UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

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

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

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 normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture

Présenté par : BOULAHAI Halima SMAILI Om Kalthoum ZERROUKI Siham

Promoteur : M.C.A IDDER .M^{ed} Tahar.

Examinateur : M.A.B MANAMANI . Radia .

Année universitaire 2013/2014

Remerciements

Remerciement

*Avant tout, nous remercions Dieu « **ALLAH** » le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.*

Au terme de du présent travail, nous tenons à exprimer nos profonds remerciements et nos Entières reconnaissances à :

*Monsieur (**M.C.A IDDER Med TAHAR**), pour avoir proposé et dirigé ce thème, pour ses Encouragements, sa compétence, sa patience et sa disponibilité.*

et son aides immenses pendant la réalisation de ce mémoire

*Nos vifs remerciements vont également à notre examinatrice Madame **M.A.B MANAMANI. Radia** , pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous remercions très vivement nos parents

Sans oublier les camarades de promotion de la spécialité pisciculture

Tous les enseignants des l'université d'Ouargla spécialement les enseignants de la spécialité pisciculture.

DEDICACE

A nos parents, nos frères et sœurs pour le bonheur, la joie et le soutien qu'ils nous portent

A Tous nos amis et camarades de classe avec qui nous avons passé nos merveilleuses Années d'études.

Ainsi qu'à tous nos professeurs que nous avons eus durant tout notre cursus scolaire

Liste des abbreviations et symbols

Abréviations	**Signification**
CE	Conductivité électrique
O_2d	oxygène dissous
CT	Les coliformes totaux
CF	Les coliformes fécaux
SF	Les Streptococcus fécaux
pH	Le potentiel d'Hydrogène
MES	les matières en suspension
MO	Les matières oxydables
COT	Le carbone organique total
DBO5	Demande biologique une oxygène
DCO	Demande chimique une oxygène

Liste des tableaux

N°	Titre	page
Tableau N°1	les risqué associés à la réutilisation des eaux usées	10
Tableau N°2	les normes de qualité des eaux piscicoles en marocaine	15
Tableau N°3	concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons (version codifiée)	16
Tableau N°4	Comparaison entre les normes de qualité des eaux piscicoles	23
	Annexes	
Tableau N°1	Principaux virus présents dans les eaux usées	-
Tableau N°2	Principales bactéries pathogènes présentes dans les eaux usées	-
Tableau N°3	Principaux protozoaires présents dans les eaux usées	-
Tableau N°4	Principaux helminthes présents dans les eaux usées	-

Table des matières

Introduction ……1	
Partie bibliographique	
Chapitre. I: généralités sur les eaux usées	
I. Les eaux usées	2
I.1.Définition	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 agricoles	2
I.2.4.Eaux usées pluviales	3
I.3.Caractéristiques des eaux usées	3
I.3.1.Les paramètres physico-chimiques	3
I.3.1.1. La temperature	3
I.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	3
I.3.1.3. La turbidité	4
I.3.1.4.les matières en suspension	4
I.3.1.5. La demande chimique en oxygène (DCO)	4
I.3.1.6.Les matières oxydables (MO)	4
I.3.1.7. Le carbone organique total (COT)	4
I.3.1.8. L'azote et le phosphore	5
I.3.1.8.1.L'azote	5
1.3.1.8.2. le phosphore	5
I.3.2. Les paramètres bactériologiques	5

I.3.2.1. Les coliformes totaux (CT)	5
I.3.2.2. Les coliformes fécaux (CF)	6
I.3.2.3. Les Streptocoques fécaux (SF)	6
I.4. Pollution des eaux	6
I.4.1. Définition	6
I.4.2. Differents types de pollution	6
I.4.2.1. Pollution physique	7
I.4.2.2.Pollution chimique	7
I.4.2.3.Pollution biologique	7
I.4.2.4.Pollution thermique	7
Chapitre.Ⅱ : Réutilisation des eaux usées épurées	
II.1.Définition	8
II.2.Réutilisation en aquaculture et en pisciculture	8
II.3.Risques de réutilisation d'eaux épurées	9
II.3.1.Définition de risque	9
II.3.2.Le risque de réutilisation des eaux	10
II.3.3.Les risques en pisciculture	11
II.3.3.1.Les risques de contamination microbiologique	11
a. Virus dans les eaux usées	11
b. Bactérie dans les eaux usées	11
c. Protozoairs dans les eaux usées	12
d . Helminthes dans eaux usées	12
II 3-3-2-Les risques liés à une désinfection chimique	12
Chapitre.Ⅲ: les normes piscicoles	
Ⅲ.Réglementation	14
Ⅲ.1. Normes nationales	14

III.2.Normes internationales	14
III.3Normes marocaines	14
III.4. Normes européennes	16
III.5. Comparaisons et Discussion	23
Conclusion	24
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Introduction

L'eau est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique réel et durable d'un pays. Il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur cette ressource.

Un certain nombre de forces influent tant négativement que positivement sur le développement de la production aquacole utilisant des eaux usées.

Pour évaluer les risques sanitaires, on fait appel à trois types d'évaluations: analyses chimiques et microbiologiques au laboratoire, études épidémiologiques et évaluation quantitative des risques microbiens (et chimiques).

Les organismes aquatiques dépendent pour leur croissance et leur reproduction de la qualité des eaux dans lesquelles ils vivent. En général, la qualité des eaux est déterminée sur la base de critères quantitatifs et qualitatifs tels que, par exemple, la présence en quantités suffisantes de certains nutriments, la teneur en oxygène, le pH, la température ou encore, la présence de substances connues pour leur toxicité (métaux, pesticides, phénols, etc.).

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, notre objectif principal consiste à réaliser une synthèse sur les différentes normes nationales et internationales de réutilisation des eaux usées en pisciculture trouvées dans la bibliographie.

Notre mémoire est structuré de la manière suivante:

Le premier chapitre est réservé à l'étude bibliographique des notions de base relatives aux eaux usées,

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la réutilisation des eaux usées et ses risques sanitaires,

Le troisième chapitre présente quelques normes de qualité des eaux usées destinées à l'usage piscicole, et une comparaison entre ces normes.

Partie Bibliographique

Chapitre I

Généralités Sur

Les eaux usées

I.1.Définition des eaux usées

Les eaux usées sont utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant donc des effluents pollués qui sont rejetés dans un émissaire d'égout. Elles 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

On distingue 3 types d'eaux usées.

I.2.1.Les eaux usées domestiques

Comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de Lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout » **(BAUMONT *et al*. 2004).**

Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières Organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières Organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de Carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que soufre, phosphore, fer, etc.) **(VAILLANT, 1974).**

I.2.2.Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurants, laboratoires d'analyses médicales, etc.

I.2.3.Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses **(BONTOUX, 1993).**

.I.2.4.Les eaux pluviales

Elles peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) **(BONTOUX, 1993).**

I.3.Caractéristiques des eaux usées

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses sont réalisées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis.

I.3.1.Les paramètres physico-chimiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur de ces paramètres.

I.3.1.1. La 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 thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermosonde (ou par thermomètre) (GAUJOUS, 1995).

I.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau **(GOMELLA et GUEREE, 1978).** Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales **(RODIER et al, 1996).**

I.3.1.3. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées .elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

I.3.1.4. les matières en suspension (MES)

Elle représente, la fraction constituée par l'ensemble des particules organique (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elle constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou industriel.

I.3.1.5. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O2)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau **(GROSCLAUDE, 1999)**. Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables.

I.3.1.6.Les matières oxydables (MO)

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau, il se définit à partir de la DBO5 et de la DCO selon la formule suivante **(BADIA-GONDARD, 2003).**

$$MO = (2\times DBO5 + DCO)/3$$

I.3.1.7. Le carbone organique total (COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

I.3.1.8. L'azote et le phosphore

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

I.3.1.8.1. L'azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH4. La concentration du N-NTK est de l'ordre de 15 à 20% de celle de la DBO. L'apport journalier est compris entre 10 et 15g par habitant **(GROSCLAUDE, 1999).**

1.3.1.8.2. Phosphore

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, polyphosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique.

I.3.2. Les paramètres bactériologiques

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale **(GAUJOUS, 1995).**

L'OMS (1979) a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences ; il s'agit des coliformes, des streptocoques fécaux du groupe D de LANCFIELD (1933), et parfois les Clostridiums perfringens.

I.3.2.1. Les coliformes totaux (CT)

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulant permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C **(OMS, 1979).**

Les coliformes regroupent les genres Escherichia, Nitrobacters, Entérobactéries, Klébsiella, Yersinia, Serrait **(RODIER et al, 1996 ; JOLY et REYNAUD, 2003).**

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant et est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale **(RODIER et al, 1996).**

I.3.2.2. Les coliformes fécaux (CF)

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulants, on les désigne souvent sous le nom d'Eschericia Coli bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (Citrobacter freundii, Entérobacter aérogènes, Klebsiella pneumoniiae ...etc.) **(OMS, 1979 ; RODIER et al, 1996 ; JOLY et REYNAUD, 2003).**

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine **(RODIER et al, 1996).**

I.3.2.3. Les Streptococcus fécaux

Sont considérées comme streptocoques fécaux, toutes les bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales (OMS, 1979). Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes **(LECLERC et al, 1995 ; JOLY et REYNAUD, 2003).**

I.4. Pollution des eaux

I.4.1. Définition

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et/ou perturbe l'écosystème; elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines ayant pour origine principales l'activité humaine. **(N.Ghetas, A.Badhane et F.Hinamri**)

I.4.2. Différents types de pollution de l'eau

Dans le domaine de l'eau, on distingue quatre types de pollution à savoir:

I.4.2.1. La pollution physique

Due à la présence de matières en suspension parfois de colloïdes, elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée. **(Mekkaoui. Y, et D.Hamdi)**

I.4.2.2.La pollution chimique

Due à l'existence de substances chimiques en solution, elle se manifeste le plus souvent par le changement de saveur ou l'apparition d'un caractère toxique de l'eau.

I.4.2.3.La pollution biologique

Ce type de pollution se manifeste lors de l'existence d'un grand nombre de micro-organisme pathogènes. (**Thomas. O**)

I.4.2.4.La pollution thermique

Elle est provoquée par l'accroissements excessive de la température de l'eau par suite de rejets des eaux des circuits de refroidissement des établissements industriels . (**Z.Benmerien, N.Hafine et S.Khouild**)

Chapitre II

Réutilisation des eaux usées épurées

II. Réutilisation des eaux usées

II.1.Définition

La réutilisation des eaux usées, ou recyclage, consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements destinés à en éliminer les impuretés, afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau. Le recyclage remplit donc un double objectif d'économie de la ressource: il permet à la fois d'économiser les ressources en amont en les réutilisant, mais aussi de diminuer le volume des rejets pollués. L'intérêt en est cependant limité quand il n'y a pas de tension quantitative sur la ressource en eau dans le secteur concerné.

II.2.Réutilisation en aquaculture et pisciculture

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

Dans un milieu enrichi, la production piscicole peut être doublée et même triplée sans nourriture additionnelle

En France, les épandages se font sur des étangs en eau; les algues vertes qui colonisent spontanément le milieu aquatique quelque jours après; leurs activités est élevées aux depend des conditions climatiques; les daphnies (*Daphnia magna*) ingèrent de grande quantités d'algues microscopiques et constituent un aliment pour les poisons.

-Aux USA; depuis les années 70; l'utilisation d'eau usées pour alimenter des bivalves à été testée.

-Au Japon, l'ulva (*ULVA LACTUCA*) placée dans l'effluent de basin d'élevage intensif, élimine jusqu'a 85% de l'ammonium de cet effluent.

Au Niger, des experiences d'élevage de tilapia dans des eaux usées traitées par lagunage ont donné des resultants très significatifs en termes de croissance des poisons et de production biomasse animale **(SEIDL et al, 2005).**

II.3.Risque de réutilisation des eaux épurées

II.3.1.Definition du risque

Les études d'estimation du risque distinguent deux types de risques: le risque potentiel et le risque réel.

Le risque potentiel comprend lui-même le risque théorique et le risque expérimental. Le risque théorique, également appelé danger, est défini par le critère d'absence ou de présence d'un contaminant (microorganisme, micropolluant métallique, ...). Il dépend de la population qui produit les eaux usées et d'autres facteurs (présence de rejet industriel, réseau unitaire, ...). Son calcul, réalisé à partir de la probabilité d'infection en fonction de la dose, est une approche de haute technicité, coûteuse et permettant d'estimer des risques pour la santé publique très faibles.

Le risque expérimental est le risque que le contaminant soit transmis à un individu. Il dépend de la dose de départ, de l'efficacité du traitement, de la capacité de survie (pour les microorganismes) ou de rétention (pour les micropolluants) et de la dose minimale nécessaire pour contaminer un individu (i.e. dose infectante pour les microorganismes et seuil de toxicité pour les micropolluants). Le risque réel « correspond à la probabilité [d'être contaminé] dans une population exposée ». Il dépend des facteurs liés au risque potentiel, et dépend également des « capacités immunitaires de l'individu (naturelles ou acquises), ainsi que d'autres facteurs comme l'âge, le sexe, l'état de santé, la nutrition, l'hygiène et la capacité diagnostique (clinique, sérologique et portage) des acteurs de santé ». Sa détermination, réalisée à partir d'études épidémiologiques, est une approche de technicité relativement simple, d'un coût réduit et permettant de maîtriser le risque. Après ces brèves définitions de la notion de risque dans sa globalité, il convient de s'intéresser aux risques intrinsèquement liés à une réutilisation des eaux comme les risques microbiologique, chimique et environnemental.

II.3.2.Le risqué de réutilisation des eaux

Tableau N°1: les risqué associés à la réutilisation des eaux usées **(*BIA, MAHDA.2013)***

Risques pour la santé l'homme	Maladies hydriques: -Par contamination virale: hépatite A, poliomyélite. -Par contamination bactérienne: salmonelloses, shiglloses, leptospiros. -Par protozoaires: amibiases, girdiases. -Par helminthes: parasites intestinaux. Maladies liées à la présence d'éléments toxiques pour l'homme: -Par micropolluants organiques (detergents, pesticides….etc) -Par les substances minerals de types métaux lourds (plomb, cadmium, mercur….).
Risque pour les êtres vivants dans le biotope milieu de rejet	Maladies par contamination bactérienne: atteinte par effet toxique d'éléments agissant seuls ou en synergie (micropolluants organiques, minéraux radioactifs).
Risques de dégradation des écosystemes aquatiques	Ces risques liés à la modification de certains paramètres -Physiques tels que la température les matières en suspension…etc -physico-chimiques tel que la vitesse de dissolution de l'oxygène -chimique tels que les nutriments (azote et phosphore) facteurs d'eutrofisation. Ces paramètres peuvent être modifies des lieux de rejet mais aussi de façon diffère à la suite de transformation chimique de produits déversés.
Risque d'accroissement des difficultés techniques et des coûts pour la correction des eaux prélevées	Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux Elles peuvent contraindre soit à surdimensionner des technologies déjà connus (matériels et réactifs) soit à développer de nouvelles techniques de remplacement ou superposables

II.3.3.Risque en pisciculture:

Aucune règle n'existe en matière de qualité microbiologique des eaux alimentant une pisciculture. Faut-il s'en préoccuper lorsque des rejets urbains sont réalisés en amont**. (*BIA et MAHDDA 2013*)**

II.3.3.1.Risque microbiologique

a. Virus

Les virus sont des parasites intracellulaires de très petite taille (10 à 350 nm) qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule *hôte*. Leur concentration dans les eaux usées urbaines est comprise entre 103 et 104 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soient intentionnellement (après une vaccination intramusculaire contre la poliomyélite par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. Le mode d'infection est, dans la majorité des cas, l'ingestion mais il peut également exister des cas d'inhalation (Coronavirus par exemple).

Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries et que leurs faibles dimensions soient à l'origine de leurs possibilités de dissémination.

Le tableau.1 dans annexe 1 regroupe les principaux virus pathogènes potentiellement présents dans les eaux usées.

b. Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^7 à 10^8 bactéries^3/L dont 10^6 entérocoques et entérobactéries, 10^4 à 10^5 streptocoques fécaux et 10^3 à 10^4 *Clostridium*. La majorité de ces organismes ne présentent pas un danger pour la santé et la concentration en bactéries pathogènes peut atteindre l'ordre de 10^4/L.

Toutefois, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important. Les bactéries entériques sont adaptées aux conditions de vie dans l'intestin,

c'est-à-dire une grande quantité de matière carbonée et de nutriments, et une température relativement élevée (37°C.). Leur temps de survie dans le milieu extérieur, où les conditions sont totalement différentes, est donc limité. Par ailleurs, les bactéries pathogènes vont se trouver en compétition avec les bactéries indigènes d'origine environnementale, ce qui limitera leur développement.

La voie de contamination majoritaire est l'ingestion. Les bactéries pathogènes d'origine hydrique sont responsables de la mort de 3 à 10 millions de personnes par an dans le monde et les pays industrialisés ne sont pas épargnés. **(tableau.2 dans annexe 1) .**

c. Protozoaires

Les Protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries (taille comprise entre 1 et 200 µm). La plupart des Protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire, qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains Protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. Parmi les Protozoaires les plus « connus » (tableau.3 dans annexe 1), on peut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne ou encore *Cryptosporidium parvum.*

d. Helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Tout comme les Protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10^3/L (Asano, 1998). Beaucoup d'helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. **(Catherine Boutin, Alain Héduit, Jean-Michel Helmer)**

II 3-3-2-Risques lies à une désinfection chimique

Dans le milieu naturel, en aval d'un rejet de station d'épuration, l'effet toxique à court terme le plus marqué est généralement lié à la teneur en ammoniaque rejet.

La désinfection par oxydant chimique entraine quant à elle des effets sublétaux notables vis-à-vis des poisons: c'est le cas pour une exposition durable à des concentrations de l'ordre de 0,05 mg/l de chloramines, et les conclusions sont très proches pour d'autres oxydants.

Bien que les effets sublétaux des sous-produits de désinfection (dérivés organohalogénés notamment) sur les organismes aquatiques soienmal connus, il est généralement admis que des teneurs en oxydants résiduels totaux de 0,01 mg/l dans les zones de rejet constituent la limite pour les espèces les plus résistantes.

On doit Cependant constater l'insuffisance données sur la bioconcentration et notamment sur les phénomènes d'accumulation dans l'organisme humain qui pourraient résulte de l'ingestion répétée de Poisson contaminée.

Chapitre III

Les normes piscicoles

III.Réglementation

III.1. Normes nationnale

La legislation Algérienne montre une insuffisance dans la réglementation par rapport à l'élevage piscicole, vu que l'aquaculture est une activité récente dans le pays, tout de mêm il existe un décret **(n° 4-189 Chapitre I, article 2 et 13)** relatif à la qualité de l'eau pour la peche et l'aquaculture **.(anexe II)** .

III.2.Normes internationnales

Nous nous somms référé dans ce travail également aux normes européennes concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'etre protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poisons par la directive 2006/44/CEE et 2006/113/CE. Et aussi aux normes marocaines de qualité des eaux piscicoles **(décret n°2027-03 du 5 November 2003).**

Dans la suite de ce chapitre, nous présentions les tableaux des normes trouvées dans la bibliographie. Les textes complets de ces normes se trouve dans l'annexe 2.

III. Réglementation

III.1. Normes nationales

La législation Algérienne montre une insuffisance dans la réglementation par rapport à l'élevage piscicole, vu que l'aquaculture est une activité récente dans le pays, tout de mêm il existe un décret **(n° 4-189 Chapitre I, article 2 et 13)** relatif à la qualité de l'eau pour la pèche et l'aquaculture. **(anexe II)** .

III.2.Normes internationnales

Nous nous somms référé dans ce travail également aux normes européennes concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'etre protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poisons par la directive 2006/44/CEE et 2006/113/CE. Et aussi aux normes marocaines de qualité des eaux piscicoles **(décret n°2027-03 du 5 November 2003).**

Dans la suite de ce chapitre, nous présentions les tableaux des normes trouvées dans la bibliographie. Les textes complets de ces normes se trouve dans l'annexe 2.

III.3.NORMES MAROCAINNE

Arrêté conjoint du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement n° 2027-03 du 5 novembre 2003 fixant les normes de qualité des eaux piscicoles:

Tableau N°2 : Les normes de qualité des eaux piscicoles au Maroc

		Valeurs limites	
	Paramètres	Eaux froides	Eaux tièdes
1	Température (c°)	5< T< 20	8< T< 30
2	PH	5 à 9	5 à 9
3	Oxygène dissous (mgo_2/l)	5	3
4	Matière en suspension	<25	<50
5	DOC (mgo_2/l)	<20	<30
6	DBO5 (mgo_2/l)	<3	<6
7	Chlore libre (mg/l)	<0,02	<0,02
8	Conductivité (µs/cm)	<350	<3000
9	Ammoniac non ionisé (mg/l NH_3)	<0,025	<0,025
10	Ammonium (mg/l NH^{4+})	<0,50	<1
11	Nitrite (mg/l NO_2^-)	<0,5	<0,5
12	Détergents (mg/l)	<0,5	<0,5
13	Sulfates (mg/l)	<200	<200
14	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés (µg/l)	<10	<10
15	Hydrocarbures polycycliques (µg/l)	<0,2	<0,2
16	Phénols (µg/l) en absence de chloration	<1	<1
17	Cyanures (µg/l CN^-)	<50	<50
18	Argent (µg/l Ag)	<3	<3
19	Fluorures (mg/l F)	<0,7	<0,7
20	Pesticides (µg/l)	<0,1 pour substance individualisée <0,5 au total	<0,1 pour substance individualisée <0,5 au total
Métaux lourds			
21	Sélénium (µg/l Se)	<10	<10
22	Baryum (mg/l)	<1	<1
23	Bore (mg/l B)	<2	<2
24	Manganèse (mg/l)	<0,1	<0,1
25	Mercure (µg/l Hg)	<1	<1
26	Plomb (µg/l Pb)	<20	<20
27	Arsenic (µg/l As)	<50	<50
28	Chrome totale (µg/l Cr)	<50	<50
29	Cadmium (µg/l Cd)	<5	<5
30	Cuivre (a) (µg/l Cu)	<40	<40
31	Zinc (a) (µg/l Zn)	<1,3	<1,3
Bactériologiques			
32	Coliformes fécaux /100ml	<2000	<2000

(a) : Pour une dureté > 100 mg/l Ca CO3

III.4.Normes Européenne

III.4.1.concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons (version codifiée) du 6 septembre 2006

Tableau N°4: norme de qualité d'eaux piscicole européenne

Parameter	Eaux salmonicoles		Eaux cyprinicoles		Méthodes d'analyse ou d'inspe-ction	Fréquence minimale d'échantillionnage et de mesure	Observa-tions
	Guide	Imperative	Guide	Impera tive			
1.Temperature (°c)	1.	La température mesure en aval d'un point de rejet thermique (à la limite de la zone du mélange) ne doit pas dépasser la température naturelleb de plus de:			thermométrie	Hebdomadaire en amont et en aval du point de rejet thermique	Des variati-ons trop brusques de température doivent être évitées
		1,5°C		3°C			
		Des derogations limitées géographiqu-ement peuvent être decides par les états members dans des conditions particul-ières si l'autorité compétente peut prouver que ces derogations n'auront pas de cons-equences nuisibles pour le developpe-ment équilibré des peuplemente de poissons					
	2.	Les rejet thermique ne doit pas avoire pour consequence que la température dans la zone située en aval du point de rejet thermique (à la limite de la zone de mélange) dépasse les valeurs suivantes:					
		21,5(0)		28(0)			
		10(0)		10(0)			
		La limite de température de 10°C ne s'applique qu'aux periods de reproduction des espèces ayant					

		besoin d'eau froide pour leur reproduction, et uniquement aux susceptible de contenir de telles espèces Les limites de température peuvent toutefois dépassées pendant 2% du temps					
2.Oxygène dissous (mg/o_2)	50% ≥ 9 100% ≥ 7	50% ≥ 9 Lorsque la teneur en oxygène des-cend en des-sous de 6 mg/l, les états members mettent en oeuvre les disposetions de l'article 7 para-graphe 3. L'autorité comp-etent doit pro-uver que cette situation n'aura pas de conséq-uences nuisibles pour le develop-pement équilibré des peuplements de poissons	50% ≥ 9 100%≥5	50%≥7 Lorsque la teneur en oxygène descend en dessous de 4 mg/l les états mem-bers mettent en oeuvre les dispo-sitions de l'article 7 paragraphe 3 l'autorité compétente doit prouver que cette situation n'aura pas de	Method de winkler ou electrodes spécifiques (method électrochimique)	Mensuelle avec au moins un échantillon représentatif des des faibles teneurs en oxygène se présentant le jour du prélèvement Toutefois, s'il y a presumption de variati-ons diurnes significatives au moins deux prélè-vements par jour seront effectués	

				conseq-uences nuisibles pour le dév-eloppem ent équilibré des peup-lement de poisson			
3. PH		6-9 (0)([1])		6-9 (0) ([1])	Életrométrie etalon-nage au moyen de deux solu-tion tam-pons de ph connus voisins et de pref-erence situés de part et d'autre de la valeur du ph à mesurer	Mensuelle	
4.Matières en suspen-sion (mg/l)	≤ 25 (0)		≤ 25 (0)		Par filtration sur mem-brane filtration 0,45 µm ou par centrifugatio n (temps minimal de 5 minutes		Les valeurs indiquées se referent à des concen-trations moyennes et ne s'app-liquent pas aux mati-ères en suspension ayant des proprieties chimiques nocives

					acceleration moy-enne de 2800-3200 g) séchage à 105°C et pesée		Les inondations sont susce-ptibles de provoquer des conce-ntrations particulièrement éle-vées
5.DBO_5 (mg/l)	≤ 3		≤ 6		Déterminatio n de O_2 par la methode de Winkler avant et aprèsnincubat ion de 5 jours dans l'obscurité totale, à 20±1°C (sans empecher la nitrification)		
6. Phosphore total (mg/l)					Spectrophoto métrie d'absorption moléc-ulaire		En ce qui concerne les lacs don't la profondeur moyenne se situe entre 18 et 300 m, on pourrait appliquer la formule suivant: $L \leq 10 \frac{Z}{Tw} (1 + \sqrt{Tw})$ Ou L = charge exprimée en mg par mètre carée de surface du lac pendant une année Z = profondeur moyenne du lac exprimée en mètres Tw = temps théorique de renouvellement de l'eau du

							lac exprimé en années Dans les autres cas, les valeur limites de 0,2 mg/l pour les eau salmonicoles et de 0,4 mg/l ppour les eaux cyprinicoles, exprimées en PO_4 pouvent être considérées comme des valeurs indicatives permettant de réduire l'europhisation
7. Nitrites	≤ 0,01		≤ 0,03		Spectrophoto métrie d'absorp-tion mole-culaire		
8. Composes phénoliques (mg/l C_6H_5OH)		([2])		([2])	Examen gustatif		L'examen gustative n'est effect-tué que si la presence de composes phénoliques est presume
9. hydrocar-bures d'origine pétrolière		([3])		([3])	Exanen visual Examen gustatif	Mensuelle	Un examen visual est effectué tous les mois; l'ex-amen gustatif n'est effe-ctué que si la presence d'hydrocarbures est présumée
10. Ammon-iac non ionize (mg/l NH_4)	≤ 0,005	≤ 0,025	≤ 0,005	≤ 0,025	Spectophoto métrie d'absorption molécul-aire au bleu d'ind-ophénol ou selon la method de Nessler	Mensuelle	Les valeurs pour l'amm-oniac non ionisé peuvent être dépassées, à condition qu'il s'agisse de pointes peu import-antes appar-aissant pen-dant journée
	Afin de diminuer le risque d'une toxicité dû à l'am-moniac non ionisé, d'une consummation d'oxygène due à la nitrificationet d'une eutrophisation, les con-centration d'ammonium total ne devraient pas dépa-sser les valeurs suivantes:						
11.Ammoniom	≤0,04	≤ 1([4])		≤	≤ 1([4])		

total (mg/l NH_4)			0,02		assciée à la déterm-ination du PH et de la temper-ature		
12.Chlore résiduel total (mg/l HOCl)		≤ 0,005		≤ 0,005	Method DPD (diethyl-p-phénylènediamine)	Mensuelle	Les valeurs I correspon-dent à un PH= 6 Des concen-trations de chlore total supérieures peuvent être acceptées si le PH est supérieur
13.Zinc total (mg/l Zn)		≤ 0,3		≤ 1,0	Spectrometrie d'abs-orption atomique	Mensuelle	Les valeurs I correspo-ndent à une dureté de l'eau de 100 mg/l de $CaCO_3$ Pour des duretés co-prises entre 10 et 500 mg/l, les valuers limites corr-espondantes peuvent être trouvées à l'annexe II
14.Cuivre soluble (mg/l Cu)	≤ 0,04		≤ 0,04		Spectrométrie d'abs-orption atomique		Les valeurs G corresp-ondent à une dureté de l'eau de 100 mg/l de $CaCO_3$ Pour des duretés comprises entre 10 et 300 mg/l, les valeurs limites correspondentes peuv-ent être trouvées à l'annexe II

(1) Les variations artificielles du PH par rapport aux valeurs constants ne doivent pas dépasser ± 0,5 unité PH dans les limites comprises entre 6,0 et 9,0 à condition que ces variations n'augmentent pas la nocivité d'autres substances presents dans leau.

(2) Les composes phénoliques ne doivent pas être présents à des concentrations telles qu'elles altèrent la saveur du poisson.

(3) Les produits d'origine pétrolière ne doivent pas être presents dans les eaux en quantités telles:

- Qu'ils forment un filment un film visible à la surface de l'eau ou qu'ils se déposent en couches sur le lit des cours d'eau et des lac
- Qu'ils communiquent aux poisons une saveur perceptible d'hydrocarbures
- Qu'ils provoquent des effets nocifs chez les poisons

(4) Dans des conditions géographiques ou climatologiques particulières et notamment dans le cas de temperatures d'eau basses et de nitrification réduite, ou lorsque l'autorité compértente peut prouver qu'il n'y a pas de consequences nuisibles pour le développement équilibré des peuplements de poisson, les états members peuvent fixer des valeurs supérieures à 1mg/l.

Observation générale

Il est souligné que, en ce qui concerne la fixation des valeurs des paraamètres, on est parti de d'hypothèse que les autres parameters , qu'ils soient ou non mentionnées dans la présente annexe, sont favorable. Cela implique notamment que les concentrations en substances nocives autres que cellesénumérées soient très faibles.

Si deux substances nocives ou plus sont presents en mélange, des effets cumulatifs importants (effets d'addition, de synergie ou effets antagoniques) peuvent apparaitre.

III.5. Comparaison

Tableau N°1: comparaison entre les trois normes piscicoles

Parameters	**Algérienne**	**Marocainne**	**Européennes**
Physico-chimique	———	Elles est existe toutes les para-meters	Elles est existe des parameters et absence quel-que comme le DOC, conductivities,
Bacteriologies	———	Elles existe la coliforme fécaux	Absence toutale
Pollution des eaux	———	Detergent	Pesticides

III.6. Discutions

Les normes de qualité des eaux piscicoles sont specifies dans le tableau ci-après qui prévoit parameters avec des valeurs limites selon qu'il s'agisse d'eaux froides ou d'eaux tièdes et eaux salmonicoles ou eaux cyprinicoles dans un quelques pays.

Après les recherches que nous avons faites a conclu qu'il y a des changements dans certains critères,

A la pays Algérienne n y a pas des chiffres qui présentée les paramètres qui liée avec la qualité des eaux usées piscicole

Les paramètres importants absents dans les deux normes : paramètres parasitologiques

Norme Morcaine contient les paramètres bactério et non la norme européenne

Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail a été de réaliser un inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture au niveau national et international.

A travers l'étude bibliographique que nous avons effectuée, nous avons remarqué que les normes qui concernent la réutilisation des eaux en piscicoles sont très rares. Il existe donc un déficit réglementaire important en ce qui concerne les possibilités de réutilisation des eaux usées en pisciculture.

Les différentes normes trouvées dans la bibliographie ne contiennent pas d'indications sur les paramètres parasitologiques des eaux et la norme européenne ne contient aucune indication sur les paramètres bactériologiques de manière générale.

Pour le cas de l'Algérie, il n'existe aucun chiffre précis sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques de la qualité des eaux usées destinées à l'usage piscicole.

On recommande donc de prévoir les outils réglementaires nécessaires afin d'encourager et de promouvoir cette pratique dans notre pays qui pourra contribuer à renforcer la sécurité alimentaire des citoyens.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

A.BADHANE ET F.HINAMRI, Etude d'un système dépuration par lagunage pour sidi Mehdi, thes, DEUA, TEFI, U.Ouargla, 2007. P 9-26.

ARTICALE. JOURNALE OFFICIELLE DE L'UNION EUROPEENNES. L 264/20, 25.9.2006

ARTICALE. JOURNALE OFFICIELLE DE L'UNION EUROPEENNES. L 376/14, 27.12.2006

BADIA-GONDARD F., 2003. L'assainissement des eaux usées. Edition techni. cités, 231p.

BEAUDRY J.P., 1984. Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.

BEAUMONT ,C.,JAMIOSON,R.A.,NGYYEN,M.H.et MEDVEDE, S.(2004) . Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère .... Chapitre2 : Evaluation de la qualité de **l'eau usée** traitée pour l'irrigation.

BIA, MAHDA. Possibilité de réutilisation des eaux usées épurées pour l'élevage en aquaculture 2013. Memoir fin d'études

BONTOUX J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.

CATHERINE BOUTIN, ALAIN HEDUIT, JEAN-MICHALE HELMER. Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) . Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2008

GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220p.

GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220p.

GESTION DU DOMAINE PUBLIQUE HAYDRAULIQUE RECUEIL DE LA LOI N ° 10-95 sur l'eau et de ses textes d'application. Applicables dans la zone d'action de l'Agence du basin hydraulique de la Moulouya. Royaume du Maroc Agence du basin hydraulique de la Moulouya(norme Marocainne).

GOMELLA C., GUERREE H., 1978. Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p.

GROSCLAUDE G., 1999. L'eau : usage et polluants. Edition INRA, 210p.

JOLY B., REYNAUD A., 2003. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356p.

JOLY B., REYNAUD A., 2003. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356p.

LECLERC H., GAILLARD J.L., SIMONET M., 1995. Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edition Doin, 535p.

MEKKAOUI. Y, ET D.HAMDI, Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation, thes Ing.Ecol. U.Ouargla, 2006, p 60

MEMOIRE présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère .... Chapitre2 : Evaluation de la qualité de **l'eau usée** traitée pour l'irrigation. 2.1. Critères ..... Selon Baumont et **al**., (**2004**), les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies

N.GHETAS, Epuration des eaux usées : cas de la ville de Touggourt, thes, Ing, Eco, U.de Ouargla. 2007. P 60

RODIER J., BAZIN C., CHAMBON P., BROUTIN J.-P., CHAMPSAUD H., RODI L., 1996. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition. Edition DUNOD, Paris. 1983p.

SEIDL M., LAOUALIMS., IDDER T., MOUCHEL JM 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 **Publication** ISSN **0007-8115**

THOMAS O, Métarologie des eaux résiduaire, Edition cedeboc, 1995 p 135.

VAILLANT J.R. **(1974).,** Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.

Z.BENMERIEN, N.HAFINE et S.KHOUILD, Epuration des eaux usées da la région de Touggourt par phytoepuration, thes, DEUA, TEFI, U.Ouargla, 2007,P 12-15

vwww.umc.edu.dz/buc/theses/biologie/DJE4878.pdf

Annexes

Annexe I

Tableau N°1: Principaux virus présents dans les eaux usées

Agent pathogène	*Symptômes, maladie*	*Mode(s) de contamination*
Virus de l'hépatite A	Hépatite A	Ingestion
Virus de l'hépatite E	Hépatite E	Ingestion
Parvovirus	Vomissement, diarrhée	Ingestion
Reovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée	Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée	Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée	Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée	Ingestion/Inhalation
Astrovirus	Vomissement, diarrhée	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée	Ingestion
Coxsackie	Méningite, maladie respiratoire, …	Ingestion
Echovirus	Méningite, diarrhée, …	Ingestion
Adenovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite, diarrhée, …	Ingestion

Source : adapté de l'US-EPA (1992) ; Asano (1998) et www.hc-sc.gc.ca cité dans Baumont (2004)

Tableau.2 : Principles bactéries pathogènes présentes dans les eaux usées

Agent pathogène	**Symptômes, maladie**	**Mode(s) de contamination**
Salmonella (différents sérotypes4)	Salmonellose	Ingestion
Yersinia enterocolitica	Gastro-entérite	Ingestion
Leptospira spp.	Leptospirose	Cutanée/Ingestion/Inhalation
Legionella	Légionellose	Inhalation
Campylobacter jejuni	Gastro-entérite	Ingestion
Listeria monocytogènes	Listériose	Ingestion
Escherichia coli (certains sérotypes dont O157:H7)5	Syndrome Hémolytique et Urémique6 (SHU)	Ingestion
Shigella7	Dysenterie bacillaire	Ingestion
Salmonella Typhi7	Fièvre typhoïde	Ingestion
Vibrio cholerae	Choléra	Ingestion
Mycobacterium7	Tuberculose	Inhalation

Source : *adapté de l'US-EPA (1992) ; Asano (1998) et www.hc-sc.gc.ca cité dans Baumont (2004)*

Tableau.3 : Principaux protozoaires présents dans les eaux usées

Agent pathogène	***Agent pathogène***	***Mode(s) de contamination***
Entamoeba hystolytica	Dysenterie amibienne	Ingestion
Giardia lamblia	Giardiase	Ingestion
Balantidium coli	Dysenterie balantidienne	Ingestion
Cryptosporidium parvum	Diarrhée, fièvre	Ingestion
Toxoplasma gondii	Toxoplasmose	Ingestion / Inhalation
Cyclospora	Diarrhée, légère fièvre	Ingestion
Microsporidium	Diarrhée	Ingestion
Naegleria	Méningite	Ingestion
Enterocytozoon spp.	Diarrhée chronique, problèmes rénaux, musculaires, pulmonaires et oculaires	Ingestion

Source : adapté de l'US-EPA (1992) ; Asano (1998) et www.hc-sc.gc.ca cité dans Baumont (2004)

Tableau.4 : Principaux helminthes présents dans les eaux usées

Agent pathogène	***Symptômes, maladie***	***Mode(s) de contamination***
Ascaris lumbricoides	Ascaridiase	Ingestion
Ancylostoma duodenale	Ancylostomiase	Ingestion/Cutanée
Ancylostoma spp.	Anémie	Ingestion/Cutanée
Necator americanus	Necatoriase	Cutanée
Strongloides stercolaris	Strongyloidase	Cutanée
Trichuris trichuria	Trichuriase	Ingestion
Taenia spp.	Diarrhée, douleurs musculaires	Ingestion
Enterobius vermicularis	Enterobiase	Ingestion
Hymenolepis	Nervosité, troubles digestifs, …	Ingestion
Toxocara	Fièvre, douleur abdominale	Ingestion
Echinococcus granulosus	Hydatidose	Ingestion

Source : adapté de l'US-EPA (1992) ; Asano (1998) et www.hc-sc.gc.ca cité dans Baumont (2004)

Annexe II

Les Normes Marocaines

Arrêté conjoint du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement n° 2027-03 du 5 novembre 2003 fixant les normes de qualité des eaux piscicoles.

Article 1 : En application des articles 1 et 2 du décret susvisé n° 2-97-787, les normes de qualité des eaux piscicoles sont fixées au tableau annexé au présent arrêté.

Article 2 : Au sens du présent arrêté, on entend par :

Eaux piscicoles : toutes les eaux courantes ou stagnantes dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons et mollusques et classées en eaux froides et en eaux tièdes ;

Eaux froides : les eaux piscicoles dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons d'eaux froides tells que les espèces de la famille des salmonidés : les truites, les saumons, les ombres, les corégones… ;

Eaux tièdes : les eaux piscicoles dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons autres que les salmonidés : carpes, brochet, perche, sandre, black-bass, anguille, alose…

Echantillon composite : tout mélange de façon intermittente ou continue en proportions adéquates d'au moins trois (3) échantillons ou parties d'échantillons par jour et dont peut être obtenue la valeur moyenne du parameter désiré.

Article 3 : Une eau est dite de qualité piscicole si des échantillons de cette eau prélevés à un intervalle régulier et à un même lieu de prélèvement présentent des valeurs de paramètres conformes aux normes de qualité des eaux piscicoles pour au moins :

- 95% des mesures de tous les paramètres,
- 90% des mesures pour un paramètre donné,
- si les valeurs des paramètres non conformes aux normes de qualité des eaux piscicoles ne dépassent pas la limite de 50%, exception faite pour la T°, le PH, l'oxygène dissous et les paramètres bactériologiques.

Article 4 : Le nombre minimal d'échantillons sur la base duquel une eau est dite piscicole est de 12 par an à raison d'un échantillon par mois.

Article 5 : Tout échantillon sur la base duquel l'eau est dite piscicole doit être un échantillon composite de 24 heures.

Article 6 : Les échantillons prélevés lors des inondations, des pollutions accidentelles ou de catastrophes naturelles ne sont pas considérés pour l'appréciation globale de la qualité des eaux piscicoles.

Article 7 : En cas de nécessité, l'agence de bassin hydraulique concernée peut proposer la fixation pour les eaux piscicoles de valeurs plus sévères que celles prévues par le présent arrêté.

Article 8 : Les paramètres indicateurs de la qualité de l'eau piscicole sont mesurés selon les méthodes normalisées.

Article 9 : L'agence de bassin est chargée de l'application du présent arrêté.

Article 10 : Le présent arrêté est publié au Bulletin Officiel.

Tableau N°1: les normes de qualité des eaux piscicoles au Maroc

		Valeurs limites	
	Paramètres	Eaux froides	Eaux tièdes
1	Température (c°)	5< T< 20	8< T< 30
2	PH	5 à 9	5 à 9
3	Oxygène dissous (mgo_2/l)	5	3
4	Matière en suspension	<25	<50
5	DOC (mgo_2/l)	<20	<30
6	DBO5 (mgo_2/l)	<3	<6
7	Chlore libre (mg/l)	<0,02	<0,02
8	Conductivité (µs/cm)	<350	<3000
9	Ammoniac non ionisé (mg/l NH_3)	<0,025	<0,025
10	Ammonium (mg/l NH^{4+})	<0,50	<1
11	Nitrite (mg/l NO_2^-)	<0,5	<0,5
12	Détergents (mg/l)	<0,5	<0,5
13	Sulfates (mg/l)	<200	<200
14	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés (µg/l)	<10	<10
15	Hydrocarbures polycycliques (µg/l)	<0,2	<0,2
16	Phénols (µg/l) en absence de chloration	<1	<1
17	Cyanures (µg/l CN^-)	<50	<50
18	Argent (µg/l Ag)	<3	<3
19	Fluorures (mg/l F)	<0,7	<0,7
20	Pesticides (µg/l)	<0,1 pour substance individualisée <0,5 au total	<0,1 pour substance individualisée <0,5 au total
Métaux lourds			
21	Sélénium (µg/l Se)	<10	<10
22	Baryum (mg/l)	<1	<1
23	Bore (mg/l B)	<2	<2
24	Manganèse (mg/l)	<0,1	<0,1
25	Mercure (µg/l Hg)	<1	<1
26	Plomb (µg/l Pb)	<20	<20
27	Arsenic (µg/l As)	<50	<50
28	Chrome totale (µg/l Cr)	<50	<50
29	Cadmium (µg/l Cd)	<5	<5
30	Cuivre (a) (µg/l Cu)	<40	<40
31	Zinc (a) (µg/l Zn)	<1,3	<1,3
Bactériologiques			
32	Coliformes fécaux /100ml	<2000	<2000

Normes Européennes

Concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons (version codifiée) du 6 septembre 2006

1. La présente directive concerne la qualité des eaux conchylicoles et s'applique aux eaux côtières et aux eaux saumâtres designees par les États membres comme ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour permettre la vie et la croissance des coquillages (mollusques bivalves et gastéropodes) et pour contribuer ainsi à la bonne qualité des produits conchylicoles directement comestibles par l'homme.
2. Les États membres fixent, pour les eaux désignées, des valeurs pour les paramètres indiqués à l'annexe I, dans la mesure où des valeurs apparaissent dans la colonne G ou I. Ils se conforment aux remarques figurant dans ces deux colonnes.

En ce qui concerne les rejets des substances relevant des paramètres «substances organ-halogénées» et «métaux», les normes d'émission établies par les États membres en application de la directive 2006/11/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la
Communauté (1) sont appliquées en même temps que les objectifs de qualité ainsi que les autres obligations découlant de la présente directive, notamment celles relatives à l'échantillonnage.

3. Les autorités compétentes des États membres effectuent les échantillonnages dont la fréquence minimale est fixée à l'annexe I.

L'application des mesures prises en vertu de la présente directive ne peut en aucun cas avoir pour effet d'accroître, directement ou indirectement, la pollution des eaux côtières ou des eaux saumâtres

Tableau N°4: norme de qualité d'eaux piscicole en européenne

Parameter	Eaux salmonicoles		Eaux cyprinicoles		Méthodes d'analyse ou d'inspe-ction	Fréquence minimale d'échantillionnage et de mesure	Observa-tions
	Guide	Imperative	Guide	Imperative			
1.Temperature (°c)	1.	La température mesure en aval d'un point de rejet thermique (à la limite de la zone du mélange) ne doit pas dépasser la température naturelleb de plus de:			thermométrie	Hebdomadaire en amont et en aval du point de rejet thermique	Des variati-ons trop brusques de température doivent être évitées
		1,5°C		3°C			
		Des derogations limitées géographiqu-ement peuvent être decides par les états members dans des conditions particul-ières si l'autorité compétente peut prouver que ces derogations n'auront pas de cons-equences nuisibles pour le developpe-ment équilibré des peuplemente de poissons					
	2.	Les rejet thermique ne doit pas avoire pour consequence que la température dans la zone située en aval du point de rejet thermique (à la limite de la zone de mélange) dépasse les valeurs suivantes:					
		21,5(0)		28(0)			
		10(0)		10(0)			
		La limite de température de 10°C ne s'applique qu'aux periods de reproduction des espèces ayant besoin d'eau froide pour leur reproduction, et uniquement aux susceptible de contenir de telles espèces Les limites de température peuvent toutefois dépassées pendant 2% du temps					

2.Oxygène dissous (mg/o_2)	50% ≥ 9 100% ≥ 7	50% ≥ 9 Lorsque la teneur en oxygène des-cend en des-sous de 6 mg/l, les états members mettent en oeuvre les disposetions de l'article 7 para-graphe 3. L'autorité comp-etent doit pro-uver que cette situation n'aura pas de conséq-uences nuisibles pour le develop-pement équilibré des peuplements de poissons	50% ≥ 9 100%≥5	50%≥7 Lorsque la teneur en oxygène descend en dessous de 4 mg/l les états mem-bers mettent en oeuvre les dispo-sitions de l'article 7 paragraphe 3 l'autorité compétente doit prouver que cette situation n'aura pas de conseq-uences nuisibles pour le dév-eloppement équilibré des peup-lement de poisson	Method de winkler ou electrodes spécifiques (method électrochimique)	Mensuelle avec au moins un échantillon représentatif des des faibles teneurs en oxygène se présentant le jour du prélèvement Toutefois, s'il y a presumption de variati-ons diurnes significatives au moins deux prélè-vements par jour seront effectués	
3. PH		6-9 (0)([1])		6-9 (0) ([1])	Életrométrie etalon-nage au moyen de deux solu-tion tam-pons de ph connus voisins et de pref-erence situés de part et d'autre de la valeur du ph à mesurer	Mensuelle	
4.Matières en suspen-sion (mg/l)	≤ 25 (0)		≤ 25 (0)		Par filtration sur mem-brane filtration 0,45 µm ou par		Les valeurs indiquées se referent à des concen-

					centrifugation (temps minimal de 5 minutes acceleration moy-enne de 2800-3200 g) séchage à 105°C et pesée		trations moyennes et ne s'app-liquent pas aux mati-ères en suspension ayant des proprieties chimiques nocives Les inondations sont susce-ptibles de provoquer des conce-ntrations particulièrement éle-vées
5.DBO_5 (mg/l)	≤ 3		≤ 6		Détermination de O_2 par la methode de Winkler avant et aprèsnincubation de 5 jours dans l'obscurité totale, à 20±1°C (sans empecher la nitrification)		
6. Phosphore total (mg/l)					Spectrophotométrie d'absorption moléc-ulaire		En ce qui concerne les lacs don't la profondeur moyenne se situe entre 18 et 300 m, on pourrait appliquer la formule suivant: $L \leq 10 \frac{Z}{Tw} (1 + \sqrt{Tw})$

							Ou L = charge exprimée en mg par mètre carée de surface du lac pendant une année Z = profondeur moyenne du lac exprimée en mètres Tw = temps théorique de renouvellement de l'eau du lac exprimé en années Dans les autres cas, les valeur limites de 0,2 mg/l pour les eau salmonicoles et de 0,4 mg/l ppour les eaux cyprinicoles, exprimées en PO_4 pouvent être considérées comme des valeurs indicatives permettant de réduire l'europhisation
7. Nitrites	≤ 0,01		≤ 0,03		Spectrophotométrie d'absorp-tion mole-culaire		

8. Composes phénoliques (mg/l C_6H_5OH)		([2])		([2])	Examen gustatif		L'examen gustative n'est effect-tué que si la presence de composes phénoliques est presume
9. hydrocar-bures d'origine pétrolière		([3])		([3])	Exanen visual Examen gustatif	Mensuelle	Un examen visual est effectué tous les mois; l'ex-amen gustatif n'est effe-ctué que si la presence d'hydrocarbures est présumée
10. Ammon-iac non ionize (mg/l NH_4)	≤ 0,005	≤ 0,025	≤ 0,005	≤ 0,025	Spectophotométrie d'absorption moléculaire au bleu d'indophénol ou selon la method de Nessler assciée à la déterm-ination du PH et de la temper-ature	Mensuelle	Les valeurs pour l'amm-oniac non ionisé peuvent être dépassées, à condition qu'il s'agisse de pointes peu import-antes appar-aissant pen-dant journée
	Afin de diminuer le risque d'une toxicité dû à l'am-moniac non ionisé, d'une consummation d'oxygène due à la nitrificationet d'une eutrophisation, les con-centration d'ammonium total ne devraient pas dépa-sser les valeurs suivantes:						
11.Ammoniom total (mg/l NH_4)	≤0,04	≤ 1([4])	≤ 0,02	≤ 1([4])			
12.Chlore résiduel total (mg/l HOCl)		≤ 0,005		≤ 0,005	Method DPD (diethyl-p-phénylènediamine)	Mensuelle	Les valeurs I correspon-dent à un PH= 6 Des concen-trations de chlore total supérieures peuvent être acceptées si le PH est supérieur

13.Zinc total (mg/l Zn)		≤ 0,3		≤ 1,0	Spectrometrie d'abs-orption atomique	Mensuelle	Les valeurs I correspo-ndent à une dureté de l'eau de 100 mg/l de $CaCO_3$ Pour des duretés co-prises entre 10 et 500 mg/l, les valuers limites corr-espondantes peuvent être trouvées à l'annexe II
14.Cuivre soluble (mg/l Cu)	≤ 0,04		≤ 0,04		Spectrométrie d'abs-orption atomique		Les valeurs G corresp-ondent à une dureté de l'eau de 100 mg/l de $CaCO_3$ Pour des duretés comprises entre 10 et 300 mg/l, les valeurs limites correspondentes peuv-ent être trouvées à l'annexe II

Normes nationales (Algériennes)

Art.2.- Au sens du présent décret, il est entendu par :

***Produit de la pêche :** Tous les animaux ou partie d'animaux marins ou d'eau douce ou saumâtre comprise leurs oeufs, ovules et laitances, à l'exclusion des animaux aquatiques protégés.
Les poissons mollusques et les crustacés, de taille commerciale capturés dans le milieu naturel et conservés vivants en vue d'une vente ultérieure ne sont pas considérés comme des produit d'aquaculture dans la mesure ou leur séjour dans les viviers n'a pour but que de les maintenir en vie et non de leur faire acquérir une taille ou un poids plus élevé ;

***Produit d'aquaculture :**Tout produit résultant d'élevage ou de culture destiné à être mis sur le marché en tant que denrée alimentaire.
Est également considéré comme produit d'aquaculture tout poisson , mollusque ou crustacé, de mer ou d'eau douce saumâtre , produit ou capturé à l'état juvénile ou alevin et naissain , gardé en captivité jusqu'à atteindre la taille commerciale souhaitée pou la consommation humaine ou à la transformation.

***Produit de la pêche et de l' aquaculture frais:**Tout produit de la pêche et de l'aquaculture**,** n'ayant subi aucun traitement en vue de sa conservation.

***Produit de la pêche et de l' aquaculture réfrigéré :**Tout Produit de la pêche et de l' aquaculture dont la température est abaissée par réfrigération et maintenue au voisinage de 0°C.

***Produits de la pêche et de l' aquaculture congelé :**Tout Produit de la pêche et de l'aquaculture ayant subi une congélation permettant d'obtenir à coeur une température inférieure ou égale à –18°C après stabilisation thermique.

***Produits de la pêche et de l' aquaculture préparé :**Tout Produit de la pêche et de l'aquaculture ayant subi une opération modifiant son intégrité anatomique telle que l'éviscération, l'étêtage, le tranchage, le filetage et le hachage.

***Produit de la pêche et de l' aquaculture transformé :**Tout Produit de la pêche et de l'aquaculture qui à subi un procédé chimique ou physique tel que la conservation, le chauffage, la fumaison, le salage, la dessiccation, le marinage, le saumurage, la fermentation ou une combinaison de ces différents procédés.

***Emballage des produits de la pêche et de l' quaculture :**L'opération qui consiste à placer dans un contenant des produits de la pêche et de l' aquaculture conditionnés ou non et par extension, ce contenant

***Eau de mer ou saumâtre propre :** eau ne présentant pas de contamination microbiologiques, de substances nocives et / ou de plancton marin toxique en quantité susceptible d'avoir une incidence sur la qualité sanitaire des produits de la pêche et de l'aquaculture

*__Moyens de transport :__Les parties réservées au chargement dans les véhicules automobiles, dans les véhicules circulant sur rails, dans les aéronefs ainsi que les cales des bateaux ou les conteneurs pour le transport par terre, mer et air.

*__Halle à marée :__Toute infrastructure conçue exclusivement pour la vente en gros des produits de la pêche et de l'aquaculture.

*__Navire usine :__Tout navire à bord duquel des produits de la pêche subissent une opération, transformation et congélation, obligatoirement suivies d'un conditionnement et éventuellement d'un emballage.
Ne sont pas considérés comme des navires usines, les navires de pêche qui ne pratique que la congélation et/ou la cuisson des crevettes et des mollusques à bord et ceux qui ne procède qu'à la congélation.

*__Mise sur le marché :__La détention ou l'exposition en vue de la vente des produits de la pêche et de l'aquaculture

Art.13.-L'utilisation d'eau douce et d'eau de mer propre est imposée pour tous les usages.

Inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture

Résumé

Dans le but d'explorer une possible utilisation des eaux usées épurées dans l'élevage de poissons dans certains pays, nous avons évalué les paramètres physico-chimiques et biologiques de ces eaux. Cette exploration a été faite sur la base de la comparaison des normes d'élevage piscicole trouvées dans la la bibliographie. Il s'agit des normes de l'Union européenne, du Maroc et de l'Algérie.

Notre travail a montré un déficit réglementaire important en ce qui concerne les possibilités de réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole, en particulier en Algérie où l'aquaculture est une activité relativement récente. Il est donc nécessaire de prévoir les outils réglementaires nécessaires afin d'encourager et de promouvoir cette pratique dans notre pays qui pourra contribuer à renforcer la sécurité alimentaire des citoyens.

Mots clés: Eaux épurées, pisciculture, normes, Union européenne, Maroc, Algérie.

ملخص المعايير القائمة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تربية الأسماك

ملخص:

من أجل استكشاف إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تربية الأسماك في بعض الدول ، قمنا بتقييم المؤشرات البيولوجية الفيزيائية والكيميائية لهذه المياه . وقد تم هذا الاكتشاف على أساس المقارنة بين معايير تربية الأسماك الموجودة في المراجع . التي تتضمنها معايير الاتحاد الأوروبي, المغرب و الجزائر.

أظهرت نتائج دراستنا وجود عجز كبير بشأن إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة في تربية الأسماك ، وخاصة في الجزائر ، حيث أن تربية الأسماك هو نشاط حديث نسبيا . ولذا فمن الضروري توفير الوسائل التنظيمية اللازمة لتشجيع وتعزيز هذه الممارسة في بلادنا والتي يمكن أن تساعد على تعزيز الأمن الغذائي للسكان.

الكلمات الرئيسية : المياه النظيفة.تربية الأسماك ، المعايير ، الاتحاد الأوروبي ،المغرب والجزائر

Inventory of existing standards for wastewater reuse in fish

Summary:

In order to explore the possible use of treated wastewater in fish farming in some countries, we evaluated the physic-chemical and biological parameters of these waters. This exploration was done on the basis of the comparison of fish farming standards found in the bibliography. These are the standards of the European Union , Morocco and Algeria .

The results of our study showed a significant regulatory gap regarding the possibilities of wastewater reuse in the fish area, particularly in Algeria, where aquaculture is a relatively recent activity. It is therefore necessary to provide the regulatory tools necessary to encourage and promote this practice in our country which can help to strengthen the food security of people.

Keywords: clean water. Fish, standards, European Union, Morocco, Algeria.