

UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA-

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



Projet de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

Licence

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Aquaculture

Spécialité : Pisciculture saharienne

Thème

Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole

Présenté par : M^{elle} Ben Chehem Meriem

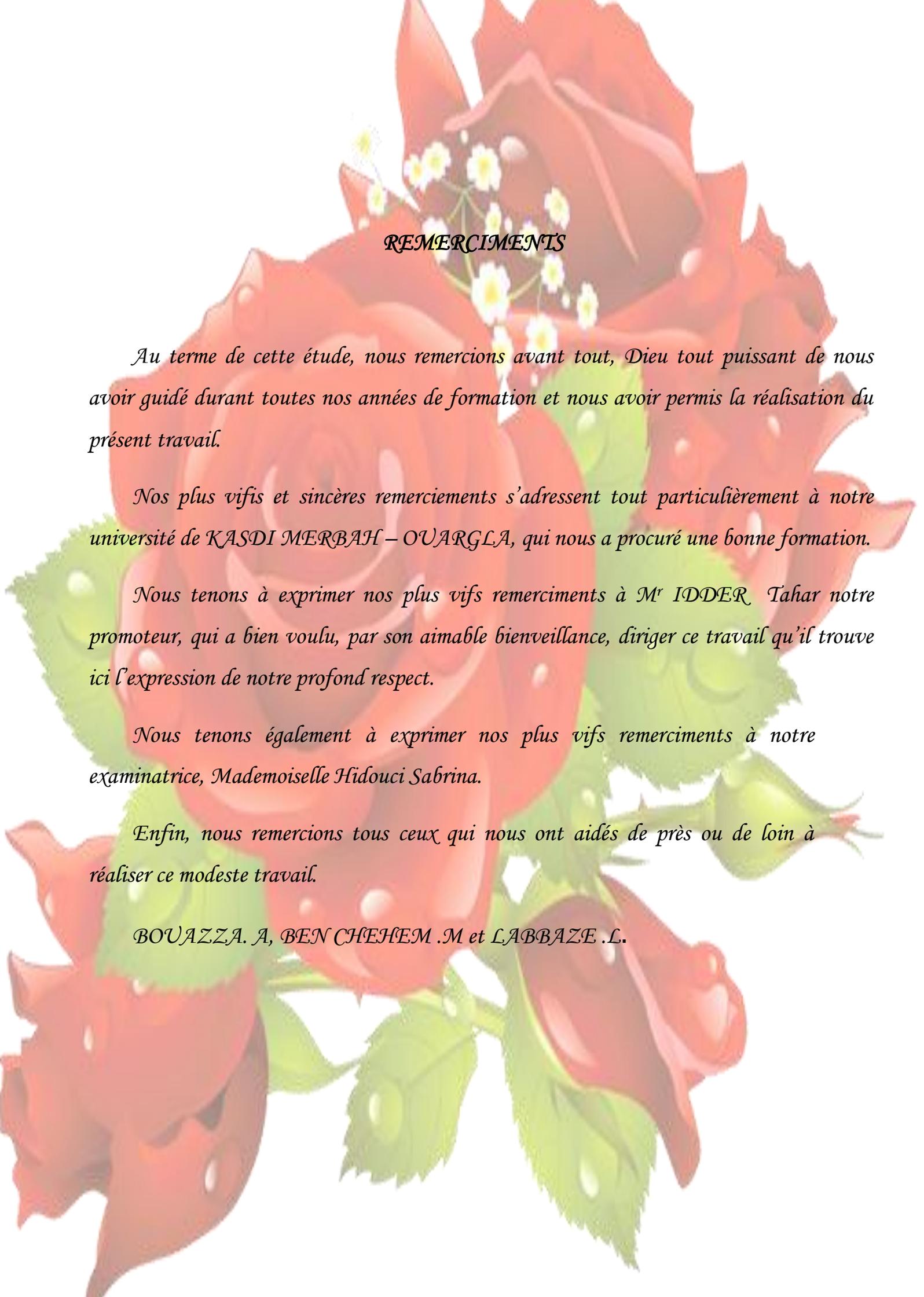
M^{elle} Bouazza Hanane

M^{me} Labbaz Lamia

Encadreur : Mr. Idder Mouhamed el Tahar

Examineur : M^{elle} Hidouci Sabrina

Année Universitaire : 2013/2014



REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, nous remercions avant tout, Dieu tout puissant de nous avoir guidé durant toutes nos années de formation et nous avoir permis la réalisation du présent travail.

Nos plus vifs et sincères remerciements s'adressent tout particulièrement à notre université de KASDI MERBAH – OUARGLA, qui nous a procuré une bonne formation.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à Mr IDDER Tahar notre promoteur, qui a bien voulu, par son aimable bienveillance, diriger ce travail qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

Nous tenons également à exprimer nos plus vifs remerciements à notre examinatrice, Mademoiselle Hidouci Sabrina.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

BOUAZZA. A, BEN CHEHEM .M et LABBAZE .L.

Dédicace

Je remercie tout d'abord le bon dieu tout puissant qui ma donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste aux deux personnes que j'aime le plus dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour et mon dévouement infini.

Ma mère, *Marieme* source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie ;

A mon très cher père, *Ali* l'homme le plus parfait dans le monde, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;

Que dieu les protège et leur réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mon fiancé *Hassini Mohamed lamine*, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A ma grande mère khaira

A mes frères : *Rachid, Hissa, Abd el hamide, Marwane, Mounire, Abd el karime*

A ma sœur : *Razika*

Et mes oncles et mes tantes et a tout la famille *Bouazza* et *Hassini*

A mes amies surtout *Marieme, Lamia, Linda, Fatima, Sara Massouda et Nabila*

A tous mes enseignants

Dédicace

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à mes chers parents et je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

A mon très cher père *Soulaimen*, l'homme le plus parfait dans le monde, mon grand exemple et mon éducateur.

Ma mère *Mabrouka*, source de compassion et de tendresse, exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie .

Mes très chères sœurs : *Souade , Fariha, Nassira, Aicha, Maïssa, Fatima.*

Mes très chers frères: *Ayyache, Mokhtar, Abd el karime, Laghar, Abd el agize*

A toute ma famille surtout ma grande mère *Djemaa* et ma grand père *Ahmed*.

A mon fiancé : *Mohamed El Haddar* qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

Et à mes oncles et mes tantes et à toute la famille *Ben Chehem* et *Garoute* A tous mes enseignants.

A toute la promotion de la pisciculture 2013-2014.

Et à tous ceux que j'aime dans ma vie : *Hanane, Salha, Mabrouka, Halima.*

Dédicace

Je remercie tout d'abord le bon dieu tout puissant qui ma donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste aux deux personnes que j'aime le plus dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour et mon dévouement infini.

Ma mère, *Aicha* source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie ;

A mon très cher père, *Abdel Ouahab* l'homme le plus parfait dans le monde, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;

Que dieu les protège et leur réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mon conjoint : *Benhlal Abdelkader* à mes enfants : *Tasnim Djanat Alsholod et Moutaz billah* qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A mes frères : *Abd alkader, Ahmad, Mohamed Lamin . Bilal.*

A mes sœurs : *Afaf . Aïssma . Ritaj*

Et mes oncles et mes tantes et a tout la famille *Labaz* et *Abbage*

A mes amies surtout *Mariam, Linda, Hanane.*

A tous mes enseignants.

A toute la promotion de la pisciculture 2013 - 2014.

Liste des figures

Figure	Titres	Pages
Fig N°01	Schéma de la station pilote de l'Université de Niamey avec en pointillé la filière Lemna	13
Fig N°02	Evolution de la DBO à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à <i>macrophytes</i> (B18)	15
Fig N°03	Evolution de la température et de l'oxygène dissous à la sortie de la filière à macrophytes (B18)	16
Fig N°04	Evolution de la concentration en NH ₄ à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à macrophytes (B18)	16
Fig N°05	Evolution de la concentration en coliformes fécaux à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à macrophytes (B18)	16
Fig N°06	Evolution du poids récolté dans les bassins à macrophytes	17
Fig N°07	Evolution du poids des Tilapia dans les bassins de pisciculture (S1 et S2)	18

Liste des photographies

Photos	Titres	Pages
Ph N°01	Pesée de Tilapia provenant des bassins S1 et S2	17
Ph N°02	graphie de bassin d'élevage	20

Liste des tableaux

N°	Titres	Page
Tab 01	Rendement épuratoire moyen de la filière Lenma pendant 4 mois de fonctionnement	14
Tab 02	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 24/04/2011	23
Tab 03	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 15/05/2011	23
Tab 04	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 16/03/2011	29
Tab 05	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 23/03/2011	30
Tab 06	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 12/04/2011	30
Tab 07	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 17/04/2011	31
Tab 01	Principaux paramètres physicochimiques à prendre en compte dans un élevage d' <i>O.niloticus</i> (FAO, 2008)	Annexe
Tab 02	Les données initiales des essais d'élevage	Annexe

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
CE	Conductivité électrique
CF	Coliformes Fécaux
CNRDPA	Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture
CT	Coliformes Totaux
DBO₅	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
FAO	Food and Agriculture Organisation.
USA	United States of America
WWG	waste water Gardens

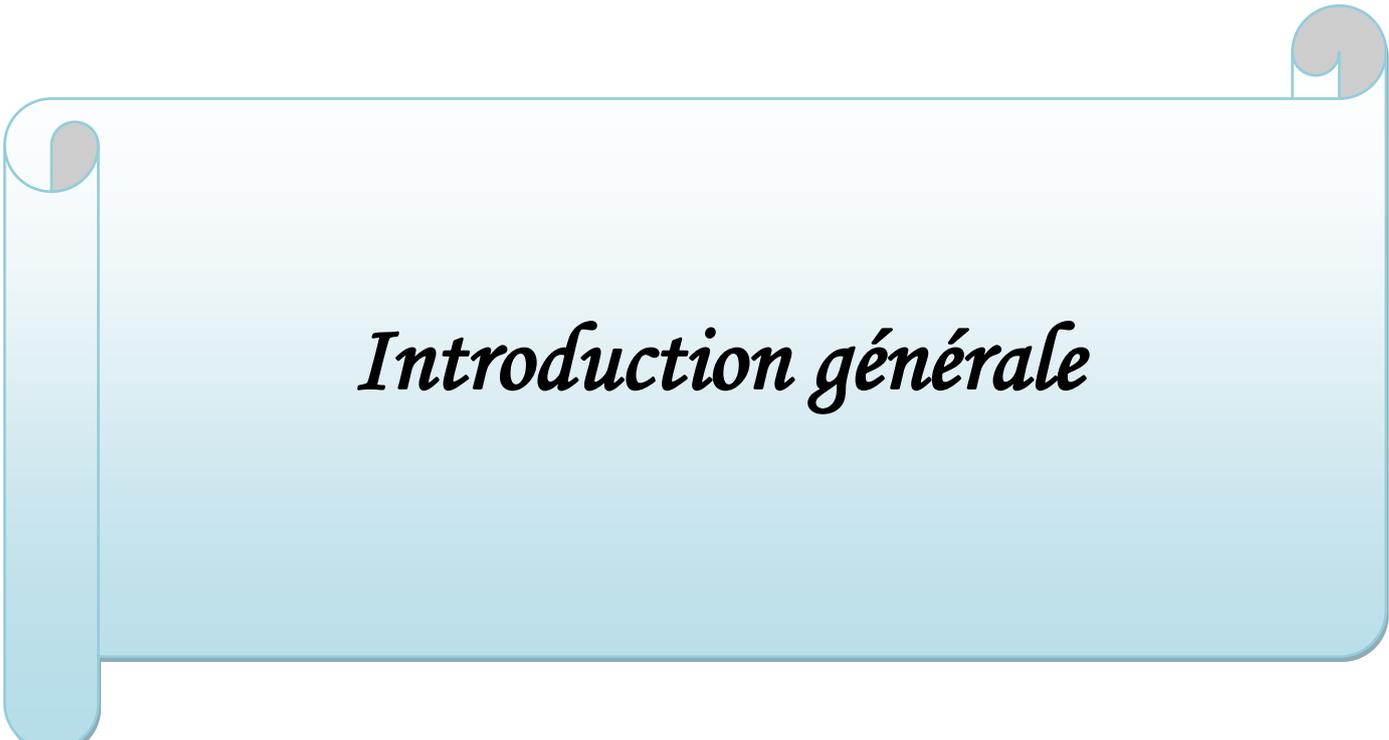
Table de matière

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des photographies	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
<u>CHAPITRE I Généralités sur le traitement et la réutilisation des eaux usées</u>	
I. Les eaux usées	2
I.1. Définition des eaux usées	2
I.2. Origine et composition des eaux usées	2
I.2.1. Eaux usées domestiques	2
I.2.2. Eaux usées industrielles	2
I.2.3. Eaux usées urbaines	2
I.2.4. Eaux de pluviales	3
I.2.5. Eaux usées agricoles	3
I.3. pollution des eaux	3
I.3.2. Définition de la pollution	3
I.2.3. Principaux types de la pollution	4
I.2.3.1. Pollution physique	4
I.2.3.2. Pollution chimique	4
I.2.3.3. Pollution biologique de l'eau	4
I.4. Paramètres de pollution de l'eau	5
I.4.1. Paramètres physico-chimiques	5
I.4.1.1. Température	5
I.4. 1.2. Odeur	5

I.4.1.3. Couleur	5
I.4.1.4. Matières en suspension (M.E.S)	5
I.4.1.5. Débit	5
I.4.1.6. Turbidité	6
I.4.1.7. Ph	6
I.4.1.8. Conductivité	6
I.4.2.9. Oxygène dissous	6
I.4.2.10. Autres éléments	6
a. Azote	6
b. Phosphore	7
c. Métaux lourds	7
I.4.2. Paramètres microbiologiques	7
I.4.2.1. Indicateurs microbiens	7
A. Les coliformes totaux (CT)	7
B. Les coliformes fécaux (CF)	8
C. Les streptocoques fécaux (SF)	8
II. Traitement des eaux usées	8
II.1. Définition	8
II.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement	8
II.3 Rôle des stations d'épuration	9
II.4. Procédés d'épurations des eaux usées	9
III. Possibilités de réutilisation des eaux épurées	9
III. 1. Définition de la réutilisation des eaux	9
III. 2. Domaines de réutilisation des eaux épurées	9
III. 2.1. Réutilisation en aquaculture et pisciculture	9
<u>Chapitre II : Exemples de réutilisation des eaux usées épurées en pisciculture</u>	
Introduction	11
Expérience de l'université de Niamey (Niger) dans le traitement et la réutilisation des eaux épurées en pisciculture	12
Objectif et méthodologie	12
Résultats	14

Conclusion et discussion	18
II. Expérience de réutilisation des eaux épurées par phytoépuration en pisciculture à Témacine	19
II.1. Objectif et méthodologie	19
II.2. Matériel utilisé	19
A. Matériel de terrain	19
B. Matériel de laboratoire	20
C. Matériel biologique	20
II.3. Protocole	21
II.4. Résultats et interprétations concernant l'élevage	23
II.4.1. Premier essai d'élevage le 28/04/2011	23
II.4.2. Second essai d'élevage le 17/05/2011	23
II.4.3. Résultats des essais d'élevage	23
II.4.4. Discussion	24
II.4.4.1. L'oxygène dissous	24
II.4.4.2. Les nitrate	24
II.4.4.3. Les Ortho-phosphates	24
II.4.4.4. La charge bactérienne	24
II.5. Conclusion	25
III. Expérience de réutilisation des eaux épurées par lagunage en pisciculture à Ouargla	26
III.1. Objectif et méthodologie	26
III.2. Matériel utilisé	26
A. Matériel de terrain	26
B. Matériel de laboratoire	26
C. Matériel biologique	27
III.3. Protocole	27
III.4. Résultats et interprétations de l'élevage	29
III.4.1. Premier essai d'élevage du 16/03/2011 au 14/04/2011	29
III.4.1.1 Données initiales de l'expérience : le 16/03/2011	29

III.4.1.2 Résultats de l'expérience 8 jours après le démarrage des essais : le 23/03/2011.	29
III.4.1.3 Résultats de l'expérience 28 jours après le démarrage des essais le 12/04/2011	30
III.4.2. Second essai d'élevage le 17/04/2011	31
III.4.2.1. Données initiales de l'expérience : le 17/04/2011	31
III.4.3. Interprétation	31
III.4.3.1. L'oxygène dissous	32
III.4.3.2. L'ammonium	32
III.4.3.3. Matières en suspension	32
III.4.3.4. Le manque d'alimentation	32
III.4.3.5. le stress et l'adaptation	33
III.4.3.6. Infrastructure d'élevage	33
III.4. Conclusion	34
Conclusion générale	35
Référence	
Annexes	



Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions arides et semi-arides. Elle est très demandée et possède une importance dans la gestion des activités économiques.

La réutilisation des eaux usées peut également prévenir l'eutrophisation et éviter la croissance des algues dans les zones des rejets, mais peut être également une source de pollution avec son contenu en éléments traces organiques et métalliques et en pathogènes (**BELAID, 2010**).

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, l'objectif de notre travail consiste à présenter une synthèse bibliographique sur quelques expériences de réutilisation de l'eau épurée en pisciculture :

- ✓ L'expérience de l'université de Niamey (Niger) dans le traitement et la réutilisation des eaux épurées en pisciculture, réalisée en 2002 par l'ONG Belge AQUADEV en partenariat avec la faculté des sciences de l'université de Niamey.
- ✓ L'expérience de la station Waste Water Garden de Témacine réalisée en 2011 par Gouni Nadia et Hadjaidji Khadidja dans le cadre de la préparation d'un mémoire de fin d'études en aquaculture à l'université de Kasdi Marbah de Ouargla.
- ✓ L'expérience de la station de lagunage aéré de la ville de Ouargla réalisée en 2011 par Hamdi Ayoub et Bettaher Nadja dans le cadre de la préparation d'un mémoire de fin d'études en aquaculture à l'université de Kasdi Marbah de Ouargla.

Chapitre I

Généralités sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

I. Les eaux usées

I.1 Définition des eaux usées

RAMADE (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). **(BAUMONT ET AL, 2004)**.

I.2 Origine et composition des eaux usées

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico –chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles **(RICHARD, 1996)**. Ces eaux proviennent de quatre sources principales:

I.2.1 Les eaux usées domestiques

En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produits d'entretiens ménagers. Elles présentent une bonne biodégradabilité **(MAJOURI et AMOURIA, 2000)**.

Elles sont constituées par :

- Des eaux vannes (eaux de W .C)
- Des eaux ménagères (eaux d'éviers, lavabos, douches, baignoires, appareils ménagères, etc. **(LADJEL ,2006)**).

I.2.2 Les eaux usées industrielles

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences etc), qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution **(KHADRAOUI et TALAB ,2008)**.

I.2.3 Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines sont d'abord formées par un mélange d'eaux usées domestiques et industrielles. Il s'y ajoute une troisième composante formée par les eaux de

CHAPITRE I Généralités sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

pluie et les effluents des installations à caractère collectif (hôpitaux, commerces, etc.) (BOUNTOUX, 1993).

I.2.4 Les eaux usées pluviales

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation.

Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes:

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées,
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs.

I.2.5 Les eaux usées agricoles

Il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraîne des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- ✓ Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants et d'insecticides.
- ✓ En région viticole, apport de sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (RICHARD, 1996).

I.3 Pollution des eaux

I.3.1 Définition de la pollution

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJET, 2006).

I.3.2 Les principaux types de pollutions

I.3.2.1 Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (**BOUZIANI,2000**).

La pollution physique désigne l'autres types de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz (**BOUDJEAL et DJOUDI, 2003**) et la pollution radioactive (**BOUZIANI, 2000**).

I.3.2.2 Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles.

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (**AROUA, 1994**).

Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse (**BOUDEAL et DJOUID, 2003**).

Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories (**AROUA, 1994**).

- ✓ Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- ✓ Les polluants chimiques toxiques.
- ✓ Les pesticides et produits apparentés.
- ✓ Les hydrocarbures.
- ✓ Les détergents.

I.3.2.3. Pollution biologique de l'eau

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes.

L'importance de la pollution dépend également des conditions d'hygiène des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

CHAPITRE I Généralités sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire (THOMAS, 1995).

I.4 Paramètres de pollution de l'eau

I.4.1 Les paramètres physiques chimiques

I.4.1.1 Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (GAUJOUS, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (RODIER ET AL, 2005).

I.4.1.2 Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (LADJEL, 2006).

I.4.1.3 Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (THOMAS, 1995).

I.4.1.4 Matières en suspension (M.E.S)

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (GAID, 1984).

I.4.1.5 Débit

Le principal intérêt de la mesure du débit est le fait qu'il permet de quantifier la pollution rejetée par l'intermédiaire de << l'équivalent habitant >> qui exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour (**LADJEL, 2006**).

I.4.1.6 Turbidité

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en suspension d'origine minérale ou organique (**DEGREMENT, 1989**) In (**SLIMANI, 2003**).

I.4.1.7 pH

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de pH (**RODIER, 1996**).

I.4.1.8 Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (**REJSEK, 2002**).

I.4.1.9 Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (**LADJEL, 2006**).

I.4.1.10 Autres éléments

a. Azote

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) : il constitue la majeure partie de l'azote total. L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte.

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues (**BECHAK ET AL, 1983**).

b. Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine. (**LADJEL et BOUCHEFER ,2004**).

c. Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel. Leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes donc elle perturbe le processus d'épuration biologique (**TCHIOMOGO, 2001**).

I.4.3 Les paramètres microbiologiques

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries et virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel (**ATTAB S ,2011**) (**TARMOUL F ET al, 2007**).

I.4.3.1 Les indicateurs microbiens

On présente les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux:

A. Les coliformes totaux (CT)

Ces coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram(-) non sporulant (**PNUS /OMS ,1977**). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37°C (**RODIER ET AL, 1996**). Ils regroupent les germes *Echrichia*, *Citrbacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (**RODIER ET AL,1996**), (**JOLY et REYNAUD, 2003**).

B. Les coliformes fécaux(CF)

Ce sont des bâtonnets gram(-), aérobies et facultativement anaérobies, non sporulants, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Escherichia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.) (PNUE/OMS, 1977), (RODIER ET AL, 1996) et (JOLY et REYNAUD, 2003).

C. Streptocoques fécaux (SF)

Ces bactéries appartiennent à la famille de stréptococcaceae au genre streptococcus et au groupe sérologique D de Lance Field (Sharpe, 1979).

Ils sont définis comme des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chainettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homoférmementaire avec production de l'acide lactique sans gaz (BERGEY, 1984).

II. Traitement des eaux usées

II.1 Définition

C'est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable (Anonyme, 2004).

II.2 Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matière en suspension ...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, ...etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (cout de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitation, de gestion et d'entretien (BEKKOUCHE et IDANE, 2004).

II.3 Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (BENZAOUI et BOUS, 2009).

II.4 Procédés d'épuration des eaux usées

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré (EMILLIAN, 2004).

III. Possibilités de réutilisation des eaux épurées

III.1 Définition de la réutilisation des eaux

On appelle réutilisation des eaux l'emploi nouveau des « eaux de deuxième main » pour un usage différent de celui de son premier emploi grâce à des actions volontaires.

La réutilisation peut être réalisée de manière directe ou indirecte :

- ✓ La réutilisation directe correspond à l'emploi immédiat des eaux déjà utilisées, après épuration, sans dilution de ces eaux dans le milieu naturel.
- ✓ La réutilisation indirecte correspond à l'emploi, sous forme diluée, des eaux déjà utilisées, après leur rejet et dilution dans le milieu naturel.

III.2 Domaines de réutilisation des eaux épurées

Théoriquement, on peut réutiliser les effluents épurés des villes pour de nombreux usages comme l'agriculture irriguée, les besoins industriels, la réutilisation en zone urbaine, la réutilisation en aquaculture et en pisciculture.

III.2.1 Réutilisation en aquaculture et pisciculture

- ✓ L'utilisation des eaux usées dans les étangs piscicoles est aussi ancienne que l'aquaculture. Cette utilisation nécessite un traitement minimum indispensable (lagunage, épuration classique, prédilution, dilution simultanée). Une deuxième condition, non moins importante, est la sélection exclusive des eaux usées domestiques et rurales afin d'éviter la présence de métaux lourds et autres substances toxiques des rejets industriels.

CHAPITRE I Généralités sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Dans un milieu enrichi, la production piscicole peut être doublée et même triplée sans nourriture additionnelle (**SCHMIDT, 1981**).

- ✓ En France, les épandages se font sur des étangs en eau ; les algues vertes qui colonisent spontanément le milieu aquatique quelque jours après ; leurs activité est élevées aux dépend des conditions climatiques ; les daphnies (*Daphnia magna*) ingèrent de grandes quantités d'algues microscopiques et constituent un aliment pour les poissons.
- ✓ Aux USA ; depuis les années 70, l'utilisation d'eaux usées pour alimenter des bivalves à été testée (**MAM et RYTHER, 1977**) In (**SOLTAN, 2007**).
- ✓ Au Japon, l'*Ulva* (*Ulva lactuca*) placée dans l'effluent de bassin d'élevage intensifs, élimine jusqu'à 85% de l'ammonium (**VANDEMENLEN et GORDIN, 1990**) In (**SOLTAN, 2007**).
- ✓ Au Niger, des expériences d'élevage de *Tilapia* dans des eaux usées traitées par lagunage ont donné des résultats très significatifs en termes de croissance des poissons et de production de biomasse animale (**SEIDL ET AL, 2005**).

Nous allons dans les chapitres suivants présenter une synthèse de quelques expériences concernant la réutilisation des eaux usées en pisciculture.

Chapitre II :
*Exemples de réutilisation des eaux
usées épurées en pisciculture*

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter une synthèse bibliographique sur trois études qui concernent la réutilisation des eaux usées traitées pour l'élevage piscicole. La première a été réalisée, en 2002, à Niamey, au Niger, dans le cadre d'un projet de recherche-action mené en partenariat entre l'ONG belge AQUADEV et la faculté des sciences de l'université Abdou Moumouni de Niamey. Les deux autres, elles ont été réalisées, en 2011, en Algérie, dans le cadre de la préparation de mémoires de fin d'études d'ingénieur en aquaculture à l'université Kasdi Merbah de Ouargla.

I. Expérience de l'Université de Niamey (Niger) dans le traitement et la réutilisation des eaux épurées en pisciculture (2002)

I.1 Objectif et méthodologie

L'objectif principal de cette expérience était de tester à petite échelle, sous conditions africaines, le traitement des eaux usées par lagunage à macrophytes utilisant la Lentille d'eau. L'objectif était double : évaluer le rendement épuration d'un système produisant de la biomasse en vue de son utilisation directe dans la pisciculture.

La mise en place d'un tel système a été inspirée par les expériences antérieures de CENHICA à Guyaba (**SANTIAGO, 1997**), le travail de la Banque Mondiale (**SKILLICOM et al 1993**) dans le domaine de l'aquaculture et le manuel du lagunage à macrophytes d'Yves **CHARBONNEL (1989)**, en suivant les lignes guides soutenues par **ORON (1994)** et **l'UNEP (1997)**.

L'université de Niamey possède depuis 1998 une nouvelle station pilote pour le traitement des eaux usées domestiques par lagunage (figure 1). Celle-ci possède 6 filières dont chacune est composée de 3 bassins trapézoïdaux de 14 m², d'un mètre de profondeur et d'un volume d'environ 7m³ (**IDDER et al, 2000**).

Le traitement par Lentille d'eau a été étudié durant quatre mois, de février au mai 2002, dans un ensemble de 6 bassins en série. Les 3 premiers utilisaient les microphytes (B13 à B15) et les 3 derniers étaient couverts de macrophytes (B16 à B18, figure1). L'ensemble de la filière (bassin B13 à B18) recevait environ 3 m³/jour d'eaux usées du campus universitaire en 3 bâchées journalières (7h00, 12h00, 19h00).

Pour estimer le rendement du traitement, des échantillons d'eau ont été prélevés à l'entrée du bassin B15 et B18, environ 10 minutes après le début de l'écoulement avec une fréquence hebdomadaire (vendredi) durant 4 mois. Les mesures des paramètres classiques de qualité, ont été estimées selon les protocoles AFNOR ou ISO.

Les macrophytes utilisés sont de la famille des lemnacées habituellement appelés Lentille d'eau et ont été collectés pour l'ensemencement dans un bassin proche, également recevant les eaux usées où ils poussaient naturellement. La production primaire a été estimée tout au long de l'exploitation, d'une part pour pouvoir optimiser la production et d'autre part pour pouvoir établir un bilan financier.

Chapitre II Exemples de réutilisation des eaux usées épurées en pisciculture

La récolte de la biomasse s'effectuait, manuellement 3 fois par semaine (mardi, jeudi et samedi), en récoltant entre un tiers et la moitié de la surface du bassin. Après ré-étalage de la fraction restante, la nouvelle densité de départ était estimée. L'ensemble de la biomasse récoltée était pesée pour obtenir le poids humide, une partie était utilisée pour l'estimation de la matière sèche et la partie restante pour l'alimentation de tilapia. La détermination des teneurs en N après séchage des lemnaées se faisait en utilisant la méthode ISO pour l'azote Kjeldahl.

Une des formes de valorisation directe des macrophytes récoltés est la pisciculture (ALACRTS, 1996 ; SKILLICORN, 1993). Les poissons forment un produit avec une valeur ajoutée beaucoup plus élevée que les macrophytes eux-mêmes. La station pilote de Niamey possède deux bassins P et S peuplés de poissons Tilapia. Le bassin S, avec une superficie d'environ 30 m² et une profondeur de 50cm, a été divisé en deux parties (S1 et S2) par un grillage en matière plastique etensemencé avec des alevins de Tilapia provenant du fleuve Niger d'une taille moyenne de l'ordre de 10cm (12g). La densité initiale était approximativement de 5 à 6 individus le m² (70g/m²).

Dans la partie S1, les poissons n'étaient pas nourris, tandis que dans la partie S2, les Tilapia étaient nourris avec un mélange des Lemnacées récoltées sur les bassins B16 au B18. L'alimentation, de l'ordre de 500 grammes de lentille fraîche par jour et par kilo de poisson (SKILLICORN, 1993), est consommée en quelques heures. Dans les deux cas, les poissons peuvent se nourrir de détritux provenant de sédiments.

Légende :

B0 : Cuve d'homogénéisation

B13 à B18 : Filière Lemna

B13 à B15 : Bassin microphytes

B16 à B18 : Bassin macrophytes

S : Bassin avec Tilapia

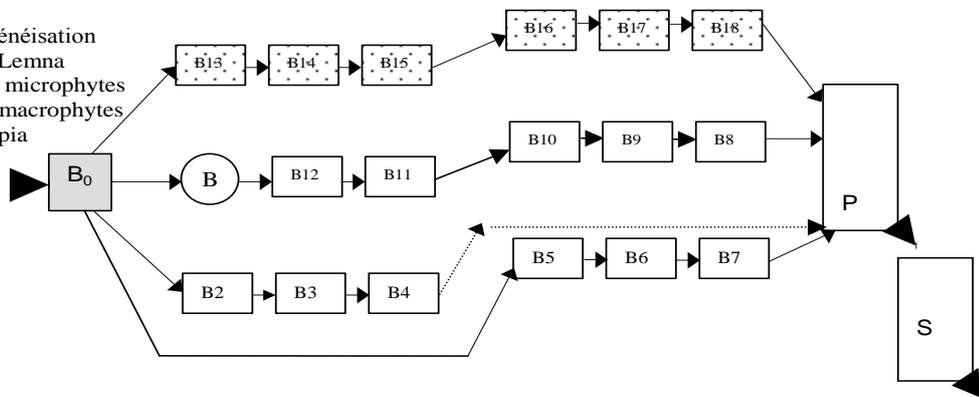


Figure 01 : Schéma de la station pilote de l'Université de Niamey avec en pointillé la filière Lemna.

Chapitre II Exemples de réutilisation des eaux usées épurées en pisciculture

I.2 Résultats

Les rendements épuratoires de la station pilote de l'université de Niamey sont présentés dans le tableau 01.

Tableau 01 : Rendement épuratoire moyen de la filière Lenma pendant 4 mois de fonctionnement

Paramètre	MES	DBO-f	NH ₄ -tot	PO ₄	Pathogènes	
	mg /l	mg /l	mg /l	mg /l	Strepto	Coli
Entrée (BO)	238	312	45,7	3,91	2,5E+06	5,7E+07
Sortie (B18)	99 ,6	43,6	12 ,8	0,70	1,1E+03	9,8E+03
Rendement	64%	74%	69%	80%	> 99,95%	

On s'aperçoit que le système a besoin au moins d'un mois pour se stabiliser. On peut signaler un bloom algal printanier qui s'est traduit par une augmentation du flux de la DBO brute et de la partie microphytes vers la partie macrophytes (figure 2) au mois de mars.

Pendant la période d'expérimentation, de février à mai, la température maximale journalière de l'eau a augmenté progressivement de 25°C à 35°C (figure 3). Cette augmentation a, d'une part, provoqué une amplification de la production de l'ammonium (figure 4), mais a d'autre part probablement freiné la croissance des macrophytes (figure 6). L'optimum de croissance des lemnacées se situe autour de 30-32°C. Des températures plus élevées induisent ensuite un déclin rapide (IQBAL, 2001). Des expériences similaires menées à CINARA en Colombie (communication, personnelle) ont montré une faible résistance des lemnacées pour des teneurs en ammonium de plus de 30mg/l. La combinaison de ces deux facteurs (température et NH₄) a fait chuter la culture de la Lentille à la fin de l'expérience.

Malgré l'évolution de la température, l'abattement des pathogènes restait excellent. Dans la figure 5, on voit l'effet purificateur du soleil dans les bassins à microphytes, qui se traduit par un abattement de l'ordre de 3 unités logarithmiques. On peut constater aussi l'influence positive de la couverture de la lentille d'eau par un abattement moins fort, mais significatif d'environ une unité logarithmique.

Remarque

Bo représente les eaux usées brutes, B15 est la sortie des bassins à microphytes, tandis que B18 correspond à la sortie des bassins à macrophytes à la fin de la filière. La ligne verticale indique la phase d'équilibrage hydraulique du système égale au moins à $t_0+t_{\text{séjour}}$ et correspond au 24 février. Le graphique de la température du B18, montre la date de la limitation théorique de limitation théorique de la croissance par la température (flèches)

La figure 6 montre la production cumulée de lentille d'eau dans des différents bassins. On aperçoit que la productivité ne varie pas significativement d'un bassin à l'autre. La densité des lentilles d'eau était maintenue à peu près identique, sur tous les bassins autour de 230g/m^2 . La composition de la lentille d'eau varie avec le teneur en azote et a tendance à diminuer vers la fin de la filière. Ces résultats doivent cependant être confirmés ultérieurement.

La croissance de Tilapia ($1,5\text{g/m}^2/\text{j}$) est plus rapide dans le bassin S2 alimenté par les lentilles d'eau (figure 7). Les poissons prennent plus rapidement du poids et se reproduisent mieux que la population témoin du bassin S1. L'aquaculture est le moyen le plus simple pour transformer la lentille d'eau. Les plantes n'ont pas besoin d'être stockées ni d'être transformées. Selon l'OMS les poissons élevés de cette manière ne présentent pas d'inconvénients pour la consommation humaine si, avant la consommation, ils se sont purifiés dans de l'eau propre.

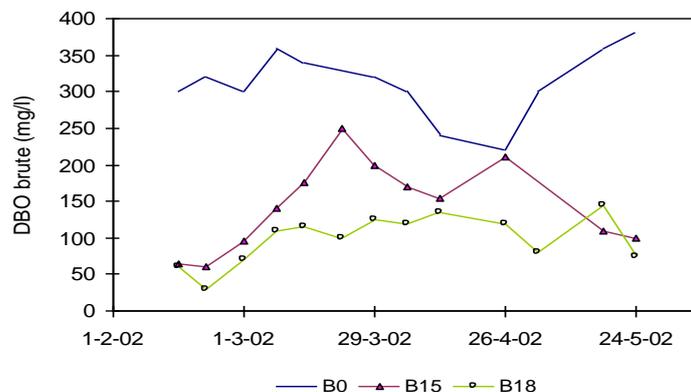


Figure 02 : Evolution de la DBO à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à macrophytes (B18).

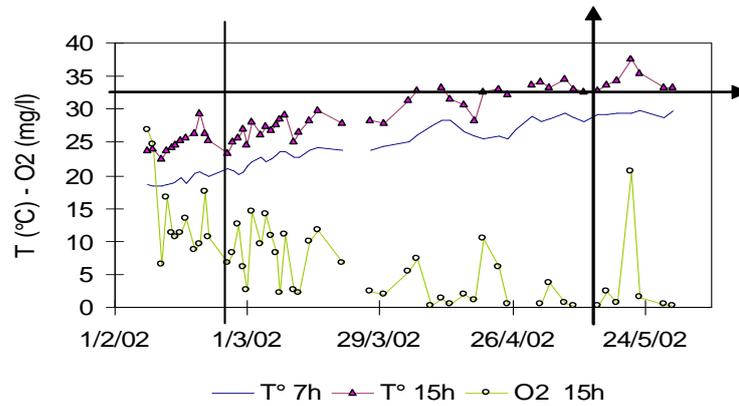


Figure 03 : Evolution de la température et de l'oxygène dissous à la sortie de la filière à macrophytes (B18).

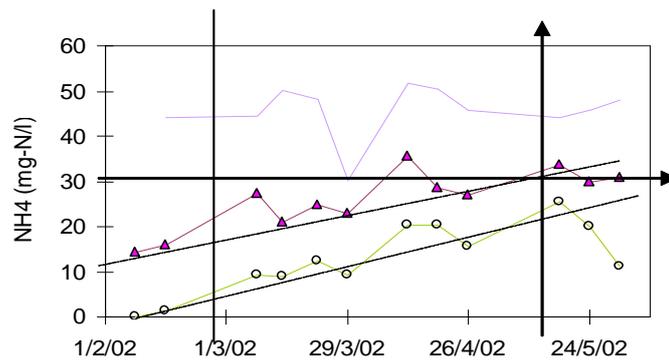


Figure 04 : Evolution de la concentration en NH4 à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à macrophytes (B18).

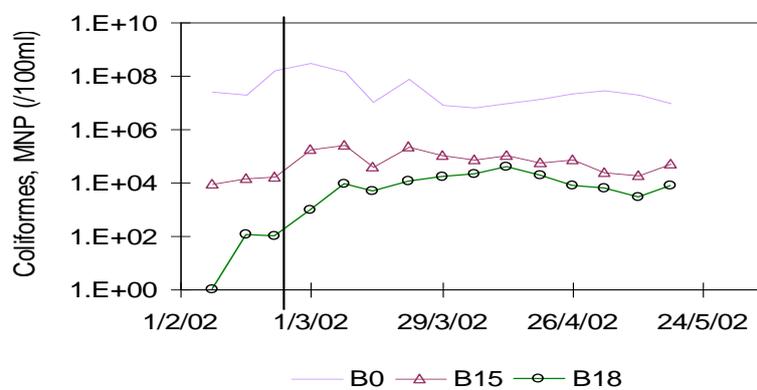


Figure 05: Evolution de la concentration en coliformes fécaux à la sortie de la filière à microphytes (B15) et la filière à macrophytes (B18).

Remarque

Bo représente les eaux usées brutes, B15 est la sortie des bassins à microphytes, tandis que B18 correspond à la sortie des bassins à macrophytes à la fin de la filière. La ligne verticale indique la phase d'équilibrage hydraulique du système égale au moins à $t_0+t_{\text{séjour}}$ et correspond au 24 février. Le graphique de la température du B18, montre la date de la limitation théorique de la croissance par la température (flèches).

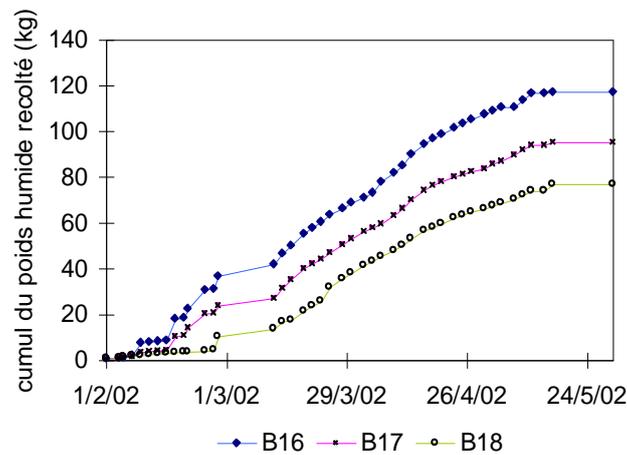


Figure 06 : Evolution du poids récolté dans les bassins à macrophytes.



Photo 1 : Pesée de Tilapia provenant des bassins S1 et S2

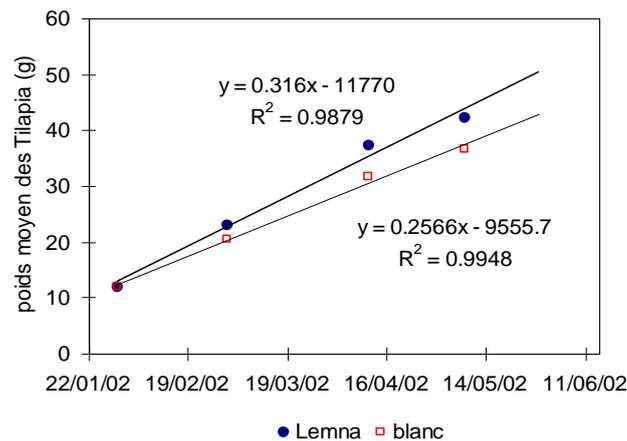


Figure 07 : Evolution du poids des Tilapia dans les bassins de pisciculture (S1 et S2).

I.3 Conclusion et discussion

Les premiers résultats de cette expérience ont de montré la faisabilité du traitement des eaux usées dans un système d'agriculture urbaine. Le système de lagunage dans la région atteint un très bon niveau d'abattement microbien. L'effluent à la sortie de la filière atteint la norme de l'OSM pour la réutilisation des effluents en agriculture. Cependant pour obtenir une teneur plus faible en azote et en carbone à la sortie, il devrait être envisagé de choisir une charge plus faible et un temps de séjour plus élevé. Les teneurs élevées en azote ammoniacal limitent la croissance des macrophytes et diminuent les possibilités de la réutilisation des effluents notamment dans la pisciculture. Pour une bonne gestion des systèmes de traitement par macrophytes, la surveillance de la température et de l'ammonium est indispensable pour ne pas dépasser les limites de tolérance de l'espèce utilisée.

Les macrophytes jouent un rôle important dans l'élimination des nutriments comme l'azote et le phosphore, environ 20% de l'azote dissous entrant le système à macrophytes a été immobilisé et extrait avec la récolte. La production de biomasse obtenue est comparable à celle décrite dans la littérature, elle représente environ 700Kg/ha/j de poids frais pour la station de Niamey. Grace à sa haute valeur nutritionnelle, la lentille représente une forte valeur marchande. Au prix de 50 CFA/kilo ceci générer des revenus de l'ordre de 500.000 CFA/mois pour une station de 5milles habitants raccordés, un stimulant fort pour l'exploitation d'un tel système.

II. Expérience de réutilisation des eaux épurées par phytoépuration en pisciculture à Témacine (2011).

II.1 Objectif et méthodologie

L'objectif recherché a été l'évaluation des possibilités de valorisation des eaux usées épurées par le système WWG (Waste water a Garden) pour l'élevage de *tilapia nilotica*. L'expérience a consisté au suivi de la croissance dans le temps (taille et poids) de 22 individus lors de deux essais. Ces individus ont été choisis au stade d'alvins avec un poids moyen de 15,90 g (tableau 02 annexe) afin de faciliter l'opération de suivi et d'éviter la reproduction de l'espèce. Ces alvins proviennent du CNRDPA (Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et d'aquaculture) et de l'exploitation Monsieur Ben karrane située à Hassi ben abdallah grâce à l'aide de la Direction Régionale de pêche de Ouargla. Les poissons ont été ensuite transférés vers le bassin de pisciculture à l'aide d'un sac en matière plastique afin de passer à l'étape d'élevage. L'évaluation du poids initial des poissons a été réalisée à l'aide d'une balance et les tailles ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée.

II.2 Matériel utilisé

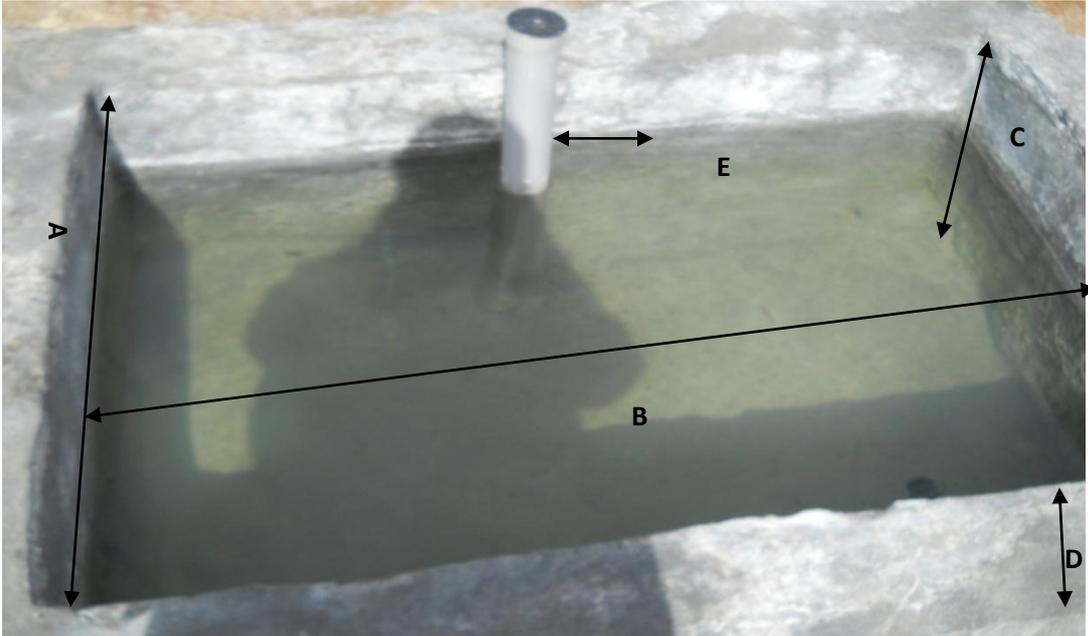
Pour réaliser ce travail ils le matériel utilisé est le suivant :

A. Matériel de terrain

➤ Bassin d'élevage

Ils ont construit un bassin pour réaliser l'élevage des poissons (*tilapia nilotica*). Ce bassin possède les caractéristiques suivantes :

- ✓ Forme rectangulaire,
- ✓ Longueur = 1,20m, largeur = 82cm et profondeur = 60cm,
- ✓ Matériaux de construction : béton muni de deux tubes en PVC, l'un pour l'entrée d'eau et l'autre pour sortie,
- ✓ Système de circulation d'eau ouvert, c'est-à-dire l'entrée et la sortie de l'eau se font en continue. Le tube d'entrée est équipé d'un robinet permettant le réglage du volume d'eau qui arrive au bassin (figure 02).



A : largeur C : profondeur E : sortie d'eau
B : longueur D : l'entrée de l'eau

Figure N°02 : Photographie de bassin d'élevage

➤ Filet de pêche

Pour confectionner le filet de pêche, utilisé un filet de mailles fines et un tube en fer de forme circulaire. Ce filet a été utilisé pour la pêche des poissons afin de réaliser les mesures biométriques de l'espèce.

B. Matériel de laboratoire

- Une Balance électrique
- Une règle graduée
- Un seau

C. Matériel biologique

- Poissons (*Oreochromis niloticus*)

II.3 Protocole



Remplissage du bassin



Bassin de pisciculture constuit en béton

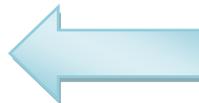
Bassin rempli d'eau épurée



Mise des poissons dans le bassin



Libération des poissons



Phase d'acclimation des poissons

Chapitre II Exemples de réutilisation des eaux usées épurées en pisciculture



**Réalisation des mesures
biométriques de
l'espèce**



***Remise des poissons
dans le bassin***



II.4 Résultats et interprétations concernant l'élevage

II.4.1 Premier essai d'élevage, le : 28/04/2011

A l'état initial, les alevins mis en bassin avaient les caractéristiques suivantes :

- Poids moyen : 15,90 g.
- Taille moyenne : 8,22 cm.
- Les caractéristiques de l'eau, à 09h :30, 4 jours avant le démarrage de l'élevage, sont résumées dans le tableau 02 :

Tableau N° 02 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 24/04/2011.

24/04/2011	T (°C)	O₂	MES	DCO	DBO₅	NO₂⁻	NO₃⁻	pH	PO₄⁻³	CE	S‰
	24,10	1,13	/	/	12	0,045	2,5	7	6,5	2,95	1,8

II.4.2 Second essai d'élevage, le : 17/05/2011

A l'état initial, les alevins mis en bassin avaient les caractéristiques suivantes :

- Poids moyen : 11,11 g.
- Taille moyenne : 8,30cm.
- Les caractéristiques de l'eau, à 08h, 2 jours avant le démarrage de l'élevage sont résumées dans le tableau03 :

Tableau N°0 3: Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 15/05/2011.

15/05/2011	T (°C)	O₂	MES	DCO	DBO₅	NO₂⁻	NO₃⁻	pH	PO₄⁻³	Ce	S‰
1	27,4	0,96	/	/	/	0,029	3,5	/	4,90	3,05	1,6

II.4.3 Résultats des essais d'élevages

Ils ont constaté une mortalité totale des poissons lors des deux essais d'élevage.

En se conformant aux indications du tableau 01 annexe, ils remarquent que les paramètres physico-chimiques de l'eau ne sont pas acceptables par rapport aux limites de tolérance de

l'*Oreochromis niloticus* indiquées, en particulier en ce qui concerne le NO₃ et l'O₂. En plus, selon **Arrignon (1998)**, la valeur de tolérance de l'*Oreochromis niloticus* aux ortho-phosphates (<0,4mg/l), or, ils remarquent que ce paramètre est toujours dépassé dans les eaux d'élevage.

II.4.4 Discussion

II.4.4.1 L'oxygène dissous

La très faible valeur de l'oxygène dissous de l'eau traitée lors des deux essais (1,13 mg/l et 0,96 mg/l) et généralement durant toute la durée de l'expérience, seraient la cause principale de la mortalité des alevins introduits dans le bassin d'élevage.

II.4.4.2 Les nitrates

Les très fortes concentrations en NO₃ des eaux peuvent se révéler toxiques sur le long terme pour la faune piscicole d'eau douce. En plus, ces fortes concentrations peuvent engendrer des phénomènes d'eutrophisation qui peuvent, à leur tour, être néfastes pour la vie piscicole.

II.4.4.3 Les Ortho-phosphates

Ils remarquent que la teneur en l'ortho-phosphates est plus de dix fois supérieure à la valeur limite tolérée par *tilipia niloticas*. Cette teneur élevée peut, comme dans le cas des nitrates, provoquer des phénomènes d'eutrophisation.

II.4.4.4 La charge bactérienne

Le nombre d'agents bactériens très élevé qui subsiste dans les eaux traitées peut à son tour être à l'origine d'un déséquilibre de la vie aquatique.

II.5 Conclusion

La réutilisation des eaux traitées pour l'élevage de tilapia pourrait présenter une solution intéressante sur le plan économique et tout à fait envisageable dans le contexte saharien, compte tenu du fait que toutes les ressources en eau destinées aux besoins humains sont d'origine fossile, alors que les ressources en eau de seconde main sont abondamment disponibles. Cependant, les résultats d'expériences et observations préliminaires sur l'élevage de Tilapia dans les eaux épurées par le système WWG, montrent des limites dont les causes sont présentées dans les paragraphes précédents.

III. Expérience de réutilisation des eaux épurées par lagunage en pisciculture à Ouargla (2011).

III.1 Objectif et méthodologie

L'objectif recherché était l'évaluation des possibilités de valorisation des eaux usées épurées par lagunage aéré pour l'élevage de tilapia nilotica cette expérience a été réalisée à la station de lagunage aéré de la ville de Ouargla. L'étude a consisté au suivi de croissance dans le temps (taille et poids) de 23 individus lors du premier essai (du 16/03/2011 au 14/04/2011) et de 30 individus lors du second essai le 17/04/2011. Ces individus ont été choisis au stade d'alvins avec un poids moyen de 11.35g afin de faciliter l'opération de suivi et d'éviter la reproduction de l'espèce.

Ces alvins proviennent du centre de l'aquaculture (CNRDPA) de Hassi ben abdallah. Les poissons ont été ensuite transférés vers le bassin de finition de la station de lagunage à l'aide d'un seau afin de passer à l'étape d'élevage qui a été effectuée dans une cage fabriquée avec des tubes en PVC d'un volume égale à 2m³. Cette cage a été recouverte d'un filet de 8 mm de diamètre afin d'éviter la fuite des poissons et a été ensuite placée à l'aide d'une embarcation dans le bassin de finition (voir le protocole présenté ci-dessous). Le suivi du poids des poissons a été évalué à l'aide d'une balance de précision et les tailles ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée.

III.2 Matériel utilisé

Pour réaliser ce travail ils ont utilisé le matériel suivant :

A. Matériel de terrain

- Une Cage de 2 m³ de volume
- Un Filet de mailles égales à 8 mm
- Le bassin de finition de lagunage 4.1 ha de superficie et de 74027 m³ de volume.
- Une embarcation.

B. Matériel de laboratoire

- Un Balance de précision
- Une règle graduée
- Un Becher
- Un seau

C. Matériel biologique

➤ Poissons (*Oreochromis niloticus*)

II.3 Protocole

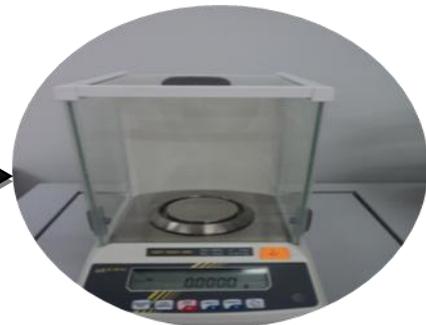
1- Prélèvement et sélection des alvins au CNRDPA et leur transport vers la STEP



2- Transfert des alevins vers le béccher



3- Mesures biométriques initiales (mesure de la taille et du poids)



4- Mise de la cage contenant les poissons dans le bassin de



Suivi des paramètres biométriques

5- Prélèvement des alvins pour mesures



6- Transport des alvins au laboratoire pour mesures



7- Réalisation des mesures biométriques de l'espèce au laboratoire



III.4 Résultats et interprétations de l'élevage

III.4.1 Premier essai d'élevage : du 16/03/2011 au 14/04/2011

III.4.1.1 Données initiales de l'expérience : le 16/03/2011

A l'état initial, les alevins mis en cage dans le bassin de finition avaient les caractéristiques suivantes :

- Poids moyen: 11.35 g.
- Taille moyenne: 8.38 cm.
- Les caractéristiques de l'eau, à 08h: 30, le jour de démarrage de l'élevage sont résumées dans le tableau 04

Tableau N° 4: Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 16/03/2011.

Le 16 mars 2011	T°C	PH	CE μS/cm	S g/l	O ₂ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	DCO mg/l	DBO ₅ mg/l	MES mg/l
	18.3	7.79	9980	5.6	5.08	2.43	0.3	2.50	72.92	90.48	20	50

En se conformant aux indications du tableau 01 annexe, ils remarquent que ces paramètres physico-chimiques sont acceptables par rapport aux limites de tolérance de l'*Oreochromis niloticus* indiquées dans ce tableau.

III.4.1.2 Résultats de l'expérience 8 jours après le démarrage des essais : le 23/03/2011.

A cette date, ils ont obtenu les résultats et fait les constats suivants :

- Une croissance importante des alvins:
 - Leur poids moyens est passé 12.46 g, à ce qui représente un gain moyen en poids d'environ 10 %.
 - Leur taille moyenne est passée à de 9.3 cm, soit un gain moyen en taille d'environ 11%
- Une colonisation de la partie supérieure de la cage par une couche d'algues vertes.

Chapitre II Exemples de réutilisation des eaux usées épurées en pisciculture

- Les caractéristiques de l'eau, à 08h:30, sont présentées dans le tableau N°04 ci-dessous :

Tableau N° 5 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 23/03/2011

Le	T°C	PH	CE	S g/l	O ₂	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻	NH ₄ ⁺	DCO	DBO ₅	MES
23			μS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
mars	17.6	7.9	10150	5.7	6.47	/	/	/	/	86.29	20	/
2011		9										

Ils constatent que ces paramètres physico-chimiques sont acceptables en comparaison avec limites de tolérance de *Oreochromis niloticus* indiquées dans le tableau 01 annexe.

D'autre part, la présence d'éléments nutritifs véhiculés par les eaux usées constitue un aliment nutritif naturel pour les tilapias qui aide à la prolifération du phytoplancton. En outre, ce maillon de la chaîne alimentaire produit de l'oxygène et constitue une source d'alimentation pour le zooplancton et certains poissons (HEPHER, 1962).

III.4.1.3 Résultats de l'expérience 28 jours après le démarrage des essais : le 12/04/2011

Après 28 jours du démarrage de l'expérience, ils ont observé :

- Une mortalité totale des poissons,
- Une disparition totale la couche algues ayant colonisé la cage d'élevage,
- Une déformation importante de structure de la cage sous l'action des mouvements hydrodynamiques des eaux,
- Les caractéristiques de l'eau ce jour, à 08h :30, sont résumées dans le tableau 06:

Tableau N° 6 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 12/04/2011

Le12	T°C	PH	CE	S	O ₂	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻	NH ₄ ⁺	DCO	DBO ₅	MES
avril			μS/cm	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2011	21.9	7.5	10410	5.9	2.02	1.10	0.10	2.02	37.14	84.51	24	/
		3				4	3					

III.4.2 Second essai d'élevage le 17/04/2011

III.4.2.1 Données initiales de l'expérience : le 17/04/2011

A l'état initial, les alevins mis en cage dans le bassin de finition avaient les caractéristiques suivantes :

- Poids moyen: 9.38 g.
- Taille moyenne: 8.26 cm.
- Les caractéristiques des l'eau, à 08h: 30, le jour de démarrage de ce second essai
- d'élevage sont résumées dans le tableau 07 :

Tableau N° 7 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau le 17/04/2011

Le	T°C	PH	CE	S g/l	O ₂ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	DCO mg/l	DBO ₅ mg/l	MES mg/l
17 avril 2011	20.5	7.73	μS/cm 10410	5.9	3.49	1.78	0.27	2.92	48.33	71.83	26	90

Ces paramètres physico-chimiques paraissent acceptables par rapport aux limites de tolérance de l'*Oréochromus niloticus* indiquées dans le tableau 01 annexe,

Cette seconde expérience a été malheureusement interrompue à cause des difficultés pratiques aux quelles ils étaient confrontés (difficultés de réalisation des mesures biométriques).

III.4.3 Interprétation

Malgré la survie et la croissance remarquable des tilapias constatés lors du premier essai dans les eaux épurées, leur mortalité, après trois semaines du début de l'expérience, peut être expliquée par l'interférence de plusieurs facteurs qui sont aussi bien dus à la qualité du milieu qu'aux infrastructures dans les quelles ils avaient effectué l'élevage (difficulté de maîtrise des paramètres d'élevage en cage dans un bassin aussi vaste que le bassin de maturation). Ces facteurs sont résumés ci-dessous.

III.4.3.1 L'oxygène dissous

La diminution du taux d'oxygène dissous de l'eau qui a atteint 2.04 mg/l serait principalement due à un arrêt des aérateurs artificiels dans les bassins d'aération. Par ailleurs, même si la concentration en oxygène dissous peut s'élever durant la journée grâce à l'activité photosynthétique, c'est pendant la nuit et surtout juste avant le lever du soleil que les déficiences en oxygène peuvent être les plus manifestes.

III.4.3.2 L'ammonium

Les très fortes concentrations en NH_4^+ des eaux peuvent se révéler toxiques sur le long terme pour la faune piscicole d'eau douce. N'est pas seulement la forme ammoniacque ionisée (NH_4^+) qui est la plus dangereuse, mais c'est surtout la forme ammoniacque non ionisée NH_3 qui constitue le plus grand danger dont la proportion dépend du pH et la température (**RODIER, 2005**). La tolérance de tilapia à NH_3 doit être < 0.5 mg/l. Au-delà, une affection des branchies et une mortalité. (**KESTEMONT, 1989**). Dans sont cas, la concentration en NH_3 a été estimée à 1.55mg/l en début d'expérience (Premier essai d'élevage) et à 0.56 mg/l en début du second essai d'élevage, ce calculé d'après la formule suivante

$$\text{NH}_3 = \text{NH}_4 \times \frac{1}{1+10^{(10-\text{pH}-0,03t)}}$$

III.4.3.3 Matières en suspension

La présence en excès des matières en suspension agit sur la respiration du poisson du fait du colmatage des branchies qui vont empêcher l'accès de l'eau oxygénée... (**RODIER ,2005**). Dans les conditions de sont expérience, le taux des MES a atteint la valeur de 90 mg/l à certains périodes.

Des teneurs élevées en MES peuvent également empêcher la pénétration de la lumière, la diminution de l'oxygène dissous et la compromission du développement des œufs

III.4.3.4 Le manque d'alimentation

La disparition totale des algues ayant colonisé la cage d'élevage pourrait éventuellement témoigner d'un manque d'alimentation pour les poissons, en particulier

après avoir subi leur première phase de croissance. Le manque de ressources alimentaires peut en effet présenter un facteur limitant ayant contribué à la mortalité des poissons.

III.4.3.5 Le stress et l'adaptation

Le bassin de finition représente un milieu dont les caractéristiques sont très différentes pour les poissons par rapport à leur milieu d'origine. Cette différence a pu provoquer un stress et une mauvaise adaptation des poissons à leur nouveau milieu.

III.4.3.6 Infrastructures d'élevage

L'élevage de tilapia, à l'échelle expérimentale, dans une cage flottante placée dans un bassin aussi vaste que le bassin de finition (4.1 Hectares) présente un certain nombre d'inconvénients qui ont compliqué les opérations de suivi de la croissance des poissons et qui ont vraisemblablement contribué, conjointement avec les facteurs abiotiques mentionnés ci-dessus, à la non résistance et à la mortalité des poissons . Parmi ces inconvénients, ils peuvent citer :

- La difficulté d'accès à la cage flottante rend très difficile l'observation en continue du comportement des poissons et le contrôle de leur état sanitaire, ainsi que la réalisation des mesures biométriques.
- Le non résistance de la cage d'élevage, à long terme, aux grandes pressions exercées par les mouvements hydrodynamique des eaux, chose qu'ils avaient remarquée à la fin de son expérience.
- L'élevage dans le bassin de finition est totalement dépendant des conditions de traitement et de fonctionnement des bassins qui se trouvent en amont. A titre d'exemple, un arrêt ou un dysfonctionnement des aérateurs provoque la mortalité des poissons, comme il a été vraisemblablement le cas au cours de son expérience.
- L'élevage de poissons dans le bassin de finition entraîne une augmentation de la pollution des eaux traitées. Un bassin de finition, a au contraire, pour vocation de réduire le taux de pollution résiduelle.

III.5 Conclusion

La réutilisation des eaux traitées pour l'élevage de tilapia pourrait présenter une solution intéressante sur le plan économique et tout à fait envisageable dans le contexte saharien, compte tenu du fait que toutes les ressources en eau destinées aux besoins humains sont d'origine fossile, alors que les ressources en eau de seconde main sont abondamment disponibles. Les résultats de ces expériences et les observations préliminaires ont en revanche mis en évidence certaines recommandations dont la prise en compte, aussi bien sur le plan expérimental qu'opérationnel, est indispensable.



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

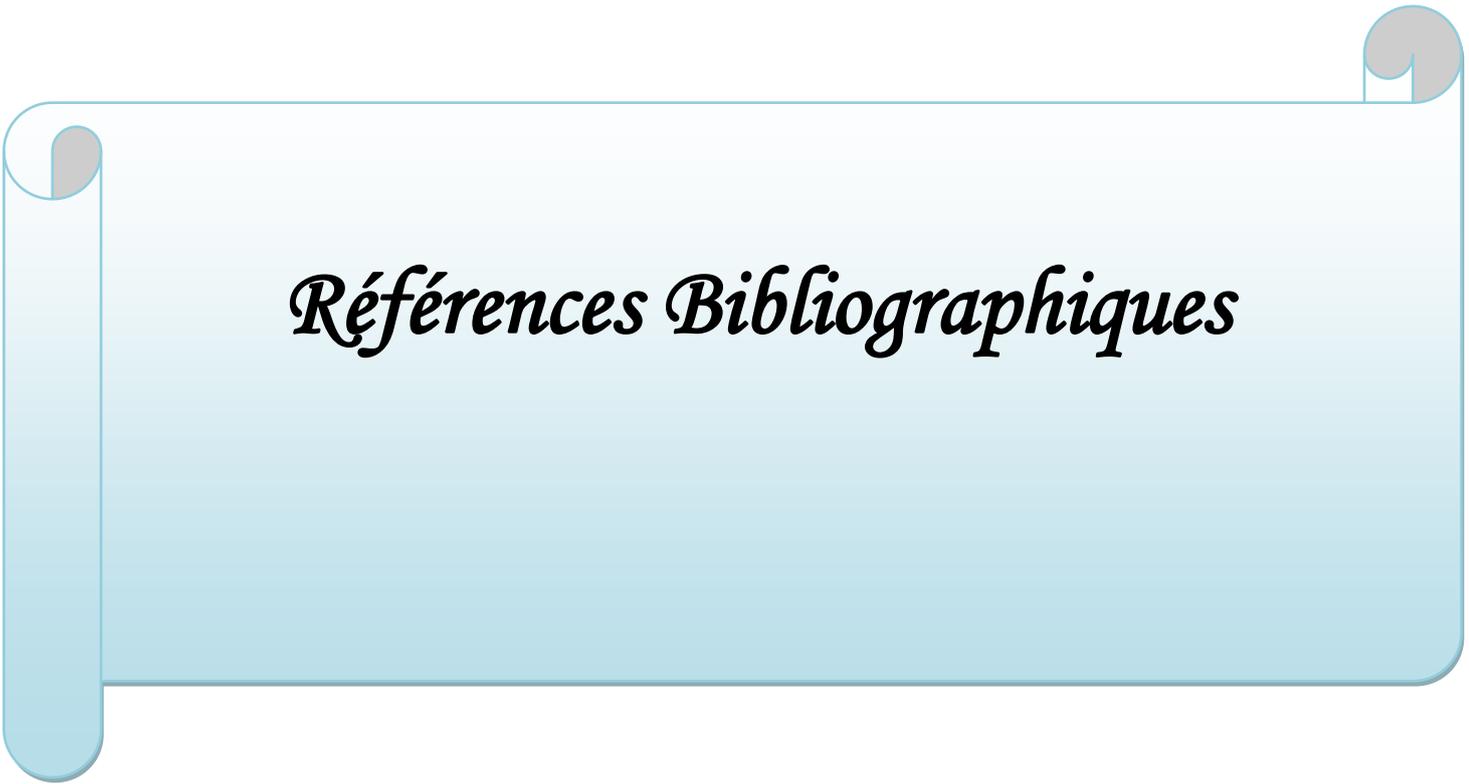
Notre travail a consisté à faire l'inventaire de quelques études scientifiques sur la valorisation des eaux usées traitées dans le domaine piscicole dans les régions arides. Ces études concernent :

- Les expériences réalisées, en 2002, à Niamey, dans le cadre d'un projet de recherche-action mené en partenariat entre l'ONG belge AQUADEV et la faculté des sciences de l'université Abdou Moumouni de Niamey ;
- Les expériences réalisées, à Ouargla, en 2011, par Hamdi Ayoub et Bettahar Nadjia dans le cadre de la préparation d'un mémoire de fin d'études d'ingénieur en aquaculture à l'université Kasdi Merbah de Ouargla ;
- Les expériences réalisées, à Témacine, en 2011, par Gouni Nadia et Hadjaidji Khadidja dans le cadre de la préparation d'un mémoire de fin d'études d'ingénieur en aquaculture à l'université Kasdi Merbah de Ouargla ;

L'étude de ces différents cas a montré que la réutilisation des eaux traitées pour l'élevage piscicole pourrait présenter une solution intéressante sur le plan économique, en particulier dans les régions arides où les ressources en eau de bonne qualité sont relativement limitées et doivent être réservées en priorité aux usages domestiques.

Cependant, les résultats de ces études ont montré la nécessité de prendre en considération certains facteurs qui peuvent être résumés ci-dessous :

- Introduction d'une étape de traitement tertiaire qui permettrait de réduire le taux d'azote, du phosphore et des bactéries dans les eaux traitées et éventuellement une étape d'aération avant la réutilisation piscicole.
- Prêter au maximum attention aux conditions de transfert des poissons entre leur milieu naturel et le milieu d'élevage dans les eaux usées traitées afin d'éviter toute forme de stress pour les poissons.
- Il nous paraît important de prévoir, en outre, un dispositif de nitrification/dénitrification afin de réduire le taux d'azote ammoniacal dont la concentration est souvent très élevée dans les eaux traitées et dont les effets pourraient avoir des conséquences négatives sur la survie des poissons.



Références Bibliographiques

Références bibliographiques

ANONYME. (2004)- Dictionnaire Larousse.

AROUA A. (1994)- L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, 73-85p.

ARRIGNON J. (1998)- Aménagement piscicole des eaux douces. Tec et Doc. Lavoisier 130-297p.

ATTAB. S. (2011)- Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local. Mag. Univ d'Ouargla.

BANZAOUI N et ELBOUZ F. (2009)- Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. de Annaba.

BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2004)- Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

BECHAC J, BOUTIN P, MERCIER B. (1983)- Traitement des eaux usées. 2^{ème} Edition.

BENNANA M. (2013)- Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdellah, université d'Ouargla, 34p.

BERGE Y. (1984) - Gram-negative *Bacteria* of general, medical, or industrial importance. 1st Edition. Vol I.

BOUDEAL ET DJOUID H. (2003)- Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, tatho des écosystèmes universitaires, Stif. 6-13p.

BOUNTOUX J. (1993)- Introduction à l'étude des eaux douces (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson) qualité et santé 2^{ème} édition CEBEDOC éditeur. Paris.167p.

BOUZIANI M. (2000)- L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. Oran. 247p.

CHARBONNEL, YVES. (1989)- Manuel du lagunage à macrophytes en régions tropicales. Rapport ACCT (Agence de Coopération Culturelle et Technique -13, quai André Citroen - 75015 Paris).

Références bibliographique

DJEDDI H. (2007)- Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines Université Mentouri, Constantine. P136.

EMILLIAN K. (2004)- Traitement des pollutions industrielles Eau, Air, Déchets, Sol, Boues.

FAO. (2008)- Les methods de production d'alevins de tilapia nilotica ADCP/REP/89/46/ : p120.

GAID A. (1984)- Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome I, édition OPU, Alger, 261p.

GAUJOUS D. (1995)- La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.

GOUNI N, HADJAIDJI K. (2011)- Traitement des eaux usées urbaines par le système WWG (*Waste Water Garden*) et examens des possibilités de valorisation de Sous-produits en pisciculture, P 92.

HAMDI A, BETTAHA N. (2011)- Traitement des eaux usées urbaines par lagunage et possibilité de valorisation de Sous-produits en pisciculture, université de OUARGLA, 87p.

IDDER, T. & LAOUALI S.M. (2000)- Experiences pilote (Aquadev- UAM Niamey) de traitement des eaux usées urbaines par lagunage Séminaire International sur l'Assainissement Urbain en Afrique, Dakar-Gorée, 18-12-2000.

IQBA L Sascha. (2001)- Duckweed Aquaculture Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater and Animal Feed Production in Developing Countries EAWAG SANDEC (<http://www.sandec.ch/files/duckweed.pdf>).

JOLY B., REYNAUD A. (2003)- Entérobactéries : systématiques et methodes d'analyses. Edition technique et documentation, paris, 356P.

KHADRAOUI A., TALEB S. (2008)- Qualité des eaux de sud Algerien. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam. 367p.

LADJEL F. (2006)- Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80.

Références bibliographique

MADJOURI H., AMOURIA H. (2007)- Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. de Ouargla.85p.

MAHDA A, BIA I. (2013)- possibilité de réutilisation des eaux usées épurées pour l'élevage en aquaculture, p54.

MANSOURA H. (2009)- Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées dans la station d'épuration Wastewater Gardens (Temacine-Touggourt). Mém. D.E.S. Microbiologie. Uni d'Ouargla. . 68p.

PNUE/OMS. (1977)- Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168P.

RAMADE F. (2000)- Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.

REJSEK F. (2002)- Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, 144p.

RICHARD C. (1996)- Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.

RODIER ET AL., (1996)- L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8^{ème} édition, DUNOD. 557-570p et 968-1079p.

RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J. P, CHAMBON P, CHAMPSAUR H ET ROLIL. (2005) - L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} Edit. Dunod, Paris. 1383p.

ROUVILLOIS-BRIGOL. (1975) - Les pays d'Ouargla (sahara Algérien). Ed département géographique. Paris, Sorbonne, 310p.

SANTIAGO, J. F; M. DEL C. NOVOA; A. CANO; A. CERVANTES. (1997)- Tratamiento de Residuales porcinos y domesticos mediante el cultivo de Lemna. Voluntad Hidraulica (87):54-60p.

SCHMIDT G., (1981)- L'utilisation des eaux usées organiques en pisciculture. P31-33.

Références bibliographique

SEIDL M, LAOUALI M.S, IDDER T, MOUCHEL J.M. (2005)- Le système Lentille d'eau-Tilapia : Une solution écologique prometteuse pour le traitement des eaux usées en Afrique de l'ouest » *La tribune de l'Eau* 2005, 58- 11-17 p.

SKILLICORN, P. W. SPIRA; W. JOURNEY. (1993)- " Duckweed Agriculture. The Ne Aquatic Farming System for Developing Countries" . The World Bank. Washington DC. USA.

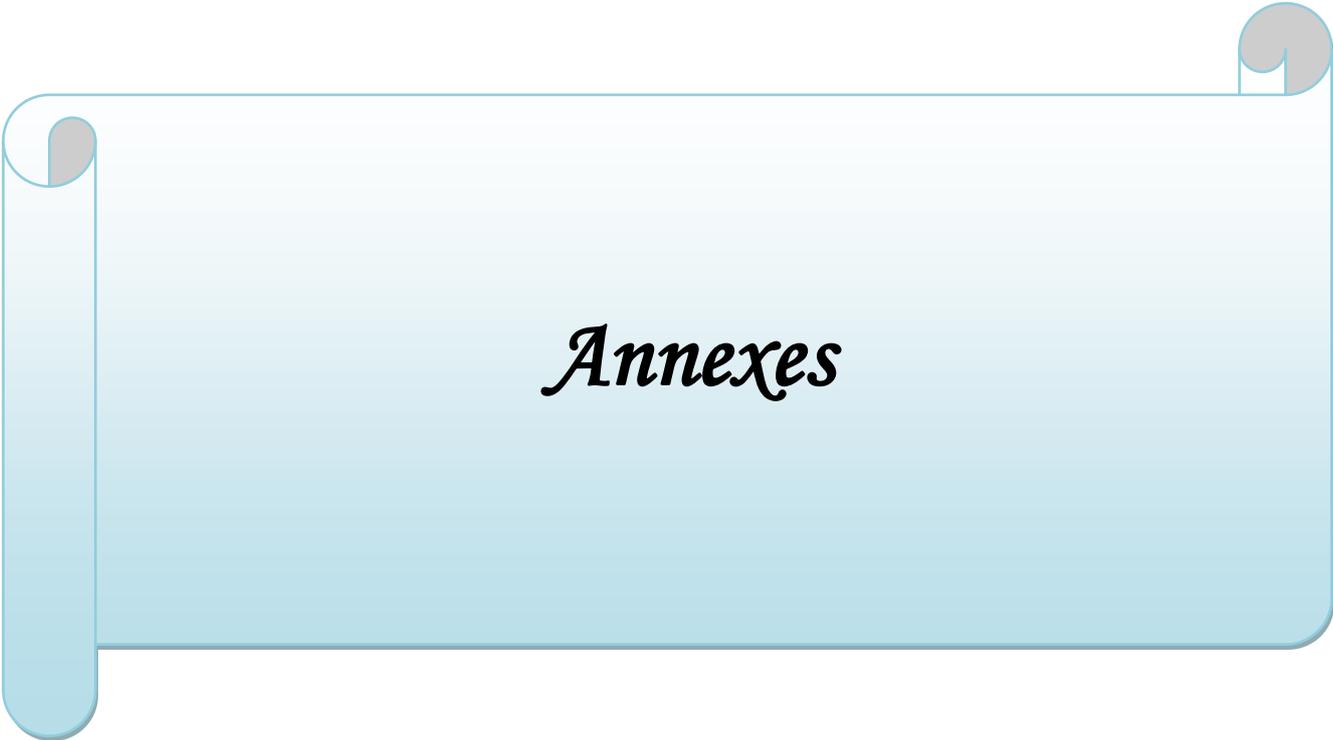
SLIMANI R. (2003)- Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla. p85.

SOLTANE S. (2007)- Essais de lagunage des eaux usées sur un sol alluvionnaire (cas de la région d'El Mellah-biskra).univ de Biskra.172p.

TCHIMOGO M. (2001)- Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Genie rurale. Blida.132p.

THOMAS O. (1955)- Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

UNE P. (1997) - Appropriate technology for sewage pollution control in the wider Caribbean region. United Nation Env. Program rapport and appendix 195p ZZZ XQHS_RUJ.



Annexes

Annexes

Tableau N°01 : Principaux paramètres physicochimiques à prendre en compte dans un élevage d'*O.niloticus* (FAO, 2008).

Paramètres	Limites de tolérance	Remarques	Références
Température (C°)	6,7-42	Valeur extrêmes lors d'acclimations progressive.	DENZER, 1967 LIEE ,1979
	21-30	Température requise pour le développement des caractères sexuels secondaire et la reproduction. Températures de croissance	HEUT,1970 FRAYER et ILES, 1972 LIETAR,1984
Oxygène (mg/l)	0,1	Survie quelques heures en respirométrie.	MAGID et BABIKER, 1975
	2-4	Survie des alevins	WELCOMME, 1967
	<2,5/de saturation	Réduction dans la vitesse de croissance	RAPPAPORT et al, 1976
Salinité (‰)	<29	Reproduction possible en eau naturelles concentration létale déterminée expérimentalement	KIRK, 1972
	12,5		PUKSHO, 1969
PH	5-11	Limites de tolérance	CHERVINSKI, 1982
	7-8	Valeurs recommandées pour l'élevage.	HUET, 1970
Alcalinité (mg/ CaCO ₃)	<175	Action indirecte via la productivité de l'étang	HUET, 1970
Turbidité (mg /l)	Tolérance aux valeurs très élevé 13000	Action indirecte via la productivité de l'étang	OKORIE, 1975
		Hyperplasie des branchies	MORGAN, 1972
NH ₃ -N (mg/l)	<2,3	Valeurs létales	BALARIN et HALLER, 1979
	<0,5	Au-delà, affection des branchies et mortalité si chute d'O ₂ ou manipulation fréquentes des poissons.	
NO ₃ -N (mg/l)	<2,1	Concentration létale (CL 50) au-delà de 2,1mg/l.	BALARIN et HALLER, 1982

Annexes

Tableau N°02 : Les données initiales des essais d'élevage

Individus	Le 28/04/2011		Le 17/05/2011	
	Poids (g)	Tailles (cm)	Poids (g)	Tailles (cm)
1	10	8	5	7
2	10	9	5	7
3	20	12	10	7,5
4	10	7,5	10	8
5	15	10	10	8
6	100	7	10	8,5
7	5	5,5	10	7
8	15	9,5	15	10,5
9	15	9	20	11
10	20	10	15	9
11	15	9	15	9,5
12	15	8	10	8
13	15	8	15	10
14	10	8	10	7,5
15	5	7	5	6,5
16	5	6	10	7
17	10	8	15	10
18	10	8	10	7,5
19	5	6	15	9
20	10	7	15	9
21	15	9,5	10	8
22	15	9	5	7,5

Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole.

Résumé

L'objectif de notre travail a consisté à réaliser une synthèse bibliographique sur les études qui concernent l'élevage piscicole dans les eaux usées urbaines. A travers ce travail, nous avons constaté un manque important d'informations dans ce domaine. Les seules expériences trouvées dans la bibliographie sont celles de l'université de Niamey et celles réalisées à l'université de Ouargla. Ces études ont montré que la valorisation des eaux usées traitées en pisciculture est une solution possible et économique dans les régions arides, à condition de prendre quelques précautions qui concernent, en particulier, le degré de traitement subi par les eaux usées avant leur réutilisation.

Mots clés : valorisation piscicole, eaux usées, lagunage, système WWG.

ملخص الدراسات العلمية لمعالجة مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية وإمكانية إعادة استخدام المنتجات الثانوية في مجال تربية الأسماك.

ملخص

الهدف من عملنا هو تلخيص الدراسات المتعلقة بالاستزراع السمكي في مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية. من خلال هذا العمل، وجدنا نقص كبير في المعلومات في هذا المجال. التجارب الوحيدة التي وجدت في الدراسة هي تلك من جامعة نيامي وتلك التي أجريت في جامعة ورقلة. وأظهرت هذه الدراسات أن الانتعاش من مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة من ممكن وحل اقتصادي في المناطق القاحلة، حيث تؤخذ بعين الاعتبار بعض الاحتياطات فيما يتعلق وعلى وجه الخصوص بدرجة معالجة مياه الصرف الصحي التي تتلقاها قبل إعادة استخدامها.

الكلمات الرئيسية: التثمين السمكي، مياه الصرف الصحي، أحواض التهوية، أحواض نباتية.

Inventory of scientific studies related to wastewater reuse in the fish area.

Summary

The objective of our work consisted in carrying out a bibliographical synthesis on the studies which relate to the piscicultural breeding in worn water urbaines. A through this work, we noted a significant lack of information in this field. The only experiments found in the bibliography are those of the University of Niamey and those carried out at the University of Ouargla. These studies showed that the valorization of the worn water treated in pisciculture is a possible and economic solution in the arid areas, with the proviso of taking some precautions which concern, in particular, the degree of treatment undergone by the water used before their re-use.

Key words: piscicultural valorization, used water, language, system WWG.