

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : RAPPELS	
I- BIOLOGIE	4
I-1- Description de l'anguille.....	4
I-2- Étymologie.....	4
I-3- Classification	5
I-4- Cycle de vie	5
I-5- Alimentation	6
II- PRODUCTION AU NIVEAU MONDIAL	7
II-1- Type d'élevage	8
II-2- Pathologies	11
III- PRODUCTION AU NIVEAU NATIONAL.....	13
III-1- Régions à forte potentialité en anguilles	14
III-2- Espèces d'anguille rencontrées à Madagascar	14
DEUXIEME PARTIE : METHODES ET RESULTATS	
I- METHODES	17
I-1- Cadre d'étude	17
I-1-1- Présentation de l'entreprise	17
I-1-2- Choix de la zone d'étude	17
I-1-3- Plan de disposition des locaux et leur affectation	19
I-1-4- Flux des matériels.....	21
I-1-5- Processus avant expédition.....	25
I-1-6- Description des produits préparés	27
I-2- Type d'étude.....	28
I-3- Durée et période d'étude	28
I.3.1. Durée d'étude	28
I.3.2. Période d'étude	28
I-4- Population d'étude	28
I-4-1- Critères d'inclusions.....	28
I-4-2- Critères de non inclusion.....	28

I-5- Mode d'échantillonnage.....	28
I-6- Taille de l'échantillon.....	28
I-7- Variables étudiées.....	29
I-8- Modes de collectes de données.....	29
I-9- Matériels et équipements.....	31
I-10- Calculs et tests statistiques.....	32
I-11- Considération éthique.....	34
II- RESULTATS.....	35
II-1- Description de l'échantillon.....	35
II-2- Espèce d'anguille étudiée.....	35
II-3- Paramètres physico-chimiques dans les bassins de transit.....	36
II-4- Fiche de contrôle du Chlore dans l'eau de la JIRAMA.....	37
II-5- Taux de mortalité des anguilles dans chaque bassin.....	38
II-6- Taux de mortalité en fonction de la variation de la température.....	39
II-7- Courbe de tendancwq<e de la fonction d'optimisation entre température et taux de mortalité.....	40
II-8 Causes de mortalité des anguilles.....	40
II-9- Paramètres physico-chimiques et taux de mortalité au niveau de la société.....	42
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION	
I- DISCUSSION.....	46
I-1- <i>Anguilla marmorata</i>	46
I-2-Paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles.....	46
I-3- Paramètres physico-chimiques et nombre des anguilles mortes dans chaque bassin.....	47
I-4- Identification des différentes causes de mortalité des anguilles.....	49
CONCLUSION.....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Agents responsables des maladies des anguilles.....	11
Tableau II : Matières premières.....	27
Tableau III : Produits finis	27
Tableau IV : Paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles	36
Tableau V : Taux du Chlore dans l'eau de la JIRAMA.....	37
Tableau VI : Paramètres physico-chimiques et taux de mortalité des anguilles dans chaque bassin	38
Tableau VII : Identification des différentes causes de mortalité des anguilles.....	41
Tableau VIII : Paramètres physico-chimiques appliqués par la société	42
Tableau IX : Taux de mortalité des anguilles au sein de la société.....	43

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Anguille	4
Figure 2 : Cycle de vie des anguilles	6
Figure 3 : Civelles	9
Figure 4 : Flux des matériels.....	22
Figure 5 : Conditionnement des anguilles.....	26
Figure 6 : Bassin avec de refroidisseur	30
Figure 7 : Test kit Cl-pH.....	30
Figure 8 : Oxymètre	31
Figure 9 : Matériels	32
Figure 10 : <i>Anguilla marmorata</i>	35
Figure 11 : Taux de mortalité en fonction de la variation de température.....	39
Figure 12 : Courbe statistique de la fonction d'optimisation entre température et taux de mortalité	40

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Plan de masse

Annexe 2 : Fiche de reconnaissance des paramètres physico-chimiques

Annexe 3 : Fiche d'identification des différentes causes de mortalité des anguilles

Annexe 4 : Evolution morphologique de la larve leptocéphale à l'anguillette

Annexe 5 : Images correspondants aux autres espèces d'anguille à Madagascar

Annexe 6 : Test ANOVA

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ASH: Autorité Sanitaire Halieutique

BPF : Bonne Pratique de Fabrication

BPH : Bonne Pratique d'Hygiène

CCP: Critical Control Point

CIEM: Conseil International pour l'Exploration de la Mer

CP: Point de Contrôle

°C : Degré Celsius

DLC : Date Limite de Consommation

FAO : Food and Agriculture Organisation

h : Heure

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

kg : kilogramme

l : Litre

m : Mètre

mg : Milligramme

n°: Numéro

PB: Poids Brut

PN: Poids Net

pH : Potentiel d'Hydrogène

ppm: parti par million

% : pourcent

RAS: Rien A Signaler

V.O: Vétérinaire Officiel

WGEEL : Working Group on Eel

INTRODUCTION

Les eaux douces du globe renferment une multitude d'espèces de poissons, mais les anguilles ont leurs spécificités. Elles suscitent la curiosité des scientifiques et la convoitise des gourmets. Riches en vitamines A et E, en protéines, en calcium et en fer, les anguilles ont une haute valeur nutritive. Malheureusement, elles se raréfient [1].

L'anguille tient son nom du mot latin « *Anguilla* » qui veut dire « petit serpent ». Son appellation en malgache est « Amalona ». Son cycle de vie diffère de celui des autres espèces de poissons. Elle est « amphibiotique », c'est-à-dire qu'elle peut vivre en eau douce et saumâtre ou marine [2]. Après leur éclosion dans la mer des Sargasses, à l'âge de 2 ou 3 ans, on les appelle civelles [2,3].

Malgré la mise en œuvre d'un plan européen de reconstitution en 2007, les populations d'anguilles exploitées à travers toute la planète ne cessent de décliner [3]. L'offre peine à satisfaire la demande actuellement en pleine expansion, grâce à l'amélioration du niveau de vie des ménages dans les pays développés et à l'accroissement de la population dans les nations moins développées. La prise de conscience sur les vertus de l'anguille en matière de santé constitue également un facteur de croissance de cette demande, pourtant, les ressources diminuent [4].

Les anguilles font partie des produits dédiés à l'exportation. Parmi leurs principaux destinataires figurent la Chine et le Japon. En 2001, la consommation mondiale est estimée à 235.000 tonnes dont seulement 18 tonnes proviennent du milieu naturel. Les 217.000 tonnes restantes sont issues de l'aquaculture [5,6].

D'ailleurs, le continent africain exploite aussi des anguilles mais surtout de manière artisanale. Cependant, face à la croissance des demandes émanant des marchés étrangers, européens et asiatiques, l'amélioration des systèmes d'élevage s'avère incontournable [7]. L'Afrique du Sud exporte des anguilles vivantes à destination de l'Asie, de l'Europe, de l'île Maurice et de la Réunion [8].

A Madagascar, aucune étude spécifique sur cette filière n'a été réalisée jusqu'à ce jour. L'administration centrale ne publie aucune statistique officielle sur la production d'anguilles [9]. De ce fait, nous ne disposons pas de données de base suffisantes pour avoir des idées précises sur l'évolution de cette espèce. Malgré tout, de nombreuses sociétés se sont lancées dans l'exportation des anguilles vivantes. Citons entre autres Captain Pablo et MascarPesca à Mananjary, Réfrigepêche Est à Toamasina,

Le Martin Pêcheur à Taolagnaro, Indian Ocean Food à Manakara et la société Matata à Antananarivo. Pourtant, les conditions de survie des anguilles dans les bassins de transit ne sont pas encore maîtrisées. Leur taux de mortalité peut même atteindre jusqu'à 10% [10], d'où la pertinence de ce thème intitulé « RECHERCHE DE CONDITIONS OPTIMALES POUR LES ANGUILLES EN TRANSIT AVANT EXPORTATION ». Des questions se posent : quels sont les paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles en transit avant exportation ? Que peuvent être les causes de mortalité des anguilles ?

L'objectif principal de cette étude vise à déterminer le taux de mortalité des anguilles dans les bassins de transit avant exportation. A titre d'hypothèse, les conditions de survie des anguilles consistent à y maintenir : une température favorable, un pH neutre, de l'oxygène suffisant et une teneur normale en chlore. Les résultats aboutiront au perfectionnement des techniques appliquées par les sociétés exportatrices, à l'évolution ou à la hausse de l'exportation d'anguilles.

Ainsi, dans cette optique, ce travail de recherche va être scindé en trois parties : la première va constituer les rappels théoriques; la deuxième va préciser les méthodes utilisées pour accomplir l'étude ainsi que les résultats et la troisième partie va être axée sur la discussion. Enfin, une conclusion va parachever la rédaction de cet ouvrage.

PREMIERE PARTIE : RAPPELS

I- BIOLOGIE

L'anguille est un poisson amphihaline thalassotoque c'est-à-dire vivant alternativement en eau douce et en eau de mer et se reproduit en mer. Son cycle biologique est complexe et certaines parties (notamment la phase marine) sont encore très mal connues [8].

I-1- Description de l'anguille

L'anguille possède un corps très allongé, serpentiforme ; c'est un vertébré aquatique à température variable qui respire au moyen de branchies et son squelette entièrement ossifié [11].

Sa tête est comprimée et ses yeux ronds. Ses narines sont tubulaires et ses ouvertures branchiales étroites. La bouche est terminale garnie de petites dents pectinées disposées sur plusieurs rangées.

Des écailles minuscules et un abondant mucus qui la rendent difficile à saisir recouvrent sa peau visqueuse et glissante. Ce poisson se caractérise, également, par la présence tout le long de son dos d'une longue nageoire impaire.

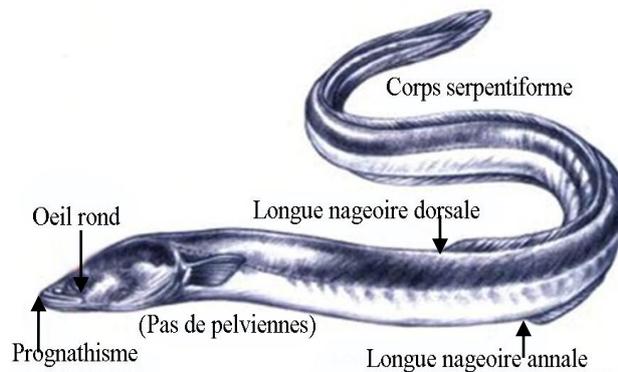


Figure 1 : Anguille

Source : Auteur

I-2- Étymologie

Le terme anguille vient du latin *anguis*, ce qui signifie « serpent ». Depuis Aristote, en 350 avant J.C dans « Histoire des animaux » les scientifiques n'ont cessé d'étudier ce poisson, qui reste encore de nos jours bien mystérieux [11].

I-3- Classification

Selon NEILSON et GEEN, 1984 [12]

Embranchement	: Vertébrés
Super-classe	: Poissons
Classe	: Ostéichthyens
Sous-classe	: Acténoptérygiens
Super-ordre	: Téléostiens
Ordre	: Anguiliformes
Sous-ordre	: Anguilloïdeï
Familles	: Anguillidae
Genre	: <i>Anguilla</i>
Espèce	: <i>anguilla</i>

I-4- Cycle de vie

Le cycle de vie des anguilles apparaît très complexe. Ce poisson a la faculté de vivre aussi bien dans la mer que dans les eaux douces. Sa reproduction et sa ponte ont lieu en mer. Au cours de son existence, l'anguille connaît une aventure extraordinaire pour venir pondre dans la mer des SARGASSES. Elle est un grand migrateur, rustique et résistant.

Elle traverse un certain nombre d'étapes: leptocéphale, civelle transparente, civelle pigmentée, anguille jaune et anguille argentée [13].

Après l'éclosion des œufs, la phase leptocéphale marine larvaire prend une forme de feuille très différente de celle allongée associée aux anguillidés. Pendant la migration, les leptocéphales grandissent et s'allongent pour devenir des civelles transparentes à leur arrivée sur le plateau continental. En grandissant, elles se pigmentent pour devenir des civelles pigmentées, puis des anguilles jaunes.

Ces deux formes sont similaires sur le plan morphologique et se distinguent principalement par la taille. La phase finale est l'anguille argentée migratrice, qui se caractérise par un dos plus foncé avec des nuances argentées et de grands yeux.

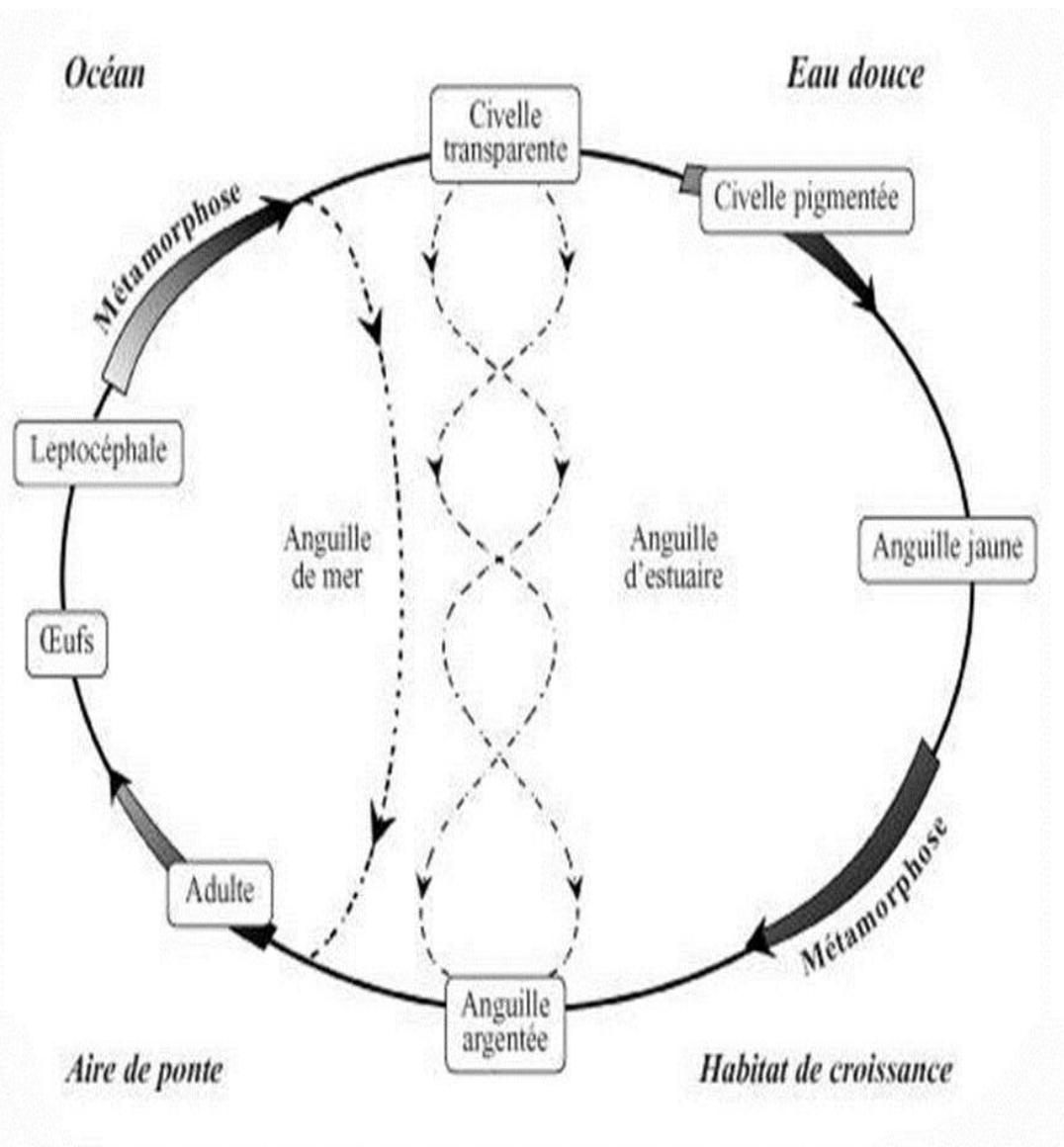


Figure 2 : Cycle de vie des anguilles

Source : Durif L. La migration d'avalaison de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* : Caractérisations des fractions dévalantes, phénomène de migration et franchissement d'obstacle [Thèse]. Ecologie aquatique : Toulouse ; 2003.52p.

I-5- Alimentation

En fait, tout type d'élevage zootechnique intensif repose sur la distribution de nourriture spéciale adaptée au type de produit élevé.

Dans le cas de la culture de l'anguille, une pâtée humide est administrée aux anguilles [14]. Elle est préparée avec de la farine et de l'eau en quantité égale (l'eau

étant de préférence la même que celle des bassins). Les anguilles consomment aussi bien les vers et la viande fraîche. [15]

Les anguilles en bonne santé sont des animaux voraces et consomment rapidement la nourriture qui leur est donnée. Il importe donc d'étudier ce que les anguilles mangent et de ne leur donner que la quantité adéquate.

L'administration de vitamines est aussi indispensable pour éviter l'apparition de symptômes de carences en vitamines hydrosolubles. Ces carences se traduisent par un manque d'appétit et une faible croissance des anguilles.

D'ailleurs, à cela peuvent s'ajouter différentes pathologies, telles l'ataxie, les hémorragies, les lésions de la peau ou au niveau de la mâchoire. [16].

II- PRODUCTION AU NIVEAU MONDIAL

Le contexte est critique : selon une étude réalisée au niveau du Parlement européen en 2006, le stock d'anguilles chuta de 50% au cours des deux dernières décennies, celui de civelles ayant diminué de 95% [17,18]. Cette tendance est valable aussi bien pour l'espèce européenne (*Anguilla anguilla*) que pour l'anguille asiatique (*Anguilla japonica*) et américaine (*Anguilla rostrata*). La FAO (Food and Agriculture Organisation) et le CIEM (Conseil international pour l'exploration de la mer) s'associèrent alors pour former un groupe de travail, le WGEEL (Working Group on Eel) et alertèrent l'Union européenne. Pour la première fois, l'anguille est alors prise en considération en dehors de ses limites biologiques de sécurité établies en 1998. Il est demandé aux Etats membres de prendre les dispositions nécessaires pour restaurer la population d'anguilles. La Direction de la Pêche au sein de la Communauté sollicite de préparer des plans de gestion adéquats pour chaque bassin, afin de pouvoir reconstituer le stock de l'espèce au niveau du continent.

La civelle est utilisée en aquaculture, car avant ce stade civelle il est extrêmement difficile d'élever l'anguille. Une tonne de civelles permet de produire environ 200 tonnes d'anguilles [19].

La production baissa depuis 2000. En 2007, l'Europe produisit entre 8 000 et 9 000 tonnes d'anguilles d'élevage et 50 à 60 tonnes de civelles [3,20].

Les principaux pays producteurs européens sont les Pays-Bas (4.000 tonnes/an), le Danemark (2.100 tonnes/an), l'Italie (1.000 tonnes/an) et l'Allemagne (740 tonnes/an) [20]. Force est de constater que les aquaculteurs maîtrisent encore mal les techniques de l'anguilliculture et les conditions requises pour optimiser cette production. Le taux de mortalité ne cesse d'augmenter pendant le cycle d'élevage et de nombreuses anguilles ne survivent pas à leur arrivée en destination finale. De ce fait, la production demeure loin de suffire à la demande du marché international.

II-1- Type d'élevage

Les premiers élevages d'anguille apparurent dans les années 1950 au Japon et dans les années 1970 en Europe [20].

Deux types d'élevage existent : l'élevage extensif et l'élevage intensif.

II-1-1- Elevage extensif

L'élevage extensif est considéré comme traditionnel. Il se pratique sur un vaste étang. De ce fait, les anguilles sont très vulnérables, car elles restent toujours menacées par les prédateurs. Ainsi, l'élevage intensif se développe de plus en plus, car il permet d'y contrôler leur croissance et leur mortalité.

II-1-2- Elevage intensif

Les anguilles peuvent être élevées soit à partir des civelles, soit à partir des anguillettes.

II-1-2-1- Elevage des civelles

L'élevage se pratique dans des bassins en béton de dimensions réduites (une vingtaine de m² au maximum), munis d'un rebord pour éviter les fuites. Les densités d'élevage évoluent à 0,4kg/m² pour les civelles de 0,2-0,5g [21]. Une des conditions de succès de cet élevage relève de la rapidité avec laquelle les civelles commencent à s'alimenter après leur capture. Cette alimentation est à base de poissons frais (sardines) et d'aliment artificiel sous forme de farine additionnée d'eau et d'huile.

Dans de bonnes conditions de température (20-23°C) et d'oxygénation, la civelle consomme par jour respectivement par rapport à son poids 5% d' aliment artificiel et 25% de poisson frais.



Figure 3 : Civelles

Source :http://www.peche-direct.com/blogvip/wp-content/uploads/2013/04/PROTECTION_ANGUILLE_FRANK_2.jpg

II-1-2-2-Elevage des anguillettes

Les anguillettes destinées à l'élevage peuvent avoir deux origines : soit d'une civellerie, soit de la pêche.

Il en existe deux types d'élevage : élevage en eau stagnante et élevage en eau courante.

➤ Elevage en eau stagnante

Il correspond à des élevages généralement alimentés à partir de la nappe phréatique. Le régime thermique dépend de la condition atmosphérique. Dans cette méthode, les éleveurs maintiennent les conditions d'oxygénation en favorisant la croissance des algues vertes de phytoplancton. L'oxygène est donc fourni par la photosynthèse. Mais ces algues ne peuvent se multiplier que si le flux hydrique est nul ou très lent.

➤ **Elevage en eau courante**

Un renouvellement continu d'eau courante en abondance est indispensable pour les bassins. Le régime thermique de l'élevage est directement en fonction de la température de l'eau d'adduction. Les besoins en oxygène doivent être couverts par ce renouvellement et l'équilibre biologique n'est plus nécessaire. A l'âge adulte, ce n'est plus avantageux d'élever les anguilles car sa conversion alimentaire diminue énormément. Quand elles parviennent à maturité du point de vue sexuel, il faut les destiner à la vente.

L'élevage intensif des anguilles requiert donc trois conditions essentielles : un niveau de pH adéquat, une suffisance en oxygène et une température favorable au développement des espèces [22]. Ainsi, la réussite de l'élevage dépend de l'implantation de la culture de l'anguille. L'endroit sera d'autant plus adapté à l'élevage que les conditions spécifiées ci-dessous seront satisfaites :

- La disponibilité d'un bon approvisionnement en eau, acheminée ou pompée d'un canal ou, mieux encore, provenant de sources ou de puits souterrains ;

- L'eau ne doit pas être contaminée (par des insecticides, des phytomédicaments, etc...) et ne doit pas contenir de substances toxiques (ammoniaque, anhydride carbonique, substances acides en général, etc ...). L'eau alcaline ou neutre est la meilleure, tandis que l'eau acide (en-dessous de pH 6,5) n'est pas très bonne pour cet élevage [23].

La présence éventuelle d'anguilles sauvages dans l'eau à utiliser y est un indice d'aptitude et de sa bonne qualité ;

- Le site d'élevage ne doit pas être envahi par des inondations ;

- L'échange hydrique des bassins doit de préférence par chute. En d'autres termes, il faut éviter au maximum les coûts énergétiques pour le pompage et la distribution d'eau ;

- Le terrain ne doit pas être poreux, afin d'empêcher les fuites d'eau du fond ou des parois des bassins. L'argile mélangée à du sable est ce qu'il y a de mieux ;

- L'endroit doit être ensoleillé pour favoriser la floraison des algues qui, à travers la synthèse chlorophyllienne, produit de l'oxygène ;

- L'endroit doit être dégagé pour permettre l'oxygénation ;

- Des routes et de l'électricité en fonction ;

-A proximité des marchés importants.

II-2- Pathologies

Les anguilles sont sensibles à plusieurs parasites, aux champignons, aux bactéries et virus qui peuvent leur causer des maladies. Cependant, en aquaculture seuls quelques agents provoquent des maladies qui y ralentissent leur croissance ou augmentent leur mortalité.

II-2-1- Agents pathogènes

Tableau I : Agents responsables des maladies des anguilles

Type	Agent	Maladie	Manifestation
Bactérie	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Maladie Rouge des Nageoires	Pourriture de la queue; Pourriture de la nageoire; hémorragie septicémique
	<i>Vibrio anguillarum</i>	Peste rouge de l'anguille	Taches rouges sur les zones ventrale et latérale; enflures et peau sombre, lésions ulcéranes
Virus	Herpes Rhabdovirus	Maladie virale (Tête rouge)	Hémorragies autour de la tête et opercules initialement; après se répandent sur tout le corps

Type	Agent	Maladie	Manifestation
Champignon	<i>Saprolegnia</i> spp	Infections par des champignons	Taches blanches à brunes ou taches poilues sur la peau, nageoires et branchies ; mort peut survenir si les branchies sont obstruées, normalement infection secondaire
	<i>Dermocystidium anguillae</i>		Enflures sur les branchies, nageoires ou corps
Monogéneans	<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> ; <i>P. bini</i>	Infections parasitaires	Attaque les branchies; détresse respiratoire
Ciliés	<i>Trichodina</i> spp		brillance; léthargie; augmentation de production de mucus; parfois des ulcères et nageoires usées; détresse respiratoire si les branchies sont affectées
Protozoaire	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>		Taches blanches sur le corps; devenant léthargiques; les anguilles essayent d'enlever les parasites en se frottant contre les surfaces

Source : http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Anguilla_anguilla/fr#tcNA008C

Afin d'éviter l'apparition de ces problèmes pathologiques, il est important de réaliser des mesures préventives.

II-2-2- Préventions

La base de la protection sanitaire de tout élevage est la prévention, plutôt que le traitement. Certaines normes de prévention visent, en effet, tout simplement à maintenir dans les bassins les conditions optimales. De cette façon, le problème pathologique sera moins important, étant donné que les occasions de "stress" auront diminué. Il est donc important de suivre certaines attitudes de gestion:

- S'assurer journallement que les bassins d'élevage ont toujours un approvisionnement suffisant en eau non contaminée ;
- Respecter la quarantaine et faire les traitements adéquats de désinfection du milieu, un jour sur deux, au moins pendant 2 – 3 semaines (suivant la température) pour le produit provenant de l'extérieur avant de l'introduire dans les bassins ;
- Assécher complètement le bassin et en retirer les résidus organiques au moins à la fin de chaque cycle d'élevage, en le laissant au soleil pendant 7 – 10 jours et améliorer de cette manière la productivité ;
- Administrer une diète alimentaire équilibrée et en quantité suffisante ;
- Faire 2 – 3 fois par an au moins, aux moments les plus critiques, des prophylaxies antibactériennes valables suivies de traitements poly-vitaminés ;
- Éliminer tout de suite du bassin les anguilles mortes.

III- PRODUCTION AU NIVEAU NATIONAL

La production totale d'anguilles et de civelles n'apparaît pas dans les statistiques officielles au niveau de l'administration centrale. Les rapports des services provinciaux en charge des pêches donnent quelques éléments chiffrés. Ainsi, pour les quelques zones suivies par les services de terrain, la province de Toamasina a produit 25,9 tonnes en 2001, celle de Fianarantsoa 6,8 tonnes, celle de Mahajanga 36,41 tonnes, celle de Toliara 1,790 tonnes. Concernant la production nationale d'anguilles, elle a atteint 7.500 tonnes en 2008 [6,9,24].

III-1- Régions à forte potentialité en anguilles

Les régions ci-après sont citées comme à forte potentialité en anguilles : l'axe Toamasina-Fénérive-Est, l'axe Toamasina-Brickaville, Vatomandry, Manakara, Mananjary sur la côte Est, Antsohihy, Belo-sur-Tsiribihina sur la côte Ouest, Ambatondrazaka et le lac Itasy sur les Hautes-Terres.

D'autres zones sont aussi reconnues riches en anguilles : l'axe Ambanja-Ambilobe-Antsiranana, Beraketa, Ihosy, route de Betroka, Marais du Mangoky, Miandrivazo, Antsalova.

Des reconnaissances réalisées dans le Moyen-Ouest de la Grande Ile, ont cependant, permis de constater que le lac Itasy représente un des endroits propices pour le développement des civelles avant leur migration vers la mer pour rejoindre leur lieu de reproduction [25,26].

III-2- Espèces d'anguille rencontrées à Madagascar

Madagascar possède quatre espèces d'anguille:

- *Anguilla marmorata*,
- *Anguilla nebulosa labiata*,
- *Anguilla mossambica*,
- *Anguilla bicolor*.

Répartition géographique

- *Anguilla marmorata* : elle se trouve dans les zones de basse et moyenne altitudes, elle habite de nombreux lacs, les grands marais et les rivières dans lesquelles elle choisit comme zones de prédilection les parties rocailleuses.
- *Anguilla nebulosa labiata*: elle abonde au lac Itasy, à une altitude de 1.400 mètres.

- *Anguilla mossambica* : elle est endémique au Canal de Mozambique, elle est rencontrée sur les côtes Sud et Est de l'Afrique et à Madagascar. A Madagascar, elle monte à plus de 1.800m, c'est l'espèce nettement dominante sur les Plateaux et les Hauts plateaux.
- *Anguilla bicolor*: c'est une anguille côtière, elle fréquente pratiquement tous les marais côtiers et parfois les rivières voisines.

DEUXIEME PARTIE : METHODES ET RESULTATS

I- METHODES

I-1- Cadre d'étude

L'étude a été effectuée au sein d'une société qui existe à Antananarivo. Cette société jouit d'une renommée dans le secteur de l'élevage et de l'exportation d'anguilles qui proviennent de différentes régions de Madagascar (Manakara, Mananjary, Majunga, Toamasina, Mahanoro, Brickaville...).

I-1-1- Présentation de l'entreprise

Forme juridique : Entreprise individuelle

Statistique : N° 51231.11.2006.02766

NIF : 6557566

Matières premières : anguilles vivantes

Permis de collecte : N° 3200768

Exportation de produits finis : les produits finis sont les anguilles bien vigoureuses sorties du bassin et prêtes à être exportées après un triage strict et conditionnement.

I-1-2- Choix de la zone d'étude

La société applique des mesures fondées sur les principes HACCP consistant, notamment, à la mise en place d'un processus visant à contrôler et, par conséquent, à maîtriser les dangers. Les bonnes pratiques d'hygiène tiennent également une grande place au sein de la société. Par ailleurs, elle œuvre en étroite collaboration avec les autorités compétentes en termes de diagramme de fabrication et de plan d'analyse.

- **Maitrise de la qualité de l'eau**

Il inclut 3 types de contrôle, des mesures correctives étant préconisées en cas d'anormalité.

Contrôle microbiologique

L'Établissement s'adresse périodiquement à l'Institut Pasteur de Madagascar, à Antananarivo, pour réaliser des analyses microbiologiques de l'eau.

Fréquence : 2 fois/an selon la recommandation de l'ASH (Autorité Sanitaire Halieutique) [27].

Modalités : Sous la surveillance du Vétérinaire officiel responsable, un prélèvement de l'eau est réalisé. Cet échantillon de liquide est mis dans un flacon stérilisé qui contient du thiosulfate de Sodium, puis amené aux laboratoires de l'Institut Pasteur sous régime froid ou sous glace.

Cette mesure est applicable au cours de l'année à l'ensemble des points de distribution qui représentent l'Établissement.

Contrôle chlorométrique

Fréquence : 2 fois par jour (au moins), une fois le matin et une fois l'après-midi.

Résultats : - limite supérieure : 2 ppm
- limite inférieure : 0,3 ppm [28]

Contrôle physico-chimique

Une analyse physicochimique est nécessaire pour surveiller des résidus. Elle est prise en charge par l'Autorité compétente [29,30].

Laboratoire : laboratoire désigné par l'Autorité compétente.

Rythme : Annuel.

Mesures correctives

- En cas d'analyse microbiologique anormale :
- Le V.O. (Vétérinaire Officiel), Responsable de l'Établissement est immédiatement alerté ;
- Des investigations sont effectuées pour déterminer l'origine exacte de l'anormalité ;
- Une mesure corrective est aussitôt mise en œuvre ;
- Un contrôle est réalisé pour s'assurer que l'approvisionnement en eau potable est rétabli dans les normes.

- En cas d'analyse chlorométrique non conforme :
- Tous les moyens disponibles pour rétablir la situation sont employés ;
- Le test de Chlore est réalisé de nouveau.
- En cas d'analyse physico-chimique non conforme :
- les résultats devraient être étudiés ;
- Informer le Vétérinaire Officiel et l'Autorité Compétente ;
- Classer le document qui pourrait servir ultérieurement.

I-1-3- Plan de disposition des locaux et leur affectation

➤ **Local de réception et de lavage**

Ce local est dédié à la réception des anguilles vivantes provenant des zones de collecte.

- Les produits sont lavés selon des procédés spécifiques et sont ensuite triés et pesés.
- Ils sont ensuite déposés dans des bacs en plastique et sont transférés dans le local des bassins.

➤ **Local des bassins**

- 4 bassins sont implantés dans ce local. Ils sont destinés à recevoir de l'eau douce où sont transférés les produits triés.
- Ces bassins sont en outre équipés de dispositifs d'oxygénation et de refroidissement.

➤ **Local de conditionnement**

Ce local est contigu à celui des bassins. Il est dédié à la mise en carton des produits à expédier.

Il comporte un étalage en ciment qui sert de table de travail.

➤ **Local de stockage des cartons**

Ce local sert de lieu d'entreposage des cartons encore pliés qui serviront de contenants aux produits à exporter.

➤ **SAS Export**

Des palettes sont installées dans ce local. Ce matériel sert à l'arrimage des cartons chargés de produits avant leur expédition.

Les étiquettes nécessaires sont collées au préalable sur chaque carton.

➤ **Local du vestiaire et des toilettes**

C'est l'endroit où le personnel change de vêtements, endosse ou remet la tenue de protection indispensable dans l'exercice de son travail.

Les toilettes et la salle d'eau se trouvent également à cet endroit.

La société dispose d'un vestiaire amovible. Il s'agit du passage unique et obligatoire par lequel le personnel doit passer pour entrer dans l'usine ou pour aller à son poste de travail.

I-1-4- Flux des matériels

Matériels

entrants

Bacs, balance,
palettes →

Bacs, balance,
Palettes →

Salle de Réception

Bacs, Balance,
Palettes →

Eau douce, bassin,
T° ambiante, durée
de 14jours →

Salle de Transit

Epuisette, Bac →

Bacs, Paillasse →

Réception

Triage

Pesage

Mise en bassin

Stockage dans le bassin de transit

Repêchage

Triage

CP

CP

Matériels

sortants

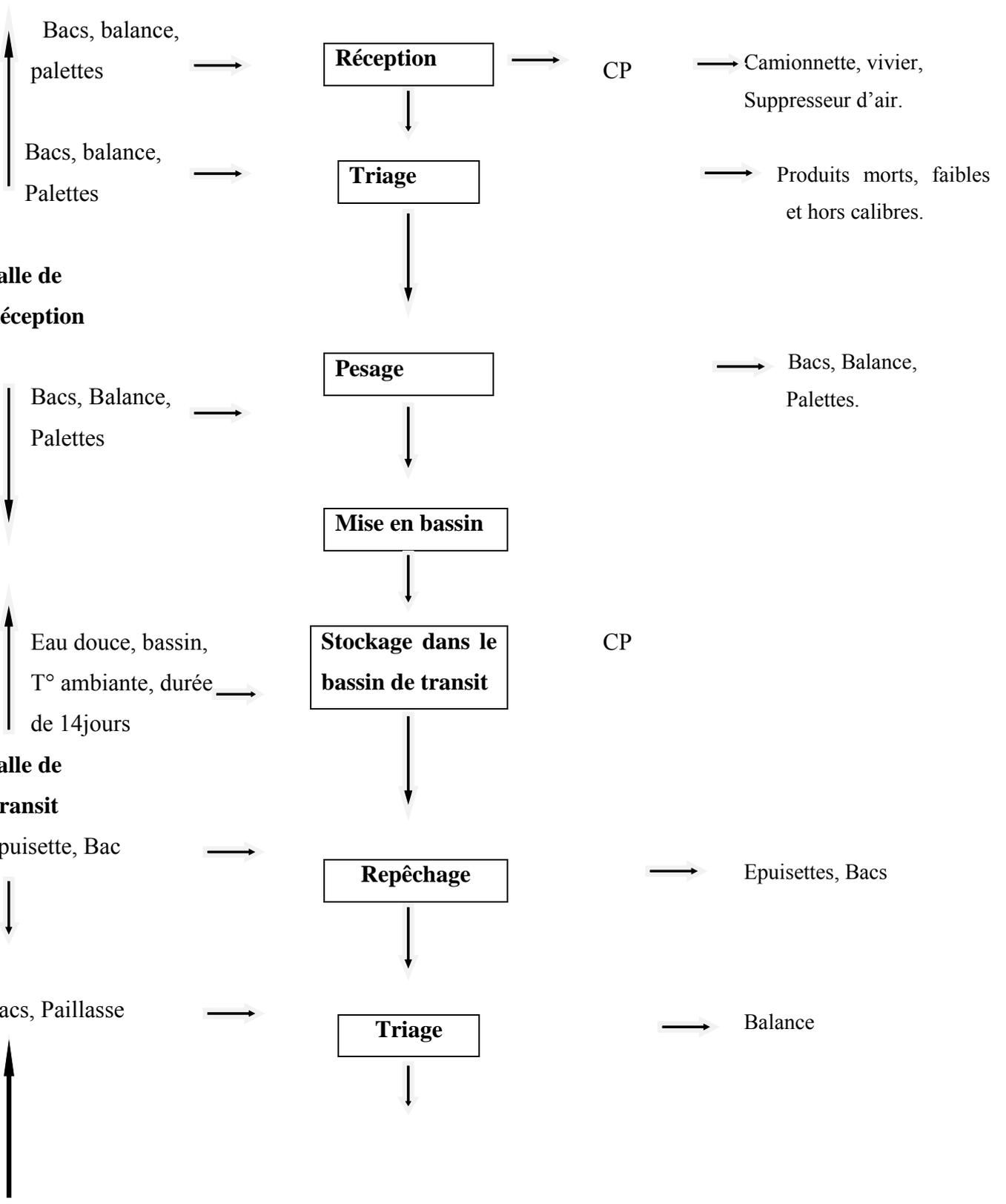
→ Camionnette, vivier,
Suppresseur d'air.

→ Produits morts, faibles
et hors calibres.

→ Bacs, Balance,
Palettes.

→ Epuisettes, Bacs

→ Balance



Matériels
entrants

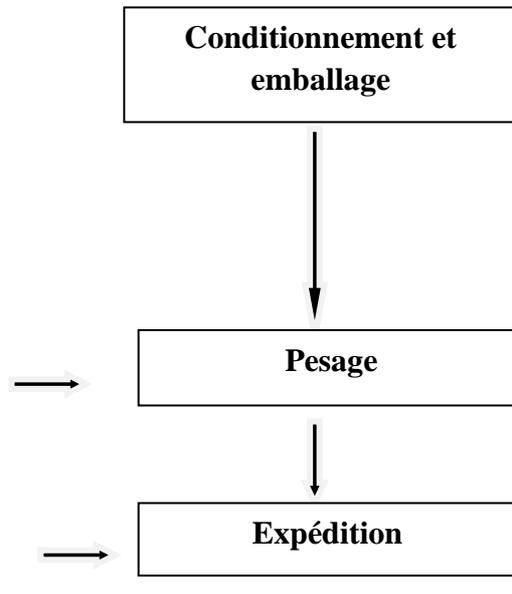
Palette, polystyrène
de 10kg, gaine,
Master carton de
10kg.

**Salle de
Préparation**

↑
Balance

**Salle
d'expédition**

↓
Camion



Matériels
sortants

CP : Point de contrôle

Figure 4 : Flux des matériels

Source : Auteur

❖ **Le flux des bacs**

Le circuit des bacs concernent 3 locaux : le local de réception, ceux du bassin et de conditionnement.

Circuit 1 : Les anguilles vivantes provenant directement des collectes sont lavées en dehors des locaux. Un endroit est prévu à cet effet, à proximité de l'entrée de la salle de réception.

Circuit 2 : Après le pesage des produits, les bacs contenant les anguilles retenues sont transférés dans la salle n° 2. Ils sont ensuite déposés dans les bassins de transit contenant de l'eau douce.

Circuit 3 : Au moment où ces bacs sont retirés des bassins, leurs contenus sont désormais appelés « Produits finis ». Ils sont dirigés vers la salle de conditionnement.

Les bacs débarrassés de leurs produits sont, ensuite, ramenés dans la salle de réception où ils passeront au lavage.

❖ **Le flux des emballages**

L'établissement a conçu lui-même les modèles de cartons qui servent à emballer les produits destinés l'exportation. Les commandes et les achats sont effectués auprès de sociétés de cartonnerie, des professionnels qui jouissent d'une notoriété dans leur domaine.

Au sein de l'usine, des cartons sont stockés en partie dans leur pliage d'origine, et une autre est dépliée. Ces cartons vides sont prêts à l'usage.

Le local de stockage de ces cartons est fermé en permanence pour qu'il soit au sec afin d'éviter tout éventuel risque de contamination par l'humidité ou de détérioration. Leur circuit se présente comme suit :

Circuit 1 : Les cartons achetés sont directement introduits dans le local de stockage de cartons.

Circuit 2 : Selon les besoins de l'expédition, les cartons sont extraits du local de stockage et transportés vers la salle de conditionnement pour emballer les produits destinés à l'exportation.

Lorsque les anguilles correspondant aux poids convenus sont mises dans les cartons, les emballages sont fermés avec du ruban adhésif. S'en suivent l'étiquetage et les différents marquages nécessaires pour le transport aérien :

- 1 – Produit de MADAGASCAR
- 2 – Nom Commercial
- 3 – Nom scientifique
- 4 – PB – PN
- 5 – Expéditeur

- 6 – Destinataire
- 7 – Mode de production
- 8 – Date de production
- 9 – DLC : vivants au moment de l'achat
- 10 – N° du lot
- 11 – Zone de pêche : F A O 51
- 12 – N° d'Agrément sanitaire
- 13 - Zone de pêche
- 14 – Poids total

❖ **Le flux des produits**

Les anguilles vivantes réceptionnées à l'usine sont dénommées « Matières Premières ». Après le Traitement qui consiste au passage dans des viviers qui représentent des « Bassins de transit », ils doivent passer par 4 circuits avant leur départ pour l'exportation.

Circuit 1 : Les anguilles qui se trouvent toujours dans leurs bacs sont extraites des bassins et sont transportées vers la salle de conditionnement.

Circuit 2 : Le conditionnement

- Un second triage est réalisé dans la salle de conditionnement. S'en suit un dernier pesage. Cette étape consiste à garantir la qualité des produits à exporter : des anguilles bien vivantes, robustes, vigoureuses, entières, conformes aux normes requises.
- Après cette dernière phase de contrôle, les produits sont soigneusement installés dans les cartons.
- La fermeture des cartons qui renferment les anguilles vivantes s'effectue, lorsque toutes les règles inhérentes au conditionnement sont respectées.
- Les opérations d'étiquetage et de marquage terminent le processus de conditionnement.

Circuit 3 : Au terme des opérations de conditionnement, les cartons contenant les produits sont transférés vers le SAS export et sont arrimés sur les palettes.

Circuit 4 : S'en suit le moment du départ. Les cartons sont embarqués dans un camion qui servira à les transporter vers l'Aéroport International d'Ivato où sont effectuées les différentes formalités d'exportation effective.

Le camion doit afficher les critères suivants : propre, couvert ou disposant d'une bâche, fermé.

I-1-5- Processus avant expédition

✓ Réception

Au moment de la livraison, les papiers et la provenance des produits doivent être vérifiés. Les anguilles doivent provenir d'une région, d'un établissement ou d'une personne physique ayant l'autorisation du ministère de la Pêche. Un Certificat Sanitaire et une Visa de Conformité doivent l'attester.

Au cours de la réception, les anguilles sont soumises à un contrôle systématique. Elles sont comptées puis pesées avant d'être mises dans le bassin de transit jusqu'au moment de leur expédition. Seuls les produits vivants et vigoureux sont sélectionnés.

✓ Stockage dans le bassin de transit

C'est l'endroit où les anguilles séjournent jusqu'à leur expédition. La durée de ce séjour peut atteindre 2 semaines selon la commande des clients. Une visite doit être effectuée obligatoirement, deux fois par jour, afin de contrôler les paramètres physico-chimiques et d'éliminer les animaux faibles ou morts.

✓ Repêchage

Les anguilles présentes dans le bassin de transit sont repêchées à l'aide des épauettes. Elles sont ensuite transférées dans la salle de conditionnement. Cette opération est effectuée 7 heures avant l'heure de départ.

✓ Conditionnement et emballage

Cette étape consiste à garantir la qualité des produits à exporter : des anguilles bien vivantes, robustes, vigoureuses, entières, conformes aux normes requises. Il s'agit de faire un calibrage individuel des anguilles. Celles-ci doivent être pesées une à une, puis déposées sur la pailasse de triage avant la mise en carton. Les anguilles sont alors placées dans un sachet. De l'oxygène médical est ensuite introduit à l'intérieur de ce sachet avant de le fermer avec des élastiques. L'intérieur de la paroi du contenant doit être recouvert de polystyrène et de film alimentaire. La fermeture des cartons qui renferment les anguilles vivantes s'effectue, lorsque toutes les règles inhérentes au conditionnement sont respectées. Les opérations d'étiquetage et de marquage terminent le processus de conditionnement.



Figure 5 : Conditionnement des anguilles

Source : Auteur

✓ Empotage et expédition

La première étape consiste à informer le Vétérinaire Officiel (V.O) sur la date et l'heure de l'expédition. Le V.O. doit être présent et assister au conditionnement jusqu'à la fin de l'opération. L'empotage c'est le transfert des produits dans des camionnettes. Celles-ci feront l'objet d'un nettoyage et d'une désinfection préalables. L'exportation s'effectue par voie aérienne. Le client destinataire est informé en temps opportun du

départ des produits, du numéro de vol et de la date prévue d'arrivée de la marchandise à destination.

I-1-6- Description des produits préparés

Tableau II : Matières premières

Produits	Anguilles vivantes
Nom commun	Anguilles
Nom scientifique	<i>Anguilla marmorata</i>
Provenance	Mahanoro, Mananjary Brickaville, Antsohihy Toamasina II
Zone de pêche	FAO 51
Conservation	Bac oxygéné

Tableau III : Produits finis

Produits	Anguilles vivantes
Produits de	MADAGASCAR
Nom commun	Anguilles
Nom scientifique	<i>Anguilla marmorata</i>
Mode de production	Conservation dans le bassin de transit
DLC	Anguilles vivantes au moment de l'achat
Zone de pêche	FAO 51
Expéditeur	
n°d'agrément	
Date de production	
n° de lot	
Poids	10 Kg à 12 Kg
Destinataire	Asie

I-2- Type d'étude

Il s'agit d'une étude descriptive de type transversal.

I-3- Durée et période d'étude

I.3.1. Durée d'étude

La rédaction du protocole de recherche a commencé au mois de mars 2013. Le document final est restitué au mois de Décembre 2016.

I.3.2. Période d'étude

L'étude a débuté du 02 Octobre 2013 et s'est terminée au 30 Décembre 2013.

I-4- Population d'étude

La population étudiée a été représentée par les anguilles *anguilla marmorata*.

I-4-1- Critères d'inclusion

Toutes anguilles vivantes, robustes et vigoureuses.

I-4-2- Critères de non inclusion

Toutes anguilles non destinées à l'exportation.

I-5- Mode d'échantillonnage

Dès l'arrivée des anguilles au sein de la société, les activités suivantes sont entreprises : triage – pesage – lavage – triage – pesage.

L'étude ne concerne donc que les anguilles vivantes, robustes, vigoureuses ayant été sélectionnées après ces opérations. Ces anguilles seront mises dans les bassins.

L'unité de recherche est alors le bassin car c'est la température, le pH, l'oxygénation et le taux de Chlore dans chaque bassin que nous allons étudier.

I-6- Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$n = t^2 \times p (1 - p) / e^2$$

Avec :

- n : taille de l'échantillon attendu,
- t : niveau de confiance déduit du taux de confiance (traditionnellement 1,96 pour un taux de confiance de 95%),
- p : proportion estimative des anguilles mortes dans les bassins de transit = 10%,
- e : marge d'erreur (fixée à 5%)

D'après le calcul effectué

$$n = (1,96)^2 \times 0,10 \times (1 - 0,10) / (0,05)^2 = 138$$

n = 138 anguilles

Les bassins de la société sont au nombre de 4. Il faudrait alors que chaque bassin contienne 35 anguilles pour atteindre cette taille de l'échantillon.

I-7- Variables étudiées

Afin de connaître les conditions optimales des anguilles dans les bassins de transit, les variables étudiées sont les suivantes : la température, le pH, l'oxygénation et le taux du chlore. L'étude consiste également à déterminer les taux de mortalité des anguilles en transit et à identifier les causes de leur mortalité.

I-8- Modes de collectes de données

La descente sur terrain s'est effectuée en 2 temps. La première descente consiste à faire des recherches bibliographiques sur l'élevage des anguilles et à observer le mode de fonctionnement de la société, en tenant compte de la disposition des locaux et des paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles. La deuxième descente concerne la recherche proprement dite.

Deux méthodes sont alors utilisées :

- **Méthode observationnelle :**

Relever la température, le pH, l'oxygénation

Observer l'existence ou non d'anguille morte dans chaque bassin

- **Méthode expérimentale**

Dans l'objectif de déterminer les conditions optimales des anguilles dans les bassins de transit, il faut réaliser des expériences pour connaître la température, le pH et l'oxygénation les plus favorables aux espèces. La mesure des paramètres physico-chimique est effectuée journalièrement.

Température

La prise de température s'effectue directement dans le bassin à l'aide d'un oxymètre. L'oxymètre est un appareil de mesure très important, car il affiche en même

temps la valeur de la température et le taux d'oxygénation. Mais, pour déterminer la température la plus favorable aux anguilles, les 4 bassins B1, B2, B3, B4 sont mis à des températures différentes. La température idéale serait connue en fonction du nombre des anguilles mortes dans chaque bassin. Pour fixer la température de l'eau au niveau souhaité, l'établissement dispose de refroidisseur réglable. Cet équipement fonctionne sans interruption vingt et quatre heures sur vingt et quatre.

Refroidisseur



Figure 6 : Bassin avec de refroidisseur

Source : Auteur

pH

La mesure du pH se réalise par test avec le réactif rouge phénol. Pour ce faire, l'eau du bassin est prélevée et versée dans un petit flacon. Et il faut bien ajuster le niveau du tube au trait indicatif. Ensuite quatre gouttes de rouge phénol sont ajoutées dans le petit flacon contenant l'eau du bassin. Agiter le tout et comparer la couleur obtenue avec le comparateur colorimétrique.

Chlore

La détermination du taux de Chlore suit la même démarche que celle du pH. C'est seulement le réactif qui les différencie. Le réactif utilisé est l'orthotolidine.



Figure 7 : Test kit Cl-pH

Source: Auteur

Oxygénation

Les bassins sont équipés de dispositifs d'oxygénation permettant de diffuser directement l'oxygène. Des bulleurs sont installés dans chaque bassin. Le taux d'oxygénation est mesuré à l'aide d'un oxymètre.



Figure 8 : Oxymètre

Source : Auteur

I-9- Matériels et équipements

- Blouse blanche
- Bottes
- Cahier
- Stylo
- Bacs en plastique
- Balance
- Palettes
- Bassins
- Epuisettes
- Bulleurs
- Refroidisseur
- Oxymètre
- Test kit Cl-pH
- Polystyrène
- Carton
- Etiquettes comportant les mentions obligatoires : nom exportateur, n°de lot, calibre, nombre de pièces contenues dans chaque colis.



Figure 9 : Matériels

Source : Auteur

I-10- Calculs et tests statistiques

Les taux de mortalité et les quantités des anguilles exportées sont calculés via Microsoft Office Excel 2007. Les données ont été analysées avec le logiciel statistique SPSS 17.0.

Le taux de mortalité est le rapport entre le nombre ou la quantité des anguilles mortes et celle des anguilles destinées à l'exportation.

La quantité des anguilles exportées correspond à la différence entre celle destinée à l'exportation et celle des anguilles mortes.

Par ailleurs, tous les paramètres (pH, Oxygénation, Chlore) pris lors de l'expérience ont de valeurs constantes sauf la température. De ce fait, seule la température varie.

Hypothèse nulle H_0 : La condition normale de vie des anguilles dans un bassin est trouvée si la température est au plus ou moins égale à 18°C.

Pour vérifier cette hypothèse il faut varier la température de chaque bassin autour de 18°C. Ainsi, cette hypothèse est vérifiée dans la mesure où à 18°C plus de 95% des anguilles sont encore en vie, à un risque d'erreur de 5%.

Par contre, cette hypothèse n'est pas vérifiée si à une température plus ou moins égale à 18°C, plus de 50% des anguilles sont mortes.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous allons utiliser un test statistique de corrélation, c'est-à-dire l'interdépendance de deux variables dont le nombre de mortes (taux de mortalité) et la température. Ce test de corrélation permet également d'apercevoir si les deux variables sont en interdépendance.

Hypothèse alternative H_A : La température est optimale si le nombre des anguilles mortes avoisine zéro ou minimal. Elle sera validée si le résultat obtenu par la fonction d'optimisation entre la température et le nombre de mortes est égal ou avoisinant zéro.

Par le biais de cette hypothèse, nous allons trouver la stabilité de plusieurs variables pour atteindre une condition optimale. Ces variables sont : la température, le pH, l'oxygénation et le chlore. Nous sommes alors face à une résolution multifactorielle qui nécessite l'utilisation d'un test ANOVA.

L'analyse statistique par le test ANOVA est utilisée pour montrer si les deux variables (nombre des anguilles mortes et température) sont liées.

Règle de base : c'est un test de corrélation et de significativité. Il existe une corrélation entre les deux variables si la valeur de significativité est supérieure à 0,05. Autrement dit, la mort des anguilles est causée par la variation de températures. Dans le cas contraire, il n'existe pas de corrélation entre les deux variables, si la valeur de significativité est inférieure à 0,05.

Par ailleurs, même s'il existe plusieurs facteurs, ils sont invariables sauf la température. Donc généralement, cela contraint à faire un test ANOVA pour pouvoir apprécier cette corrélation.

I-11- Considération éthique

- L'étude ne concerne que des anguilles vivantes destinées à l'exportation ;
- La quantité des anguilles mortes et la cause de la mortalité seront bien notées ;
- Les résultats obtenus seront parfaitement gardés en lieu sûr ;
- La confidentialité et le secret professionnel seront respectés et garantis.

II- RESULTATS

II-1- Description de l'échantillon

L'unité de recherche s'agit du bassin car c'est la température, le pH, l'oxygénation et le taux de Chlore dans chaque bassin que nous avons étudié.

140 anguilles ont été réparties dans 04 bassins et traitées dans différents paramètres physico-chimiques pour savoir les conditions optimales aux anguilles en transit avant exportation. A part ces 140 anguilles, 2.604,55kg d'anguilles ont été également étudiées durant la période de recherche.

II-2- Espèce d'anguille étudiée

Parmi les quatre espèces d'anguille présentes à Madagascar, l'espèce d'anguille rencontrée tout au long de la recherche est uniquement *Anguilla marmorata*. Cette espèce est appelée aussi la grande anguille marbrée ou « the giant mottled eel ». Le nom vernaculaire est « Amalombandana » [31].

Les résultats ci-dessous sont alors obtenus à partir des références bibliographiques et également de l'observation.

➤ Détermination de l'espèce

Couleur :

Les adultes ont des marbrures allant du brun au noir sur un fond jaune, grisâtre et olivâtre. Toutefois, la partie ventrale est blanche.

Les spécimens plus jeunes sont grisâtres et les marbrures sont moins visibles.

Taille :

La taille maximale est de deux mètres de longueur [32]. *Anguilla marmorata* se distingue des autres espèces par sa longue nageoire dorsale.

Dentition : plages sans dents le long des bandes mandibulaires.



Figure 10 : *Anguilla marmorata*

Source : Auteur

➤ **Habitat**

Anguilla marmorata fréquente les zones de basse et moyenne altitudes (jusqu'à environ 900 mètres). Elle habite les eaux profondes et rocheuses. Elle est rencontrée dans les régions cotières [26,33,34].

➤ **Mode de vie**

De mœurs nocturnes, elle se cache pendant le jour et sort pour chasser la nuit. Le cannibalisme n'est possible qu'à une taille assez grande, mais il existe [26,35,36].

➤ **Paramètres physico-chimiques en milieu naturel**

Température

La température est un paramètre important qui régit la vie des anguilles. Elle varie de 21,4 à 24,8 [1,37,38].

Besoin en oxygène

L'oxygène dissous varie de 2,45 à 12,29 mg/l [1,39,40].

Anguilla marmorata est peu exigeante et résiste à des basses quantités d'oxygène en respirant par la peau. Elle survit plus de vingt et quatre heures hors de l'eau en atmosphère humide grâce à la sécrétion de muqueuses.

pH

C'est un paramètre chimique important pour l'anguille. La valeur optimale pour son développement est de 6,43 à 7,75 [1,41].

II-3- Paramètres physico-chimiques dans les bassins de transit

Le tableau IV résume les valeurs de températures, de pH, d'oxygénation et de chlore favorables aux anguilles. Ces valeurs sont obtenues à partir de l'utilisation d'une fiche d'enquête (Annexe 1).

Tableau IV : Paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles

	Température (°C)	pH	Oxygénation (mg/l)	Chlore (ppm)
Minimale	16	6,8	3	1,0 – 1,5
Maximale	24	7,6		

II-4- Fiche de contrôle du Chlore dans l'eau de la JIRAMA

Pour assurer la survie des anguilles, le taux du Chlore dans l'eau de la JIRAMA doit être compris entre 0,3-2 ppm. Chaque robinet (R1 à R14) présent dans tous les locaux a été donc testé. Aucune mesure corrective n'a été prise car les valeurs obtenues sont toutes normales.

Tableau V : Taux du Chlore dans l'eau de la JIRAMA

Date	Point de distribution	Résultat chlorométrie 0,3-2ppm	Mesures correctives	Résultat après corrections
02/10/13	R 4	1,5	-	-
09/10/13	R 6	1,5	-	-
16/10/13	R 2	1,5	-	-
23/10/13	R 8	1,0	-	-
30/10/13	R 12	1,0	-	-
06/11/13	R 1	1,5	-	-
13/11/13	R 3	1,0	-	-
20/11/13	R 7	1,5	-	-
27/11/13	R 14	1,0	-	-
04/12/13	R 2	1,5	-	-
11/12/13	R 5	1,5	-	-
18/12/13	R 4	1,5	-	-
25/12/13	R 7	1,5	-	-
30/12/13	R 8	1,0	-	-

II-5- Taux de mortalité des anguilles dans chaque bassin

Les 140 anguilles ont été réparties dans 04 bassins. Le tableau VI résume la variation de température, le nombre des anguilles mortes ainsi que le taux de mortalité des anguilles dans chaque bassin.

Tableau VI : Paramètres physico-chimiques et taux de mortalité des anguilles dans chaque bassin

Numéros de bassin	T (°C)	pH	Oxygénation (mg/l)	Chlore	Nbre des anguilles	Nbre des anguilles mortes	Taux de mortalité (%)
1	16,4	7,2	3	1,0-1,5	35	03	8,57
2	18,0	7,2	3	1,0-1,5	35	00	0
3	20,0	7,2	3	1,0-1,5	35	01	2,85
4	24,2	7,2	3	1,0-1,5	35	05	14,28

Le taux de mortalité le plus élevé des anguilles se trouve dans le bassin N°4 avec une température plus élevée.

II-6- Taux de mortalité en fonction de la variation des températures

La figure ci-dessous montre le taux de mortalité des anguilles dans les 04 bassins en fonction de la variation de la température.

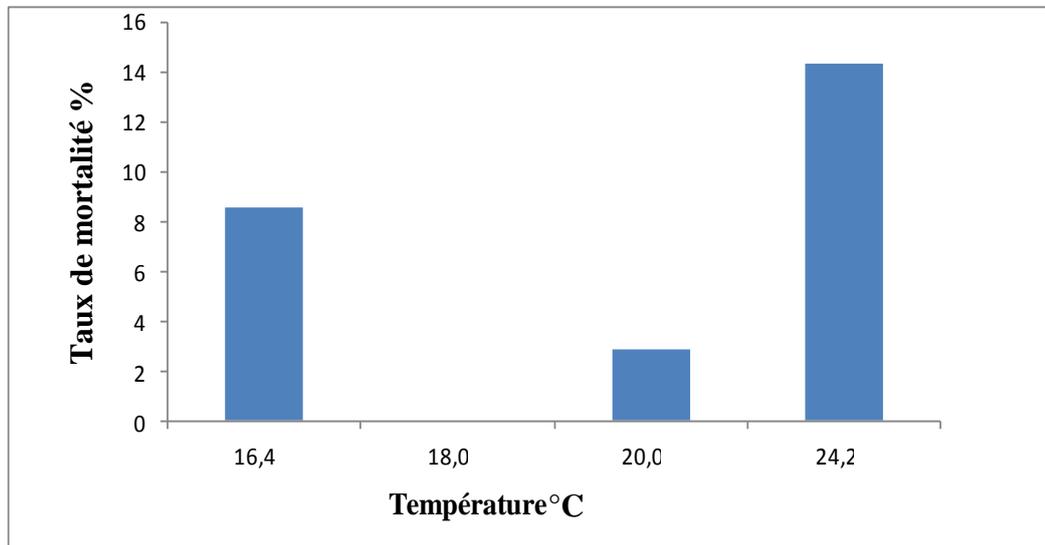


Figure 11 : Taux de mortalité en fonction de la variation de températures

Source : Auteur

Le résultat obtenu par test ANOVA a montré une valeur de significativité de $p=0,705 > 0,05$ (Annexe 5), ce qui explique la corrélation entre les deux variables (température et taux de mortalité).

II-7- Courbe de tendance de la fonction d'optimisation entre température et taux de mortalité

La courbe de tendance obtenue est présentée par la figure ci-dessous :

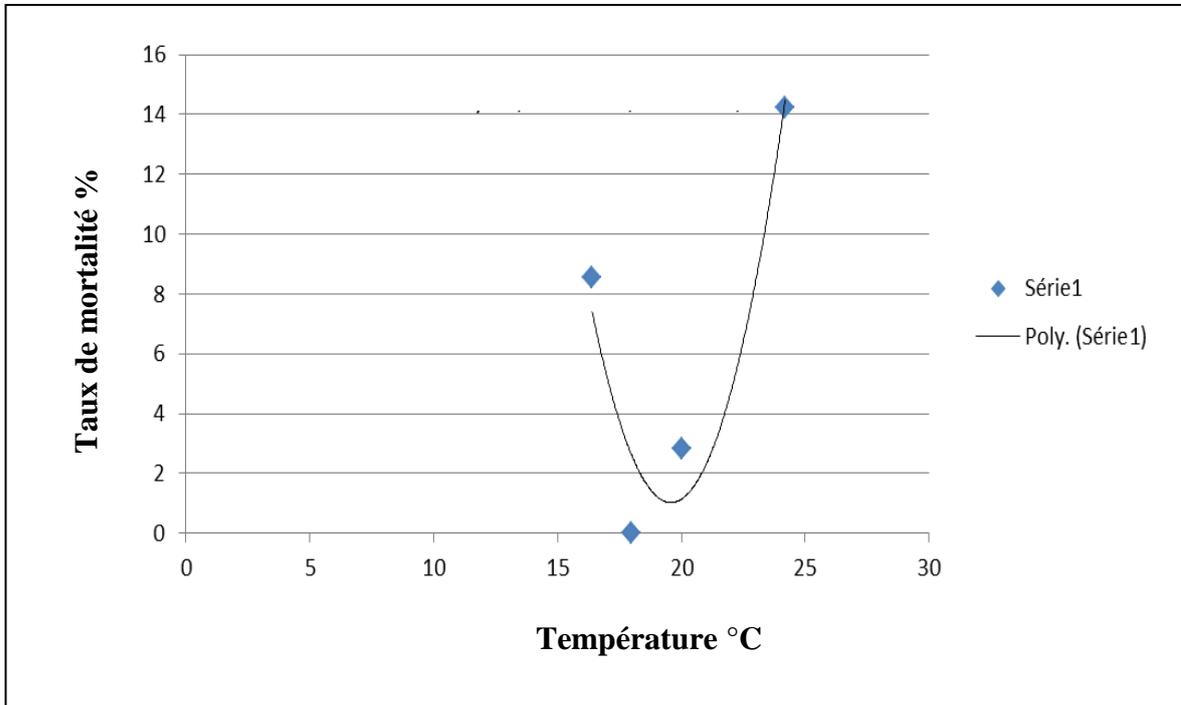


Figure 12 : Courbe statistique de la fonction d'optimisation entre température et taux de mortalité

Source : Auteur

D'après cette courbe statistique, nous avons pu obtenir la fonction d'optimisation entre la température et le nombre de mortes qui est $y=f(x)=0,2213x^2 - 8,6653x + 85,187$. Pour vérifier que cette fonction est vraiment l'optimisation, il faut trouver la valeur de x qui égalise la fonction en zéro, c'est-à-dire le nombre de mort à zéro. En changeant $x=18$ ou la température = 18, la valeur de $y=0,9128$. Ce qui est une valeur avoisinant de zéro.

II-8 Causes de mortalité des anguilles

Les causes de la mort des anguilles sont multiples : les variations des paramètres physico-chimiques, les pathologies, les effets des produits de désinfection. Mais, la

société a pris toutes les mesures du respect des doses pour les désinfectants pour minimiser les risques de mortalité des anguilles.

Tableau VII: Identification des différentes causes de mortalité des anguilles

Causes	Anguilles mortes
Diminution de température	Oui
Augmentation de température	Oui
pH devenu plus acide	Non
pH devenu plus basique	Non
	pH ne se transforme pas, il est toujours identique à 7,2 dans chaque bassin
Modification du niveau d'oxygénation	Non
	L'oxygénation est fixée à 3mg/l dans tous les bassins
Problèmes pathologiques	Non
Effets des produits de désinfection des bassins	Non

Ce tableau résume le résultat obtenu lors de l'utilisation d'une fiche d'identification des causes de mortalité (Annexe 2). Pendant la période de recherche, seul le changement de températures a provoqué la mort des anguilles.

II-9- Paramètres physico-chimiques et taux de mortalité au niveau de la société

Tableau VIII: Paramètres physico-chimiques appliqués par la société

N° de bassin	Température (°C)	pH	Oxygénation (mg/l)	Chlore (ppm)
1	18,2	7,2	3	1-1,5
2	18,4	7,2	3	1-1,5
3	18,0	7,2	3	1-1,5
4	18,2	7,2	3	1-1,5

Le tableau VIII montre que la température dans tous les bassins est aux alentours de 18°C.

Tableau IX: Taux de mortalité des anguilles au sein de la société

La quantité totale d'anguilles est de 2.604,55 kg. La quantité des anguilles mortes est de 83, 71kg. Ce qui a donné un taux de mortalité de 3,195 dans l'ensemble des bassins.

Bassins	Période -2013	Quantité des anguilles destinées à l'exportation (Kg)	Quantité des anguilles mortes(Kg)	Taux de mortalité (%)	Quantité des anguilles exportées (kg)
1	OCT	178,66	11,86	6,63	166,8
	NOV	226,10	5,96	2,63	220,14
	DEC	206,74	8,14	3,93	198,6
	Sous-total 1	611,5	25,96	4,24	585,54
2	OCT	234,00	11,60	4,95	222,40
	NOV	184,40	6,10	3,3	178,30
	DEC	289,80	10,40	3,58	279,40
	Sous-total 2	708,2	28,1	3,96	680,1
3	OCT	196,70	2,10	1,06	194,6
	NOV	202,40	6,10	3,01	196,30
	DEC	208,10	4,10	1,97	204,00
	Sous-total 3	607,2	12,3	2,02	594,9
4	OCT	221,40	6,80	3,07	214,60
	NOV	238,00	1,80	0,75	236,20
	DEC	218,25	8,75	4,00	209,50
	Sous-total 4	677,65	17,35	2,56	660,30
TOTAL		2604,55	83,71	3,195	2520,84

Taux de mortalité = (quantité des anguilles mortes / quantité des anguilles destinées à l'exportation) × 100

Quantité des anguilles exportées = quantité des anguilles destinées à l'exportation –
quantité des anguilles mortes

Ce tableau affiche que les taux de mortalité dans chaque bassin sont $\leq 5\%$ sauf dans le bassin B1 au mois d'Octobre atteignant 6,63%.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION

I- DISCUSSION

I-1- *Anguilla marmorata*

Madagascar possède quatre espèces d'anguilles parmi les dix-neuf existantes dans le monde dont : *Anguilla marmorata*, *Anguilla nebulosa labiata*, *Anguilla mossambica* et *Anguilla bicolor*. Mais l'étude ne concerne qu'*Anguilla marmorata*, car c'est la seule espèce rencontrée tout au long de la recherche.

La réussite de transit des anguilles vivantes destinées à l'exportation nécessite la connaissance des paramètres physico-chimiques [42,43,44]. Il s'agit de savoir les valeurs minimales et maximales de température et du pH, le niveau d'oxygénation adéquat ainsi que la teneur normale en Chlore. Et c'est à partir de ces valeurs que nous avons choisi les différents paramètres appliqués dans chaque bassin. Les anguilles à étudier ont été alors réparties dans 4 bassins. Par ailleurs, tout point de distribution (robinets) qui existe dans tous les locaux et les eaux présentes dans tous les bassins ne proviennent que d'un seul réseau. Plus précisément, il s'agit de l'eau de JIRAMA déchlorée. Il est à signaler qu'il existe aussi d'autres bassins contenant des anguilles réservées à la société. A cet effet, le pH reste toujours le même et nous ne pouvons pas le modifier en acide ou basique. De plus, étant donné que les anguilles peuvent déjà vivre si la quantité en oxygène est suffisante et peuvent être en eau douce et marine, les modifications du pH et d'oxygénation ne sont donc pas considérées importantes. Ainsi, c'est uniquement la température que nous avons changée et qui différencie les bassins. La température optimum est alors connue en fonction du nombre des anguilles mortes dans le bassin.

I-2-Paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles

Pour assurer la survie de l'anguille en transit, la température est comprise entre 16 – 24°C, le pH 6,8-7,6, l'oxygène 3mg/l et la teneur en Chlore 1-1,5. Ces résultats rejoignent ceux d'ANDRIANIRINARIMANANA dans ses études bibliographiques et expérimentales des anguilles à Nosy Be, 1988 [1]. Pour *Anguilla marmorata*, il avait défini une valeur de températures variant de 21,4 à 24,8°C, celle de l'oxygène dissoute à

2,45 à 12,29mg/l et celle du pH de 6,43 à 7,75. Cependant, des différences sont observées en comparant nos résultats avec ceux de RABEMANANORO sur les anguilles d'élevage de la ferme « *Mossambica angulas* » à Mananjary, 2013 (Ripple fish est devenue *Mossambica angulas* en 2013) [2]. Dans ses études, elle démontrait que la température était de 22 à 30°C, l'oxygène de 5 à 10mg/l. Ces différences s'expliquent par le fait que l'espèce qu'elle avait étudiée s'agissait d'*Anguilla mossambica*.

Selon l'étude de Boetius et Boetius (1967), la température convenant à la vie de l'anguille se situe approximativement entre 10 et 30°C [45,46]. Cette conclusion a été bellement confirmée par l'expérience des anguilliculteurs japonais, qui importèrent en 1969 des civelles de France. Au début ce fut un plein succès, en été, cependant, lorsque la température dépassa 30°C, une grande mortalité se manifesta, sans avoir pu diagnostiquer de maladies.

Concernant la confrontation des résultats de la présente recherche avec ceux des anguilles européennes *Anguilla anguilla*, des légères différences ont été observées car la température varie de 19 à 28°C et l'optimum se situe à 22°C, la teneur en oxygène est de 2 à 3mg/l [11,15,47]. Ces légères différences s'expliquent par la différence de climat au niveau de deux tropiques et aussi aux espèces considérées. Cependant, nos résultats rejoignent ceux de l'étude d'ARLATI qui avait déterminé que pour assurer la survie des anguilles, les conditions initiales sont une température variant de 18 à 24°C, une teneur en oxygène dissout de 0,5mg/l avec un niveau de pH adéquat [21,48].

I-3- Paramètres physico-chimiques et nombre d'anguilles mortes dans chaque bassin

La température est un facteur écologique important. Sa variation est directement perçue par les animaux et conditionne leur comportement. Chaque être vivant a un préférence thermique. Durant cette étude, les bassins sont équipés de refroidisseurs permettant de fixer la valeur de température.

En aquaculture, la variation de pH est due surtout à l'activité photosynthétique des végétaux comme les phytoplanctons, c'est-à-dire à l'émission de l'oxygène pendant la journée et de gaz carbonique durant la nuit dans l'eau. Comme la société utilise l'eau

de la JIRAMA pour source d'eau et n'a pas pratiqué la méthode d'amendement en phytoplanctons, le pH dans tous les bassins est alors toujours fixé à 7,2. Par ailleurs, la déchloration est vraiment indispensable, car l'existence de Chlore dans l'eau de la JIRAMA peut tuer les anguilles. La déchloration se fait comme suit : verser de l'oxygène d'abord dans l'eau du bassin, ensuite mettre ce dernier à l'air libre pendant 24 à 48 heures. Le Ministère de la santé a établi une norme comprise entre 0,3-2ppm. Tous robinets au sein de la société ont été également testés journalièrement. Mais le résultat du test est toujours de 1-1,5ppm.

En ce qui concerne l'oxygénation, c'est aussi un paramètre clé dans une aquaculture. Sa variation est aussi perçue directement par les animaux. Durant cette étude, le taux d'oxygène dissout est fixé à 3mg/l. En effet, des bulleurs ont été installés dans les bassins comme sources d'oxygène permanentes. La distribution de nourritures aux anguilles n'a jamais été réalisée, car ces dernières peuvent les empoisonner, seulement de l'oxygène y est mise à la disposition en quantité suffisante. Selon KROGH, tant que la peau est maintenue humide, que la température de l'air ne dépasse pas 15°C, la résistance des anguilles est grande [49]. C'est en raison de cette caractéristique que leur valeur économique est également grande, car cette résistance permet de les stocker, de les manipuler et de les transporter sur des distances énormes. Il est bien connu que les anguilles peuvent être stockées vivantes en bassin, en forte densité, pendant des mois. MANN (1960) conserva en aquarium alimenté en eau de la ville, des anguilles non nourries pendant 3 mois [50].

Durant l'étude, le pH dans chaque bassin est de 7,2, l'oxygénation est aussi fixée à 3mg/l, la teneur en Chlore de 1-1,5ppm. C'est seulement la température qui différencie les 4 bassins.

D'après le tableau IV, la température favorable aux anguilles est comprise entre 16-24°C. Au cours de la recherche, les températures utilisées sont proches de ces valeurs. B1 est à 16,4°C, B2 à 18,0, B3 à 20,0 et B4 à 24,2.

Le résultat montre que 05 anguilles sont mortes dans le bassin B4, 03 dans B1, 01 dans B3 et 00 dans B2. De ce fait, le taux de mortalité dans B2 est de 0%, de 2,86% dans B3, de 8,57% dans B1 et de 14,29% dans B4. Cela explique que la température de 18,0 à 20,0°C est la plus favorable à la survie des anguilles. Et en comparant le nombre des anguilles mortes dans B1 et B4, la température de 16,4°C est plus convenable aux anguilles par rapport à celle de 24,2°C.

Par ailleurs, d'après les paramètres physico-chimiques appliqués par la société (voir tableau VIII), la température dans chaque bassin est aux alentours de 18°C. Cela confirme que la température de 18°C est l'optimum pour les anguilles dans les bassins de transit. De plus, le taux de mortalité y est plus faible.

I-4- Identification des différentes causes de mortalité des anguilles

La contamination microbienne peut provenir des matériels et des locaux sales : bacs, balances, épuisettes sales, matériaux d'emballage souillés, voitures sales. La contamination chimique peut être due à la mauvaise application de nettoyage et de désinfection des mains et des matériels utilisés ainsi qu'à la présence des produits détergents et désinfectants. Mais ces contaminations ne sont pas considérées comme responsables de la mort des anguilles, car la bonne pratique d'hygiène est vraiment appliquée au sein de la société.

L'augmentation et la réduction de températures ont un impact direct sur la mortalité des anguilles.

L'eau du bassin est toujours issue de l'eau de la Jirama dont la valeur du Chlore est de 1-1,5. De ce fait, le pH reste constant à 7,2 dans chaque bassin.

L'oxygénation demeure 3mg/l dans tous les bassins.

Ainsi, le pH, le Chlore et l'oxygénation ne peuvent pas causer la mort des anguilles. Aucun cas pathologique ni aucun effet des produits désinfectants des bassins ne l'ont provoqué. Il s'agit seulement du changement de températures.

Pendant la période de recherche, le tableau IX indique que le taux de mortalité dans le bassin 1 est élevé au mois d'Octobre (6,63). Cette élévation a été due à une panne répétée du refroidisseur. Cette panne a donc entraîné un changement de températures, qui prouve que ce dernier cause vraiment la mortalité des anguilles.

I-5- Problèmes rencontrés

Au cours de la recherche, nous avons constaté que peu d'études avaient été effectuées sur les conditions optimales des anguilles en transit avant l'exportation. Et que ce soit au niveau international ou national, les données disponibles sont réellement insuffisantes. La société est également stricte en secret professionnel, raison de certaines données non autorisées à être diffusées. Elles sont réservées uniquement pour améliorer la connaissance. De ce fait, la collecte des données a causé des problèmes, où certaines étaient confidentielles pour la société.

RECOMMANDATIONS

Par ailleurs, il existe encore des collecteurs inconscients de l'importance de l'hygiène, alors que cette dernière devrait être appliquée depuis la zone de collecte. Ainsi, afin de garantir la qualité des produits arrivés au sein de la société, la formation des collecteurs sur la bonne pratique d'hygiène est indispensable.

Les collectes devraient être effectuées dans des lieux propres, loin des zones agricoles où des produits vétérinaires peuvent être source de contamination.

Les voitures de collectes devraient être propres et uniquement réservées au transport des anguilles collectées. Pour ce faire, il ne faut pas prendre de passagers, ni animaux, ni autres choses. Il est aussi interdit de mettre des bidons de carburants dans la même cabine que les anguilles.

La formation du personnel sur la bonne pratique d'hygiène devrait être constamment renouvelée.

Pour les anguilliculteurs, il serait important d'optimiser leur tri, afin d'éviter la disparité des tailles des anguilles pour obtenir des lots homogènes. Ils ne devraient pas non plus pêcher l'anguille sans qu'elle ait se reproduire.

Il faudrait également mener des actions pour réduire la consommation de civelles. La conscientisation des consommateurs et des pêcheurs par le moyen de sensibilisation sur la protection de civelles devrait être réalisée. Cette sensibilisation à l'endroit des pêcheurs pourrait être dirigée par le centre de surveillance des pêches en leur expliquant la gravité de la raréfaction des stocks d'anguilles et l'importance des valeurs de recettes en devises procurées par leur exportation. Créer des activités génératrices de revenus alternatifs pour les pêcheurs s'avèrerait aussi indispensable.

CONCLUSION

De tous les poissons rencontrés dans les eaux douces de Madagascar, les anguilles figurent parmi les espèces les moins connues, pourtant, elles représentent une grande potentialité pour l'économie.

Il n'existe aucun suivi de la population des anguilles, ni aucune donnée sur leurs études biologiques ; à ce jour, ce poisson reste toujours mystérieux.

En ce qui concerne les anguilles dans les bassins de transit, dès leur réception, un triage s'effectue pour écarter celles non conformes ; ensuite après lavage et pesage, celles sélectionnées sont mises en bassin. Pour obtenir des produits sains en conformité avec les normes, l'hygiène doit être scrupuleusement respectée lors de toutes les opérations de triage, de mise en bassin et de conditionnement. La maîtrise des paramètres physico-chimiques permet de réduire le taux de mortalité des anguilles en transit.

Par ailleurs, la survie des anguilles dans les bassins de transit dépend strictement d'une température favorable, d'un oxygène suffisant et d'un pH neutre. L'eau conditionne aussi cette survie. De ce fait, il faut veiller à bien y vérifier sa teneur en Chlore car celle-ci peut tuer directement les anguilles. Au cours de la recherche, l'oxygène et le pH ne changent jamais de valeur. Respectivement, ils sont toujours fixés à 3mg/l et à 7,2, mais sans être responsables de leur mortalité. Par contre, la température peut varier ; ce changement peut réellement causer la mort des anguilles. La température de 18°C semble leur convenir en transit dans les bassins avant l'exportation. Ce résultat revêt une grande importance pour réduire leur taux de mortalité en transit.

Le vétérinaire officiel doit être convaincu que les anguilles sont prêtes et bonnes à être exportées. Enfin, il convient de souligner que la présente étude a été réalisée seulement chez les anguilles destinées à l'exportation. Leur production est loin de suffire à la demande du marché international. Ainsi, la protection des civelles demeure toujours une question délicate et sensible pour la filière anguille à Madagascar.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Andrianirinarimanana J.D. Etude bibliographique et expérimentale des anguilles à Nosy Be [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo ; 1988. 57p.
- 2- Rabemananoro Z.N. Caractérisations morphométriques d'*anguilla mossambica* (cas des anguilles d'élevage de la ferme « Mossambica angulas » [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo ; 2014. 48p.
- 3- Blanc N, Roussel F, Ornellas C, Ferlin P. Création de civelleries et d'unité d'élevage d'anguille en France. Techni anguille. 2012 Avril ; 51 : 15-29.
- 4- Burel A, De Sousa Pacheco P, Dunand J, Hamraz A, Kelder M, Lamige S et al. La pisciculture est- elle une bonne alternative à la pêche traditionnelle. France. Paris : Les onze bougent ; 2007. 60p.
- 5- MAEP et Direction de la Santé animale et du phytosanitaire. Filière anguille. Archives des filières de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et Actions du Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la pêche. Fiche N°301. 2001.
- 6- Rakotomavo H, Andriantsoa M. Situation de l'exploitation des anguilles à Madagascar. Tananarive : Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche ; 2006. 26p.
- 7- Baran P, Basilico L. Anguilles et continuité écologique. Paris : Office national de l'eau et des milieux aquatiques ; 2011. 80p.
- 8- Bosc P, Feuten E, Robinet T. Anguilles du Sud-Ouest de l'Océan Indien, Aires de ponte, dispersion larvaire, structure et conservation des populations. Paris : Université de la Rochelle ; Novembre 2004. 45p.

- 9- Gouvernement de la République de Madagascar. Projet de promotion de la pisciculture et de l'aquaculture continentales, appui à la mise en œuvre du nepad. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Avril 2005 ; 2904(i). nepad Ref. 05/27 F. 25p.
- 10- Ets Matata. Traçabilité et gestion des produits. Antananarivo : Doc. Agrément ; 2012. 25p.
- 11- Gilles A. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L. 1758) : dynamique de la sous population du lac de Grand-Lieu en relation avec les facteurs environnementaux et anthropiques [Thèse]. Hydrobiologie : Toulouse ; 1996. 337p.
- 12- Durif L. La migration d'avalaison de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* : Caractérisations des fractions dévalantes, phénomène de migration et franchissement d'obstacle [Thèse]. Ecologie aquatique : Toulouse ; 2003.52p.
- 13- Mohamed H. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L., 1758) dans le Bas-Sebou : Biologie et infestation par *Anguillicolacrossus* [Thèse]. Biologie marine : France ; 2007. 200p.
- 14- Aoye H, Tomyiama, Hibiya. Composition de l'aliment en vente au Japon. Japon : Méditerrananean Regional Aquaculture Project ; 1977.70p.
- 15- Deelder C. Exposé synaptique des données biologiques sur l'anguille : *Anguilla anguilla*, Linnaeus 1750. Paris : FAO ; 1985. 80p.
- 16- Hashimoto. Syndromes de carence de vitamines hydrosolubles chez *a. japonica*. Japon : Méditerrananean Regional Aquaculture Project ; 1974 .45p.
- 17- Conférence des Parties. Proposition pour l'inscription de l'anguille d'Europe (*Anguilla.anguilla*) à l'annexe de la CMS. Quito, Equateur : 11^{ème} session de la Conférence des Parties ; 4-9 Novembre.26p.

- 18- Amilhat E. Etat sanitaire de l'anguilla Européenne *Anguilla anguilla* dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse. Paris : Université de Perpignan ; 2007.88p.
- 19- Baran P, Basilico L, Larinier M, Rigard C, Travade F. Plan de sauvegarde de l'anguille. Quelles solutions pour optimiser la conception et la gestion des ouvrages. Paris : Département des pêches; Novembre 2011.156p.
- 20- Duhec A, Odile M, Hénaut A. La reconstitution des stocks d'anguilles : un problème qui dépasse une simple politique de quotas de pêche. France: Documents d'Université Sciences et Politiques publiques ; 2007. 25p.
- 21- Arlati G. Elevage intensif de l'anguille. Techniques d'élevage intensif et d'alimentation de poissons et de crustacés. FAO[En ligne]. 1986. [Consulté le 18/11/14] ;[289 pages]. Consultable à l'URL : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Poissons vivipare](http://fr.wikipedia.org/wiki/Poissons_vivipare)
- 22- Ogami, Hoshina. Conditions initiales de l'eau à utiliser pour l'élevage de l'anguille. Paris : Doc universités francophones, 1978. 27p.
- 23- Djemali I. Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tuniciens : Approches analytiques et acoustiques [Thèse]. Sciences agronomiques halieutiques : Paris ; 2005. 51p.
- 24- Bemanantsara R. Données statistiques de la relation taille/poids des anguilles sauvages à Madagascar-Mananjary [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo. 2011.34p.
- 25- Fidina L. Variation de poids chez les civelles et les anguilles sauvages pendant leur stockage à jeun. Cas de la société Ripple Fish Madagascar [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo ; 2012. 62p.

- 26- Rakotonaivo R.P. Influence de la méthode de triage sur la productivité pondérale des anguilles : cas de la société Mossambica Angulas- Mananjary [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo ; 2015. 48p.
- 27- ASH. Description des conditions de fonctionnement. Antananarivo : Doc.Agrément ASH ; 2012.
- 28- ASH. Approvisionnement et maîtrise de la qualité de l'eau. Antananarivo : Doc.Agrément ASH ; 2012.25p.
- 29- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Arrêté du 12 février2007 fixant les règles spécifiques d'hygiène applicable aux produits de la pêche destinés à l'exportation. Journal Officiel du 29 août 2007.
- 30- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Arrêté du 12 février2007 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires d'origine animale spécifique aux produits de la pêche destinés à l'exportation. Journal Officiel du 29 octobre 2007.
- 31- Rasolo N. Cadrages sociaux économiques des mesures paramétriques de mitigation des impacts sociaux de la mise en place d'une société industrielle de production d'anguille-cas de la société Ripple Fish Mananjary [Mémoire]. Sciences agronomiques : Antananarivo ; 2009. 89p.
- 32- Razanadrakoto D. La filière anguille dans la région d'Ambatondrazaka [Mémoire]. Sciences marines : Toliara ; 1991. 45p.
- 33- Cilson G. L'anguille : sa reproduction, ses migrations et son intérêt économique. Belgique : Département des pêches ; 1997. 58p.
- 34- Kiener A. Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar. Paris : Publication du Centre Technique Forestier Tropical; 1963 ; 24. 410p.
- 35- Blanchard E. Les poisons des eaux douces de la France. Paris : La documentation française ; 1990. 502p.

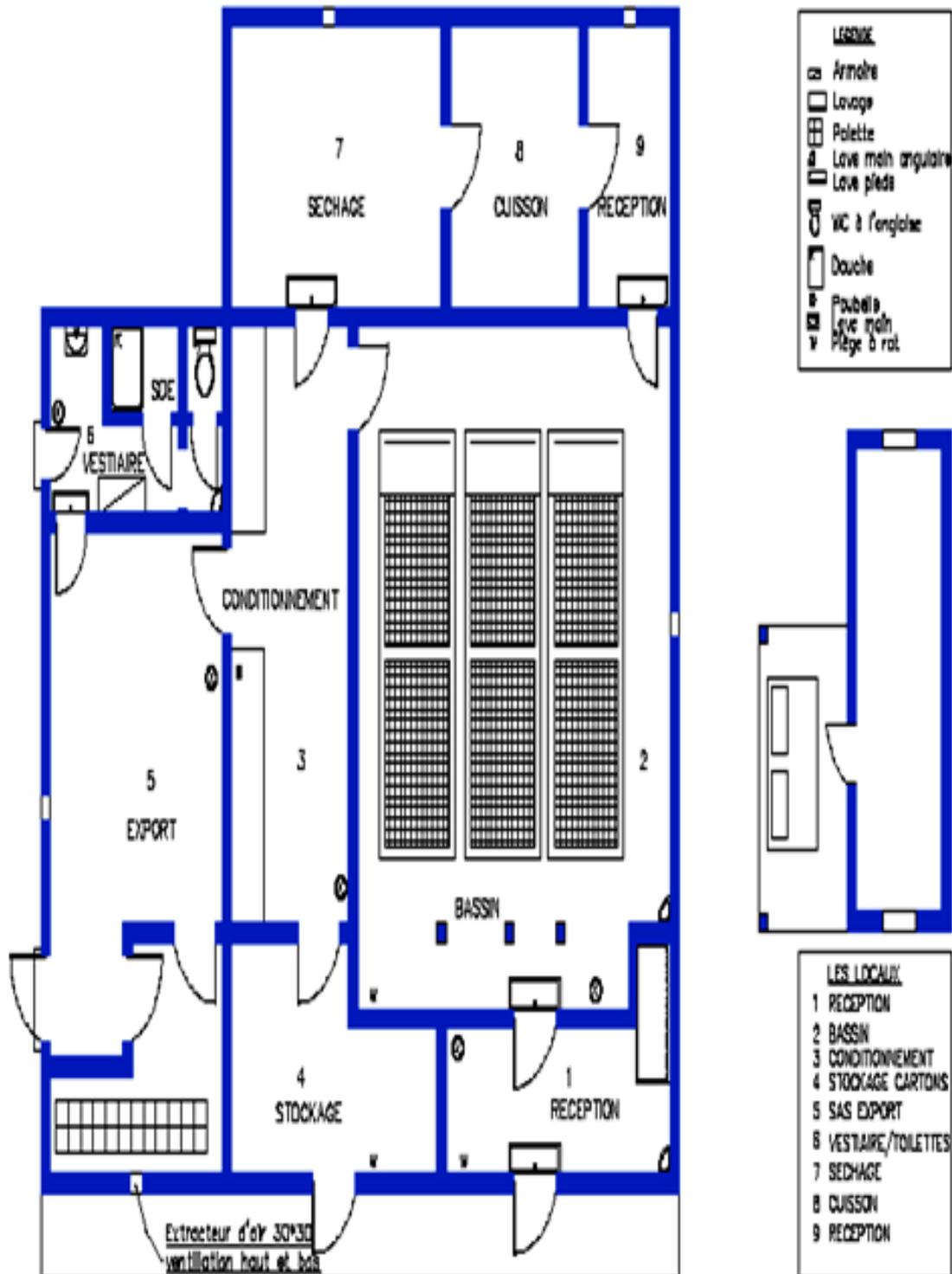
- 36- Cantrelle I. Étude de la migration et de la pêche des civelles (*Anguilla Anguilla* L. 1758) dans l'estuaire de la Gironde [Thèse]. Biologie marine : Paris 6 ; 1986. 238p.
- 37- Guichenot A. Exploration scientifique de l'Angérie : In Histoire naturel des reptiles et des poissons. Paris : Institut technique de la biologie aquatique ; 1980. 111p.
- 38- Elie P. Contribution à l'étude des Montées de Civelles d'*Anguilla anguilla* Linné dans l'estuaire de la Loire [Thèse]. Pêche écologie, écophysologie et élevage : Rennes ; 1996. 381p.
- 39- De la pylaie. Recherche sur les poissons de l'Océan. In congrès scientifique de France. Poitiers : Université de Paris ; 1994. 167p.
- 40- Chantal L, Marilyn G, David F. Forum des Marais Atlantiques et le Cemagref-Bordeaux. Séminaire « Anguilles et marais littoraux ». Rochefort: Synthèse des interventions 27 Juin 2001.
- 41- Bical. Contribution à l'étude de l'activité respiratoire du bar juvénile [Thèse]. Bioécologie: Paris ; 1986.112p.
- 42- Caron F, Dumont P, Mailhot Y, Verreault G. L'anguille au Québec, une situation préoccupante. France : Ministère des ressources naturelles et de la faune ; 2006.75p.
- 43- Tremblay V. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada) sur l'anguille d'Amérique. Canada : Archives de document de la FAO. 1986. 127p.
- 44- De Casamajor M, Lecomte- Finiger R, Prouzet P. Détermination de l'état d'amaigrissement des civelles (*Anguilla anguilla*) en migration des zones côtière et estuarienne. Comptes rendus de l'académie des sciences.- SérieIII- Science de la vie. 2001 ; 324(4) : 345-53.
- 45- Boetius I, Boetius J. Studies on the European eel, *Anguilla anguilla*. Medd.Dan.Fisk.-og.Havunders. 405p.

- 46- Moreau E. Histoire naturelle des poissons de la France. Paris : Institut technique de la biologie aquatique ; 1981. 560p.
- 47- Querellou J. Compte rendu facteurs limitant de l'Elevage des anguilles en France.
- 48- Charlon J, Blanc M. Etude des civelles d'*Anguilla anguilla* L dans la région du bassin de l'Adour. Paris : Arch. Hydrobiologie ; 1982. 238p.
- 49- Krogh A. Some experiments on the cutaneous respiration of vertebrate animals. Skand Arch Physiol ; 1965. 348p.
- 50- Mann H. Untersuchungen ueber die ulterung von. Arch Fischereiwiss. 1965. 145p.

ANNEXES

Annexe 1 : Plan de masse

PLAN DE MASSE



Annexe 2 : Fiche de reconnaissance des paramètres physico-chimiques

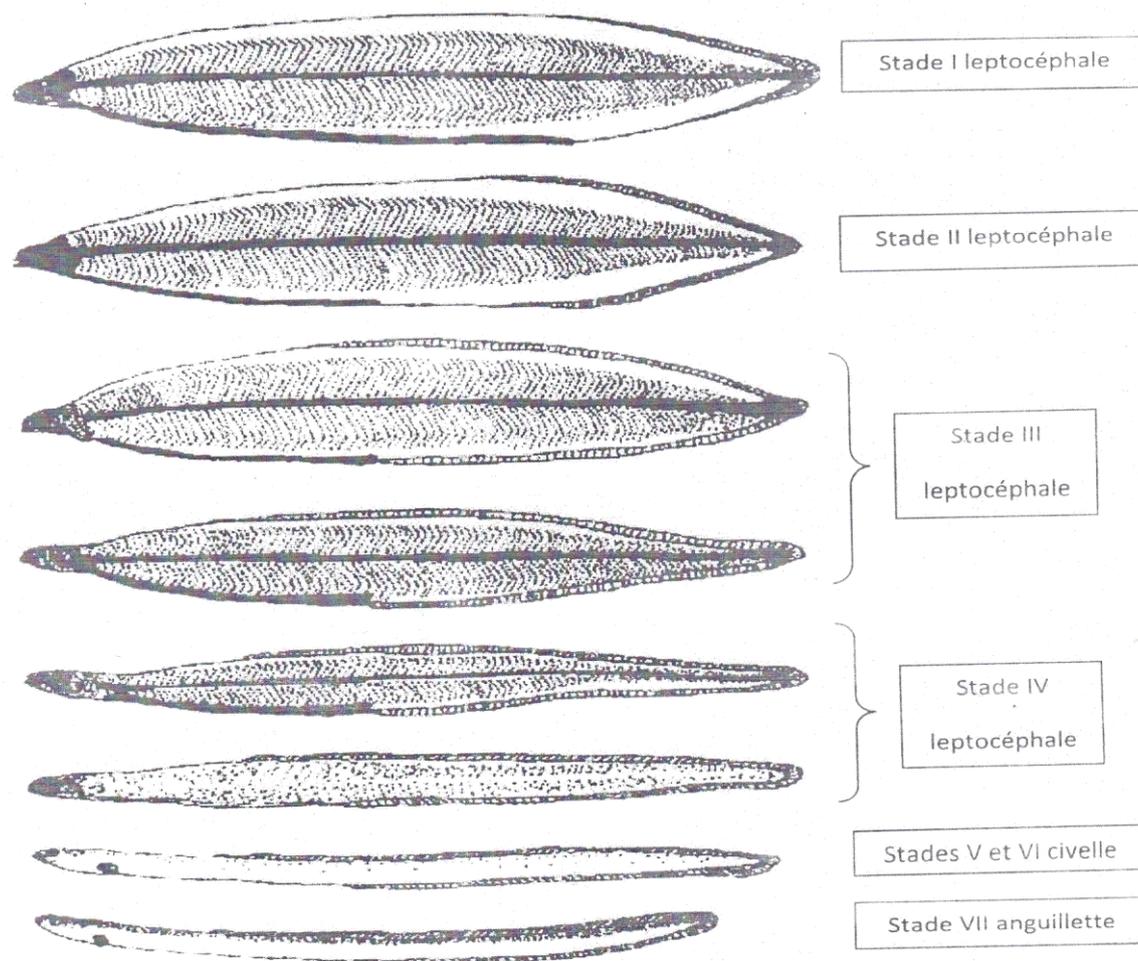
Objectifs de recherche	Indicateurs	Variables	Questions/Éléments recueillis
Déterminer les paramètres physico-chimiques pour réduire le taux de mortalité	Valeur de la température	Température	Quelle est la température ?
		Minimale	Quelle est la température minimale ?
		Maximale	Quelle est la température maximale ?
		pH	Quel est le pH?
	Nature du pH	Acide	Quel est le pH le plus acide ?
		Basique	Quel est le pH le plus basique ?
	Niveau d'oxygénation	Oxygénation	Quel est le niveau d'oxygénation dans chaque bassin ?

Annexe 3 : Fiche d'identification des différentes causes de mortalité des anguilles

Objectif de recherche	Indicateurs	Variables	Question éléments à recueillir
Identifier les différentes causes de mortalité des anguilles	Mort de l'anguille due :	Mort de l'anguille	À quoi serait-due la mort de l'anguille ? (changements paramètres : pH, T°, O2,...)
	A la température	Changement de la température	Y a-t-il un changement de température ? Est- elle diminuée ? Est- elle augmentée ? Est-ce que le pH est devenu plus acide ? Est-ce que le pH est devenu plus basique ?
	. Au pH	Transformation du pH	Le pH ne se transforme pas, il est toujours identique dans chaque bassin
	. Oxygénation	Modification du niveau d'oxygénation	Y a t il une modification du niveau d'oxygénation provoquant la mort de l'anguille ? L'oxygénation est fixée à 3mg/l dans tous les bassins
	Problèmes pathologiques pendant l'élevage	Maladies	Est-ce qu'il y avait des problèmes pathologiques pendant l'élevage ?

Objectif de recherche	Indicateurs	Variables	Question éléments à recueillir
	Mesure de prophylaxie pratique à l'élevage des anguilles	Effets des produits chimiques appliqués pour la désinfection des bassins	y a-t-il des anguilles mortes après avoir désinfecté les bassins ?

Annexe 4 : Evolution morphologique de la larve leptocéphale à l'anguillette



Source : SCHMIDT, 1909 et ELIE , 1979 in LAMBERT, 2005

Annexe 5 : Images correspondants aux autres espèces d'anguille à Madagascar

- *Anguilla bicolor* :

La coloration unie de la peau varie de vert olive au brun foncé avec un aspect plus clair sur la partie ventrale. Elle mesure 120 cm maximum et a une durée de vie maximum de 20 ans. C'est une espèce à courte nageoire dorsale. Le nom vernaculaire est « Amalompotsy »



Source : google image 2014

- *Anguilla mossambica*

La coloration est unie, c'est-à-dire dépourvue de marbrure. Elle varie du vert olive à une teinte noir grisâtre, mais plus claire sur le ventre. Elle peut atteindre une longueur maximale de 150 cm. Le nom vernaculaire est « Amalomaitso »



Source : google image 2014

- *Anguilla nebulosa labiata*

Elle est relativement rare et souvent confondue avec l'espèce *anguilla marmorata*. Mais avec des marbrures sur le fond brunâtre. La manière sûre de les distinguer est l'examen de leurs dentitions et l'exploitation des vertèbres. Le nom vernaculaire est «Amalovandana»



Source : google image 2014

Annexe 6 : Test ANOVA

Etude statistique descriptive

Facteurs d'observation	Température (°C)	N
Nombre d'anguille	16	3
	20	
	24,2	
Nombre d'anguille morte	18	1

Descriptives

Température								
	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
					Borne inférieure	Borne supérieure		
Nombre d'anguille	3	20,0667	4,10041	2,36737	9,8807	30,2526	16,00	24,20
Nombre d'anguille morte	1	18,0000	18,00	18,00
Total	4	19,5500	3,50381	1,75190	13,9747	25,1253	16,00	24,20

Test ANOVA à 1 facteur

Température

	Somme des carrés	Ddl	Moyenne des carrés	F	Signification (p)
Inter-groupes	3,203	1	3,203	0,191	0,705
Intra-groupes	33,627	2	16,813		
Total	36,830	3			

Ddl= Degré de liberté

Valeur de significativité = 0,705

VELIRANO

“Eto anatrehan’i Zanahary, eto anoloan’ireo mpikambana ao amin’ny Holafitra Nasionalin’ny Dokotera Veterinera Malagasy sy ireo mpampianatra ahy , mianiana aho fa hitandro lalandava ary hitaiza ny haja amam-boninahitry ny Dokotera Veterinera sy ny asa. Noho izany dia manome toky ary mianiana aho fa :

- a. Hanatanteraka ny asako eo ambany fifehezan’ny fitsipika misy ary hanaja ny rariny sy ny hitsiny
- b. Tsy hivadi-belirano amin’ny lalàn’ny voninahitra, ny fahamendrehana, ny fanajana ny rariny sy ny fitsipim-pitondran-tena eo am-panatanterahana ny asa maha Dokotera Veterinera ;
- c. Hanaja ireo nampianatra ahy, ny fitsipiky ny haikanto. Hampiseho ny sitraka sy fankatelemana amin’izy ireo ka tsy hivaona amin’ny soa nampianarin’izy ireo ahy ;
- d. Hanaja ny ain’ny biby, hijoro ho toy ny andry iankinan’ny fiarovana ny fahasalaman’izy ireo sy ho fanatsarana ny fiainany ary hikatsaka ny fivoaran’ny fahasalaman’ny olombelona sy ny toe-piainany;
- e. Hitazona ho ahy samirery ny tsiambaratelon’ny asako ;
- f. Hiasa ho an’ny fiarovana ny tontolo iainana sy hiezaka ho an’ny fisian’ny fiainana mirindra ho an’ny zava-manan’aina rehetra ary hikatsaka ny fanatanterahana ny fisian’ny rehetra ilaina eo amin’ny fiaraha-monina tsy misyraoraon’ny olombelona sy ny biby ;
- g. Hiezaka hahafehy ireo fahalalana vaovao sy haitao momba ny fitsaboana biby ary hampita izany amin’ny hafa ao anatin’ny fitandroana ny fifanakalozana amin’ny hairaha mifandray amin’izany mba hitondra fivoarana ho azy ;
- h. Na oviana na oviana aho tsy hampiasa ny fahalalako sy ny toerana misy ahy hitondra ho amin’ny fahalovana sy hitarika fihetsika tsy mendrika.

Ho toavin’ny mpiara-belona amiko anie aho raha mahatanteraka ny velirano nataoko. Ho rakotry ny henatra sy ho rabirabian’ny mpiray asa amiko kosa aho raha mivadika amin’izany”.

PERMIS D'IMPRIMER

LU ET APPROUVE

Le Directeur de Thèse

Signé : Professeur RAKOTOZANDRINDRAINY Raphaël

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Le Doyen de la Faculté de Médecine d'Antananarivo,

Signé : Professeur SAMISON Luc Hervé

Name and first names : ANDRIAMANDANO Adonis Marovavy
Thesis title : "RESEARCH OF OPTIMAL CONDITIONS FOR THE EELS
IN TRANSIT BEFORE EXPORT"
Heading : ZOOTECHNY
Number of pages : 51 Number of tables : 9
Number of pictures : 12 Number appendices : 6
Number of the bibliographic references: 50

ABSTRACT

Introduction: The eels are part of the products dedicated to the export whereas no specific survey has been achieved on this field. The general objective of this survey is to reduce the death rate of the eels in the basins of transit before their export.

Methods: The transverse descriptive survey took place within the company that exists in Antananarivo from October 02, 2013 to December 30, 2013. The observations and experiences have been achieved to know not only the physico-chemical parameters favorable to the eels, but also the reasons of their mortality.

Results: The survival of the eels in the basins of transit depends on 4 primordial factors: the temperature, the pH, the oxygen and Chlorine. The favorable temperature is of 18-20°C, the pH and the oxygenation are fixed respectively to 7,2 and 3mg/l and the rate of Chlorine is of 1-1,5ppm. The temperature of 18°C seems to be optimal to the eels in transit before the export. The change of temperature can directly cause the mortality of the eels.

Conclusion: The success of the transit of the eels depends on the mastery of the physico-chemical parameters. Finally, it is primordial to follow the eels permanently since their receipt until the expedition in order to be ready and good for export.

Keywords : eel, basin of transit, mortality, physico-chemical parameters.

Director of thesis : Professor RAKOTOZANDRINDRAINNY Raphaël

Reporter of thesis : Professor RAKOTOZANDRINDRAINNY Raphaël

Address of the author : Lot VS 61bis AAC Ambolokandrina

Nom et prénoms : ANDRIAMANDANO Adonis Marovavy
Titre de la thèse : « RECHERCHE DE CONDITIONS OPTIMALES POUR LES
ANGUILLES EN TRANSIT AVANT EXPORTATION »
Rubrique : ZOOTECHNIE
Nombre de pages : 51 Nombre de tableaux : 9
Nombre de figures : 12 Nombre d'annexes : 6
Nombre des références bibliographiques : 50

RESUME

Introduction : Les anguilles font partie des produits dédiés à l'exportation alors qu'aucune étude spécifique n'a été réalisée sur cette filière. L'objectif général de cette recherche est de réduire le taux de mortalité des anguilles dans les bassins de transit avant leur exportation.

Méthodes : L'étude descriptive transversale s'est déroulée au sein de la société qui existe à Antananarivo du 02 Octobre 2013 au 30 Décembre 2013. Des observations et des expériences ont été réalisées pour connaître non seulement les paramètres physico-chimiques favorables aux anguilles mais aussi les causes de leur mortalité.

Résultats : La survie des anguilles dans les bassins de transit dépend de 4 facteurs primordiaux : la température, le pH, l'oxygène et le Chlore. La température favorable est de 18-20°C, le pH et l'oxygénation sont fixés respectivement à 7,2 et à 3mg/l et le taux de Chlore de 1-1,5ppm. La température de 18°C semble optimale aux anguilles en transit avant leur exportation. Tout changement de températures pourrait causer directement la mortalité des anguilles.

Conclusion : La réussite du transit des anguilles dépend de la maîtrise des paramètres physico-chimiques. Enfin, il est primordial de suivre en permanence les anguilles dès leur réception jusqu'à leur expédition pour qu'elles soient prêtes et bonnes à être exportées.

Mots-clés : anguille, bassin de transit, mortalité, paramètres physico-chimique.

Directeur de thèse : Professeur RAKOTOZANDRINDRAINY Raphaël

Rapporteur de thèse : Professeur RAKOTOZANDRINDRAINY Raphaël

Adresse de l'auteur : Lot VS 61bis AAC Ambolokandrina