qui m'a fait l'honneur de me diriger et me guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail. Ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils m'ont été d'une précieuse aide.

J'admire sincèrement votre dévouement et votre sens de la recherche.

Mes vives gratitude s'adressent aussi à M^{elle} Hamlaoui Bouchra et behailil Meriem et surtout Djahida pour l'aide qu'elles m'ont donné, ainsi que l'ensemble d'équipe de la DDS Guelma pour leur accueil bienveillant et leurs conseils avisés, et cela malgré leur emploi du temps chargé.

Mes sincères remerciements vont à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'Université de Guelma qui contribués à ma formation, et les responsables de laboratoire du département surtout M^{me} Houria.

Je remercie également le Professeur HOUHAMDI Moussa et son équipe de laboratoire de recherche eau, santé et environnement.

Je n'oublie pas aussi Monsieur, Directeur de L'Office National de l'Assainissement '(ONA) de la Wilaya de Guelma, et Monsieur Boudjahem Faissel chef de laboratoire de la STEP Guelma ; ainsi que l'ensemble de son équipe pour leur accueil bienveillant et leurs conseils

J'adresse également un grand remerciement à mes chers parents qui m'ont soutenus durant toute ma formation.

En fin, j'exprime tous le bonheur du monde à mes collègues de la promotion sortante 2013 du Master Biodiversité et écologie des zones humides.

Haddad Nadji B

Sommaire

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Introduction Générale	1
Matériel et Méthodes	5
1-Description du site	5
1-1-1-Situation géographique de la région de Guelma	5
1-1-2-Description de la Station d'Épuration des Eaux Usées (STEP) de Guelma	5
1-2 Matériel végétale	5
1-3 Dispositif expérimental	8
1-4 Prélèvement des échantillons	8
2-Méthodes d'analyses	8
2-1 Détermination des indicateurs physico-chimiques	8
2-2 Détermination des indicateurs microbiologiques	8
Résultats et discussions	13
Conclusion	20
Références bibliographiques	21
Résumés	

Liste des abréviations

C_e : Conductivité électrique.

CF : Coliformes fécaux.

CT : Coliformes totaux.

DCO : Demande chimique de l'oxygène.

DBO₅ : Demande biologique de l'oxygène.

MES : Matière en suspension.

pH : Potentiel d'hydrogène.

SR₁, SR₂ : Source de refoulement 1 et 2.

STEP: Station d'épuration.

T° : Température.

μS: micro Siemens.

C₁, C₂ : Cuve 1 et 2

[C]: concentration

EB= Eau Brute

Liste des Tableaux

Tableau 1 : La classification classique du roseau.....	6
Tableau 2 : Les indicateurs physico-chimiques de pollution	11
Tableau 3 : Les indicateurs microbiologiques recherchés	12
Tableau 4 : Les paramètres physico-chimiques déterminés dans le site.....	13
Tableau 5 : les DCO obtenues avant et après traitement	14
Tableau 6 : Abattement des DCO obtenues après traitement	14
Tableau 7 : Les DBO ₅ obtenues avant et après traitement	14
Tableau 8 : Abattement des DCO obtenues après traitement	14
Tableau 9 : Rapport DCO/DBO ₅	15
Tableau 10 : Les NO ₃ obtenues avant et après traitement	15
Tableau 11 : Abattement des NO ₃ obtenues après traitement	15
Tableau 12 : Les NH ₄ obtenues avant et après traitement.....	16
Tableau 13 : Abattement des NH ₄ obtenues après traitement	16
Tableau 14 : Les OPO ₄ obtenues avant et après traitement.....	16
Tableau 15 : Abattement des OPO ₄ obtenues après traitement.....	16
Tableau 16 : Les MES obtenues avant et après traitement	17
Tableau 17 : Abattement de MES obtenues après traitement.....	17
Tableau 18 : Les résultats bactériologiques obtenus avant et après épuration en présence de roseaux	18
Tableau 19 : Les résultats bactériologiques obtenus avant et après épuration sans roseaux	18

Introduction Générale

L'eau est une source de vie précieuse. Après l'oxygène, elle est notre scande besoin vital. L'on peut résister 5 semaine à la faim, on ne peut pas rester plus de 3-4 jours sans boire .Mais partout sur la planète le développement des activités humaines domestique, ou industrielle ,est tributaire de la ressource en eau. La diversité des usages induit une sérier d'impact variés sur la qualité de l'eau. (Kleche, 2013). Le problème de la pollution des eaux présente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet, à la différence des divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activité humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité accrue, du fait des émissaires urbaines et industrielles affectant le milieu naturel et constituant une source de contamination diffusée et dispersée sur de vastes territoires.(Souiki , 2008). L'Algérie vit en effet une crise sévère et souffre de toutes les maladies liées à la réutilisation des eaux usées surtout en agriculture, a cela s'ajoute la mauvaise gestion de ce type d'eau surtout que les stations d'épurations installées à travers le territoire national (ANAT, 2001). Nous assistons à ce cas de figure dans la région de Guelma où eaux usées sont très mal gérées du fait qu'elle sont déversées directement dans les cours d'eau, ou bien conduite par des canalisation regagnant le récepteur final qui est Oued Seybouse. La prise en charge de ces rejets nécessite au préalable, la détermination des indicateurs physico-chimique et bactériologique de pollution. Actuellement les procédés biologiques de traitement des eaux usées tel que les stations à filtre planté de roseaux offrent des solutions avantageuses, très efficaces et moins coûteuses résultant ainsi les problèmes écologique et économique de la pollution d'eau.

En Algérie l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation en raison de sa rareté et de son importance vitale pour le pays en tant qu'élément stratégique pour le développement économique et social. La pluviométrie moyenne annuelle en Algérie est évaluée entre 95 et 100x10⁹m³, dont 90% est concentrée sur la zone tellienne, plus de 80x10⁹m³ s'évaporent, 3x10⁹m³ s'infiltrent et 12,5x10⁹m³ s'écoulent dans les cours d'eau. Dans le nord du pays l'apport principal vient du ruissellement et des eaux de surfaces qui sont stockées dans les barrages. En 2002 l'Algérie dispose de 52 grands barrages d'une capacité de 5,2 milliard de m³, le reste 7,3 x10⁹m³ se déverse directement dans la mer. Tandis que le sud Algérien est considéré comme une zone désertique où les précipitations sont irrégulières selon les saisons (El Afri, 2007). Les volumes d'eau consacrés à l'irrigation restent faibles, l'alimentation en eau potable de la population en constantes croissances est plus en plus une problématique. Certains grands centres urbains vivent des pénuries chroniques tandis que les déficits hydriques ont tendance à se généraliser pendant la période estival. L'Algérie est un pays semi-aride voir même aride (200/400 mm/an), et les ressources en eau sont faibles, irrégulières et localisées dans la bonde côtière (Kattab,

1999). *L'eau est le vecteur choisi par l'Homme pour éliminer la majorité de ses déchets, la multiple utilisation de l'eau par l'Homme donne lieu à la formation d'eaux usées (Koller, 2004). Ces eaux usées sont ainsi collectées dans un réseau d'égout, apparaissent comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières grasses et des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. A cette charge s'associent presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales du fait de la charge polluante de ces eaux. Il est important d'épurer ces derniers, au niveau de station d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur (Rodier, 2005).* Les activités domestiques contribuent généralement à une pollution urbaine due principalement aux rejets domestiques, elle est dans ce cas liée aux grandes concentrations urbaines. Cette pollution est causée également par les polluants urbains représentés par : les déchets domestiques, les eaux d'égouts et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération. Le flot déversé est très variable en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité. Dans l'égout, on trouve également les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques (Galaf, 2003). Elles sont chargées en microorganismes généralement dangereux pour la santé. Selon (Haddad, 2004), les eaux usées domestiques contiennent, par 100 ml, de 10^6 à 10^{10} germes de coliformes fécaux, de 10^5 à 10^7 germes de streptocoques fécaux, de 10^3 à 10^4 germes de *Salmonella* et 4 à 460 virus entériques auxquels on peut ajouter les *Pseudomonas* (10^3 - 10^4 /100 ml), les Vibriions (*choléra* et *parahaemolyticus*)... etc.

Partout dans le monde, le développement de l'industrialisation s'est accompagné de l'extraction des substances minérales hors de leurs gisements naturels et de leur distribution. Selon leur concentration, nombres d'entre elles ont subi des transformations chimiques par le biais de procédés techniques, pour finalement passer, finement dispersées et en solution, dans l'eau, la terre, l'air et donc la chaîne alimentaire via les effluents, les égouts, les décharges et les ordures (Bouchaala, 2010). Les activités des installations industrielles et artisanales peuvent donc être à l'origine de pollutions classiques, nutritives (phosphore, nitrates), toxiques, bactériologiques et thermiques (Murielle, 2001), et ses rejets liquides véhiculent en générale une pollution très importante , il s'agit de différents déchets provenant surtout des industries installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour faire refroidir leurs machines (Industrie alimentaire, Industrie agricole, Tannerie et textile, Papeterie, Industrie physique, Industrie chimique, Industrie pétrochimie...etc.). Parmi les substances rejetées par ces activités, on trouve les métaux, en particulier les métaux lourds, et d'autres substances chimiques (Bouchaala, 2010).

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des activités responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines (Galaf, 2003). La pollution causée par ces activités survient quand les cultures sont traitées en excès, dont les engrais et les pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) représentent une menace pour la qualité des eaux s'ils sont appliqués en période de fort lessivage des sols, ils ne profitent alors pas aux cultures mais sont directement infiltrés dans les sols ou évacués vers les cours d'eau (Bouchaala, 2010). Il est admis qu'une fertilisation minérale se solde par un accroissement des rendements mais les doses élevées appliquées, généralement supérieures aux besoins réels des cultures, génèrent des excès d'azote qui peuvent entraver la production agricole par plusieurs mécanismes et polluer l'environnement (Galaf, 2003). Pour les excréments des animaux, ils sont lessivés par les pluies, et peuvent être amenés à contaminer un point d'eau.

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans de nombreuses régions du monde affectées par des pénuries des ressources en eau. Cette opération consiste la valorisation de ces eaux dans un certains nombres de domaines dont :

- Un usage municipal (arrosage des parcs et jardins publics, lavage des rues... etc.) ;
- Un usage industriel (refroidissement des systèmes... etc.) ;
- Un usage agricole qui constitue l'usage le plus fréquent car c'est un domaine très ancien mais l'utilisation de ces eaux peut contribuer des maladies d'origine hydrique dans ce cas, le traitement doit être adapté à la nature du milieu irrigué et au mode d'irrigation (Morakchi, 2002).

Epurier les eaux usées, c'est dans la mesure du possible, éviter au milieu extérieur de subir des conséquences néfastes de l'activité humaine. L'homme doit remettre en circuit les molécules qu'il fabrique à son propre usage ; molécules qui dans un premier temps ont été conçues pour résister au plus possible "d'agents naturelles" comme les teintures, lessives, pesticides, et autres. Tous ces produits se trouvent, peu ou prou, dans les eaux usées, sont alors confiés au spécialiste de l'épuration qui est sommé de les faire disparaître, en prenant à son compte une série de paramètres physico-chimiques tel que : le débit, température, pH, conductivité, DBO₅, DCO, azote, phosphore, et autres. L'épuration des eaux usées consiste, en premier lieu, de séparer des eaux résiduaires tout ce qui peut précipiter avec ou sans traitement et d'oxyder des matières réductrices en solution, sous réserve parfois du cas particulier des matières azotées. En deuxième lieu, cela consiste à épurer ce qui a été précipité sous forme de boues de manière à rendre le résidu apte à une mise en dépôt, ou à un usage extérieur : c'est le traitement des boues. Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Parmi les techniques et procédés utilisés : les lits bactériens et les boues activées (El

Afri, 2007). La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année et du type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration.

Parmi les techniques extensives, l'épuration par les végétaux est la plus employée. En milieu humide, elles sont capables de tolérer une grande gamme de régimes hydriques allant d'une brève sécheresse à une inondation permanente. Les plantes émergentes enracinées dans le substrat sont généralement désignées sous le terme de macrophytes (Kleche, 2103).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail qui a pour thème "L'épuration des eaux usées en utilisant un modèle végétal". Cette étude sera présentée en trois parties :

- Introduction générale regroupant des connaissances sur l'eau, pollution et les traitements biologiques.
- Matériel et méthode sous laquelle nous faisons la description des moyens utilisés dans l'épuration biologique avec un modèle végétal « système phragmifiltr ».
- Résultat et discussion où nous traitons les indicateurs de pollution et leur abattement avec notre système d'expérimentations.

Matériel et Méthodes

1-Matériel et méthodes

1-1 Description du site

1-1-1-Situation géographique de la région de Guelma

La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686.84. Km². Elle se situe au Nord –Est de l'Algérie à 60 Km environ de la méditerranée et à 600 Km à l'Est d'Alger, .Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le sud. Elle est limitrophes aux wilayas de : Annaba au Nord, El Tarf, au Nord-Est Souk Ahras au Sud-Est, Oum el Bouaghi, au Sud, Constantine à l'Ouest, Skikda au Nord-Ouest. (Zouaidia, 2006). (Fig.1).

1-1-2-Description de la Station d'Épuration des Eaux Usées (STEP) de Guelma

La STEP de Guelma est située sur la route nationale N°21, pont Héliopolis près d'Oued Seybouse (Fig.2). Elle est fonctionnelle depuis le 18 Février 2008 à raison d'un traitement d'environ 32000 m³/jour au temps sec et 43000 m³/jour au temps de pluie. La station est implantée sur un terrain agricole de 7 ,8 Hectares avec une capacité de 200.000 équivalent / habitant. Elle utilise le procédé de culture libre (boue activée) comme procédé d'épuration. Les eaux usées domestiques de la ville de Guelma sont collectées sur deux bassins versant par un ensemble de réseaux d'assainissement existant. Les deux tronçons gravitaires rejoignent chacun le point bas (ou il y'a les deux postes de refoulement). Le réseau d'assainissement est du type unitaire (c'est-à-dire : englobe tous en même temps ; les égouts, les rejets industriels, individuels...etc.). La STEP de Guelma est alimentée par 02 conduites de refoulement :

- SR1 : alimentée par Oued El Maiz, avec un débit de 1575 m³/h.
- SR2 : alimentée par Oued SKhoun, avec un débit de 1125 m³/h.

1-2 Matériel végétale

D'après la classification classique, les roseaux (Fig. 4 et 5) appartient au tableau suivant :

C'est un roseau vigoureux graminée vivace, rhizomateux à tige robuste. Feuilles de 50 à 60 cm de long, linéaires, plates, pointues, verts grisâtre, se teintant en automne de rouille doré (El Afri, 2007). C'est le roseau le plus commun qui pousse au bord des marées, des étangs et des fossés. On le rencontre dans les zones peu profondes, voir hors de l'eau dans des zones humides.

Tableau 1 : La classification classique du roseau

Règne	Plantae,
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Arundinoideae
Genre	Phragmites
Espèce	Phragmites communis ou australis

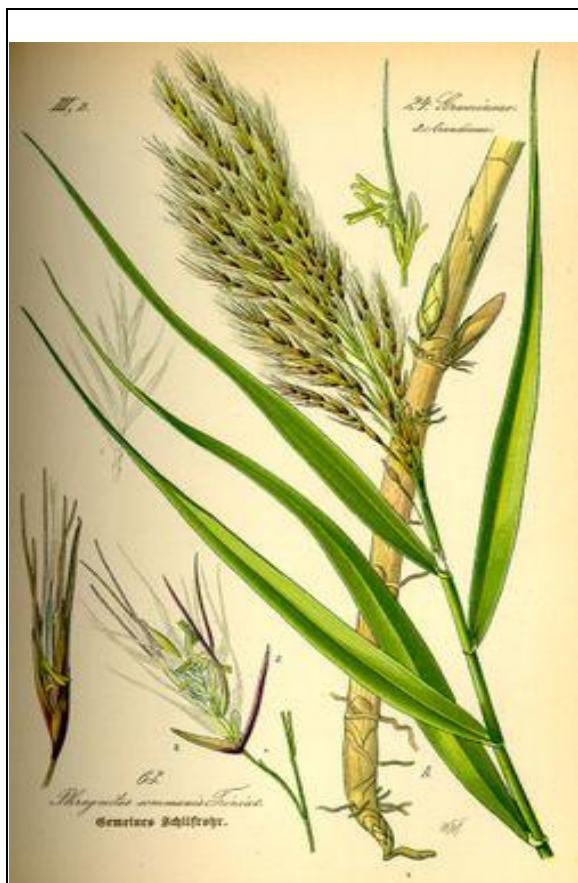


Fig. 3 : *Phragmites australis* (Roseaux)



Fig. 4 : *Phragmites australis* (Roseaux)

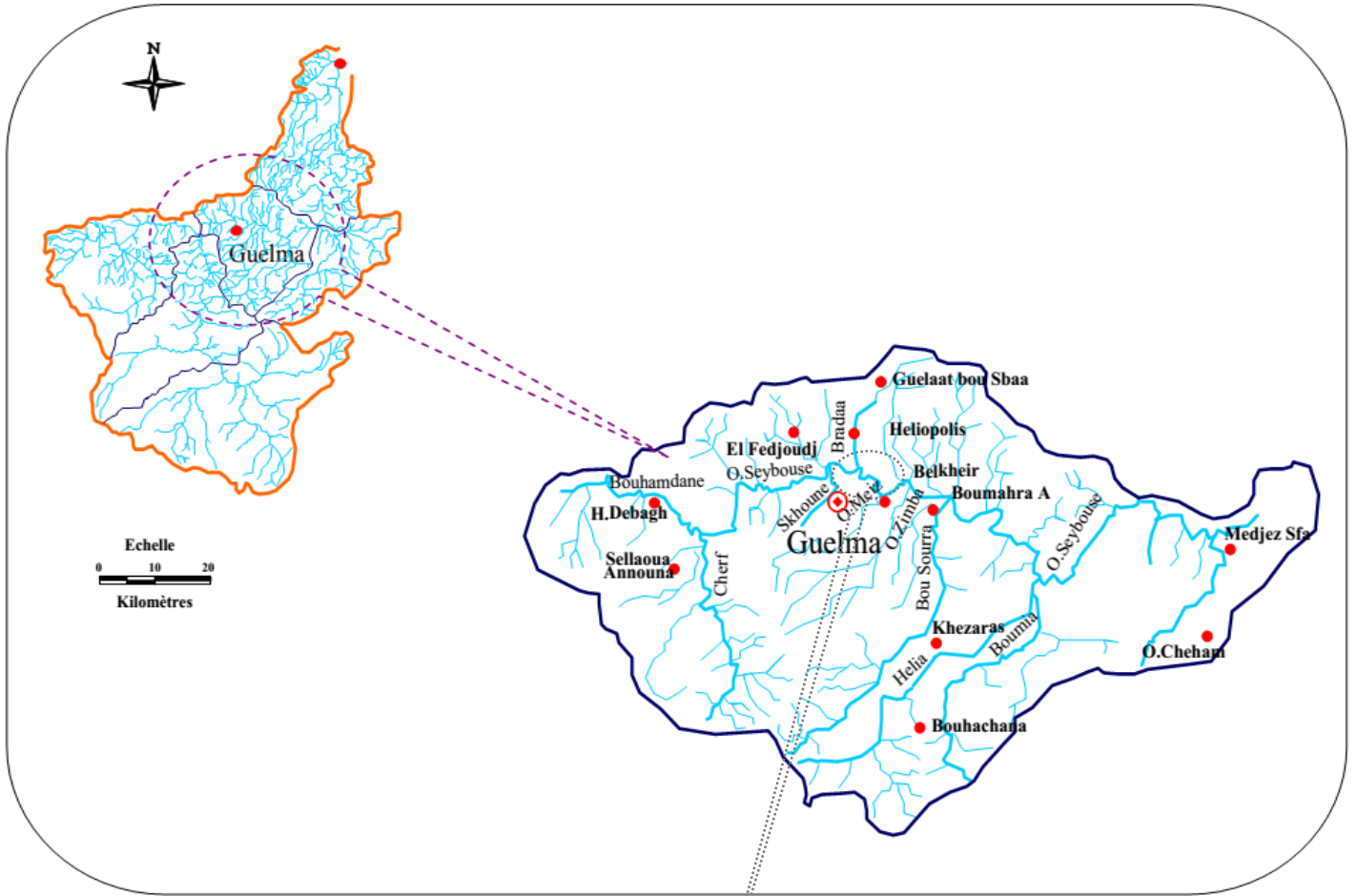


Fig.1 : Réseau hydrographique de la wilaya de Guelma **Aouissi. (2009).**



Fig.2 : Plan générale de la STEP de Guelma

-1-3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental mis en œuvre au laboratoire est un mini système d'épuration qui utilise deux filtres implanté de roseaux. Il est composé d'une cuve en verre de 50 cm de longueur, 25 cm de largeur et 25 cm de hauteur (Fig.6). Les matériaux qui ont servi comme filtres sont le gravier et le sable (Fig.8). Une première couche est déposée de graviers de grande (2 cm), moyenne (2 cm) et petite dimension (2 cm), ensuite une deuxième couche de sable (10 cm). Les 10 plantes utilisées dans le système sont donc implantées dans le sable et irriguées avec 20 litres d'eaux usées (Fig.9). Cette dernière est retenue pendant 7 jours. Les cuves sont munies d'un robinet en plastique qui sert à récupérer les eaux retenus dans le système d'épuration « le phragmifiltre ». L'expérience est menée avec une cuve témoin sans plante.

1-4 Prélèvement des échantillons

Le prélèvement est effectué au cours du mois d'Avril au niveau de la STEP de Guelma. La prise d'échantillon d'eau usée est réalisée dans l'ouvrage du prétraitement (Fig. 5.).Les prélèvements sont effectués dans des flacons stériles de 250 ml. Puis les flacons sont étiquetés et transmis dans une glacière sans retard au laboratoire. Les flacons destinés à l'analyse des indicateurs physico-chimiques sont acheminées au laboratoire de biochimie de l'université et les flacons destinés à l'analyse des indicateurs microbiologiques sont acheminées au laboratoire de la direction de la santé de la ville de Guelma.



Fig.5 : Prétraitement

2- Méthodes d'analyses

2-1 Détermination des indicateurs physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont concernés les paramètres de pollution des eaux usées qui sont illustrés dans le tableau 2.

2-2 Détermination des indicateurs microbiologiques

Les analyses microbiologiques effectuées sont représentés dans le tableau 3.

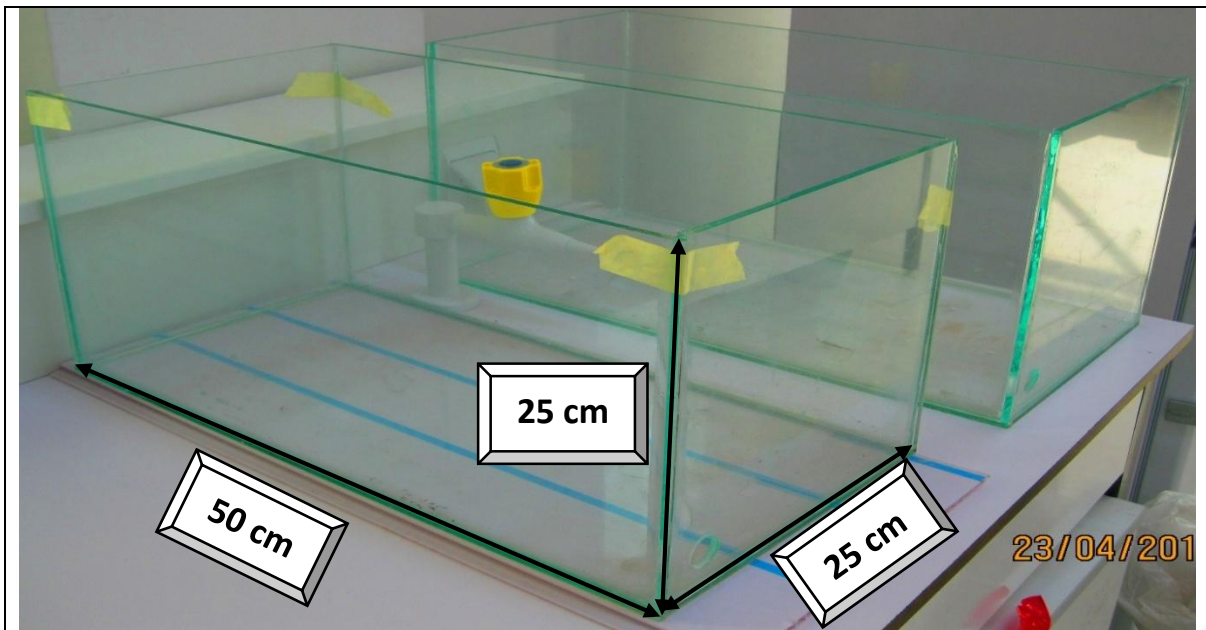


Fig.6 : Les Cuves expérimental



Fig . 7 : Les Cuves avant la plantation



Fig.8 : Les matériaux

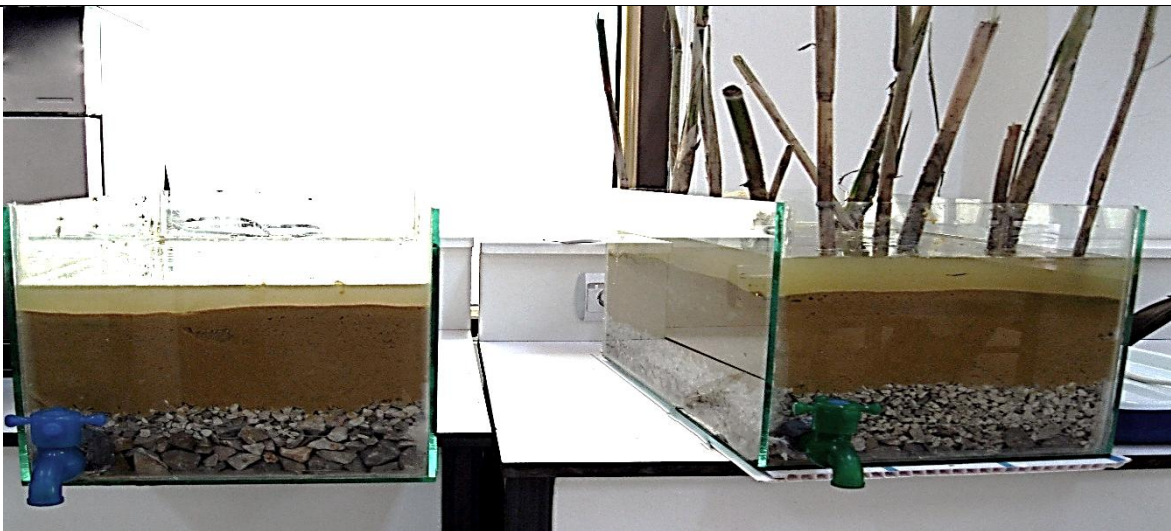


Fig . 9 : Les Cuves planté aux Rosueax

Tableau 2 : Les indicateurs physico-chimiques de pollution

Indicateurs	Référence de la méthode
Demande Chimique en O ₂ (DCO)	(Rodier ,2009)
Demande Biochimique en O ₂ (DBO ₅)	(Rodier ,2009)
Nitrate (NO ₃)	Méthode spectrométrie au diméthyle 2,6 phénols ISO 6777 : 1984
Ammonium (NH ₄)	Méthode spectrométrie au diméthyle 2,6 phénols ISO 6777 : 1984
Ortho phosphates	Dosage spectrométrie au diméthyle 2,6 phénols. ISO 6878-1 :1986
Matière en suspension (MES)	(Rodier ,2009)
Température	Lecture directe Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)
Potentiel d'Hydrogène (pH)	Lecture directe Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)
Conductivité Electronique (CE)	Lecture directe Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)
Oxygène dissous (O ₂)	Lecture directe Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)
La salinité	Lecture directe Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)

Tableau 3 : Les indicateurs microbiologiques recherchés

Germes	Description de la méthode	Référence
Germes totaux (G T)	<u>Milieu présomptif :</u> TGEA Incubation à 37°c pendant 36 à 48h. Incubation à 22°c pendant 36 à 48h.	Rodier 2009
Coliformes totaux (C T)	<u>Milieu présomptif :</u> Milieu BCPL Incubation à 37°c pendant 24 à 48h.	Rodier 2009
Coliforme fécaux E. coli	<u>Milieu confirmatif</u> EPA (eau peptonée alcalin). Incubation à 44°c pendant 24h.	Rodier 2009
Streptocoques fécaux	<u>Milieu présomptif :</u> Milieu Rothe Incubation à 37°c pendant 24h.	Rodier 2006
Anaérobie sulfite réducteur	<u>Milieu confirmation :</u> Milieu viande foie (v f) Incubation à 37°c pendant 24h.	Rodier 2009
Staphylocoque	<u>Milieu d'isolement :</u> Milieu Chapman Incubation à 37°c pendant 24h <u>Identification :</u> Coloration de Gram, teste catalase, teste staphylocoagulase.	Rodier 2009
Vibron colérique	<u>Milieu d'enrichissement</u> Milieu EPA (eau peptone alcaline) Incubation à 37°c pendant 24h <u>Milieu d'isolement :</u> Milieu GNAB Incubation à 37°c pendant 24h <u>Identification :</u> Observation à l'état frais, coloration de Gram, teste oxydase.	Rodier 2006
Pseudomonas sp	<u>Milieu d'isolement :</u> Milieu citrimide Incubation à 37°c pendant 24h. <u>Identification :</u> Teste de coloration de Gram King A, King B	Rodier 2009
Salmonelle et shigelle	<u>Milieu d'enrichissement</u> SFB (D/C) Incubation à 37°c pendant 24h. <u>Milieu d'isolement :</u> SS, hektoane Incubation à 37°c pendant 24h. <u>Identification :</u> Coloration de Gram, Api20E Incubation de l'Api20e à 37°c pendant 24h.	Rodier 2006
Champignons et moisissure	<u>Milieu d'isolement :</u> Milieu Saboraud Incubation à 37°c pendant 24h. <u>Identification :</u> Teste de filamantation.	Rodier 2009

Résultats et discussion

2- Résultats et Discussion

Les résultats obtenus des paramètres physicochimiques déterminés dans le site sont représentés dans le tableau 4. D'après (Rodier, 2009), les différents constituants des eaux usées présenteront des comportements spécifiques vis-à-vis des modes de traitement auxquels ils seront soumis avant leur rejet dans le milieu naturel. Ces comportements sont liés d'une part à la taille des particules présentes et à leur état physique (Soluble, coagulable ou décantable) mais ils dépendent également pour une large part de leur aptitude à la biodégradation, à l'oxydation ou encore à l'adsorption. Mais la concentration des divers éléments dans les eaux brutes, de même que leur éventuelle toxicité doivent compléter ces informations.

Tableau 4 : Les paramètres physico-chimiques déterminés dans le site

Analyse effectué	La moyenne
Température (°C)	17
Potentiel d'Hydrogène	7,2
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	0,12
Salinité	0,40
Conductivité (µS/cm)	1261

Les analyses effectuées directement sur l'effluent du prétraitement montrent que les valeurs de la température, pH, oxygène dissous, salinité ne dépassent pas les valeurs normales enregistrées dans le J.O.R.A (1993). Toutefois, l'effluent présente une forte minéralisation de 956,52 ce qui correspond à une conductivité de 1261 µS/cm. Ajouter à ceux-ci, la moyenne négligeable de l'oxygène dissous renseigne sur une première contamination organique. En ce qui concerne les résultats obtenus à travers le mini système d'épuration élaboré au laboratoire où les roseaux jouent un rôle de tamis moléculaire seront présentés avant et après épuration durant 7 jours de rétention. Tout d'abord il est nécessaire de rappeler que le modèle végétal utilisé capable d'absorber les nutriments en excès à l'oxygène nécessaire à la dégradation des matières organiques et à l'oxydation de l'azote ammoniacal préjudiciable au milieu aquatique d'après Cardot (1999) le roseau (ou phragmite) et autres plantes vigoureuses ont été largement utilisés à cet effet sous le nom des macrophytes qui constituent pour eux des éléments nutritifs.

Pour la détermination de la nature de l'effluent qui a servi d'échantillon d'épuration, le calcul des demandes chimique et biochimique en oxygène est représenté dans les tableaux suivant :

Tableau 5 : les DCO obtenues avant et après traitement

	DCO EB	DCO _{STEP}	DCO Cuve 1	DCO Cuve 2	EB= Eau Brute
[C] mg d'O ₂	490	28,80	57,60	240	

Tableau 6 : Abattement des DCO obtenues après traitement

	DCO EB	DCO _{STEP}	DCO Cuve 1	DCO Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	94	88	51

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfures et chlorures). Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation, etc., Les résultats obtenus des DCO montrent un abattement considérable de la matière organique de 88% en présence de roseaux par rapport au témoin (51% sans plante). Les eaux usées épurée par le système et durant 7 jours de rétention traduisent moins de charge polluante d'origine organique ce qui est confirmé par les résultats des DBO₅ (Tab.7 et 8).

Tableau 7 : Les DBO₅ obtenues avant et après traitement

	DBO ₅ EB	DBO _{5STEP}	DBO ₅ Cuve 1	DBO ₅ Cuve 2
[C] mg d'O ₂	286	15,20	32	123

Tableau 8 : Abattement des DBO₅ obtenues après traitement

	DBO ₅ EB	DBO _{5STEP}	DBO ₅ Cuve 1	DBO ₅ Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	94	88,81	57

L'oxydation des matières organiques n'est pas le seul phénomène en cause ; il faut y ajouter l'oxydation des nitrites et des sels ammoniacaux ainsi que les besoins liés des phénomènes d'assimilation et de la formation de nouvelles cellules.

La détermination du rapport DCO/DBO₅ (Tab.9) démontre que les valeurs trouvés sont inférieure à 3 qui selon (Rodier, 2009) l'effluent est de nature urbaine et facilement biodégradable.

Tableau 9 : Rapport DCO/DBO₅

DCO/DBO ₅ EB	DCO/DBO ₅ STEP	DCO/DBO ₅ Cuve 1	DCO/DBO ₅ Cuve 2
1,72	1,89	1,80	1,95

La teneur en nitrate des eaux, dépend essentiellement de l'intensification de l'agriculture sur les bassins versants et dans une moindre mesure des rejets en azote des effluents industriels et urbains. Elle peut atteindre et parfois dépasser 50 mg/L de NO₃ dans les eaux de surface en hiver au moment des lessivages des sols. Le nitrate étant très soluble, il rejoint aussi les eaux souterraines et les nappes des zones de grandes cultures présentent également des concentrations élevées en nitrate. Les résultats illustrés dans les tableaux 10 et 11 expliquent bien que le mini système d'épuration a participé à la diminution des NO₃ de façon importante comparé avec la moyenne soulevée dans les eaux brutes. L'abattement des nitrates est arrivé à 100% dans la cuve des roseaux et à 90% dans la cuve témoin dont les matériaux (gravier, sable) utilisés peuvent jouer un rôle de phase stationnaire pour les transformations métaboliques.

Tableau 10 : Les NO₃ obtenues avant et après traitement

	NO ₃ EB	NO ₃ STEP	NO ₃ Cuve 1	NO ₃ Cuve 2
[C] mg /l	4,50	1,10	0,6	0,45

Tableau 11 : Abattement des NO₃ obtenues après traitement

	NO ₃ EB	NO ₃ STEP	NO ₃ Cuve 1	NO ₃ Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	75	100	90

Les résultats obtenus de NH₄ (Tab 12 et 13) illustre une qualité médiocre des eaux usées brutes. Toutefois, l'abattement des résultats en présence de plantes favorise un meilleur recyclage du cycle d'azote. Les bactéries (Nitrosomonas) de la rhizosphère des racines sont capables de transformé la forme minérale en gaz d'où le recyclage.

Tableau 12 : Les NH₄ obtenues avant et après traitement

	NH ₄ EB	NH ₄ STEP	NH ₄ Cuve 1	NH ₄ Cuve 2
[C] mg /l	35	2,5	8,4	14

Tableau 13 : Abattement des NH₄ obtenues après traitement

	NH ₄ EB	NH ₄ STEP	NH ₄ Cuve 1	NH ₄ Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	92	76	60

Les résultats obtenus des ortho phosphates (forme soluble du phosphore) sont représentés dans les tableaux 14 et 15 L'abattement du phosphore à 100% en présence de plantes est un bon indicateur de dépollution. Cependant, les roseaux sont entrains d'utilisés le phosphore comme source de nutriment et s'auto-purifie. Ceux- ci évitera le risque l'eutrophisation du milieu.

Tableau 14 : Les OPO₄ obtenues avant et après traitement

	OPO ₄ EB	OPO ₄ STEP	OPO ₄ Cuve 1	OPO ₄ Cuve 2
[C] mg/l	0,90	0,50	0,20	0,76

Tableau 15 : Abattement des OPO₄ obtenues après traitement

	OPO ₄ EB	OPO ₄ STEP	OPO ₄ Cuve 1	OPO ₄ Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	75	100	90

La quantification des matières particulaire (MES) (tab.16 et 17) à parmi d'évaluer le mini système d'épuration « le phragmifiltre ». L'abattement de MES est arrivé à 94,64% en présence des roseaux et à 81, 92% en absence des roseaux (témoin). Ce résultat est probablement dû à l'absorption des particules en suspension par les racines qui restent en contact des eaux usées pendant 7 jours.

Tableau 16 : Les MES obtenues avant et après traitement

	MES EB	MES STEP	MES Cuve 1	MES Cuve 2
[C] mg/l	280	8	15	52

Tableau 17 : Abattement de MES obtenues après traitement

	MES EB	MES STEP	MES Cuve 1	MES Cuve 2
Pourcentage (%)	-----	97,14	94,64	81 ,92

La détermination des indicateurs physico-chimiques de pollution en présence et en absence de roseaux montre une diminution des valeurs enregistrées dans les eaux brutes utilisées.

De nombreux micro-organismes sont présents dans les eaux de surface, bactéries, virus, parasites, etc. Parmi eux, certains sont pathogènes pour l'homme et peuvent être responsables d'épidémies. La transmission des maladies d'origine hydrique dépend de trois facteurs : l'agent, l'environnement et l'individu. L'agent est l'organisme infectant dont le développement est à la base même de la maladie. Ce peut être une bactérie (salmonella, leptospire, vibrio cholerae, etc.), un virus (virus de l'hépatite A) un parasite protozoaire ou métazoaire (giardia, cryptosporidium, amibes par exemple). Chaque agent a des caractères qui lui sont propres : pathogénicité et virulence notamment. L'agent pathogène peut être porté par l'homme ou l'animal, en incubation ou en cours de maladie, mais plus tardivement encore (porteurs chroniques). Il existe aussi et surtout des porteurs sains, c'est-à-dire des individus qui éliminent et disséminent autour d'eux des micro-organismes dangereux, sans faire eux-mêmes de troubles. Dans le cas des maladies hydriques, les agents contamineurs proviennent habituellement du tube digestif de l'homme ou de l'animal et ils sont éliminés principalement par les matières fécales, éventuellement par les urines (leptospires par exemple). C'est la raison pour laquelle la recherche des germes témoins de contamination fécale est aussi généralisée dans les eaux. L'interprétation des résultats microbiologiques (Tab 18 et 19) et figures (10, 11 et 12) renferme seulement les résultats positifs enregistrés au cours de l'analyse.

Tableau 18 : Les résultats bactériologiques obtenus avant et après épuration en présence de roseaux

	Avant	Après	Abattement
Coliformes totaux	115 germes/ml	15 germes/ml	87%
Streptocoques fécaux	115 germes/ml	01 germes/ml	99,13%
Coliformes fécaux	450 germes/ml	00 germes/ml	100%

Tableau 19 : Les résultats bactériologiques obtenus avant et après épuration sans roseaux

	Avant	Après	Abattement
Coliformes totaux	115 germes/ml	35 germes/ml	99,69%
Streptocoques fécaux	115 germes/ml	00 germes/ml	100%
Coliformes fécaux	450 germes/ml	00 germes/ml	100%

Les abattements obtenus de la flore bactérienne avec le système d'épuration « phragmifiltre » sont remarquable du faite que les germes à contamination fécales disparaissent une fois pour toute. Cet abattement est probablement dû aux variations du milieu qui ne favorise pas la prolifération des germes à contamination fécales et pathogènes. Il est probable que les racines de roseaux sont incriminées dans la libération de bactéricides ou de bactériostatiques qui inhibe l'accroissement de colonies (Boutin, 2006). En fin le mini système « Phragmifiltre » a diminué totalement les indicateurs microbiologiques recherchés.

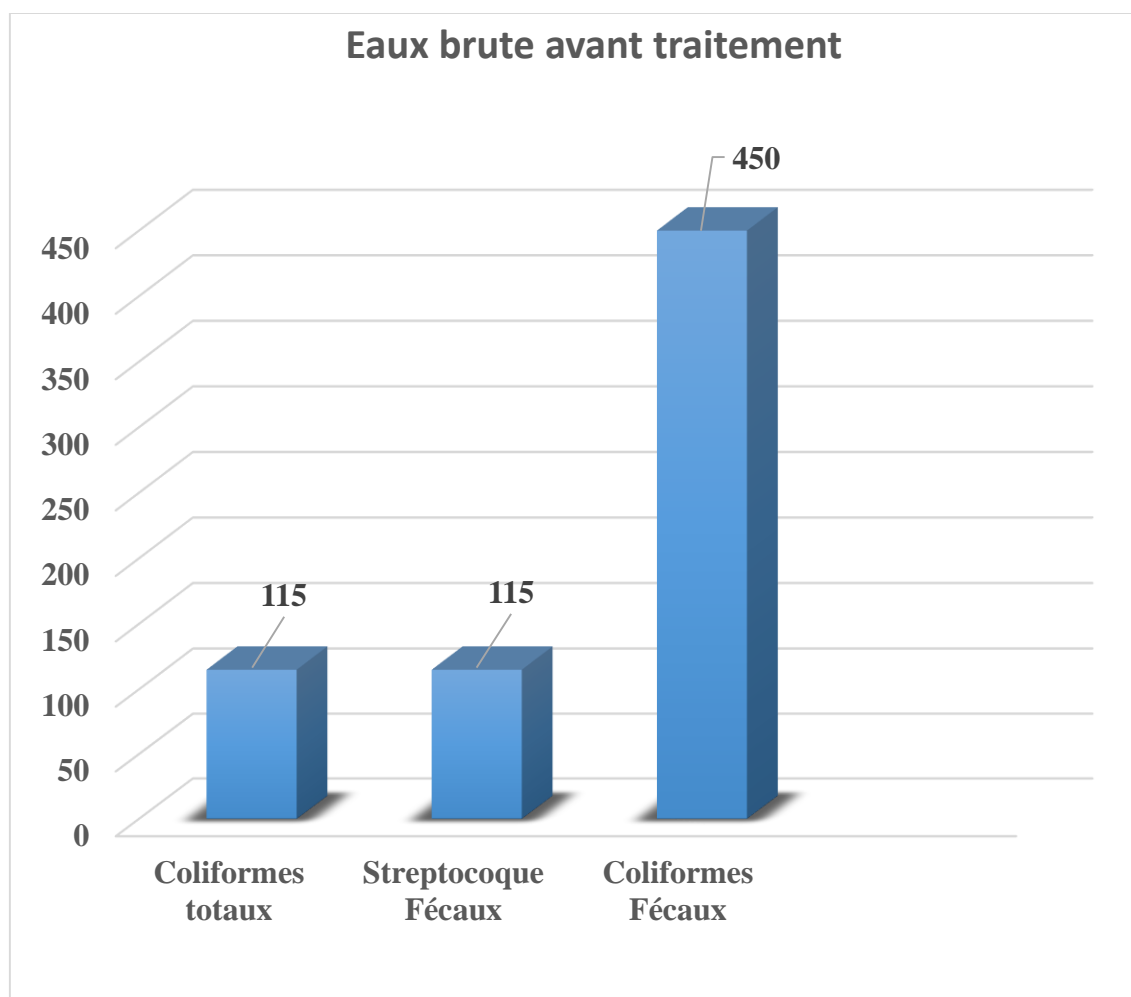


Fig 10 : Eaux brute

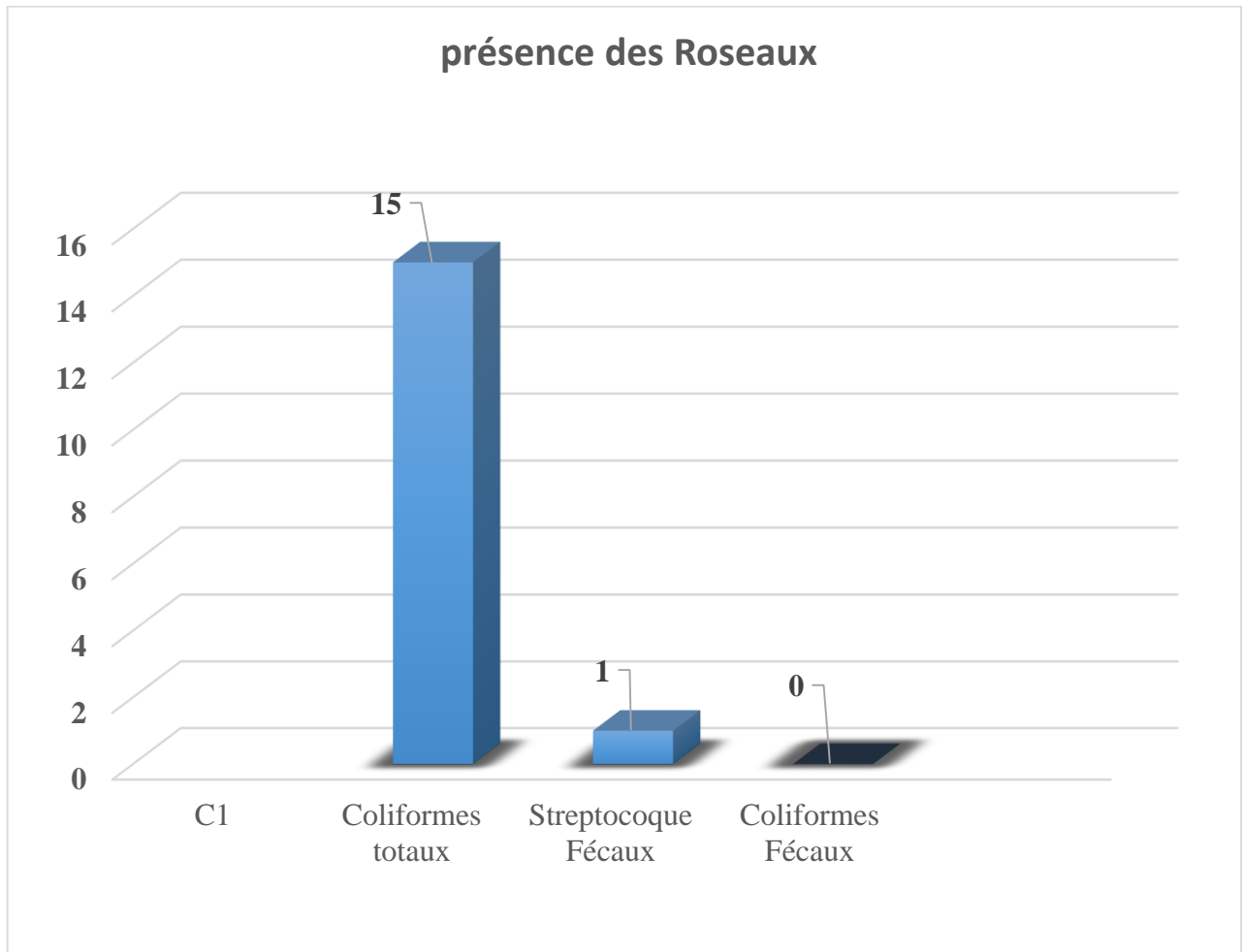


Fig 11 : présence de Roseaux Cuve 1

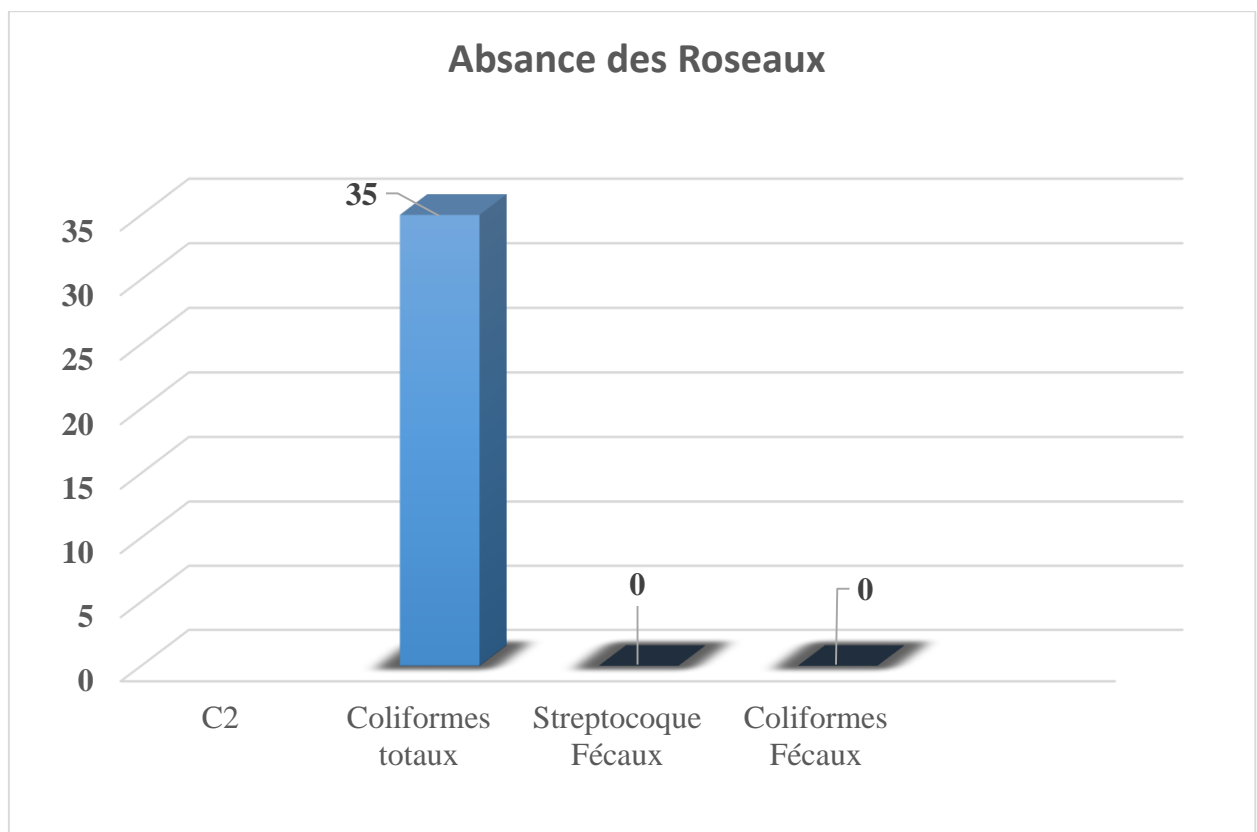


Fig 12 : Absence de Roseaux Cuve 2

Conclusion

3- Conclusion

L'utilisation des filtres plantés de roseaux pour l'épuration des eaux usées représente plusieurs avantages par rapport aux systèmes d'épuration conventionnels. Tout d'abord, la source d'énergie nécessaire à leur fonctionnement est principalement l'énergie solaire, ils sont conçus avec une technologie simple de plus ils sont peu coûteux à construire et à exploiter.

Ainsi, l'épuration des eaux usées par le procédé « phragmifiltre » peut être une solution à la fois peu onéreuse et efficace, en effet, les eaux une fois épurées, peuvent être rentabilisées aussi bien pour l'irrigation que pour l'industrie.

Nos résultats ont révélé un fort pouvoir épurateur de *Phragmites australis* qui s'est traduit par :

- Une diminution significative de la plupart des indicateurs physico-chimiques : 88% pour la DCO, 88,81% pour la DBO₅, 94,64% pour les MES, 100% pour les NO₃, 76% pour les NH₄ et 77,77 pour les ortho phosphates.
- Et un abattement total des indicateurs bactériologique à contamination fécales.

En perspective, il serait intéressant de mettre en place un système d'épuration avec les roseaux pour les petites collectivités sous forme de lagunes, aussi bien pour la diminution du degré de la pollution que pour la satisfaction de l'environnement et le paysage.

- ANAT, (2001), *Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire*. Rapport sur la gestion des eaux usées et M.T.H.
- **Aouissi A. (2009)**, Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie).Mémoire de magister, Université du 08 Mai 1945. Guelma. 129 p.
- **Bouchaala Laid (2010)**, Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zénati (Guelma), Mémoire de magister, Université du 08 Mai 1945. Guelma. 137 p
- Butain,C (2006), Gestion des eaux usées. African Journal of Science and Technology pp : 248,253.
- **Cardot. (1999)**, Epuration des effluent, édition 1999 Dunod. Paris. 529 p.
- **Chocat B. (1997)**, *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. Technique et Documentation. 121p.
- **El Afri Ali, Cherchar Nabil et Sebar Ismail. (2007)**, Valorisation des eaux usées et *in vitro* des principaux rejets de la vile de Guelma par la procédé phragmifiltre, Mémoire de magister, Université du 08 Mai 1945. Guelma. 54 p
- **Galaf F. et Ghannam S. (2003)**, *Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin*. Mémoire de troisième cycle présenté pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II. 22 p.
- **Haddad A. (2004)**, *Contribution à l'évaluation des pollutions microbiologique et chimique de la côte libanaise*. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA). Université Libanaise. 51p.
- **J.O.R.A. (1993)**, **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE**
Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, Juillet.
- **Kettab A. (2001)**, Les ressources en eau en Algérie : Stratégies, enjeux et vision. 25–33p.
- **Kleche. (2013)**, Utilisation des systèmes biologique dans l'épuration des eaux usées cas de la région de d'Annaba. . Thèse de doctorat université Annaba 94 p.
- **Koller E. (2004)**, Traitement des eaux : pollutions industrielles (Eau, Air).2^{em}Edit. Dunod. Paris.
- **Morakchi H. (2002)**, Caractéristique physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla avec un essai d'épuration biologique en vue de leur utilisation en irrigation. Mémoire de magister .Univ. Badji Mokhtar. Annaba. Algerie .189 p.
- **Murielle A. (2001)**, Activités industrielles et qualité des eaux. *LOIR*. 1-3.

- **Rodier J. (2009)**, Jean RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll. L'Analyse de l'eau 9^e édition 2009 Dunod. Paris.1526 p.
- **Rodier J. (2005)**, L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers.8^{ème} édition. Dunod. Paris .1383 p.
- **SOUIKI, L. (2008)**, Epuration des eaux usée dès les zones arides. Thèse de doctorat université Annaba 285 p.
- **Zouaidia H. (2006)**, Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algérien cas de Mila, Constantine, Guelma, Souk Ahras. Mémoire de magister, Université M'entourai. Constantine. 126 p.

Résumé

Ce présent travail comporte la mise en œuvre d'un mini système « Phragmifiltre » d'épuration qui utilise le roseau (*Phragmites australis*) comme modèle végétale. Les cuves utilisées dans ce système sont remplies de deux couches de filtres, une première couche de gravier de différentes dimensions et une deuxième couche de sable. Les roseaux sont implantés et irrigués avec 20 litres d'eau usée brute ramenée de la STEP de la ville de Guelma. Après 7 jours de rétention l'eau est récupérée pour l'analyse physico-chimique et bactériologique. Les résultats obtenus montrent une efficacité du système d'épuration appliqué avec des taux d'abattement de : 88% pour la DCO, 88,81% pour la DBO₅, 94,64% pour les MES, 100% pour les NO₃, 76% pour les NH₄ et 77,77 pour les ortho phosphates. Aussi, nous avons soulevé un abattement de 100% de la fore à contamination fécale et pathogène.

Mots clé :

Phragmifiltre, Epuration, *Phragmites australis*, Les cuves, Eau usée, STEP, Physico-chimique, Bactériologique, contamination fécale et pathogène.

Abstract

The present study presents an effective system of water purification “Phragmifilter” that uses reeds (*Phragmites australis*) as a model plant species. Tanks used in this system are filled with two layers of filters, a first layer consisted of gravel of different sizes and a second layer consisted of sand. Reeds were planted into aquaria containing wastewater provided from the STEP of Guelma city. After 7 days of retention water was physico-chemically and bacteriologically analyzed. Our results highlighted the effectiveness of the purification system with abatement rates of 88% for the DCO, 88.81% for the DBO₅, 94.64% for the MES, 100% for NO₃, 76% for NH₄, and 77.77% for orthophosphates. In addition, abatement of 100% was recorded for fecal flora and pathogenic contamination.

Key words

Water purification, *Phragmites australis*, aquaria, physico-chemically, bacteriologically, STEP.

الملخص

هذا العمل يتمثل في نظام مصغر يعتمد على النموذج النباتي في تصفية مياه الصرف ولك بالاعتماد على القصب. المشروع المصغر يتجسد في استخدام حوضين زجاجيين مملوئين بنوعين من طبقات التصفية الأولى تتكون من الحصى بمختلف احجامه والثانية متمثلة في الرمل. يتم زرع القصب في أحد الحوضين ويترك الثاني كشاهد، وتتم عملية ملء الحوضين بـ 20 لتر من مياه الصرف المستخرجة من محطة تصفية المياه STEP لمدينة قالمة.

بعد مرور 7 أيام من عملية احتباس الماء نأخذ عينة من كلى الحوضين ونخضعهما للتحاليل الفيزيوكيميائية والبيكتريولوجية. النتائج المحصل عليها تبين فعالية نظام التصفية المطبقة وذلك يظهر في معدل التخفيض بالنسب التالية: DCO الى 88,81 % ونسبة الـ DBO_5 بـ 94,64 % وMES بـ 100% و NH_4 بـ 77,77% و 76% NO_3 و OPO_4 100%، وكذلك حققنا انخفاض ب نسبة 100 % من حيث التلوث البرازي و العدوى الممرضة.

الكلمات المفتاحية

مياه الصرف، القصب، حوضين زجاجيين ' محطة تصفية ' STEP، احتباس الماء، للتحاليل الفيزيوكيميائية البيكتريولوجية.