

Université de Toliara, Facultés des Sciences
DEA année en Biodiversité et environnement, option Biologie Végétale
Années : 2011-2012

PROJET DE RECHERCHE

Thème : La phytoépuration dans la région de Toliara

Étudiante : RAJAONARIVELO Fanjatiana Justoberthe

Tél : 0348434195 ; justoberthe@yahoo.fr

Encadreurs :

Professeur REJO-FIENENA Félicitée

Dr TOSTAIN Serge

Contexte général

La quantité d'eau de la planète est constante. Cette constance est maintenue grâce au cycle de l'eau. Par ce phénomène, une même molécule d'eau peut se trouver dans l'atmosphère, à la surface de la terre, en mer,... par ce long trajet, l'eau peut apporter des éléments qu'elle rencontre au cours de son passage tels que des éléments chimiques ou organiques qui modifient son état. Ces éléments sont parfois nuisibles aux écosystèmes qu'ils se déposent. Ce changement de la qualité de l'eau est principalement dû aux activités anthropiques par le non respect de l'environnement tel que l'évacuation des eaux usées dans le milieu naturel sans traitement.

Les écosystèmes marins sont les premiers victimes de ce comportement parce qu'on les considère comme une poubelle qu'on peut jeter les ordures et les eaux d'égouts. Cette considération pollue le milieu marin et le rend mal sain à la biodiversité par le processus de la chaîne alimentaire.

La ville de Toliara est touchée par cette situation en dirigeant les canaux d'évacuation des eaux grises directement à la mer sans traitement préalable. Or il existe une norme internationale pour la qualité d'eau usée qu'on peut déverser à l'environnement. L'eau rejetée doit suivre la teneur minimum acceptable en bactéries et en éléments chimiques nocifs pour qu'elle ne provoque pas des effets indésirables à l'environnement. En plus, le problème d'évacuation des eaux pluviales se pose dans la ville de Toliara pendant la période de pluie.

Justification de l'étude

La ville de Toliara a un grand problème sur l'évacuation des eaux grises et des eaux pluviales. En période de pluie, des eaux se stagnent sur les routes principales de la ville et dans des quartiers faute de l'inexistence des canaux d'évacuation d'eaux, du profil du terrain ou sa texture. La question des eaux pluviales soulève de nombreuses interrogations pour le responsable de l'aménagement de la ville. Les solutions introduites depuis toujours qui consistaient à les collecter pour évacuer au plus vite en dehors des zones aménagées sont sévèrement remises en question depuis plusieurs années :

- Elles sont de plus en plus coûteuses
- Elles contribuent à l'aggravation des inondations
- Elles réduisent l'alimentation des ressources en eau que constituent les eaux souterraines
- Elles concentrent des pollutions de toutes natures qui endommagent les rivages maritimes

Les travaux à engager par la commune pour corriger les erreurs commises dans le passé se chiffrent à des sommes considérables.

Il est donc nécessaire de modifier profondément nos pratiques en réduisant l'imperméabilisation des quartiers, en ralentissant la circulation des eaux en faisant en sorte qu'elles ne concentrent plus les pollutions. La solution proposée s'intègre dans le tissu urbain et participe à la valorisation de l'espace aménagé. On peut imaginer qu'un espace public soit conçu pour retenir occasionnellement les eaux pluviales.

- En outre, les gens n'ont pas le choix de ne pas traverser cette eau stagnante verte pour faire face à la vie quotidienne. En plus, quelques canaux d'évacuations des eaux grises en pleine ville rendent la vie mal saine en émettant des mauvaises odeurs parce qu'ils sont bouchés par des ordures.

Tous les canaux d'évacuation installés jettent directement les eaux usées à la mer sans traitement préalable qui provoque d'innombrables effets néfastes à l'environnement. Pour les raisons qu'on vient de citer ci-dessus, l'assainissement de la ville de Toliara, en tant que chef lieu de la province de Toliara, mérite d'être révisé. Il faut traiter les eaux grises avant d'évacuer à la mer pour éviter tout risque de contamination à la population et à la biodiversité marine. Pour ce traitement, diverses techniques peuvent être utilisées mais on propose celle de la phytoépuration qui est la plus respectueuse de l'environnement et plus économique.

Cette technique consiste à planter des espèces végétales dans des bassins. Une telle station fonctionne comme un marais naturel. Les eaux brutes comme les eaux grises passent à travers ces bassins remplis d'un substrat minéral où sont plantés différents végétaux subaquatiques comme les roseaux, massettes, joncs, iris, jacinthes d'eau. Ces plantes ont la particularité de former un tissu

racinaire et un réseau de galeries qui drainent, apportent de l'oxygène et servent de support aérobies. Ces bactéries, ainsi que la macrofaune du sol (lombrics,...), ont un rôle de dégradation et de minéralisation de la matière organique, qui devient dès lors assimilable par les plantes. Ainsi le système ne produit pas de boues qui sont compostées et forment un humus sur place.

La plupart des macrophytes est capable d'assimiler les métaux lourds, toujours présents dans les eaux usées et nocifs pour l'environnement.

Hypothèses

- Les services techniques de la mairie ne sont pas exigeants au système d'évacuation des eaux usées pour les demandes de permis de construction
- Les eaux grises sont directement évacuées à la mer
- Il n'y pas de traitement des eaux usées à Toliara.

Matériels et méthodes

Matériels utilisés sur le terrain

Matériels nécessaires	Raison d'utilisation
Flacons de 0.5l	Collecter les échantillons des eaux grises
Glacière	Ramasser les bouteilles
Gants	Protéger les mains contre les infections
Microquat	Désinfecter les bouteilles
Eau chlorée	

Deux sites vont être étudiés : la ville de Toliara et le village d'Ankililoake. Plusieurs méthodes sont nécessaires à cette étude :

- a) La documentation sur l'assainissement dans la ville, les règles d'hygiène et les plantes épuratrices : elle se fait aux bibliothèques de l'Université de Toliara, CITE, Mairie, hôpital et par des recherches sur internet.
- b) Observation sur le terrain : elle a pour but de voir les réalités sur le système d'évacuation des eaux pluviales et des eaux grises dans la ville de Toliara en notant tous les problèmes constatés.
- c) Enquêtes : des questionnaires sont à établir au niveau de :
 - La Mairie dans le but d'avoir des informations sur le plan d'urbanisme de la ville de Toliara et sa politique d'assainissement.
 - La JIRAMA afin de savoir l'utilisation de l'eau par la population de Toliara
 - La COPEFRITO, MUREX et hôteliers pour avoir leurs informations sur l'évacuation des eaux grises.

- d) Inventaires des plantes épuratrices à Toliara : il s'agit d'inventorier et étudier les espèces de plantes qui poussent dans les eaux grises dans les zones d'étude.
- e) Analyse des eaux usées au laboratoire : pour confirmer les dangers qu'apporte la stagnation des eaux pluviales et l'évacuation des eaux grises sans traitement, il faut connaître les germes et les éléments nocifs contenant dans ces eaux et les comparer avec la norme internationale.

Il s'agit de prendre des échantillons d'eau d'égout et eau de pluie stagnante sur, de les analyser au laboratoire, de savoir les germes nocifs.

Pour le village d'Ankililoake, comme il est plus éloigné, les échantillons d'eau seront mis dans des flacons préalablement désinfectés. Une fois l'eau est obtenue, elle est mise sous glace afin de stopper prolifération bactérienne.

Les matériels utilisés seront lavés avec du microquat et/ou d'eau chlorée pour minimiser tout risque de contamination.

e1) Relevés du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

e2) Les germes bactériens à dénombrer

Trois germes sont à dénombrer :

- Flore totale mésophile aérobie (FTMA)
- Coliformes fécaux (CF)
- Anaérobies sulfite-réducteurs (ASR)

e3) Démarche en analyse microbiologique

Dans l'analyse microbiologique, le respect de la propreté et même une stérilisation complète de l'endroit et du matériel est vraiment nécessaire. De ce fait, de ce fait, on va procéder à des séances de nettoyage et de désinfection avant chaque analyse.

Nettoyage et désinfection du laboratoire et des verreries

Après la désinfection et nettoyage, on passe à l'analyse proprement dite, résumée dans le tableau suivant :

GERMES	MILIEU DE CULTURE	PREPARATION	ENSEMENCEMENT	LECTURE DU RESULTAT	REMARQUES
Flore Totale Mésophile Aérobie (FTMA) à 37°C pendant 48 à 72h	PCA (Plate Count Agar)	- Ajout de 22.5g de poudre à 1l d'eau par chauffage dans un bain-marie - stérilisation du milieu durant 15 mn à 120°C dans un autoclave	- mise en boîte de pétri de 1ml de l'échantillon - ajout de 20ml de PCA préalablement fondu et stérile - homogénéisation - attente de solidification - mise à l'étuve	Dénombrement des colonies dans les boîtes contenant des préférence 30 à 300 colonies	Le milieu de culture de PCA liquide peut être conservé 2 semaines à une température de 0 à 4°C
Coliformes fécaux (CF) à 44°C durant 24 à 48h	Vert Rouge Bile Lactose (VRBL)	- Ajout de 39.5g à 1l d'eau distillée - chauffage à l'aide d'une plaque chauffante NB : le VRBL ne passe pas dans l'autoclave	- L'ensemencement se fait en double couche - dépôt de 1ml d'échantillon au dessus d'une première couche de milieu gélosé fondu et stérile - ajout d'une deuxième couche du milieu - homogénéisation et attente de solidification - Mise à l'étuve	Dénombrement des colonies caractéristiques rouges ou violettes dans les boîtes contenant 15 à 150 colonies	La conservation du VRBL liquide ne peut pas dépasser 1 jour
Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) à 44°C durant 48 à 72h	Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC)	- Ajout de 42 g dans 1 l d'eau distillée - stérilisation du milieu durant 15 mn à 120°C dans un autoclave	- transvasement de 5ml de solution-mère dans un tube à essai de solution de dilution 1/5 dans un autre - ajout de 15 ml de TSC - homogénéisation - attente de solidification - mise à l'étuve	Dénombrement des colonies de couleur noire	Le TSC liquide peut être conservé 2 semaines à une température de 0 à 4°C

Résultats

Expression du résultat de microbiologie

Les résultats finaux/ml sont obtenus par la traduction du résultat brut en suivant le principe suivant :

Pour la CF et la FTMA : $(\text{nombre de colonies en SM} + (\text{nombre de colonies en dilution} \times 10))/2$

Pour l'ASR : $(\text{nombre de colonies en SM} + (\text{nombre de colonies en dilution} \times 5))/2$

Résultats attendus

A partir de cette étude, on pourra savoir :

- La description des différents modes d'évacuation des eaux usées des zones d'étude
- La politique d'assainissement de la ville de Toliara et l'utilisation de l'eau par la population
- Le système d'évacuation des eaux usées de la ville de Toliara et les problèmes existants
- La quantité des en FTMA, CF, ASR contenus dans les eaux grises évacuées
- Les conséquences de l'inexistence de traitement des eaux usées avant l'évacuation
- La phytoépuration pour résoudre les problèmes d'évacuation d'eau
- Avantages de la phytoépuration
- Choix des plantes épuratrices
- Études des coûts des installations du système de phytoépuration dans la ville de Toliara

- Comparaison avec le village d'Ankililoake
- Discussions sur les observations faites, la politique individuelle et municipale sur le système d'évacuation et le traitement des eaux usées.

Chronogramme

	février		mars		avril		mai	juin
	1er au 15	15 au 28	1er au 15	15 au 31	1er au 15	15 au 30		
Documentation								
Enquêtes								
Collectes d'échantillons et analyses au laboratoire à Toliara								
Collectes des données à Ankililoake et analyses au laboratoire à Toliara								
Interprétations des résultats								
Rédaction								

Bibliographie

ANDZANATIORA S.S. 2006. Test d'efficacité du traitement des eaux par l'utilisation des graines de *Moringa oleifera*. Cas de la zone de collecte de la COPEFRITO. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de maîtrise en sciences et techniques de la mer et du littoral. IHSM- Université de Toliara. 40 p.

CABRIT-LECLERC S. 2008. Fosse septique, roseaux, bambous ? Traiter écologiquement ses eaux usées. Terre vivante- l'écologie pratique. 157 p.

CHAIB J. 2002. « Connaître pour agir » n° :25. 4p

MACROPHYTES ET TRAITEMENT DES EAUX. 2005. Épuration des eaux usées domestiques par filtres plantés de macrophytes. Recommandation technique pour la conception et la réalisation. 45 p.

MULLER C. 2011. La phyto-épuration avec l'association « Patrimoine Eau Naturel » 11p.

RIVIERE A.2005. Brochure verte « Epuration des eaux usées domestiques par les bassins filtres aquatiques ». 1 p.

TAISSON J. 2011. Filtres à roseaux et toilettes sèches. Construire son système d'assainissement autonome. 16 p.

ANNEXES :

Annexe1 : Proposition de plan du devoir

I- Introduction

- Généralités
- Problématique
- Objectif de l'étude
- Hypothèse

II- Matériels et méthode

Matériels :

- Matériels utilisés sur le terrain
- Matériels utilisés aux laboratoires
- Documentation

Méthode :

- Observation du système d'évacuation des eaux usées à Toliara
- Enquêtes auprès de la mairie
- Enquêtes auprès des sociétés (JIRAMA, COPEFRITO, MUREX)
- Collecte d'échantillon des eaux grises
- Analyse des eaux usées au laboratoire

III- Résultats

III-1-cas de la ville de Toliara

- Monographie de la ville de Toliara
- Plan d'urbanisme de la ville
- Nombre de bornes fontaines à Toliara
- Nombre de ménage ayant son propre robinet
- Quantité journalière d'eau utilisée par la population de Toliara
- Système d'évacuation des eaux grises de la ville de Toliara
- Système d'évacuation des eaux usées des sociétés
- Germes contenus dans les eaux grises évacuées
- Réalités sur le système d'évacuation des eaux usées mis en place à Toliara
- Projets réalisés par les partenaires de la commune
- Problèmes du système d'évacuation des eaux grises mis en place
- Conséquences du non existence du prétraitement des eaux grises

- Solution : la phytoépuration
 - Définition
 - Avantages de la phytoépuration
 - Choix du site à épurer
 - Etudes des technologies adaptées
 - Type du lagunage choisi
 - Adaptation liée au profil du site
 - Adaptation liée aux enjeux socio-économiques
 - Plan du site d'épuration
- Choix des plantes épuratrices
 - Caractéristiques de l'espèce des plantes utilisées
 - Raison du choix de l'espèce
 - Lieu de prélèvement de la plante épuratrice
 - Quantité des plantes utilisées

- Études des coûts des installations

IV- Comparaison du système d'évacuation des eaux grises de la ville de Toliara avec celui du village d'Ankililoake

- Monographie du village d'Ankililoake
- Système d'évacuation des eaux grises existant
- Composition des eaux grises
- Problème sur le système d'évacuation des eaux grises existant
- Tableau comparatif

V- Interprétation et discussion

VI- Conclusion et recommandations

VII- Bibliographie

VIII- Annexes

Annexe 2 : questionnaires pour les services techniques de la mairie

f) Eaux pluviales

- 1- Est-ce que vous pouvez décrire brièvement l'historique de la ville de Toliara ?
- 2- Est-ce que vous pouvez donner la monographie de la ville de Toliara ? (nombre d'habitant, activités de la population,...)
- 3- Pouvez-vous montrer le plan de la ville de Toliara ?

- 4- Quels sont vos partenaires pour l'assainissement de la ville ?
- 5- Quels sont les travaux déjà réalisés ?
- 6- Comment avez-vous évacué les eaux de pluie ?
- 7- Quelles sont les causes des problèmes d'évacuation d'eau de pluie qui existent dans la ville de Toliara à chaque période de pluie ? quelles techniques pensez-vous pour résoudre ces problèmes ? quels sont les obstacles ?
- 8- Est-ce que la commune a de budget pour réaliser ces techniques ?
- 9- Avez-vous pensé à une solution moins coûteuse que ce que vous avez dit ?
- 10- Où sont les rues et les quartiers victimes de la stagnation d'eau pluviale à chaque période de pluie ? quelles sont les causes ?
- 11- Est-ce qu'il existe des terrains domaniaux victimes de ce problème ?

g) Eaux grises

- 12- Où évacuez-vous les eaux grises de la ville ?
- 13- Pouvez-vous donner le plan des canaux d'évacuation des eaux grises de Toliara ?
- 14- Est-ce que ces canaux couvrent tous les quartiers ?
- 15- Est-ce qu'ils fonctionnent normalement ? quels sont les problèmes ? quels sont ses causes ?
- 16- Quels sont les problèmes pour l'évacuation des eaux usées ?
- 17- Quelles sont la composition de ces eaux usées ?
- 18- Est-ce qu'il y a de traitement avant le déversement de ces eaux dans la nature ?
- 19- Est-ce vous avez déjà pensé à faire ce traitement des eaux usées ?
- 20- Est-ce la commune a déjà fait des études sur l'analyse des eaux grises de la ville ?
- 21- Quelle est la politique d'assainissement de la ville pour la mairie ?
- 22- Y a-t-il des règlements à suivre avant l'installation d'une maison, hôtel, entreprises (dans le permis de construire)
- 23- Est-ce qu'il y a un terrain pour installer un bassin de phytoépuration pour traiter les eaux usées dans chaque quartier ?

Annexe 3 : questionnaires pour la JIRAMA

- 1- Depuis quand la JIRAMA existe Toliara ?
- 2- Combien de bornes fontaines existent à Toliara ?
- 3- Est-ce que vous avez un plan des bornes fontaines à Toliara ?

- 4- Quel est le nombre des ménages qui ont ses propres robinets ?
- 5- Quel est le volume d'eau consommée par jour de la population de Toliara ?
- 6- Est-ce que vous avez des données sur les pourcentages de différentes utilisations de l'eau de la ville?
- 7- Par rapport au nombre de la population, d'après vous, est ce la population de Toliara gaspille l'eau ?

Annexe 4 : questionnaires pour la COPEFRITO, MUREX, hôtels

- 1- Depuis quand la société existe à Toliara ?
- 2- Quels sont vos domaines d'activités ?
- 3- Dans votre société, à quoi utilisez-vous l'eau ?
- 4- Quel est le volume d'eau que vous consommez par jour ou par mois?
- 5- Comment avez-vous évacuez les eaux usées issues de votre société ?
- 6- Quels sont les produits chimiques que vous utilisez pour le rinçage ?
- 7- Où évacuez-vous ces eaux usées ?
- 8- Est-ce que vous avez déjà analysé ces eaux usées ?
- 9- Est-ce qu'il y a des traitements préalables avant le rejet dans le milieu naturel ?
- 10- Si oui, quel est la technique utilisée ?
- 11- Si non, est ce que vous trouvez des conséquences négatives sur l'inexistence du traitement des eaux venant de votre société ?
- 12- Est ce que vous avez de projet pour traiter les eaux usées ?
- 13- Y a-t-il un emplacement possible dans l'entreprise pour traiter les eaux grises ?