

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ 20 AOÛT 1955 SKIKDA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Ingénierie & Gestion de l'Eau

THEME

CONCEPTION D'UN FILTRE BIOLOGIQUE POUR LE TRAITEMENT
DES EAUX D'AQUARIUM

Soutenu le 20/06/2023

Réalisé par :

SAIEH khawla.

MERABET Aya.

MESBAH Chaima.

Encadré par :

Pr. Nadjla CHAIB

Année Universitaire 2022- 2023

REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU le tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce Modeste travail.

nos sincères remerciements à notre promoteur Madame Pr Nadjla CHAIB pour ses conseils et orientation tout au long de ce travail.

Nous remercions également tous les enseignants des départements de sciences et technologie, et de génie des procédés qui ont participé à notre formation.

Je tiens également à remercier tous mes amis et mes camarades de la promotion, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la bonne réalisation de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier toute la personne du laboratoire de la santé de la wilaya de Skikda à Merdj Eddib pour leur accueil et aide précieuse et aussi les ingénieurs du laboratoire n°8 du département de Génie des procédés, Mme Sabra et Mme Samiha

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la bonne réalisation du présent mémoire de fin d'étude.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

Ma grand-mère Akila qui ni les mots, ni les phrases ne peuvent exprimer ma grande gratitude pour ses sacrifices et son soutien tout au long de ma vie

A mon père Ali pour ses sacrifices et son soutien

Ma mère Noura et mama Aldjya pour l'amour qu'elles m'ont donné

Mes très chers sœurs et frères : Walid, Mounir, Rima

A mon amour KAMEL qui était avec moi dans ma carrière

A mes tantes surtout Fatima pour son aide et les conseils qu'elle m'a donné ainsi qu'à son mari, à Fadila et son mari, Najette et son mari, CHahra, Hassiba, Fifi

A mon grand-père Ahmed et mes oncles : Fouzi, Lakhder, Rachide, Ali, Lamine que je respecte beaucoup

A mes amies : Abir, Imane, Chaïma, Latifa, khawla, Aya, Sara

A mes chère cousins : Wahab, Soufien, Mohamede, Yakine, Choayb, Diya

A mes chères cousines : Fadila, Farida, Chafya, Abla, Charifa, Rayane, et a tout famille

A tous ceux que je n'ai pas cités et qui m'ont encouragé pour réaliser ce travail

Ainsi que tous les Collègues de ma promotion d'ingénierie et gestion de l'eau (IGE) 2023

CHAÏMA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A mes chers parents qui ont fait de moi ce que je suis
aujourd'hui*

Pour leur amour et leurs sacrifices

A mon mari Omar

A mes chers tante et oncle

A toute la famille MERABET ET BOUBIDE sans exception

A toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail

A mes amis

A toutes mes amies et camarades de promotion

IGE 2023

AYA

Dédicace

A mes parents avant tout et pour tout

A mon frères Bilal et mon fiancé Sami

*A toute ma famille et à mes chers amis chacun en son
nom A ceux que j'aime aimé et qui aiment, A tous ceux
qui M'ont aidé dans la réalisation de ce modeste travail*

et pourleurs Encouragement

Ainsi qu'à tous mes enseignants

A la promotion TGE 2023,

*Je dédie ce mémoire à chaque personne qui m'a aidé de près ou de
loin*

Khawla

Résumé

Cette étude porte sur la conception d'un filtre d'aquarium composé de trois couches (2 types d'éponges, et une couche de gravier) dans lequel la filtration biologique se fait suite au développement d'un biofilm bactérien favorisant ainsi la biodégradation de la contamination azotée et phosphorée avec une efficacité de filtration de 70%, et l'élimination des solides en suspension de 100%.

Abstract

This study concerns the design of an aquarium filter composed of three layers (2 types of sponges, and a layer of gravel) in which the biological filtration takes place following the development of a bacterial biofilm thus promoting the biodegradation of nitrogen and phosphorus contamination with 70% filtration efficiency, and 100% suspended solids removal.

ملخص

تتعلق هذه الدراسة بتصميم مرشح حوض سمك مكون من ثلاث طبقات (نوعان من الإسفنج وطبقة من الحصى) يتم فيها الترشيح البيولوجي بعد تطوير غشاء حيوي بكتيري وبالتالي تعزيز التحلل البيولوجي لتلوث النيتروجين والفوسفور بـ 70 كفاءة الترشيح % ، وإزالة المواد الصلبة العالقة بنسبة

Liste des abréviations

T : Température.

CE : Conductivité électrique.

PH : Potentiel hydrotimétrique.

O₂ : L'oxygène dissous.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

PO₄⁻ : Phosphates.

MES : Matière en suspension.

TA : Titre alcalimétrique simple.

TAC : Titre alcalimétrique complet.

TDS : Total des sels dissouts.

TH : La dureté total.

EDTA : Ethylène diamine tétra-acétique.

BCPL : Bromo-Cresol Pourpre Lactose.

UV : Ultraviolet.

PCA : Gélose Plate count agar.

PPI : Pixels Per Inch.

Liste des figures

	Titre de figure	Page
I.1	Le Cycle de l'azote	06
I.2	Bactérie nitrifiante	07
I.3	Bactérie dénitrifiant	07
I.4	Algues d'aquarium d'eau douce	08
I.5	Lampe bio uv	14
II.1	Filtre à sable de prétraitement	16
II.2	Graviers	17
II.3	filtre de gouttière	17
II.4	filtration verticale	18
II.5	Les différents masse de filtration biologique	19
II.6	Mousse polyester	20
II.7	Mousse PU noire pour bassins et aquarium	20
II.8	La ouate de perlon	20
II.9	Nouilles de céramique	21
II.10	Bio balles filtrantes	22
II.11	Tourbe granulé	22
II.12	Argile de fon d'aquarium	22
II.13	Fritte en verre de quartz	2 3
II.14	Charbon actif	23
II.15	Pompe à air manuelle	24
II.16	Filtre externe petit volume	26
II.17	Filtre externe gros volume	26
II.18	Filtre cascade gros volume	27

II.19	Filtre cascade petit volume	27
II.20	Filtre naturel de type aquaponie	27
III.1	PH mètre de paillasse de raffinerie RA2K.	32
III.2	Spectrophotomètre de paillasse de raffinerie RA2K.	34
III.3	Dispositif de titrage : <u>Burette</u> de paillasse de raffinerie RA2K.	37
III.4	Dispositif titration de TH de raffinerie RA2K.	38
III.5	Ensemencer les tubes de BCPL labo de la sante	39
III.6	Dispositif de filtration sur membrane pour dénombrement des bactéries du filtre biologique labo de ST Skikda	42
IV.1	Evolution de température.	46
IV.2	Evolution de pH	47
IV.3	Evolution de conductivité	47
IV.4	Evolution de TDS	48
IV.5	Evolution de turbidité	49
IV.6	Evolution de MES	49
IV.7	Evolution de l'Oxygène dissout	50
IV.8	Evolution de TA et TAC	51
IV.9	Evolution de TH	52
IV.10	Evolution de Nitrate et Nitrite	53
IV.11	Evolution de Phosphate	54

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre des tableaux	Page
IV.1	Tableaux de résultat paramètre physique	45
IV.2	Tableaux de résultats chimiques	51
IV.3	Résultats des coliformes Totaux, Coliforme Fécaux, Streptocoque	54
IV.4	Dénombrement sur milieu gélosé PCA	55
IV.5	Rendement de filtre biologique	56

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Introduction Générale.....	01

Chapitre I : Généralités sur la qualité des eaux des aquariums

I.1. Introduction sur le traitement biologique des eaux d'aquarium.....	05
I.2. Les sources d'ammoniac.....	05
I.3. Le cycle de l'azote.....	05
I.3.1. Processus de nitrification.....	06
I.3.2. Processus de dénitrification.....	06
I.4. Les bactéries nitrifiantes et dénitrifiâtes.....	07
I.5. Les algues.....	08
I.6. Les Facteurs contrôlant les eaux d'aquarium.....	09
I.6.1. pH :	09
I.6.2. Température :	09
I.6.3. Niveau d'oxygène dissous (OD)	09
I.6.4. Dioxyde de carbone (CO ₂)	10
I.6.5. Conductivité.....	10
I.6.6. TDS.....	10
I.6.7. Salinité.....	11
I.6.8. Alcalinité	11
I.6.9. Phosphate.....	11
I.6.10. Composés azoté.....	12
I.6.10.1. Ammoniaque.....	12
I.6.10.2. Nitrate.....	12
I.6.10.3. Nitrite.....	13
I.6.11. Turbidité.....	13
I.6.12. Dureté de l'eau.....	13
I.7. La désinfection de l'aquarium	13
1.7.1. Bio UV.....	14
1.7.2. Traitement par ozone.....	14
I.8. Conclusion.....	15

Chapitre II : Filtration biologique des aquariums

II.1. Introduction sur la filtration en aquarium.....	16
II.2. Définition de la filtration biologique.....	16

II.3. Le principe du réacteur biologique de filtration.....	16
II.4. Différentes formes et conceptions de filtres.	16
II.4.1. Filtration sous sable.....	16
II.4.2. Filtration sur graviers.....	17
II.4.3. Filtre gouttière, filtre sec ou filtre à ruissellement	17
II.4.4. Filtration verticale	18
II.5. Différentes masses biologiques filtrantes.....	18
II.5.1. Rôle des masses de filtration biologique.....	19
II.5.2. Types des masses filtrantes :	19
II.5.2.1. La mousse de polyester et de polyuréthane.....	19
II.5.2.2. La ouate de perlon.....	20
II.5.2.3. Les nouilles de céramique.....	21
II.5.2.4. tubes de Céramique.....	21
II.5.2.5. Les bioballes.....	21
II.5.2.6. Les granulés de tourbe.....	22
II.5.2.7. Roche volcanique.....	22
II.5.2.8. Argile cuite.....	22
II.5.2.9. Plastique.....	23
II.5.2.10. Verre / quartz fritté	23
II.5.2.11. Charbon actif et la filtration chimique.....	23
II.5.3. Choix des masses de filtration biologique.....	24
II.5.3.1. Masses filtrantes bio/mécanique.....	24
II.5.3.2. Sol d'aquarium est aussi une masse filtrante biologique !.....	24
II.6. Pompes à air.....	24
II.6.1. Débit de la pompe.....	25
II.6.2. Filtration mécanique.....	25
II.6.3. Entretien de la filtration mécanique.....	25
II.6.4. Entretien du filtre biologique.....	25
II.6.5. Entretien du filtre intérieur.....	26
II.6.6. Le filtre extérieur, hors de l'aquarium.....	26
II.6.7. Filtre cascade.....	27
II.6.8. Filtre naturel utilisant les principes de l'aquaponie.....	27
II.7. Conclusion.....	27

Chapitre III : matériels et méthodes

III.1. Introduction.....	31
III.2. Présentation de l'aquarium.....	31
III.3. Présentation du filtre biologique.....	31
III.4. Caractérisation physico chimique de l'eau d'aquarium.....	31
III.4.1. Détermination de la température.....	31
III.4.2. Détermination de PH.....	31
III 4.3. Détermination de la conductivité électrique et la salinité.....	32
III.4.4. Détermination de l'oxygène dissous.....	32
III.4.5. Détermination de turbidité.....	33
III.4.6. Détermination de nitrite (NO ₂ ⁻).....	33

III.4.7. Détermination de nitrate (NO_3^-).....	34
III.4.8. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})	35
III.4.9. Détermination de matière en suspension.....	36
III.4.10. Détermination de TA et TAC.....	36
III.4.11. Détermination de Total des sels dissouts (TDS)	37
III.4.12. Détermination de la dureté totale.....	38
III.5. Caractérisation bactériologique de l'eau d'aquarium.....	38
III. 5.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux/fécaux.....	38
III. 5.2. Recherche et dénombrement des streptocoque.....	40
III.6. Caractérisation bactériologique du filtre biologique.....	41
III.7. Conclusion.....	42

Chapitre IV : Résultats et Interprétations

IV.1. Introduction.....	45
IV.2. Résultats des paramètres physiques.....	45
IV.2.1. Evolution de la température.....	45
IV.2.2. Variation du pH.....	46
IV.2.3. Evolution de la conductivité de l'eau.....	47
IV.1.4. Variation de TDS :	48
IV.1.5. Détermination de la turbidité.....	48
IV. 1.6. Abattement des teneurs en MES.....	49
IV .1.7. Variation des teneurs en oxygène dissout :	50
IV.3. Résultats des paramètres chimiques.....	50
IV.3.1. Variation de TA et TAC.....	51
IV.3.2. Variation de la dureté totale (TH) :	52
IV .2.3. Abattement des teneurs en nitrate et nitrite.....	53
IV .2.5. Abattement des teneurs de phosphate.....	53
IV.4. Résultat bactériologique.....	54
IV.3.1. Détermination des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques	54
IV.4. Détermination des bactéries aérobies mésophiles du filtre sur milieu de culture PCA	55
IV.6. Vérification efficacité de filtre biologique :.....	55
Conclusion générale.....	62
Références bibliographique	62

Introduction générale

Introduction générale

Le mot « aquarium » est formé par dérivation, il vient du latin aqua qui veut dire eau avec le suffixe -rium- qui signifie lieu ou structure. C'est une femme, Jeanne Villepreux-Power, qui inventa l'aquarium dès 1832 pour ses expérimentations.

Les premiers aquariums ont été construits en Angleterre en 1850. Ils sont inspirés de la caisse de Ward, une serre d'horticulture en verre. Le néologisme aquarium a été créé par contraction de aquatique et vivarium. L'idée était de créer un lieu en circuit fermé, dans lequel les organismes vivent en équilibre naturel, contrairement aux vivariums et bassins qui étaient jusqu'alors des circuits ouverts³. Et l'existence du cycle de l'azote et son importance pour la survie des animaux aquatiques en milieu clos a été découverte en 1805.

Un aquarium est un réservoir rempli d'eau dans lequel vivent des animaux et/ou des plantes aquatiques, par exemple des poissons, des mollusques, des crustacés, ainsi que des algues, mais aussi de nombreux microorganismes invisibles à l'œil nu, Un aquarium peut servir à élever des animaux et cultiver des plantes pour des études scientifiques ou à élever des animaux dans un but commercial (aquaculture), notamment pour le marché de l'alimentation et de l'aquariophilie. Un aquarium et son contenu peut également servir d'objet de décoration et de loisir ou peut servir à élever des espèces en voie de disparition ou des animaux malades.

L'aquarium est un environnement vivant. D'un point de vue biologique, il s'apparente à une reconstitution miniature d'un écosystème artificiel, Il est généralement constitué de vitres, d'une résistance et d'un éclairage, terme maître Mais surtout, c'est un réservoir d'eau dans lequel cohabitent plantes et animaux d'un système de filtration

Un filtre aquarium est un système de filtration pour aquarium, un outil d'épuration organique et biologique de l'eau se réalise la plupart de temps grâce à un filtre aquarium à fort débit. Les filtres d'aquarium réalisent plusieurs étapes : une action mécanique pour arrêter les déchets les plu grossiers, puis chimique pour la qualité de l'eau et enfin biologique pour dégrades un certain nombre de nutriments en éléments organiques assimilables.

En aquarium, les paramètres physico-chimiques concernent des valeurs facilement mesurables comme la température de l'eau, le potentiel hydrogène pH, conductivité, TDS, et la turbidité en particulier le matin juste avant l'éclairage, et le soir juste après l'extinction de la lumière pour constater les effets de la photosynthèse.

D'autres paramètres ont été également mesurés et contrôlés : la dureté totale (TH), le nitrite NO_2^- , les nitrates NO_3^- , le phosphate PO_4^{3-} , MES, turbidité, oxygène dissout TA et TAC. Ces paramètres ont été déterminés pour vérifier et évaluer le fonctionnement et l'efficacité de notre filtre biologique constitué de 3 types de matériaux de filtration de l'eau douce d'aquarium.

Le présent mémoire de fin d'étude est structuré en deux parties :

Partie théorique :

- Le chapitre I décrit les généralités sur la qualité des eaux des aquariums
- Le chapitre II, présente les procédés de la filtration biologique des eaux d'aquariums.

Partie pratique :

-Chapitre III : dans ce chapitre seront présentés le matériel et méthodes utilisés dans l'élaboration des travaux expérimentaux de conception du biofiltre et les paramètres de caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau d'aquarium avant et après filtration. Ainsi que la mise en évidence de la formation et développement du biofilm microbien sur les différentes couches composant le biofiltre.

-Le chapitre IV, présente les principaux résultats obtenus, ainsi que leurs interprétations et discussion.

Le présent mémoire se termine par une conclusion générale et des références bibliographiques utilisées pour l'élaboration des différentes parties du présent travail.

Partie Théorique

Chapitre I :

Généralités sur la qualité des
eaux d'aquarium

I.1. Introduction sur le traitement biologique des eaux d'aquarium

Le présent travail de mémoire de fin d'étude concerne le traitement des eaux par voie biologique, et tout spécialement un procédé de purification biologique des eaux douces ou marines contenant des matières organiques solides et dissoutes et des substances minérales dissoutes provenant de la dégradation desdites matières organiques, au moyen de micro-organismes aérobies et anaérobies opérant en continu dans un même espace réactionnel. Selon le procédé de l'invention, l'eau est traitée au moyen de micro-organismes aérobies qui dégradent les matières organiques, dont les composés azotés sont dégradés en deux étapes principales qui sont l'ammonisation (désamination et ammonification) et la nitrification (nitrosation et nitratisation), et au moyen de microorganismes anaérobies hétérotrophes qui réduisent les ions nitrate libérés par l'oxydation des composés azotés en utilisant comme source de carbone organique, une partie des composés carbonés présents dans le milieu réactionnel.

I.2. Les sources d'ammoniac

Il est présent dans votre aquarium par les déchets de poissons ou les aliments non consommés. L'ammoniaque continuera de s'accumuler jusqu'à ce que les bactéries qui s'en nourrissent commencent à se coloniser l'aquarium. Il est possible que l'eau se trouble et devienne laiteuse c'est tout à fait normal et s'explique par la multiplication des bactéries. L'eau redeviendra normale. Lorsque les niveaux d'ammoniaque montent en flèche et commencent à baisser, vous savez que vous entrez dans la deuxième phase (CHRISTELLE, 1997).

I.3. Le cycle de l'azote

Les poissons, escargots et crevettes défèquent dans l'eau, parfois les plantes se désagrègent... Et pourtant les animaux continuent d'y vivre sans problème. C'est possible car les déchets sont transformés étape après étape jusqu'à devenir de l'engrais pour les plantes. C'est ça, le cycle de l'azote.

C'est un processus où des bactéries installées dans l'aquarium permettent à l'ammoniaque (très toxique) de se transformer en nitrites (très toxiques), puis en nitrates (moins toxiques). Les plantes aquatiques et les changements d'eau prennent ensuite le relais pour réduire les nitrates et purifier l'eau.

Ces bactéries sont les résidents les plus importants de votre aquarium, il faut en prendre soin. Un aquarium sans poisson tourne sans problème... Un aquarium sans ces bonnes bactéries (CHRISTELLE, 1997).

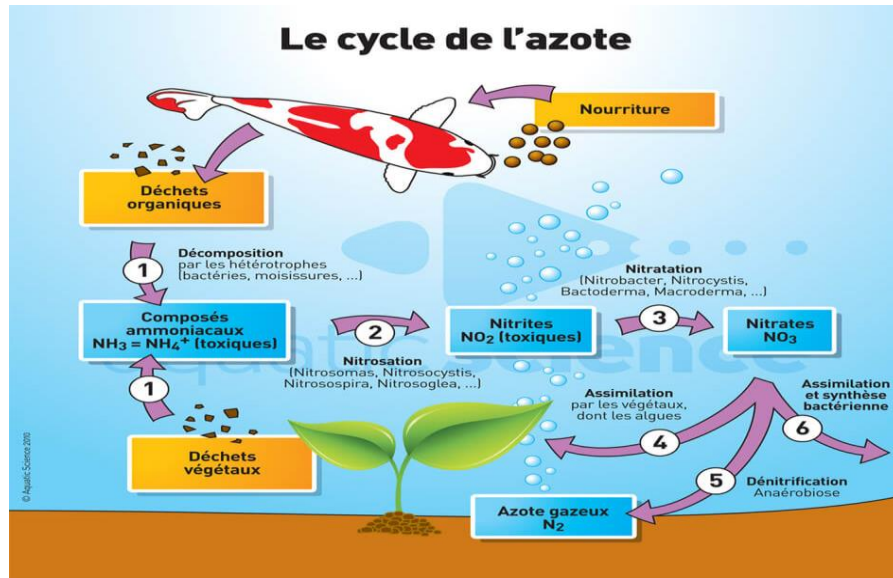


Figure I.1 : Le Cycle de l'azote

I.3.1. Processus de nitrification

La nitrification conduit à la formation de nitrate à partir d'ammoniac.

La première étape est la nitritation, c'est-à-dire la transformation de l'ammoniac en nitrite par des bactéries (Nitrosomas, etc.) en présence d'oxygène. La seconde étape est la nitratisation, conversion de l'ion nitrite en ion nitrate par des bactéries (Nitrobacter, etc.) en présence d'eau.

Il s'agit de mécanismes autotrophes, c'est-à-dire que ces réactions fournissent l'énergie nécessaire à l'assimilation du carbone par les bactéries. (levavasseur, 2022).

I.3.2. Processus de dénitrification

La dénitrification conduit à la formation de diazote à partir de nitrate. Il s'agit d'un processus biologique de respiration anaérobie, c'est-à-dire un mécanisme dans lequel l'accepteur final des électrons n'est pas le dioxygène, contrairement aux respirations aérobies, mais une autre substance minérale (ici le diazote).

Les bactéries dénitrifiantes réduisent l'ion nitrate (NO_3^-) successivement en ion nitrite (NO_2^-), puis en monoxyde d'azote (NO), en protoxyde d'azote (N_2O), et enfin en diazote (N_2).

Le phénomène peut être incomplet, c'est-à-dire que la dénitrification peut être arrêtée à différents stades, d'où la production possible de N_2O (levavasseur, 2022).

I.4. Les bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes

I.4.1. Les bactéries nitrifiantes

Nitrosomonas et Nitrobacter sont les bactéries les plus connues des aquariophiles puisque ce sont elles qui oxydent l'ammoniac en nitrites, puis les nitrites en nitrates. Capables de supporter des taux de pollution extrêmes, ce sont celles qui finissent généralement par dominer exclusivement un bac qui n'est pas réensemencé par des souches bactériennes



fraîches (Geourjon, 2003).

Figure I.2 : Bactéries nitrifiantes

I.4.2. Les bactéries dénitrifiantes

Thiobacillus denitrificans se trouvent en quantité acceptable dans les récifaux berlinois barre-bottom sans sable bien pourvus en pierres vivantes. Elles sont en quantité optimale dans les récifaux avec lit de sable, d'autant plus si ce sable est en couche épaisse. Lorsque ces bactéries colonisent des zones du substrat pierre et ou sable pauvre en oxygène anoxiques elles puisent ce gaz vital au sein même des nitrates, transformant ainsi ces derniers en entités gazeuses se volatilissant dans l'atmosphère à la surface du bac (Geourjon, 2003).

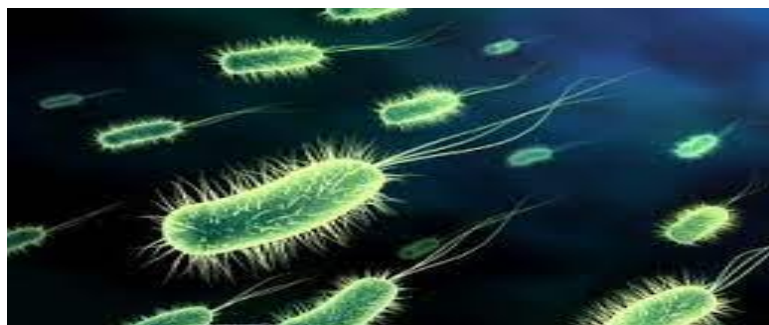


Figure I.3 : Bactéries dénitrifiantes

I.5. Les algues

La présence d'algues dans un aquarium d'eau douce est récurrente et naturelle. Les causes de l'apparition et du développement de ces organismes indésirables sont multiples. Ces algues prolifèrent surtout lors de déséquilibres des paramètres de l'eau de l'aquarium ou par un éclairage inadapté. Bien qu'inoffensives pour les poissons, elles sont inesthétiques et impliquent un entretien particulier qui peut devenir fastidieux. Causes, traitement et prévention, on vous dit tout sur les algues d'aquarium d'eau douce pour vous permettre de mieux comprendre et limiter leur prolifération.

On observe généralement la présence d'algues au moment du démarrage d'un aquarium. Elle se développent sur les supports inertes (verre, roches, racines, etc.) à cause essentiellement d'une instabilité des paramètres de l'aquarium. Si toutefois les algues persistent ou prolifèrent après cette phase, il faut, après avoir bien compris leur fonctionnement, adapter les actions à mettre en place.

La prolifération des algues d'aquarium d'eau douce peut être liée à différents facteurs :

- Un éclairage inadapté (une intensité trop forte ou trop faible, une durée d'éclairage inférieure à 8 h ou supérieure à 12 h, un spectre lumineux modifié) ;
- Une surpopulation de poissons, qui génère une pollution importante de l'eau ;
- Peu ou pas de plantes d'aquarium (absence de concurrence d'absorption des nutriments) ;
- Un taux de phosphates ou de nitrates trop élevé ou déséquilibré (CHISTOPHE, 2007).



Figure I. 4 : Algues d'aquarium d'eau douce

I.6. Les Facteurs contrôlant les eaux d'aquarium

I.6.1. pH

Comme les poissons vivent dans l'eau tout au long de leur cycle de vie, il est nécessaire de mesurer constamment le pH. Les valeurs de pH supérieures à 9,5 et inférieures à 4,5 ne sont pas bonnes pour le cycle de vie de nombreux organismes dans l'eau. Si la valeur du pH est de 4 ou moins, il s'agit de mort acide. Lorsque la valeur du pH se situe entre 4 et 5, il n'y aura pas de cycle de reproduction chez les poissons. Une croissance lente peut se produire si la valeur du pH est comprise entre 4 et 6,5. Les plages souhaitables pour la reproduction des poissons vont de pH 6,5 à pH 9. Si la valeur du pH se situe entre 9 et 10, une croissance lente des poissons se produira. Si la valeur de pH est supérieure à 11, alors il s'agit de la mort alcaline (TREAL, 2021).

I.6.2. Température

La température de l'eau peut être le facteur le plus important affectant le bien-être des poissons. Les poissons sont des organismes à sang froid et assument approximativement la même température que leur environnement. La température de l'eau affecte l'activité, le comportement, l'alimentation, la croissance et la reproduction de tous les poissons. Les taux métaboliques des poissons doublent pour chaque augmentation de température de 10 °C. La température a un effet direct sur des facteurs importants tels que la croissance, la demande en oxygène, les besoins alimentaires et l'efficacité de la conversion des aliments. Plus la température est élevée, plus les besoins en oxygène et en nourriture sont importants et plus le taux de croissance est rapide. Un autre problème est que la concentration d'oxygène dissous dans l'eau à l'équilibre avec l'air diminue à mesure que la température de l'eau augmente.

II.6.3. Niveau d'oxygène dissous (OD)

Le niveau d'oxygène dissous (OD) est l'un des paramètres les plus critiques de la qualité de l'eau et de la pisciculture. L'OD est incorporé dans l'eau à partir de l'air atmosphérique et de la photosynthèse à partir des phytoplanctons. Pour avoir des poissons en bonne santé, des niveaux d'oxygène de 60 à 70% de saturation sont nécessaires. Si les niveaux d'OD sont trop bas, cela affectera les poissons et leur croissance

L'oxygène dissous fait référence au niveau d'oxygène libre non composé présent dans l'eau ou d'autres liquides. Ce paramètre nous renseigne sur la qualité de l'eau en raison de son influence sur les organismes vivant dans un plan d'eau.

L'oxygène non composé, ou oxygène libre (O_2), est de l'oxygène qui n'est lié à aucun autre élément. La présence de molécules d' O_2 libres dans l'eau est en fait de l'oxygène dissous. Si les molécules d'oxygène sont liées dans l'eau (H_2O), cela ne compte pas dans les niveaux d'oxygène dissous.

Les poissons qui semblent léthargiques et sont plus à la surface de l'eau, sont confrontés au problème du manque d'oxygène. Parfois, ils perdent l'appétit et leur croissance peut être affectée. Les gros poissons ont besoin de plus d'oxygène et s'il n'y a pas assez d'oxygène, ils développeront des symptômes plus tôt. Parce que tout cet oxygène dissous doit être mesuré quotidiennement.

I.6.4. Dioxyde de carbone (CO_2)

Le dioxyde de carbone (CO_2) se trouve couramment dans l'eau provenant de la photosynthèse ou de sources d'eau provenant de roches calcaires. Les poissons peuvent tolérer des concentrations de 10 ppm à condition que les concentrations d'oxygène dissous soient élevées. L'eau supportant de bonnes populations de poissons contient normalement moins de 5 ppm de dioxyde de carbone libre. Dans l'eau utilisée pour la pisciculture intensive en étang, les niveaux de dioxyde de carbone peuvent fluctuer de 0 ppm l'après-midi à 5-15 ppm au lever du jour. Alors que dans les systèmes de recirculation, les niveaux de dioxyde de carbone peuvent régulièrement dépasser 20 ppm. Des niveaux excessivement élevés de dioxyde de carbone (supérieurs à 20 ppm) peuvent interférer avec l'utilisation de l'oxygène par les poissons.

I.6.5. Conductivité électrique de l'eau (CE)

Dans un aquarium nouvellement installé, la composition ionique de l'eau est susceptible de varier considérablement au cours des premières semaines ou des premiers mois. Par exemple, certains types de gravier risquent de provoquer un « échange d'ions », ou encore de libérer ou d'emprisonner des ions dans l'eau, et ainsi de faire varier fortement la valeur de la conductivité. On doit donc évaluer les autres paramètres en jeu (soit la dureté totale et la dureté carbonatée) au moyen de simples analyses de l'eau (ARRIGNON, 1969).

I.6.6. Totale des sels dissouts (TDS)

TDS est la mesure de toutes les substances solides organiques et inorganiques dissoutes dans votre eau.

Cependant, les tests de ce paramètre de l'eau ne disent pas ce que comprend votre TDS. Il mesure le total de toutes les substances moléculaires, ionisées et microscopiques dans notre eau qui ne peuvent pas être captées par votre filtration.

Cela inclut votre GH, KH, Ammoniac, Nitrite, Nitrate, déchets organiques dissous, etc., et tout ce que vous ajoutez à votre aquarium planté (conditionneur d'eau, engrais, nourriture pour poissons non consommée, etc.) (DERREDJI, 2020).

I.6.7. Salinité

La salinité est la quantité de sels dissous dans l'eau. Dans un aquarium d'eau douce, la salinité se traduit également par la quantité de sel ajoutée à l'eau. Les faibles niveaux de salinité dans les aquariums d'eau douce sont d'environ 20 à 30 ppm, ou parties par millier. Les niveaux de salinité élevés sont de 30 à 40 ppm. En revanche, l'aquarium d'eau salée a une salinité d'environ 35 ppm. Il est particulièrement important de surveiller la salinité dans les aquariums d'eau douce en raison de la nature délicate des poissons tropicaux. Ils sont habitués à vivre dans des eaux à fort taux de salinité, et des changements soudains peuvent provoquer des problèmes de santé. Même si vous ne voyez aucun signe de détresse, un faible taux de salinité peut être tout aussi dangereux qu'un taux de salinité élevé. Si la salinité de votre aquarium est en dehors de la plage optimale, cela peut entraîner des problèmes de santé, comme la pourriture des nageoires, et des maladies. Heureusement, il est facile de mesurer la salinité de votre aquarium.

I.6.8. Alcalinité

La valeur du pH de l'eau dans l'aquarium caractérise le niveau de son alcalinité et de son acidité, ce qui affecte grandement le confort du séjour des habitants aquatiques. L'eau d'aquarium avec un $\text{pH} < 7$ est considérée comme acide, un $\text{pH} > 7$ est considéré comme alcaline. Déterminer le niveau d'acidité signifie connaître la densité des ions hydrogène dans le liquide de l'aquarium (LABBE, 2007).

I.6.9. Phosphate

Le phosphate est essentiel à la croissance des plantes une trop grande quantité de phosphate dans un système aquacole peut contribuer à la prolifération d'algues, ce qui réduit l'oxygène dissous, vital pour un écosystème prospère.

Dans le cas des phosphates PO_4^3 , qui sont dus à un excès de nourriture concentrée, ils génèrent une augmentation du phytoplancton. Cela réduit les concentrations d'oxygène dissous.

Pour cette raison, il est prudent de les maintenir à des niveaux de 0,6 et 1,5 ppm.

I.6.10. Composés azotés

Les déchets organiques présents dans l'aquarium se décomposent en deux principaux composés azotés, l'ammonium (NH_4^+) qui est très peu toxique, et l'ammoniaque (NH_3), hautement toxique. Par la suite, ces composés seront convertis en nitrites (NO_2^-) par des bactéries dites nitrifiantes appelées nitrosomonas. Ces nitrites sont eux aussi excessivement toxiques pour les poissons. En fait, dans un aquarium équilibré, dès que la concentration de nitrites est mesurable par les tests du commerce (NABAVIAN, 1977).

I.6.10.1. Ammoniaque

Présent dans l'eau en tant que composant du cycle de l'azote, l'ammoniac est excrété par les animaux et d'autres organismes tels que les bactéries hétérotrophes, les actinomycètes et les champignons au cours du métabolisme des protéines et des acides aminés. Généralement présent en petites quantités dans les eaux non polluées, des niveaux plus élevés indiquent une pollution organique et sont toxiques pour la vie aquatique.

Une concentration aussi faible que 0,02 mg/L montre un aspect toxique sur les poissons, selon les espèces. Le pH détermine la quantité d'ammoniac qui sera ionisée. Si le pH diminue, la quantité d'ammonium augmentera. L'ammonium est plus souhaitable que l'ammoniac, car l'ammonium est moins toxique pour les poissons. Par conséquent, les aquaculteurs doivent mesurer à la fois le pH et les niveaux d'ammoniac. Cela les aide à déterminer la quantité restante d'ammoniac et la quantité ionisée en ammonium moins nocif.

L'ammonium sous sa forme ionisée (NH_3) est toxique lorsque le pH et la température sont élevés et que l'oxygène dissous est faible. Idéalement, maintenez les niveaux d'ammonium en dessous de 0,1 ppm.

I.6.10.2. Nitrate

Le nitrate est l'un des paramètres les plus importants dans l'évaluation de la qualité des eaux de surface et souterraines. Les nitrates sont naturellement présents dans les eaux de surface et souterraines à de faibles concentrations, mais sont nocifs pour les humains et le bétail et provoquent une dégradation des écosystèmes aquatiques à des concentrations élevées. Les nitrates pénètrent dans l'environnement par la pollution d'origine humaine provenant de diverses sources, mais la plus importante de ces sources provient des engrais agricoles. Les autres sources sont les rejets de traitement des eaux usées, les fosses septiques et les déchets d'animaux domestiques. Les nitrates sont hautement toxiques, leur niveau doit donc être inférieur à 0,1 ppm.

I.6.10.3. Nitrite

Les nitrites NO_2 , sont une étape intermédiaire entre l'ammoniac (NH_4^+) et les nitrates (NO_3^-). Comme l'ammonium, les nitrites et les nitrates sont très toxiques, leurs niveaux doivent donc être inférieurs à 0,1 ppm. Un excès de nitrite peut être toxique pour les poissons. Lorsque le nitrite interagit avec l'hémoglobine, le fer s'oxyde et la cellule sanguine ne peut plus transporter d'oxygène. Une exposition prolongée à de plus grandes quantités peut causer des dommages aux organes et donc une diminution de la croissance.

Les nitrites sont hautement toxiques, leur niveau doit donc être inférieur à 0,1 ppm.

I.6.11. Turbidité

Il s'agit d'une Propriété optique, causée par la présence de solides en suspension qui provoquent la dispersion ou l'absorption de la lumière plutôt que sa transmission (SIGG, 2001).

I.6.12. Dureté de l'eau

Une dureté de l'eau inférieure à 20 ppm de carbonate de calcium affecte les processus de reproduction et de croissance des poissons, avec des niveaux acceptables entre 50 et 300 ppm. Les niveaux de dureté optimaux pour la plupart des espèces se situent entre 75 et 150 ppm, ceux-ci étant considérés comme de l'eau douce (BUENO, 2000).

I.7. La désinfection de l'aquarium

La désinfection est un processus physique ou chimique qui tue ou inactive les agents pathogènes, des micro-organismes tels que les bactéries, les virus et les protozoaires, empêchant ainsi la croissance de micro-organismes pathogènes dans la phase végétative des objets inertes (BESSIS, 2008).

I.7.1. Bio Uv

Des solutions intégrées et perfectionnées pour une eau saine BIO-UV Group fournit aux propriétaires de bassins d'eau douce et salée des systèmes de traitement de l'eau par lampes UV-C conçues pour désinfecter l'eau et maintenir l'équilibre biologique des bassins.



Figure I.5 : Lampe BIO-UV

Le Principe de fonctionnement des réacteurs UV dans l'eau peut être décrit comme suite.

Les réacteurs BIO-UV Group sont situés en aval sur les circuits de filtration et traitent à chaque passage et en continu le débit en fonction de la turbidité et de la transmittance de l'eau. Par son effet germicide, tous les micro-organismes sont éradiqués sans aucun produit chimique : l'eau est naturelle et parfaitement saine (BESSIS, 2008).

I.7.2. Traitement par Ozone des eaux d'aquaculture et de pisciculture

Une technologie propre et durable pour une qualité d'eau exceptionnelle,

L'Ozone constitue un moyen simple et efficace de décomposer les particules présentes dans les systèmes de recirculation de l'eau utilisés en aquaculture et pisciculture.

C'est un procédé oxydant qui désinfecte et oxyde les polluants organiques tout en augmentant la concentration d'oxygène dissoute dans l'eau. Il en résulte une qualité d'eau exceptionnelle (BESSIS, 2008)

II.8. Conclusion

L'équilibre biologique est atteint lorsque les propriétés chimiques de l'eau - telles que la dureté, le pH et les concentrations de composants azotés - restent constantes et acceptables, que les animaux et les plantes se développent et prospèrent normalement et que les algues ne mettent pas en danger les autres organismes vivants.

Chapitre II :

Procédés de filtration Biologique de l'eau
d'aquarium

II.1. Introduction :

Les filtres d'aquarium réalisent plusieurs étapes : une action mécanique pour arrêter les déchets les plus grossiers, puis chimique pour altérer la qualité de l'eau et enfin biologique pour dégrader un certain nombre de nutriments en éléments organiques assimilables.

II.2. Définition de la filtration biologique :

La filtration biologique est la filtration la plus importante pour l'équilibre de l'aquarium, il faut donc prévoir des masses filtrantes adaptées : billes en argile, nouilles en céramique...

Tous ces supports sont poreux et sont donc facilement colonisés par les bactéries nitrifiantes. Ces petits objets s'effritent, il faut donc les rincer avant de les placer dans le filtre (CHRISTELLE, 2023).

II.3. Principe du réacteur biologique de filtration :

À l'intérieur du réacteur, le système d'aération fournit de l'oxygène au milieu aqueux. Dans ces conditions, la matière organique est dégradée par les micro-organismes, qui utilisent l'oxygène, lequel est éliminé de l'eau (LE CLOIREC, 1984).9

II.4. Différentes formes et conceptions de filtres

II.4.1. Filtration sur sable

La filtration sous sable se présente sous la forme de plusieurs couches superposées. Ces couches auront chacune un but bien précis dans la filtration et la colonisation de bonnes bactéries. La réalisation de ce type de filtration est simple, et peu contraignant en matière d'entretiens, elle est également très efficace pour notre projet invertébré (Jérôme, 2021).

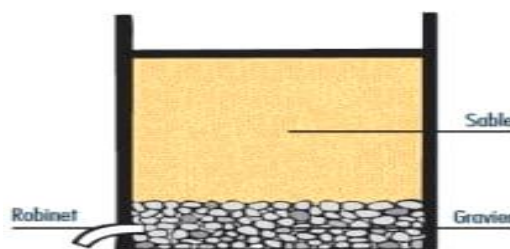


Figure II.1 : Filtre à sable de prétraitement

II.4.2. Filtration sur gravier

Le gravier dans les services un but esthétique et pratique. Le gravier dans le réservoir fournit l'appui pour des usines, des moyens de filtration en systèmes de filtre « under gravel », et une région pour que les poissons effectuent des activités telles que la multiplication et l'alimentation (Butler, 2009).



Figure II.2 : Gravier pour filtration

II.4.3. Filtre gouttière, filtre sec ou filtre à ruissellement :

Les filtres de gouttières ou collecteurs de gouttières doivent être simples d'installation et efficaces, ils sont le premier filtre avant la cuve enterrée, réservoir aérien ou la citerne de récupération d'eau de pluie.

Un filtre de gouttière doit être adapté à la surface de la toiture et à la cuve de récupération d'eau de pluie. Le choix du collecteur filtrant de gouttière est déterminant pour une bonne qualité de l'eau et ainsi éviter l'encrassement des citernes, cuves, réservoirs et pompes. Un collecteur filtrant de gouttière bien installé servira également de trop plein au réservoir cuve citerne et autres récupérateurs d'eau de pluie (GUEBAIL, 2017).



Figure II.3 : Filtre de gouttière

II.4.4. Filtration verticale :

La filtration verticale assure une dégradation poussée des polluants par processus aérobies.

La filtration verticale impose de soigner la répartition hydraulique des effluents à la surface du filtre. Le développement des roseaux participe à l'intégration paysagère des unités de traitement (POULET, 2004).

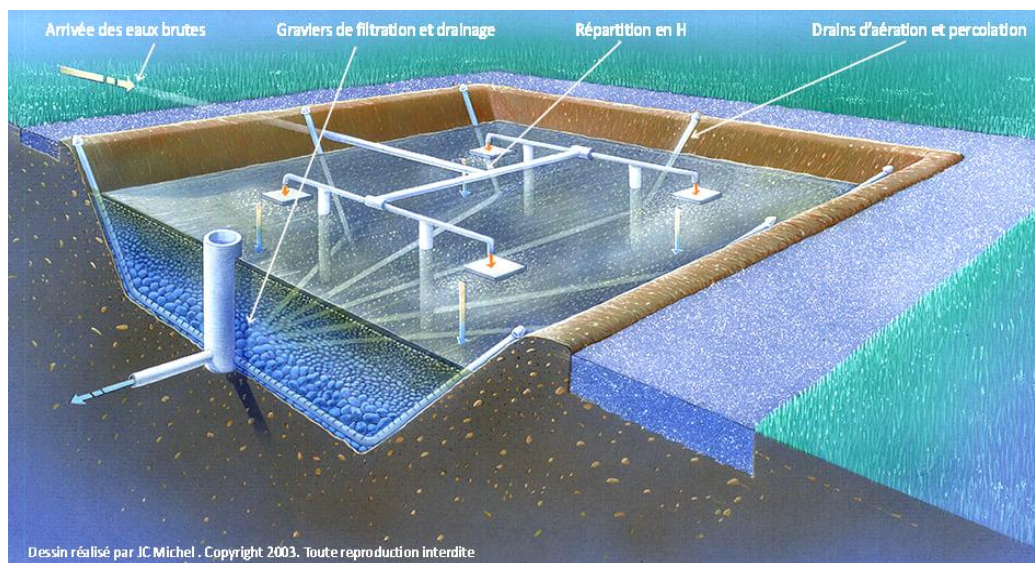


Figure II.4 : Filtration verticale

II.5. Différentes masses biologiques filtrantes :

Il est très important pour préserver l'équilibre d'un aquarium de choisir la filtration la plus adaptée. Mais ce choix n'est pas en lui-même suffisant. En effet, un filtre ne fonctionne que s'il est rempli avec les bons composants, appelés masses filtrantes. Ce sont ces masses filtrantes qui permettent d'assurer une filtration mécanique, biologique et chimique. Elles attrapent les déchets, les dégradent, peuvent modifier la chimie de l'eau et permettent d'avoir une eau claire et limpide. Il est important d'avoir des masses filtrantes efficaces, et de les entretenir correctement (CHRISTELLE, 2023).



Figure II.5 : les Différentes masses de filtration biologique

II.5.1. Rôle des masses de filtration biologique

Ce sont ces masses filtrantes qui permettent d'assurer une filtration mécanique, biologique et chimique. Elles attrapent les déchets, les dégradent, peuvent modifier la chimie de l'eau et permettent d'avoir une eau claire et limpide. Il est important d'avoir des masses filtrantes efficaces, et de les entretenir correctement est d'héberger les bonnes bactéries, responsables du cycle de l'azote (CHRISTELLE, 2023).

II.5.2. Type des masses filtrantes :

II.5.2.1. La mousse de polyester et de polyuréthane :

Le Polyéther est en général plus souple et élastique, il résiste à l'eau mais il craint l'oxydation provoquée par les rayons UV.

La mousse polyuréthane est l'une des mousses les plus répandues pour la fabrication de ma telas. Cette mousse de qualité supérieure apporte fermeté et confort aux matelas (COLOMBINI, 2008).



Figure II.6 : Mousse de polyester



Figure II.7 : Mousse PU noire pour bassins et aquarium

II.5.2.2. La ouate de perlon :

La ouate aussi appelée perlon est très utilisée en aquariophilie en tant que filtration mécanique fine. Elle permet de capter les plus fines particules et ainsi garantir une eau claire dans votre aquarium (CHERBLANC, 1948).



Figure II.8 : La ouate de perlon

II.5.2.3. Nouilles de céramique

Les nouilles en céramique CERAM 250 ou 750 sont des masses filtrantes très poreuses constituant un habitat idéal pour les bactéries dénitrifiâtes Elles permettent une meilleure qualité de l'eau et en renforçant l'efficacité de la filtration biologique (PETITJEAN ROGET, 2005).



Figure II.9 : Nouilles de céramique .

II.5.2.4. Tubes de céramique

Tube en céramique Décoration en Céramique Grotte d'élevage pour crevette et Petits Poisson (ZHOU,1997).

II.5.2.5. Les bio-balles :

Les bios balles pour filtres d'aquarium extérieurs sont spécialement mises au point pour Tetratex EX. Elles éliminent les grosses particules par voie mécanique. Filtration biologique très active. avec macro-surface (CHARLES, 2022).



Figure II.10 : Bioballes filtrantes

II.5.2.6. Les granulés de tourbe:

Les granulés sont constitués de tourbe naturellement acide et spécialement traitée. Cette tourbe filtrante chimiquement efficace abaisse le pH et réduit la dureté de l'eau. Également riche en substances précieuses telles que les substances humiques et les oligo-éléments Les granulés de tourbe abaissent (acidifient) le pH de l'eau et réduisent ainsi la dureté de l'eau (RICE, 2000).



Figure.II.11 : Tourbe granulées

II.5.2.7. Roche volcanique :

Les roches volcaniques sont des roches magmatiques, résultant du refroidissement rapide d'une lave (un magma arrivé à la surface), d'où leurs autres noms de volcanites, roches extrusives, roches effusives ou roches éruptives (SIMON, 2018).

II.5.2.8. Argile cuite :

L'argile est une matière rocheuse naturelle à base de silicates ou d'aluminosilicates hydratés de structure lamellaire, provenant en général de l'altération de silicates à charpente tridimensionnelle, tels que les feldspaths (LAGARDE, 2008).



Figure II.12 : Argile de fon d'aquarium

II.5.2.9. Plastique :

Une matière plastique (le plastique en langage courant) est un polymère généralement mélangé à des additifs, colorants, charges (miscibles ou non dans la matrice polymère) (GILBERT, 2022).

II.5.2.10. Verre / quartz fritté

Le verre fritté est le plus souvent utilisé comme élément filtrant pour remplacer le papier filtre car il est réutilisable et résistant chimiquement et à haute température selon sa composition (verre ou quartz) (MEUNIER, 2007).

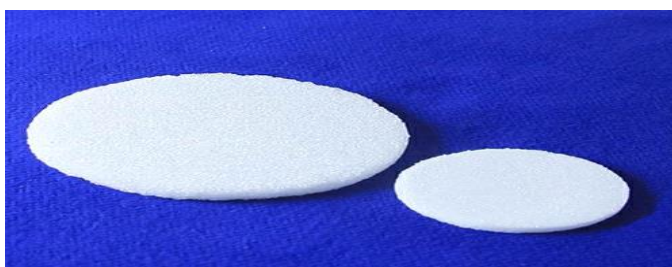


Figure II.13 : Fritte en verre de quartz

II.5.2.11. Le charbon actif et la filtration chimique :

Le charbon actif est une masse de filtration que nous allons pouvoir utiliser dans nos aquariums et plus précisément dans nos filtres. Qu'il soit externe ou interne, qu'il s'agisse de filtre de décantation ou autre, nous pouvons l'utiliser dans n'importe quel filtre. Cette masse de filtration, nous pouvons la retrouver sous différentes formes : en granulés ou en éclats. En nous pouvons aussi en trouver en mousse imprégnée de charbon actif (ADAR, 2022).



Figure II.14 : Charbon actif

II.5.3. Choix des masses de filtration biologique :

Pour choisir une masse de filtration biologique il faut donc se référer à la surface colonisable indiqué par le fabricant (m^2/L). Presque toutes les grandes marques aquariophiles proposent un ou plusieurs types de filtration biologique (LANDECKER, 2021).

II.5.3.1. Masses filtrantes bio/mécanique :

Les mousses de filtration sont des masses filtrantes bio/mécanique. Economique et polyvalente, les mousses équipent beaucoup de filtre vendu avec masse de filtration incluses (LANDECKER, 2021).

II.5.3.2. Sol d'aquarium est aussi une masse filtrante biologique :

Tout élément qui est dans l'eau est susceptible d'héberger les bonnes bactéries. Le sol de l'aquarium est lui-même une grande masse de filtration biologique. Bien entendu suivant la nature du sol utilisé il sera plus ou moins accueillant pour les bactéries du cycle de l'azote. Par exemple, les sols techniques, ou le JBL Manado sont de très bons filtres biologiques (LANDECKER, 2021).

II.6. Pompe à air:

Les pompes à air d'aquarium ont pour but d'oxygéner l'eau, en envoyant en permanence des petites bulles d'air dans l'eau. En réalité, elles ne vont pas directement oxygéner l'eau de l'aquarium, mais faciliter les échanges gazeux par l'agitation qu'elles créent à la surface de l'eau (BAUDIS, 2023).



Figure II.15 : Pompe à air Aquarium

II.6.1. Débit de la pompe :

Le débit de la pompe, exprimé en litres par heure, doit être adapté au volume d'eau de la cuve d'aquarium. Autrement dit, il faut le dimensionner en fonction de la contenance de l'aquarium. Certaines pompes ont un débit d'à peine quelques litres par heure, d'autres des centaines voire des milliers (VIGLINO, 2023).

II.6.2. Filtration mécanique :

L'aquarium marin moderne doit absolument être équipé d'un système de filtration mécanique digne de ce nom, que ce soit additionnel dans le cas d'un aquarium industriel de marque red sea reefer, aquamedic ou une réalisation sur mesure (par l'atelier du comptoir du récif) utiliser un filtre mécanique est important pour éliminer les particules en suspensions dans l'aquarium mais aussi préserver la vie et le bon fonctionnement des autres systèmes de traitement d'eau (écumeurs, filtres à bio-pellet) et toutes les pompes en général qui se trouveront moins encrassées (VANDAEL, 2001).

II.6.3. Entretien du filtre mécanique :

Un entretien régulier et complet du filtre mécanique est donc recommandé. Il permet de retirer les matières organiques du bac avant qu'elles ne polluent l'eau. Le filtre mécanique peut donc être considéré comme une préfiltration à la filtration biologique : son entretien régulier limite la quantité de déchets organiques entrant dans le cycle de l'azote (SOW, 2021).

II.6.4. Entretien du filtre biologique :

Le filtre biologique nécessite un entretien beaucoup moins fréquent que le filtre mécanique. Lors du nettoyage de la masse filtrante, les colonies bactériennes doivent être préservées. Le risque est souvent de vouloir un résultat trop « impeccable ». L'eau de conduite est proscrite pour le nettoyage : elle contient du chlore qui entraînerait la mort d'une grande partie des bactéries nitrifiantes. Au contraire, il est recommandé de profiter des changements partiels d'eau pour rincer la masse filtrante avec de l'eau de l'aquarium. Les bactéries n'auront pas à subir de variations de température et de qualité de l'eau ni des produits toxiques que contient l'eau de conduite (comme le chlore) (SOW, 2021).

II.6.5. Entretien du filtre intérieur :

Pour un filtre intérieur compartimenté, l'entretien peut s'effectuer comme décrit plus haut : plus le filtre mécanique est nettoyé fréquemment et minutieusement, moins la quantité de déchets organiques entrant dans le cycle de l'azote sera importante et les nitrates s'accumuleront moins vite dans l'aquarium. La partie biologique du filtre nécessite un entretien beaucoup moins fréquent, en prenant soin de ne pas détruire les colonies bactériennes (SOW, 2021).

II.6.6. Le filtre extérieur, hors d'aquarium:

Le filtre extérieur est un dispositif placé hors de l'aquarium, en dessous du niveau du bac pour que l'eau puisse facilement entrer dans le filtre par gravité. Logé dans le meuble sous l'aquarium, il est bien plus esthétique qu'un filtre intérieur. A noter que certains modèles peuvent également être placés à côté de l'aquarium ou être suspendus. Il est également un peu plus coûteux (SOW, 2021).



Figure II.16 : Filtre externe petit volume



Figure II.17 : Filtre externe gros

II.6.7. Filtre cascade :

Filtre cascade pour aquarium permettant de maintenir des paramètres adaptés à la bonne santé des poissons et des plantes aquatiques (LAGAUZERE, 2021).



Figure II.18 : Filtre cascade gros volume

Figure II.19 : Filtre cascade petit volume

II.6.8. Filtre naturel utilisant les principes de l'aquaponie :

Le filtre naturel aquaponique est également une autre typologie de filtre externe. C'est un filtre tout droit dérivé des techniques utilisées dans les cultures aquaponiques. Il se place généralement sur le dessus de l'aquarium. Il est composé de matériaux naturels et de plantes. C'est au travers des plantes que la filtration de l'aquarium s'opère naturellement (SOW, 2021).



Figure II.20 : Filtre naturel de type aquaponie

II.7. Conclusion

Il s'agit des masses de filtration les plus importantes pour votre aquarium. Plus le volume de masse de filtration biologique sera important dans votre filtre, mieux cela sera pour l'hygiène de votre aquarium. Un cycle de l'azote stable permet de garantir une bonne santé de vos poissons, invertébrés et plantes.

Partie Pratique

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

III.1. Introduction

Une analyse de l'eau d'aquarium est une procédure par laquelle nous allons déterminer les caractéristiques chimiques, physiques et bactériologique de l'eau d'aquarium, les analyses bactériologiques au niveau du Laboratoire de référence de santé de la willaya de Skikda à Merdj Eddib, et les analyses physico-chimiques ont effectuées au niveau du laboratoire de la raffinerie RA2K (Sonatrach, Skikda).

III.2. Présentation de l'aquarium

L'aquarium est un environnement vivant. D'un point de vue biologique, il s'apparente à une reconstitution miniature d'un écosystème artificiel.

Il est généralement constitué de vitres, d'un système de filtration, d'une résistance et d'un éclairage, terme maître Mais surtout, c'est un réservoir d'eau dans lequel cohabitent plantes et animaux.

III.3. Présentation du filtre biologique

Les filtres pour aquarium sont des dispositifs chargés de l'élimination des déchets s'accumulant dans les aquariums. De nombreux matériaux peuvent servir de support de filtration pour les aquariums, on utilise trois types de filtration mécanique (mousse à gros trous 10PPI= 4 à 5 mm, mousse à trous fins 30PPI = 2 à 3 mm, gravie 2 à 4 mm).

III.4. Caractérisation physico-chimique de l'eau d'aquarium

III.4.1. Détermination de la température

a. Principe

L'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques et qui joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et surtout bactérienne, La température est mesurée au même temps avec le pH par le pH-mètre.

b. Mode opératoire

Détermination de la température se fait à l'aide d'un pH-mètre, on immerge l'électrode de l'appareil dans l'échantillon jusqu'à stabilisation des valeurs du température puis noter la température.

III 4.2. Détermination du potentiel hydrotimétrique (pH).

a. principe

On applique cette méthode pour déterminer la concentration des ions (H^+) ou (OH^-) présent dans l'eau.

b. Mode d'opérateur

Détermination du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre, on immerge l'électrode de l'appareil dans l'échantillon jusqu'à stabilisation des valeurs du pH, puis noter le pH.

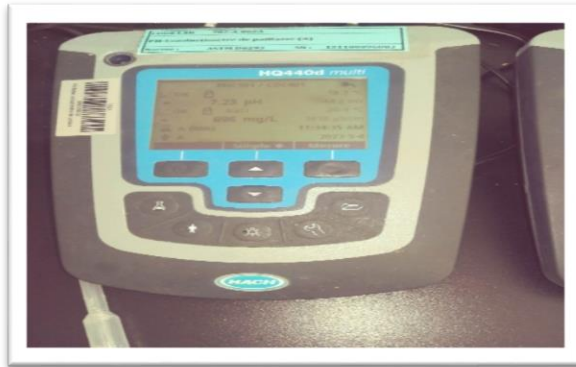


Figure III.1 : pH-mètre de paillasse de la raffinerie RA2K

III.4.3. Détermination de la conductivité électrique et la salinité

a- Principe

Le passage du courant électrique varie en fonction de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne la quantité des sels dissous.

La conductivité électrique d'une eau augmente avec la température, car la mobilité des ions augmente avec elle, en utilisant pour la mesurer un conductimètre électrique.

b. Mode opératoire

Après rinçage de l'électrode à l'eau distillée, on la plonge dans l'échantillon et on attend que la valeur affichée se stabilise.

Puis noter la conductivité, l'appareil donne directement la conductivité en micro-Siemens sur centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

III.4.4. Détermination de l'oxygène dissous

a. Principe

L'oxygène toujours présent dans l'eau n'est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau.

b. Mode opératoire

Après rinçage de l'électrode à l'eau distillée, on la plonge dans l'échantillon et on attend que la valeur affichée se stabilise. Puis noter la valeur de l'O₂ dissous directement en mg/l.

III.4.5. Détermination de turbidité

a. Principe

Parmi les diverses possibilités de mesure de la turbidité de l'eau, deux d'entre elles, la néphélométrie (mesure de l'intensité de la lumière incidente diffusée à un angle de 90° par rapport à la lumière incidente), et l'opacimétrie (mesure de l'atténuation de la radiation incidente) sont les plus utilisées, et de plus elles sont normalisées.

b. Mode opératoire

- Allumer le turbidimètre par la touche ON/OFF.
- Entrer le mode étalonnage par appui sur CAL.
- Verser l'échantillon dans la cuvette
- Fermer le capot de protection et appuyer sur READ

III.4.6. Détermination de nitrite (NO₂)

a. Principe

Nitriver3 en milieu d'échantillon, en présence de nitrite donne une couleur rose dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

b. Mode d'opérateur

1. Appuyez sur programs mémorisez.

2. Sélectionnez l'épreuve.

3. Remplir un échantillon carré cellule avec 10 ml d'échantillon.

4. Échantillon préparé : Ajouter le contenu d'un réactif nitrite nit river 3 oreillers à poudre. Tourbillon à dissoudre.

Une couleur rose se développera si le nitrite est présent.

5. Appuyez sur MINUTERIE > ok.

Une réaction de 20 minutes période va commencer.

6. Préparation du blanc : Lorsque la minuterie expire, remplissez un deuxième échantillon carré cellule avec 10 ml d'échantillon.

7. Essuyez le blanc et insérez- le dans le porte - cellule avec la ligne de remplissage vers la droite.

Appuyez sur ZÉRO.

L'écran affichera : 0.000 mg/L NO₃⁻N

8. Essayez la préparation échantillon et insérez-le dans le porte - cellule avec le remplissage ligne tournée vers la droite.

Appuyez sur LIRE. Les résultats sont dans mg/L NO₃⁻N.



Figure III.2 : Spectrophotomètre de pailleuse de raffinerie RA2K.

III.4.7. Détermination de nitrate (NO₃⁻)

a. Principe

Cette enzyme est recherchée en bactériologie systématique, il existe plusieurs types de nitrate réductase : La nitrate réductase capable de réduire les nitrates jusqu'au stade nitrites selon. ; Les nitrites pourront ensuite être réduits en ammoniac grâce à nitrite réductase.

b. Mode opératoire

- Spectrophotomètre appuyé sur programme enregistré
- Sélectionner le programme d'analyse
- Remplir une éprouvette graduée de 25ml jusqu'au trait de 15 ml avec échantillons
- Transférer le contenu d'une pochette de réactifs nitraVer6 dans l'éprouvette boucher l'éprouvette
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie appuyer sur OK
- Une période de réaction de 3 minutes va commencer.
- Agiter énergiquement l'éprouvette pendant 3 minutes.
- Lorsque la minuterie appuyer sur OK.

- Lorsque la minuterie retentit transférer avec précaution 10 ml de l'échantillon dans une cuve carrée de 1 propre prendre soin de ne pas transférer de particules de cadmium
- Préparation de l'échantillon : transférer le contenu d'une pochette de réactif Nit river 3 dans la cuve (l'échantillon prépare) boucher.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie appuyer sur OK une période de réaction de 30 secondes va commencer
- Agiter doucement la cuve pendant 30 secondes une coloration rose apparaîtra en présence de nitrate
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie appuyer sur OK
- Une période de réaction de 15 minutes va commencer.
- Préparation du blanc : Lorsque la minuterie retentit remplir une cuve carrée de 1 jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon original
- Essuyer l'extérieur du blanc (cuve) et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite
- Sélectionner sur l'écran : zéro
- Indication à l'écran : 0,00 mg/l NO₃⁻N
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite
- Sélectionner sur l'écran : mesurer
- Les résultats sont indiqués en mg/l NO₃⁻N

III.4.8. Détermination des phosphates (PO₄³⁻)

a. Principe

Phosvea3 en milieu d'échantillon, en présence de phosphate donnée une couleur Blue dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en phosphate.

b. Mode opératoire

- Presse programs mémorisez.
- Sélectionnez l'épreuve.
- Remplir un échantillon carré cellule avec 10 ml d'échantillon.
- Échantillon préparé : Ajouter le contenu d'un phosvea 3 phosphate oreiller de poudre à la cellule.
- Boucher immédiatement et agiter vigoureusement pendant 30 secondes.

- Appuyez sur Minuterie>OK.
- Une réaction de deux minutes période va commencer. Si la l'échantillon a été digéré à l'aide le persulfate acide digestion, une dizaine de minutes période de réaction est nécessaire.
- Préparation du blanc: Remplir une deuxième cellule d'échantillon carrée avec 10 ml d'échantillon
- Lorsque la minuterie expire, essuyez le blanc et insérez-le dans la cellule titulaire avec la ligne de remplissage face à droite.
- Appuyez sur ZÉRO. L'affichage montrera : mg de PO_4^{3-} /L.
- Essuyez la préparation échantillon et insérez-le dans le porte-cellule avec le remplissage ligne tournée vers la droite.
- Appuyez sur LIRE. Les résultats sont dans mg/L PO_4^{3-} .

III.4.9. Détermination de matière en suspension

a. Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, la détermination des résidus sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matière dissoutes et en suspension déterminé par spectrophotomètre.

b. Mode opératoire

- Presse programmes mémorisés
- Sélectionne matière solide
- 10 ml d'échantillon sur l'agitateur
- Remplir un échantillon carré cellule avec 10 ml d'échantillon
- Mettre la cuve dans le spectrophotomètre
- Lire le résultat.

III.4.10. Détermination de TA et TAC

a. Principe

Ces mesures sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minérale en présence d'un indicateur coloré.

- **Titre alcalimétrique simple (TA)**

b. Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml.
 - Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine ,en présence de l'alcalinité (TA), on obtient une couleur rose pâle.
 - Titrer avec l'acide sulfurique 0,02 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et noter le volume (V_A).
- Calcul : TA en ppm de $\text{CaCO}_3 = V_A$
- **Titre alcalimétrique complet (TAC)**

a. Mode opératoire

- À la même solution précédente, ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur Méthyle orange.
- Titrer avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 0,02 N jusqu' au virage du bleu au rose pâle et noter le volume (V_B).
- Calcul : TAC en ppm de $\text{CaCO}_3 = V$, avec : $V = V_A + V_B$

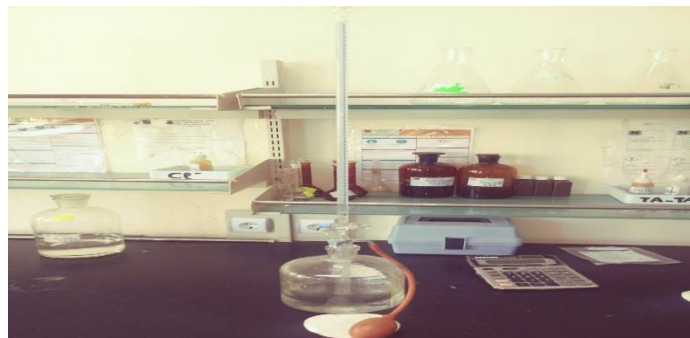


Figure III.3 : Dispositif de titrage : Burette de paillasse de la raffinerie RA2K.

III.4.11. Détermination de Total des sels dissouts (TDS)

a. Principe

Le principe de la TDS est de mesurer le Totale des Solides Dissous dans le liquide.

b. Mode opératoire

Détermination du TDS se fait à l'aide d'un TDS -mètre, on immerge l'électrode de l'appareil dans l'échantillon jusqu'à stabilisation des valeurs du TDS, puis noter le TDS.

III.4.12. Détermination de la dureté totale

a. Principe

Pour déterminer la concentration en ions calcium et en ions magnésium dans une eau on a utilisé une réaction de complexation avec EDTA et solution tamponnée à pH=10 auquel on a observé de bons résultats expérimentaux.

b. Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml.
- Ajouter 2 ml de la solution tampon ;
- Ajouter une pince de l'indicateur noir d'urochrome (net).
 - En présence de la dureté la solution se colore en rouge cerise.
- Titrer avec l'EDTA à 0,01 M jusqu' au virage bleu de l'indicateur
- Calcul : TH en ppm de $\text{CaCO}_3 = V (\text{EDTA})$



Figure III.4 : Dispositif de titration de TH de la raffinerie RA2K.

III.5. Caractérisation bactériologique de l'eau d'aquarium

III.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux/ fécaux

a. Matériel utilisé

- Tubes à essai avec portoir ;
- Pipettes Pasteur stériles ;

- Pipette de 10 ml ;
- Bec bunsen ;
- Alcool ;
- Étuve.

b. Principe

Le dénombrement des coliformes par la technique du nombre le plus probable (NPP), fait appel à deux tests consécutifs, un présomptif sur milieu BCPL (Bouillon lactose pourpre au bromocrésol) et autre confirmatif.

La Tryptone et l'extrait de viande apportent les éléments nutritifs azotés nécessaires à la croissance des bactéries. La fermentation du lactose est mise en évidence par l'acidification du milieu qui provoque le virage au jaune de l'indicateur pH (pourpre de bromocrésol), ainsi que par la production de gaz dans les cloches de Durham.

Pour confirmer la présence de coliformes, il est nécessaire de pratiquer des subcultures sur les milieux confirmatifs appropriés.

c. Test présomptif

- Ensemencer 3 tubes de BCPL à double concentration (D/C) avec 10 ml d'échantillon ;
- Ensemencer 3 tubes de BCPL à simple concentration (S/C) avec 1 ml d'échantillon ;
- Ensemencer 3 tubes de BCPL à simple concentration (S/C) avec 0,1 ml d'échantillon.



Figure III.5 : Ensemencer les tubes de BCPL labo de la sante.

d. Incubation

- Chasser le gaz présent dans les cloches avant l'incubation ;
- Incuber les tubes ensemencés à 37°C pendant et 48 heures.

e. Test de confirmation

- Il consiste à confirmer la présence des coliformes fécaux à partir des tubes positifs des BCPL, en faisant un repiquage dans un milieu de culture confirmatif liquide (SCHUBERT + Cloche).
- Repiquer chaque tube de milieu BCPL positif sur un tube de milieu (Schubert + cloche).
- Chasser le gaz présent dans la cloche avant l'incubation.
- Incuber 24h à 44° C.

III.5 .2. Recherche et dénombrement des streptocoques

a. Principe :

Le Bouillon de Rothe est utilisé pour la confirmation lors des recherches et dénombrements des Streptocoques fécaux dans les eaux d'alimentation et résiduaires, par la méthode du nombre le plus probable : NPP. La recherche s'effectue en 2 étapes :

- Le premier ensemencement (Test présomptif) se fait sur milieu de ROTHE ;
- La subculture (Test confirmatif) se fait sur milieu de LITSKY (simple).

b. Test présomptif :

- Ensemencer 3 tubes de Rothe à double concentration (D/C) avec 10 ml d'échantillon ;
- Ensemencer 3 tubes de Rothe à simple concentration (S/C) avec 1 ml d'échantillon ;
- Ensemencer 3 tubes de Rothe à simple concentration (S/C) avec 0,1 ml d'échantillon.

c. Incubation :

- Incuber les tubes ensemencés à 37°C pendant et 24 heures.
- Tout tube présentant, après ce délai, un trouble, est présumé contenir un streptocoque fécal, il doit être obligatoirement repiqué sur milieu confirmatif LITSKY.

d. Test de confirmation :

Repiquer 1 à 2 gouttes du milieu Rothe sur le milieu Eva, (LITSKY).

Placer à l'étuve à 37° C durant 24 heures.

• Lecture :

Tout tube présentant après ce délai un trouble net ou une louche, accompagnée d'un petit amas violacé dans le fond du tube (agglomérat de corps microbiens ayant fixé le colorant), est considéré positif.

III.6. Caractérisation biologique du filtre d'aquarium

a. Principe

Une filtration sur membrane est une technique qui permet de séparer par filtration un liquide des microorganismes qu'il contient par exemple pour pouvoir les dénombrer solide elle est utilisée pour dénombrer les bactéries dans l'eau.

b. Mode opératoire

L'ensemble de l'appareillage doit être placé entre deux becs à gaz, de manière à ménager une zone de travail stérile et à pouvoir stériliser le matériel à la flamme.

➤ Préparation de l'appareil

- Flamber la base et le support filtre Une fois le support filtre refroidi, poser stérilement la membrane stérile
- Flamber le godet Une fois refroidi, le poser sur la base sans léser la membrane. Filtration
- Rincer la membrane avec un peu d'eau stérile
- Verser doucement le liquide (volume choisi) jusqu'à la graduation adéquate (pour les faibles volumes, commencer par placer un peu de tampon ou d'eau stérile) afin d'obtenir une répartition plus homogène
- Faire le vide sans brutalité pour ne pas briser la membrane
- Rincer avec le tampon ou l'eau stérile l'ensemble de l'appareil, en particulier les bords internes du godet
- Sécher la membrane en effectuant plusieurs petits vides
- Débrancher le tuyau à vide. 3. Mise en culture Retirer la membrane. La poser sur le milieu choisi, sans faire de bulles et sans la retourner (la nutrition des bactéries se fait au travers). Le milieu doit avoir une épaisseur minimale de 5 mm et doit être sec. Incuber à la température 40 °C. pendant 48 heures Pour une autre manipulation, flamber l'ensemble godet-base : il est prêt à resservir.



Figure III 6 : Dispositif de filtration sur membrane pour dénombrement des bactéries du filtre biologique labo de génie des procédés de Skikda.

III.7. Conclusion

Une multitude de paramètres peuvent être analysés dans un aquarium. Il y a cependant des paramètres physico chimique et bactériologique "de base" qu'il faut maîtriser et qui assureront un équilibre et la bonne santé de poisson d'aquarium dans un environnement stable.

Chapitre IV :

Résultats et Interprétations

IV.1. Introduction

L'analyse de l'eau d'aquarium Ce sont les opérations périodiques qui doivent être pratiquées aux niveaux du laboratoire, objectif de mesurer la concentration des teneurs en eau afin d'identifier les analyses physico-chimique et bactériologique Les procédures susmentionnées sont nécessaires pour avoir les résultats.

IV.2. Résultats des paramètres physiques

Les résultats du suivi des paramètres physiques de l'eau d'aquarium au cours du traitement biologique à l'aide de notre filtre biologique sont présentés dans le tableau suivant :

Ce tableau présente les résultats du suivi du traitement biologique de l'eau d'aquarium pendant 6 jours.

Tableaux IV.1 : Résultats des paramètres physiques.

Date	Température °C	pH	Conductivité (µS/cm)	TDS (mg/l)	Turbidité (NTU)	MES (mg/l)	O ₂ dissous (mg/l)
01 05 2023	25±0	7,44±0,29	1225,33±359,55	627,66±193,9	12,87±7,48	1,33±0,57	5,82±1,78
02 05 2023	25,33 ±0,57	7,55±0,22	1214±369,27	619,6±198,43	12,83±6,74	1±0	6,05±2,74
03 05 2023	22±1,73	7,22±0,45	1153,66±294,16	610,6±183,95	9,39±8,36	1,33±0,57	5,11±1,39
04 05 2023	23,33±2,08	6,84±0,38	1189,66±378,35	634±229,89	9,39±4,92	0,66±0,57	6,85±2,84
06 04 2023	23±2	7,46±0,15	1105,66±275,92	579,3±155,03	9,39±6,51	0±0	5,84±1,70
07 05 2023	23,33±3,21	7,55±0,07	1050±227,37	555±136,7	9,39±7,80	0±0	7,19±2,92

IV.2.1. Evolution de la température

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons prélevés durant la période de notre stage, on constate une faible variation de la température de l'eau d'aquarium de 22±1,73 °C et 25,33±0,57 °C.

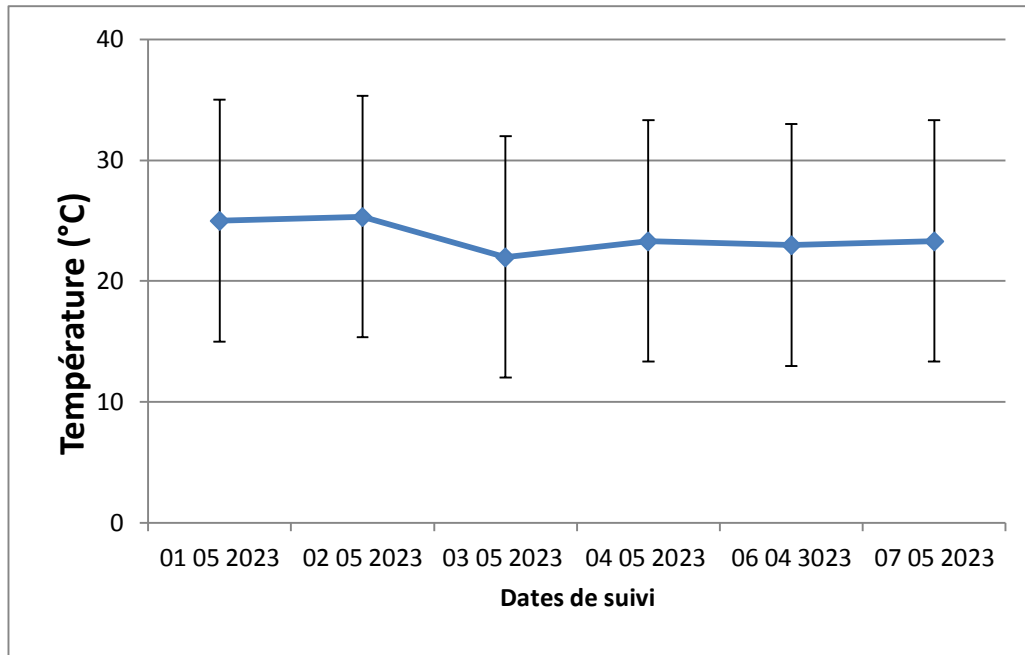


Figure IV.1: Evolution de la température de l'eau d'aquarium

Selon AQUA STORE dont Nicolas 2022 est l'auteur, indique que la température d'un aquarium doit correspondre aux exigences des poissons afin de se rapprocher des paramètres caractéristiques de leur milieu naturel.

Une température qui varie entre 24 et 26°C sera satisfaisante pour la plupart des poissons.

En comparant nos résultats avec ceux qui sont indiqués par AQUA STORE, ils sont acceptables et en correspondance parfaite.

IV.2.2. Variation du pH

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une très faible variation du le pH d'eau d'aquarium entre $6,84 \pm 0,38$ et $7,55 \pm 0,22$.

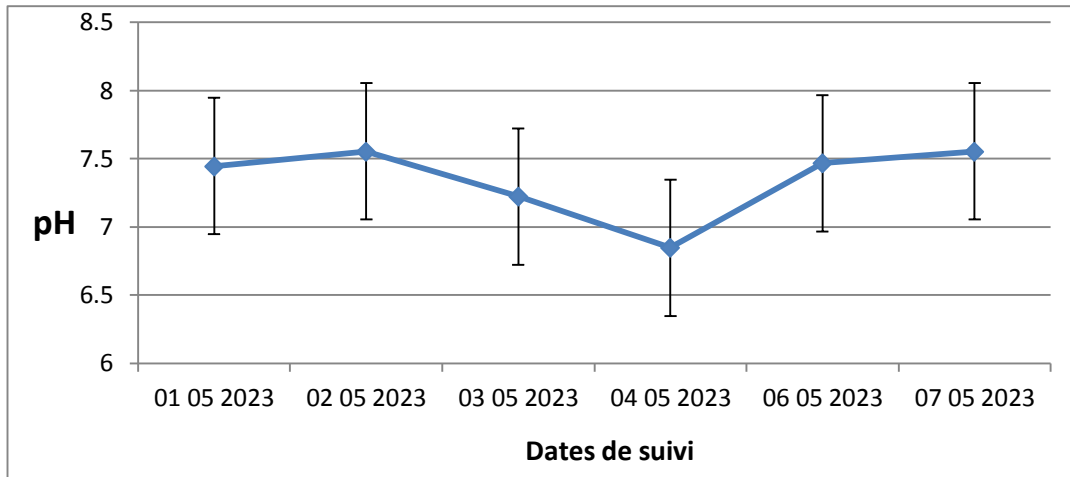


Figure IV.2 : Variation du pH de l'eau d'aquarium

Selon AQUA STORE, la plupart des poissons se satisfont d'une eau au pH neutre à légèrement acide situé entre 6,5 et 7.

En comparant nos résultats avec ceux qui sont indiqués par AQUA STORE, ils sont acceptables et en parfaite adéquation

IV.2.3. Evolution de la conductivité de l'eau

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans la conductivité entre une valeur minimale de $1050 \pm 227,37 \mu\text{S/cm}$ et une valeur maximale de $1225,33 \pm 359,55 \mu\text{S/cm}$ d'eau d'aquarium.

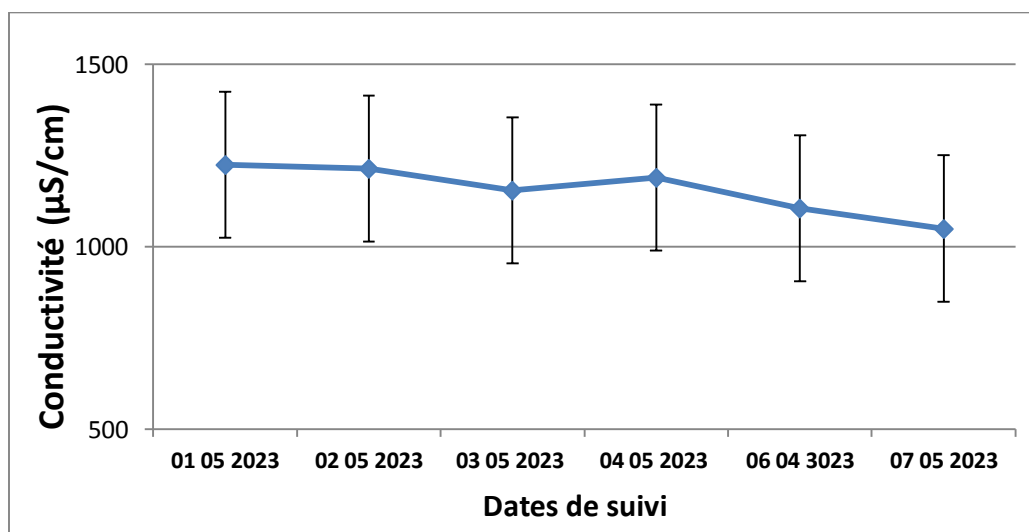


Figure IV.3: Variation de la conductivité de l'eau d'aquarium

- Selon GEF GARSON, la conductivité électrique donne une indication sur la minéralisation globale de l'eau. En ce qui concerne les normes internationales et régionales, l'OMS fixe à 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme concentration maximale admissible pour la conductivité électrique tandis que les normes européennes de potabilité des eaux fixe à 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme limite de référence. par conséquent, les résultats obtenus dans les analyses sont très bonnes.
- Evane Emmanuel 2020, déclare que dans l'Union Européenne, la valeur recommandée pour la conductivité électrique de l'eau du robinet est de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La norme algérienne indique pour la conductivité des eaux potables un niveau maximal de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.. Si l'on doit interpréter les résultats exprimés par rapport aux valeurs maximales seuils on dira que l'eau du robinet 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ peut être distribuée aux abonnés, et elle est acceptable pour remplir notre eau potable d'aquarium.

IV.1.4. Variation de TDS :

Selon les résultats obtenus des six échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans le TDS entre une maximale de $634 \pm 229,89 \text{mg}/\text{l}$ (au début du traitement) et une valeur minimale de $555 \pm 136,7 \text{mg}/\text{l}$ (fin du traitement) d'eau d'aquarium.

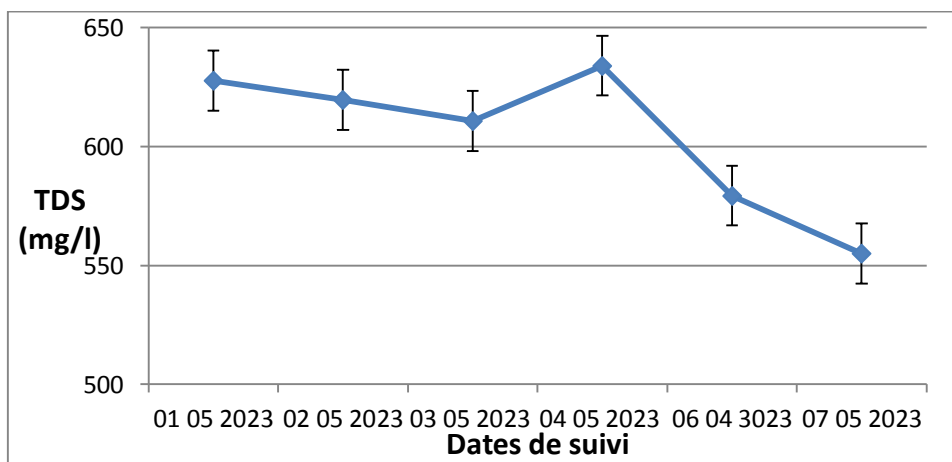


Figure IV.4 : Variation de TDS de l'eau d'aquarium

IV.1.5. Détermination de la turbidité

Selon les résultats obtenus des six échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans la turbidité entre une valeur maximale

de $12,87 \pm 7,48$ (au début du traitement) et une valeur minimale de $9,39 \pm 4,92$ (à la fin du traitement).

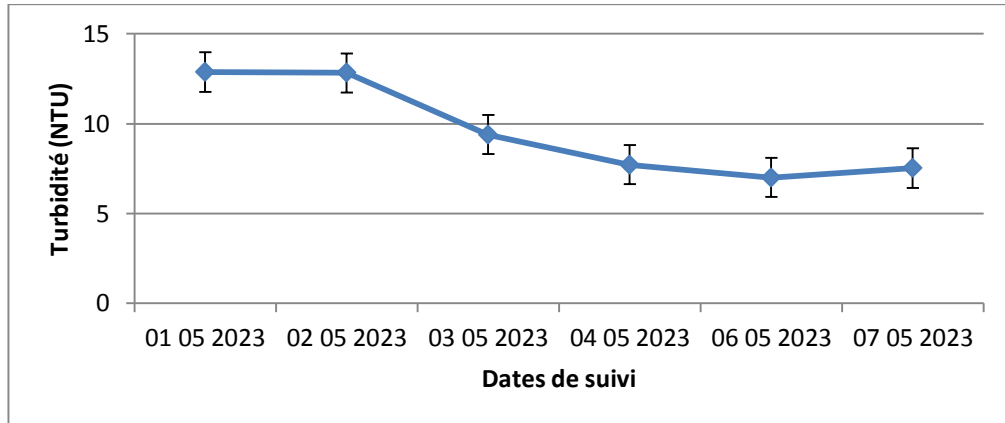


Figure IV.5 : variation de turbidité de l'eau d'aquarium

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'eau potable avec une turbidité supérieure à 5 NTU ne devrait jamais être consommée ; l'idéal est que tout liquide que l'on consomme présente des valeurs inférieures à 1 NTU.

On constate que notre filtre biologique a diminué efficacement la turbidité de l'eau de notre aquarium depuis le début jusqu'à la fin du traitement.

IV. 1.6. Abattement des teneurs en MES

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on constate une variation dans MES entre une valeur maximale de $1,33 \pm 0,57$ mg /l (en début du traitement) et une valeur minimale nulle à la fin du traitement d'eau d'aquarium par le filtre biologique.

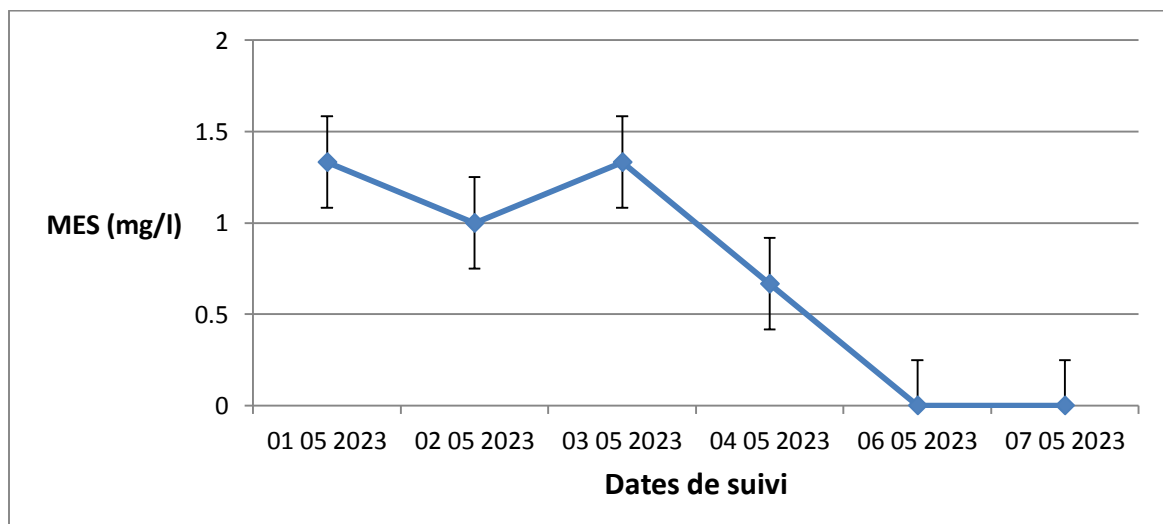


Figure IV.6 : Variation de MES de l'eau d'aquarium

Selon Duprey (2009), les valeurs de MES montrent un pic à 0,92 mg/l et une chute à 0,03 mg/l et nos résultats montrent des valeurs de MES décroissantes jusqu'à ce qu'elle diminue à zero. Ce qui confirme l'efficacité de notre biofiltre pour le traitement d'eau aquarium durant notre période de suivi.

IV .1.7. Variation des teneurs en oxygène dissout :

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans oxygène dissout entre une valeur minimale de $5,11 \pm 1,39$ mg/l et une valeur maximale de $7,19 \pm 2,92$ mg/l d'eau d'aquarium.

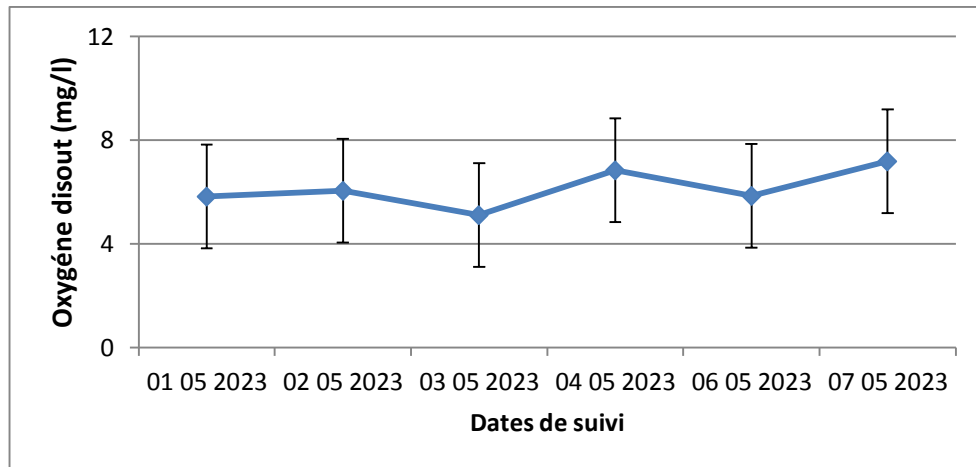


Figure IV .7 : Variation d'oxygène dissous de l'eau d'aquarium

Un taux d'oxygène dissous variant entre 4mg /l et 8 mg/l sera idéal pour un aquarium chauffé à 24 °C (Nicolas, 2022). Ce taux ne doit jamais passer en-dessous de 4 mg/L, sinon les poissons seront sérieusement en danger.

Notant que la quantité d'oxygène dans l'eau d'un aquarium dépend autres de la température. Plus la température est élevée, moins il y a d'oxygène. En été, la température d'un aquarium peut monter en flèche, surtout s'il est exposé au soleil. Avec la hausse de la température, qui n'est déjà pas agréable pour les poissons.

En comparant nos résultats avec ceux qui sont indiqués ci-dessus, ils sont acceptables.

IV.3. Résultats des paramètres chimiques

Les résultats du suivi de la qualité chimique de l'eau d'aquarium au cours du traitement biologique à l'aide de notre filtre biologique sont présentés dans le tableau suivant :

Tableaux IV.2 : Résultats des paramètres chimiques

Date	TA (mg/l)	TAC (mg/l)	TH (mg/l)	nitrate (mg/l)	Nitrite (mg/l)	PHOSPHATE (mg/l)
01 05 2023	0	10,66±1,15	16,6±4,16	0,1±0,14	0,02±0,004	1,26±1,67
02 05 2023	0	11±1,4	17,46±2,24	0,08±0,12	0,02±0,004	1,73±1,32
03 05 2023	0	10,86±0,41	18,4±3,12	0,12±0,10	0,02±0,004	0,84±0,86
04 05 2023	0	10,36±0,40	16,4±2,77	0,19±0,18	0,03±0,003	0,71±0,68
06 05 3023	0	11,33±1,15	17,66±4,50	0,06±0,06	0,02±0,003	1,89±0,70
07 05 2023	0	10,16±0,76	14,33±2,08	0,05 ±0,52	0,12±0,014	2,26±1,69

IV.3.1. Variation de TA et TAC

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une très faible variation dans TAC entre 10,16±0,76 ppm et 11,33±1,15 ppm.

Les valeurs de TA d'eau d'aquarium restent nulles toute la période du traitement en raison du pH situé très approximatif de la neutralité.

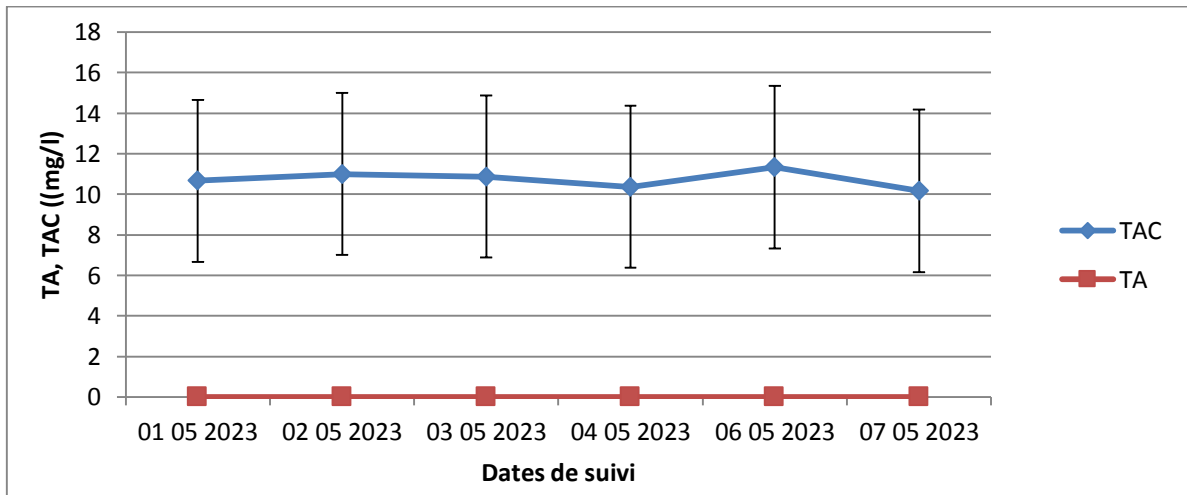


Figure IV.7: Variation de TA et TAC de l'eau d'aquarium

TAC présente la dureté carbonatée et une partie des minéraux composés de carbone présent dans l'eau. C'est un paramètre important car il permet de tamponner le pH et ses variations potentiellement dangereuses.

Selon Nicolas (2022), un-TAC plus faible sera dangereux car il ne permettra pas de bien stabiliser le pH, ce qui peut avoir des effets dramatiques sur votre aquarium.

Pour diminuer ce TAC il suffira de remplacer une certaine proportion de l'eau de l'aquarium par de l'eau osmosée afin d'arriver à la valeur souhaitée et de garder le même ratio eau du robinet/eau osmosée lors des changements d'eau.

IV.3.2. Variation de la dureté totale (TH) :

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans TH entre une valeur maximale de $18,4 \pm 3,12$ ppm d'eau d'aquarium et une valeur minimale de $14,33 \pm 2,08$ ppm.

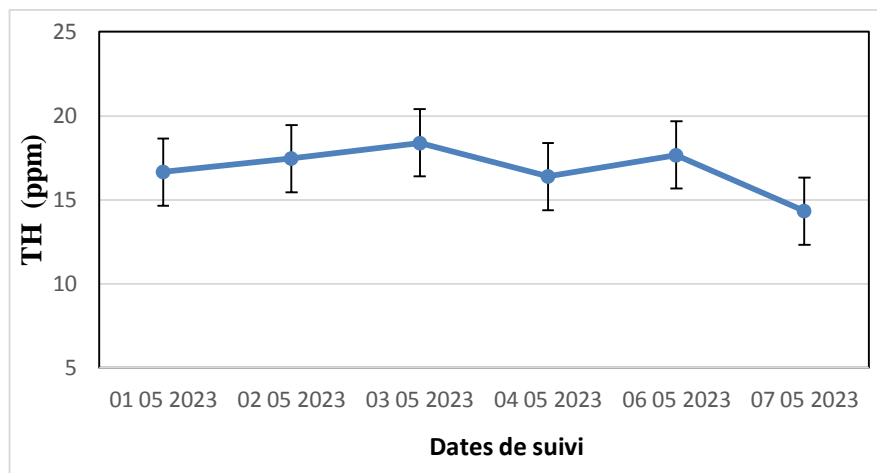


Figure IV.8 : variation de TH

La dureté désirée doit être comprise entre 150 et 500 mg/l (OMS, 1993). Les valeurs de TH optimales pour la plupart des poissons sont comprises entre 6 et 10.

Ce paramètre doit lui aussi être le plus stable possible. Les poissons ont impérativement besoin de ces minéraux pour la formation de leur squelette mais ces minéraux sont aussi primordiaux pour les plantes.

Les résultats concernant les mesures de la dureté de l'eau de robinet remplissant notre aquarium au cours du traitement biologique par notre biofiltre ont montré que toutes les valeurs de ce paramètre sont conformes aux normes locales (NORMES ALGERIENNES (N.A), 1992) qui exigent une concentration maximale admissible de 500mg/l.

IV .2.3. Abatement des teneurs en nitrate et nitrite

Selon les résultats obtenus des six échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté :

Une variation dans nitrate, une valeur minimale de nitrite $0,02\pm 0,003$ mg /l et une valeur maximale de nitrite $0,12\pm 0,014$ mg/l d'eau d'aquarium,

Et valeur minimale de nitrate $0,06\pm 0,06$ mg/l et une valeur maximale de nitrate $0,37\pm 0,52$ mg/l.

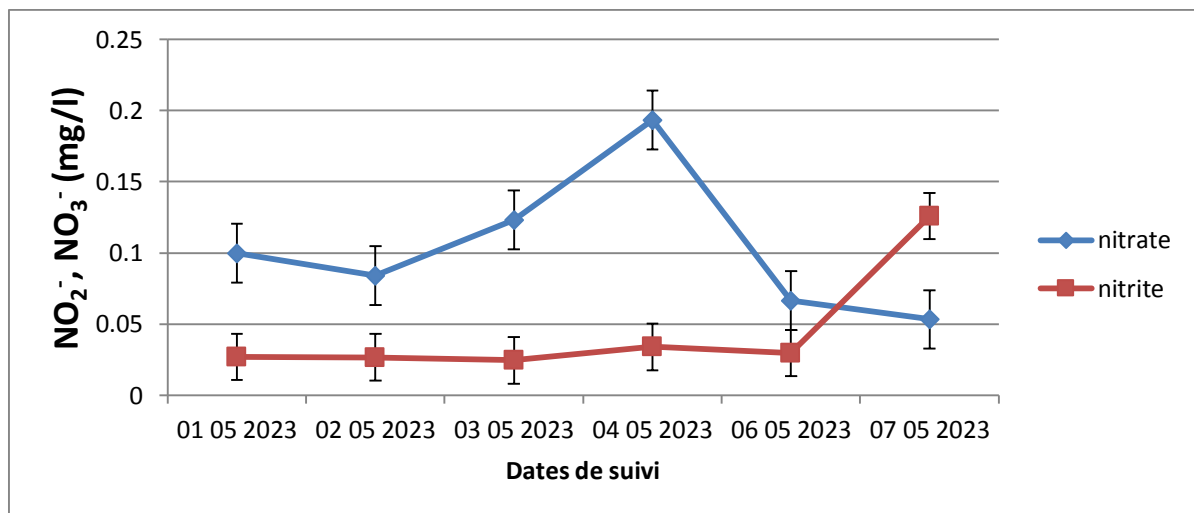


Figure IV.9 : Variation de nitrate et nitrite

Selon les normes algériennes d'eau potables, notre eau d'aquarium présente des valeurs très faibles (< 50 mg/l pour les nitrates et $< 0,1$ mg/l pour les nitrites).

IV .2.5. Abatement des teneurs de phosphate

Selon les résultats obtenus des six 6 échantillons d'eau d'aquarium prélevés durant la période de notre stage, on a constaté une variation dans phosphate entre une valeur minimale de $0,71\pm 0,68$ mg/l et une valeur maximale de $2,26\pm 1,69$ mg/l d'eau d'aquarium.

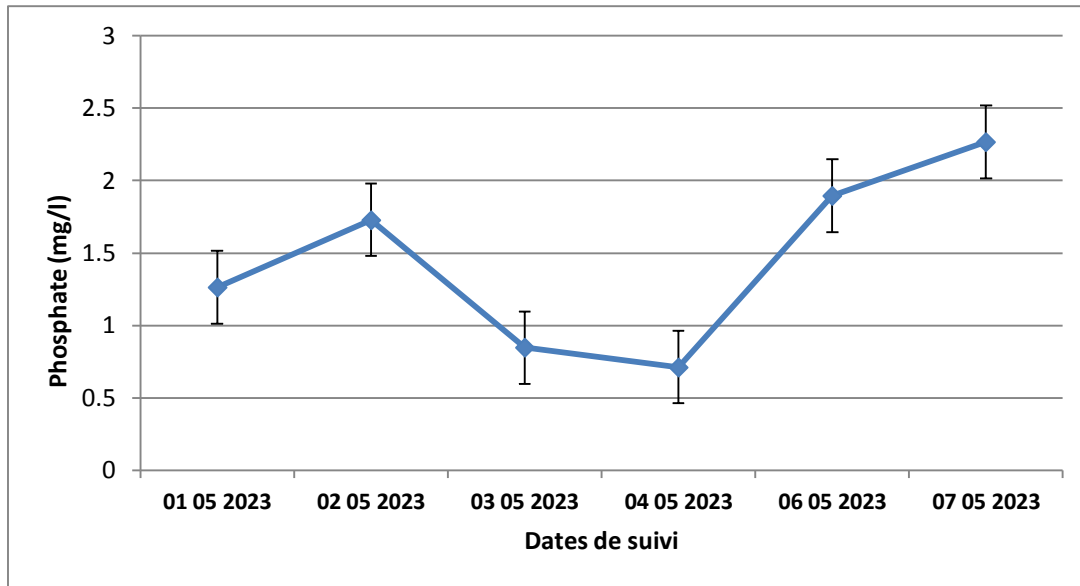


Figure IV.10 : Variation de phosphate de l'eau d'aquarium

D'après les ratios définis par Redfield (2023), il existe un rapport optimum en phosphates dans l'eau d'un bac pour un bon développement des algues et plantes dans l'aquarium, ce ratio à préserver est de 10, entre les concentrations en mg/l de phosphates, les résultats des analyses est faible dans mon aquarium parce que nous avons nettoyé le filtre .

IV.4. Résultats bactériologiques

IV.3.1. Détermination des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques

N°	DATE	Les coliformes totaux, NPP (bactéries/ml)	DATE	Le coliforme fécal, NPP (bactéries /ml)	Date	Le streptocoque, NPP (bactéries /ml)
1	09/05/2023	1400	10 /05/2023	00	11/05/2023	00
2	10/05/2023	1400	11 /05/2023	00	12/05/2023	00
3	11/05/2023	240	12/05/2023	00	13/05/2023	00
4	12/05/2023	23	13/05/2023	00	14/05/2023	00
5	13/05/2023	23	14/05/2023	00	15/05/2023	00
6	14/05/2023	23	15/05/2023	00	16/05/2023	00

Tableaux IV.3 : Résultats des coliformes totaux, coliforme fécaux, streptocoques

D'après les résultats obtenus du démembrement des coliformes totaux qui sont des indicateurs de contamination donc un signe de pollution on note une baisse significative du nombre de coliformes depuis le début du traitement jusque à la fin de ce qui indique sur l'efficacité du filtre biologique utilisé dans notre aquarium de 1400 bactéries/ml jusque à la fin 23 bactéries/ml.

L'absence des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux est un indice l'absence d'une contamination fécale.

IV.5. Détermination des bactéries aérobies mésophiles du filtre sur milieu de culture PCA :

Les résultats indiquent qu'il y a dans le filtre des bactéries mésophiles aérobies avec une moyenne du nombre de colonies colorées (2 colonies) en rouge indique la présence *Pseudomonas sp.*

Tableaux IV.4 : Dénombrement sur milieu gélosé PCA.

	B1	B2	B3	Moyenne
colonies jaunes	15	10	7	11
colonies rouges	1	1	0	1
colonies vertes	0	36	4	13

Le dénombrement des bactéries aérobies mésophiles sur gélose PCA montre une variation dans le nombre de bactéries comptées sur le filtre comme indique le tableau, cette variation révèle sur l'efficacité du filtre biologique utilisé dans notre aquarium qui lui aussi peut héberger des bactéries servant eux aussi à éliminer la contamination existante.

IV.6. Vérification efficacité de filtre biologique :

L'évaluation de l'efficacité de notre filtre biologique pour le traitement de l'eau d'aquarium a révélé les résultats des renseignements suivants les tableaux calculés à partir des valeurs extrêmes du début et à la fin du traitement.

Tableaux IV. 7 : Rendement de filtre biologique.

Paramètre	Rendement=(Pré final- Pré initial)/Pré final
	14%
TDS	12%
Turbidité	42%
MES	100%
TAC	31%
TH	31%
Nitrate	73%
Nitrite	79%
Phosphate	44%

Un rendement de la conductivité 14% qui indique le filtre la diminution de la quantité des sels minéraux.

Un rendement de 12 % de TDS indique que le filtre a éliminé une quantité des substances moléculaires, ionisées et microscopiques

.Le rendement de TH et 31%indique une accumulation des tous les solides (minéraux, sels ou métaux) dissous dans un volume donné d'eau le filtre éliminé un tère des solide dissout.

Un rendement de turbidité de 42 % et 100% on MES indiquent que le bio filtre a éliminé toute la quantité des matières on suspension solide, et la moitié de la turbidité de l'eau d'aquarium.

Un rendement d'abattement très satisfaisant des teneurs en nitrate 73%,nitrite 79% et phosphate 41%. Ceci indique que les bactéries nitrifiantes et dénitrifiâtes du bio filtré jouent un rôle très important dans la dégradation de la matière fécale de l'eau d'aquarium.

Un rendement de TAC 31% indique que le filtre son élimine des carbonates et bicarbonates de calcium et de magnésium contenue dans l'eau de faible quantité.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude porte sur la conception d'un filtre d'aquarium composé de trois couches (2 types d'éponges, et une couche de gravier) dans lequel la filtration biologique se fait suite au développement d'un biofilm bactérien favorisant ainsi la biodégradation de la contamination azotée et phosphorée.

Les principaux résultats obtenus de la présente étude peuvent être énumérés ainsi :

- Une température qui varie entre 24 et 26°C est satisfaisante pour la plupart des poissons ;
- Le pH d'eau d'aquarium varie entre $6,84 \pm 0,38$ et $7,55 \pm 0,22$. la plupart des poissons se satisfont d'une eau au pH neutre à légèrement acide situé entre 6,5 et 7.
- La conductivité a été diminuée d'une valeur maximale de $1225.33 \pm 359.55 \mu\text{S/cm}$ à une valeur minimale de $1050 \pm 227,37 \mu\text{S/cm}$ après filtration,
- Un rendement de la conductivité 14% qui indique le filtre la diminution de la quantité des sels minéraux.
- Un rendement de 12 % de TDS indique que le filtre a éliminé une quantité des substances moléculaires, ionisées et microscopiques.
- Un rendement de turbidité de 42 % et 100% on MES indiquent que le biofiltre a éliminé toute la quantité des matières on suspension solide, et la moitié de la turbidité de l'eau d'aquarium.
- Un rendement d'abattement très satisfaisant des teneurs en nitrate 73%, nitrite 79% et phosphate 41%. Ceci indique que les bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes du biofiltre jouent un rôle très important dans la dégradation de la matière fécale de l'eau d'aquarium.

Références bibliographiques

A

Adar, N., & H'maitiche, S (2022). ETUDE DES SYSTEMES DE TRAITEMENT D'EAU DOMESTIQUE ET LA FABRICATION DU FILTRE A CHARBON ACTIF EN BLOC (Doctoral dissertation, university of M'sila).

Arrignon, J., Arrignon-Labadie, H., & Joannis, G (1969). L'élevage de Tilapia mossambica comme animal de laboratoire: Avec 1 photographie et 10 tableaux dans le texte. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 17(2), 650-661.

Andreassen, PR, Lohez, OD & Margolis, RL (2003). G2 and spindle assembly checkpoint adaptation, and tetraploidy arrest:: Implications for intrinsic and chemically induced genomic instability. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 532. *Proteins*, 50, 261-71.

B

Baudis, Q (2023). Caractérisation acoustique de matériaux viscoélastiques homogènes et hétérogènes pour la furtivité sous-marine (Doctoral dissertation, Sorbonne université).

Bessis, D., & Schmutz, J. L (2008). Mycobactérioses atypiques. *Manifestations dermatologiques des maladies infectieuses, métaboliques et toxiques: Dermatologie et médecine*, vol. 2, 72-77.

C

Christopher, S. F., Tank, J. L., Mahl, U. H., Yen, H., Arnold, J. G., Trentman, M. T., ... & Royer, T. V (2017). Modeling nutrient removal using watershed-scale implementation of the two-stage ditch. *Ecological Engineering*, 108, 358-369.

Colombini, A., Corbin, G., & Leal, V (2008). Les matériaux en polyuréthane dans les œuvres d'art: des fortunes diverses. Cas de la sculpture «Foot Soldier» de Kenji Yanobe. In *CeROArt. Conservation, exposition, Restauration d'Objets d'Art (No. 2)*. Association CeROArt asbl.

Charles, R (2022). Analyser le sol et chercher l'équilibre. *AgriHebdo*, 16.

Cherblanc, É (1948). SOIE ET SOIE ARTIFICIELLE. *Thalès*, 5, 85-99

Christelle, M. A. R. T. I. N. E. Z (1997). *ROLES DES PEROXYDASES DANS LA RESISTANCE DU COTONNIER A LA BACTERIOSE CAUS*

D

DERREDJI, N., & DJILI, N (2020). Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau traitée du barrage TELES DITE et l'eau de quatre sources naturelles sises sur le versant sud du Djurdjura.

E

Ebel, C., Geourjon, C., Deleage, G., Font, B., Eichenberger, D., Greenspan, D. S., & Hulmes, D. J. 1. Amara, P. & Field, MJ (2003). Evaluation of an ab initio quantum mechanical/molecular mechanical hybrid-potential link-atom method. *Theoretical Chemistry Accounts* 109, 43-52. 2.

G

Gilbert, M. C., Piggott, S. N., & Albertson, R. C (2022). Substrate type induces plastic responses in the craniofacial morphology of a winnowing cichlid. *Hydrobiologia*, 1-15

Guebail, A (2017). Approche non conventionnelle (récupération des eaux de pluie des toits des maisons) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).

J

Jérôme, L., Moraes Júnior, M. R. D., & Chrétien, I (2021). Du Québec à l'Amazonie: cosmologies et itinéraires socio-environnementaux

L

Landecker, H (2021). La résistance aux antibiotiques et la biologie de l'Histoire. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 15(15-3).

La Lagarde, C (2008). Production métallique en Aquitaine à l'âge du Bronze moyen: techniques, usages et circulation (Doctoral dissertation, thèse de l'université de Bordeaux).

Labbé, N (2007). *Caractérisation du dynamisme microbien du dénitrificateur marin du Biodôme de Montréal* (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique).

Le Cloirec, P., & Martin, G (1984). Le temps de passage moyen reel dans le cas d'un filtre biologique immergé aere the mean residential time application in an aerated immersed biological filter. *Environmental Technology*, 5(1-11), 275-282.

M

Martin, T. M., Esculier, F., Levavasseur, F., & Houot, S (2022). Human urine-based fertilizers: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(6), 890-936.

Meunier, S (2007). Piercings sanglants (Vol. 37). Éditions La courte échelle.

N

Nabavian, M., Sabbah, R., Chastel, R., & Laffitte, M (1977). Thermodynamique de composés azotés-II.—Étude thermochimique des acides aminobenzoïques, de la pyrimidine, de l'uracile et de la thymine. *Journal de Chimie Physique*, 74, 115-126.

P

Petitjean Roget, H (2005). À propos d'un vase Caliviny de Pearls. Contribution à l'étude de l'usag

Poulet, J. B., Terfous, A., Dap, S., & Ghenaim, A (2004). Stations d'épuration a lits filtrants plantes de macrophytes.

R

Rice, W. A., Clayton, G. W., Olsen, P. E., & Lupwayi, N. Z (2000). Rhizobial inoculant formulations and soil pH influence field pea nodulation and nitrogen fixation. *Canadian Journal of Soil Science*, 80(3), 395-400.

S

Sigg, L., Behra, P., & Stumm, W (2001). *Chimie des milieux aquatiques*. Paris: Dunod.

Simon, C (2018). Jean-Michel Othoniel: obsidiana. Critique d'art. Actualité internationale de la littérature critique sur l'art contemporain.

Sow, O (2021). Travail de fin d'études: Valorisation des effluents organiques d'aquaponie dans un système de production par Biofloc.

T

Treal, T (2021). *Réalisme d'un avatar exprimant de la douleur. Effet d'un paramètre subtil mais pas anodin: les oscillations posturales* (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay).

V

Vandael, P (2001). Technique de construction du bassin de jardin ou bassin a koi, tout savoir sur, les koi japonais, les filtres, les plantes aquatiques). .Viglino, D (2023). Vers une filtration aérienne active pour les patients contaminants: le dispositif AIR'Protec®. Médecine de Catastrophe-Urgences Collectives, 7(1), 43-44.

Z

Zhou, X., & Bier, K (1997). Pool boiling heat transfer from a horizontal tube coated with oxide ceramics. International journal of refrigeration, 20(8), 552-560.