

# AMPIANA

## Hygiène et contamination des poissons en Analamanga



### Auteurs

NDRIANAIVO Elia Njara

PEPEY Elodie

CONEJERO Geneviève

RAKOTONDRAHANTA Solofoniaina

RANDRIANANDRASANA Maminaiaina Iriantsoa

MORTILLARO Jean- Michel

2019



# Cette synthèse a été réalisée à partir des études ci-dessous :

---

- ▶ **Pertes et gaspillages dans la filière piscicole en Antananarivo:** DABBADIE Lionel et ANDRIA-MANANJARA Diana
- ▶ **Diagnostic de la situation de l'hygiène dans les marchés piscicoles à Antananarivo et ses environs :** Cellule d'appui à la Commercialisation du projet AMPIANA (CACOM)
- ▶ **Diagnostic sur l'hygiène et la qualité de la filière tilapia dans la région Analamanga :** SARTER Samira, ANDRIA-MANANJARA Diana, RAMAROSON Joseph
- ▶ **Formations et distribution de kit hygiène :** Cellule d'appui à la Commercialisation du projet AMPIANA (CACOM) et EUGENE Raïssa, ANDRIA-MANANJARA Diana, MORTILLARO Jean-Michel
- ▶ **Charte des Bonnes Pratiques d'Hygiène :** Cellule d'appui à la Commercialisation du projet AMPIANA (CACOM), NDRIANAIVO Elia, RANDRIANANDRASANA Maminiaina Iriantsoa
- ▶ **Caractérisation de la contamination des poissons d'eau douce en Analamanga :** ANDRIA-MANANJARA Diana Edithe, RAIVOMANANA Marie Charline, ANDRIANARIMANDIMBY Falimalala et MORTILLARO Jean-Michel
- ▶ **Impacts de la contamination sur les poissons et autres végétaux aquatiques:** PEPEY Elodie et CONEJERO Geneviève
- ▶ **Cartographie des zones à risque de contamination:** RAKOTOARISOA Anjazarizaka et NDRIANAIVO Elia Njara

« Les auteurs remercient BENTZ Barbara pour la contribution dans la réalisation de ce document de capitalisation ».

# Fascicule hygiène et contamination

## 1. Introduction

Le poisson est une des principales sources de protéines de la population malgache. La production halieutique annuelle atteint près de 103 000 tonnes de poissons en 2008, selon la Surveillance des Pêches de Madagascar. Bien que le poisson soit source d'acides aminés et

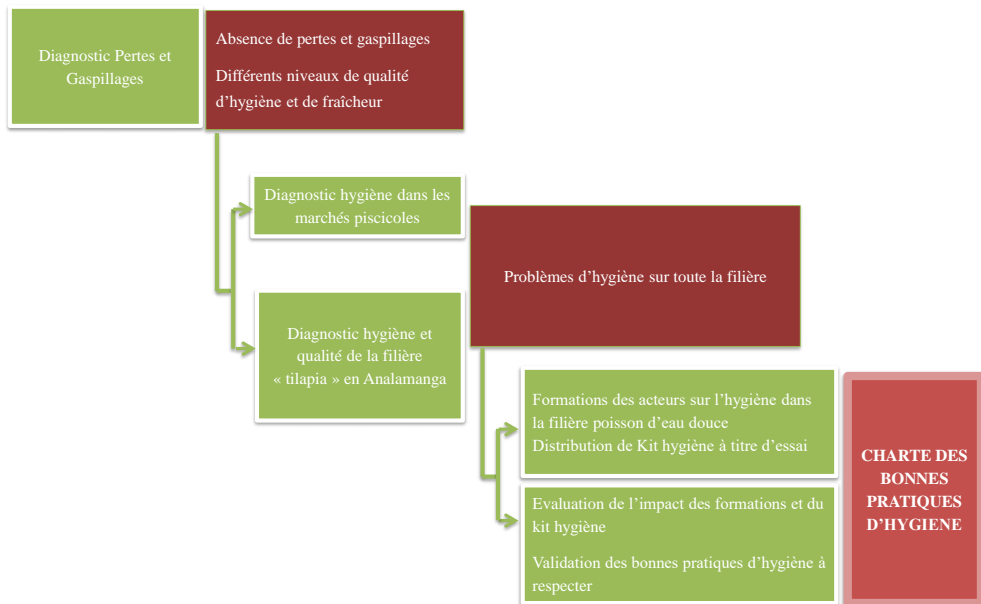
d'acides gras essentiels, une dégradation de la qualité de cette denrée hautement périssable peut nuire à ces effets bénéfiques. Plusieurs facteurs peuvent affecter la qualité du poisson mais les plus importants sont la salubrité de l'eau de pêche ou de culture et la salubrité lors de sa commercialisation.



Une étude concernant la contamination des eaux de pêche en zone urbaine a été effectuée et les sources potentielles ont été identifiées puis cartographiées. Une autre étude sur la contamination relative aux éléments traces métalliques des zones de pêche en milieu rural a été faite afin de vérifier l'état de ces zones. Concernant la commercialisation, un diagnostic de la filière pêche a été entamé, suivi d'une évaluation de l'hygiène au niveau des commerçants. Ce document synthétise les résultats obtenus lors de ces différentes études.

## 2. Synthèse sur Hygiène

### A. Processus du travail sur l'hygiène dans la filière poisson d'eau douce dans AMPIANA



### B. Synthèses sur l'hygiène Diagnostic Pertes et Gaspillages

Cette étude, réalisée par le partenariat de trois organismes de recherche (CIRAD, FOFIFA-DRZVP et INRA) en 2016, avait pour but de déterminer les pertes et les gaspillages dans la filière « poisson d'eau douce » à Antananarivo. Elle fait partie d'une étude plus globale du métabolisme urbain, réalisée dans des capitales du Nord et du Sud, selon la méthode MFA (Material Flow Analysis).

Des enquêtes ont été menées afin d'identifier les différents acteurs de la filière et d'évaluer les flux de poisson. La répartition des principales composantes du poisson a été faite par pesage après filetage. En tout 8 collecteurs, 60 détaillants, 35 restaurateurs, 60 consommateurs et 12 pêcheurs ont répondu au questionnaire. Les poissons analysés avaient un poids compris entre 280 et 400 g pour les tilapias et entre 230 et 550 g pour les carpes. Les différents niveaux de qualité de poissons ont été identifiés.

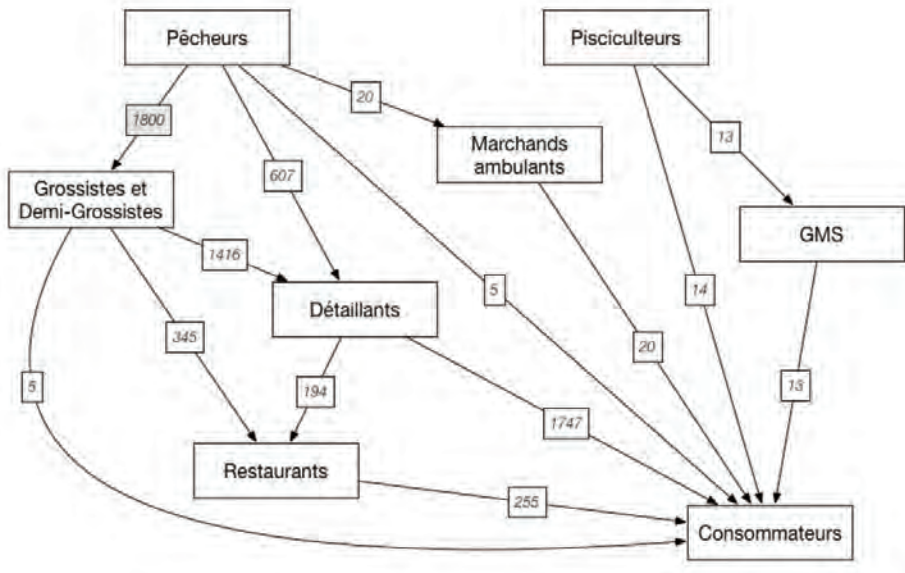
## Approvisionnement

La fréquence de livraison des collecteurs est très variable : elle peut aller de une fois toutes les 2 semaines à une fois par jour. Les poissons les plus vendus sont le tilapia (*Oreochromis niloticus*), la carpe (*Cyprinus carpio*), le carassin (*Carassus auratus*), le «pirina» (*Gambusia sp.*) et le «fibata» (*Channa sp.*). Le tilapia est omniprésent et les collecteurs en écoulent 25 et 140 tonnes par an. Le volume de poisson commercialisé est minime en novembre – décembre, lors de la fermeture de la pêche. Une diminution du flux est aussi repérée pendant la saison froide et sèche d'avril en octobre. Une partie du stock (1 % du volume) est destinée à la consommation des collecteurs, soit environ 11 tonnes/an.

Les détaillants interrogés s'approvisionnent au marché de gros, auprès de fournisseurs tels que la coopérative KMHM d'Isotry (n = 42 sur 60), ou directement auprès des pêcheurs (n = 4) ou chez les 2 à la fois (n = 13). Parmi les grossistes, la coopérative KMHM est fournisseur de 1 000 marchands détaillants (Fig. 1) dont 200 viennent s'approvisionner quotidiennement. La majorité des détaillants interrogés arrivent à écouler 10 tonnes de poissons par an. Sur les grands marchés comme Analakely, Anosibe, Mahamasina et Andravoahangy, les commerçants

arrivent à vendre jusqu'à 65 kg par jour, tandis que les commerçants des marchés de *fokontany* ne commercialisent qu'entre 6,5 et 21 kg par jour. La plupart de ces commerçants vendent en même temps aux consommateurs et aux restaurateurs.

La quantité de poisson frais achetée par les restaurateurs haut de gamme (n = 3) varie de 30 à 540 kg par an, avec une fréquence allant de 1 fois par semaine à 4 fois par an. La demande porte généralement sur le tilapia. Les restaurants classiques enquêtés (n = 4) consomment entre 72 et 1 152 kg de tilapia par an, rarement du carassin (48 kg par an pour un seul restaurateur). Pour les «hotely» ou les gargotes enquêtées, l'achat du tilapia va de 1 fois par jour à 4 fois par semaine, pour un total variant entre 24 et 1 560 kg par an. Quant aux carpes, tout type confondu, le volume acheté par les restaurateurs varie entre 6 à 1 300 kg par an, avec une fréquence comprise entre 1 fois par semaine jusqu'à 1 fois par jour. Le fibata est aussi acheté par les restaurateurs (48 à 468 kg par an), de même que le pirina, en moindre quantité (3 à 144 kg par an). A Antananarivo, l'espèce la plus achetée est le tilapia avec une consommation comprise entre 1,5 kg et 192 kg par consommateur par an. La consommation moyenne estimée est de 10 kg par habitant par an.



**Figure 1 : Cartographie des acteurs et des flux de poissons d’eau douce à Antananarivo**

Les valeurs indiquées sur les flèches correspondent aux volumes annuels (en tonnes) issus des données présentées dans les statistiques officielles.

**Qualité du poisson et pertes globales liées à la qualité**

Selon la méthode de filetage d’un détaillant d’Analakely, le poids des différentes composantes du poisson ont été estimés ainsi : le tilapia et la carpe sont généralement constitués de filet (50 %), de carcasses (40 %),

d’écaillés et de viscères (10 %). La plupart du temps, le poisson est vendu entier, écaillé et éviscéré, mais parfois il est préparé en filets, tranché ou étêté.

Plusieurs critères conditionnent le prix et la qualité du poisson. En effet, les consommateurs considèrent que le poisson vivant est le meilleur, surtout s’il provient du lac Alaotra. Ce dernier se distingue par sa couleur noir foncé et sa saveur. Le poisson frais arrive en deuxième position et représente 3 à 4 % du volume.



Les détaillants (n = 44/60) utilisent de la glace alimentaire pour le conserver. Les invendus de 1 jour se placent au troisième niveau. En fonction des commerçants, la quantité des invendus de la veille varie de 25 kg à 3 tonnes par an. Environ 50 kg par an (par vendeur) sont consommés par les revendeurs eux-mêmes. En quatrième position, on a les invendus de plus de 2 jours qui sont transformés en poisson salé/fumé. Enfin, en cinquième position, viennent les morceaux de mauvaise qualité : les têtes et carcasses sont vendues à bas prix pour la consommation humaine tandis que les écailles et viscères sont destinées à l'alimentation animale (éleveurs de porcs).

### Pertes au niveau des opérateurs

Malgré la catégorisation de différents niveaux de qualité, facilitant la gestion des flux et des stocks de poissons, chaque opérateur subit des pertes.



Les résultats de l'étude montrent qu'au niveau des collecteurs, il existe une perte de 1 % par an, répartie comme suit : 6 tonnes de poissons vendus à prix réduit, 1 tonne de poissons séchés et 25 kg destinés aux animaux. Ces pertes sont provoquées par les pannes de voiture, la coupure des routes (mauvais état des routes ou coupure de ponts) et le manque de glace.

Au niveau des détaillants, la perte s'élève à 4 % par an : 21 tonnes de poissons vendus à bas prix et 7,5 kg jetés aux ordures. En une journée, les invendus peuvent représenter jusqu'à 51 % de la marchandise. Les principales causes de perte sont l'achat de produits de mauvaise qualité, un prix de vente trop élevé par rapport au pouvoir d'achat des consommateurs, la chaleur favorisant la détérioration du produit, mais aussi l'utilisation inappropriée de la glace.

Au niveau des consommateurs, une perte annuelle de 0,1% a été observée, contre 0,005 % chez les restaurateurs. Les pertes sont surtout dues aux tromperies au moment de l'achat du poisson (poissons provenant d'endroit de pêche illégale car insalubre). Les poissons achetés sont généralement consommés dans la journée. Aucune perte n'a été mentionnée chez les pêcheurs : tous les poissons pêchés sont vendus ou consommés.



Ainsi, la filière poisson à Antananarivo enregistre très peu de perte de biomasse puisque le poisson est presque entièrement consommé, soit par l'homme, soit par les animaux. Sur le plan financier, il existe par contre une perte de valeur liée à la détérioration de la qualité, qui entraîne une baisse du prix de vente.

### Diagnostic de la situation de l'hygiène sur les marchés piscicoles à Antananarivo et ses environs

Le diagnostic a été effectué en 2016 afin d'avoir un aperçu des conditions d'hygiène dans les marchés piscicoles d'Antananarivo et de sa périphérie. Il s'agissait de réaliser un état des lieux en vue de déterminer les actions à mettre en œuvre pour améliorer les conditions d'hygiène sur les marchés. Dans un premier temps, un diagnostic de terrain a été effectué pour décrire la situation globale. Ensuite, 69 commerçants de la capitale et 36 commerçants de la périphérie ont fait l'objet d'un diagnostic approfondi. Lors d'un atelier, une liste non exhaustive des causes de non-respect des pratiques d'hygiène sur le marché a été dressée par une trentaine de participants.

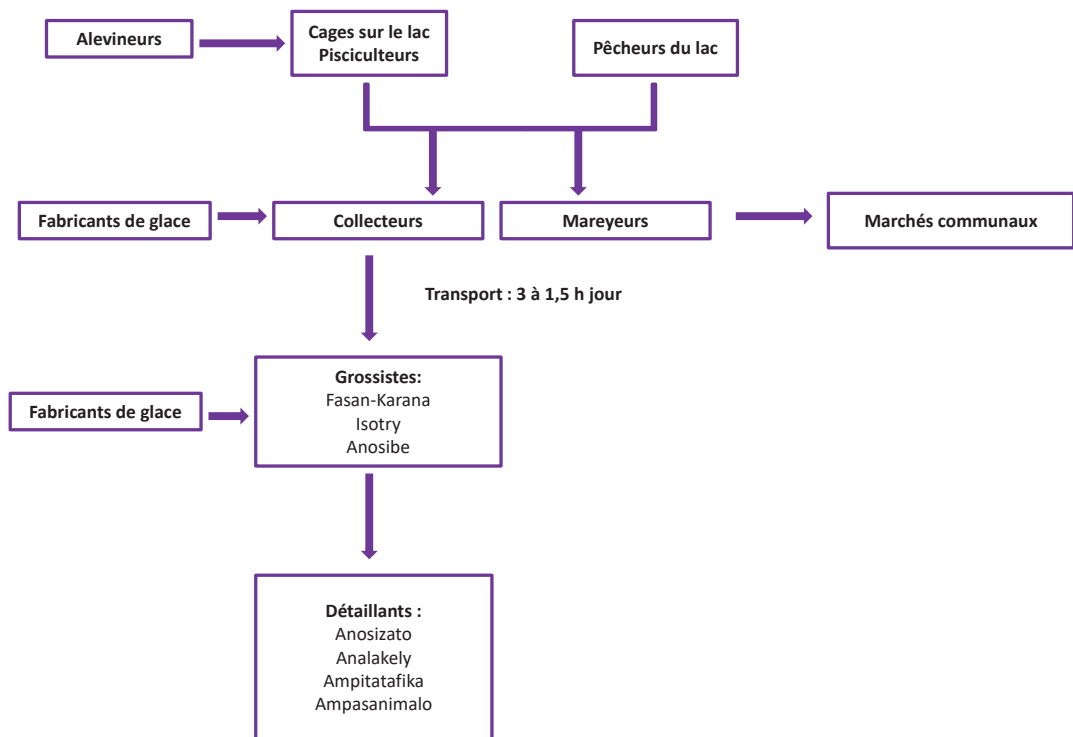
Lors du diagnostic approfondi, il a été constaté que tous les opérateurs nettoient leur lieu de vente et ont du matériel destiné au stockage de déchets. Cependant, la majorité

ne dispose pas de moyen de lutte contre les nuisibles (rats, insectes) et la plupart des vendeurs exposent le poisson à proximité d'autres animaux domestiques. Un manque d'infrastructure et de matériel de vente a aussi été constaté : bâtiment ou point de vente spécifique, accès à l'eau, canalisations pour eaux usées, bac à ordures avec couvercle. Cette situation a un très fort impact sur la propreté du matériel et l'hygiène de la main d'œuvre.

Ce diagnostic a permis de déterminer qu'une formation des acteurs sur l'hygiène ainsi qu'une meilleure organisation de la filière pourraient améliorer la qualité sanitaire du poisson tout au long de la filière. La mise en place d'une infrastructure adéquate et d'un système contrôles de la part des autorités compétentes apporteraient également des améliorations en matière de qualité dans la filière poissons d'eau douce.

### Diagnostic sur l'hygiène et la qualité de la filière tilapia dans la région Analamanga

L'objectif de la mission était de réaliser un diagnostic spécifiquement orienté vers la filière tilapia, en vue d'élaborer ultérieurement un guide des bonnes pratiques d'hygiène. Les différents types d'opérateurs ont été rencontrés, ce qui a permis d'établir un diagramme de la filière (Fig. 2) :



**Figure 2 : Diagramme de la filière Tilapia en Analamanga**

### Les acteurs de la filière

Chez les alevineurs en Itasy, la vente a lieu d’octobre jusqu’en mai, avant la période froide. L’acheminement des alevins vers les pisciculteurs d’Antananarivo s’effectue au moyen de sachets plastiques remplis d’oxygène (2000 alevins par sachet).

Le grossissement de tilapia en cage a débuté dans le lac Itasy autour des années 2016. 12 éleveurs en cage ont été recensés lors du diagnostic

présenté ici. Les pisciculteurs et les pêcheurs du lac (150 individus) approvisionnent également les marchés d’Antananarivo et d’Itasy.

Les mareyeurs (215 en Itasy) achètent le poisson aux pisciculteurs et aux pêcheurs puis le revendent aux collecteurs ou directement sur les marchés au détail. Les mareyeurs se limitent au niveau du district pour la vente, tandis que les collecteurs peuvent se déplacer sans limite géographique. En

hiver, le poisson est moins disponible, la fermeture de la pêche a lieu au cours des mois de septembre ou octobre. Trois principaux marchés de gros ont été observés à Antananarivo : Fasan-karana, Isotry et Anosibe. A Isotry, la coopérative KMHM peut vendre jusqu'à 5 tonnes par jour. Les poissons proviennent principalement de Miandrivazo et d'Ambato-boeny, mais aussi d'Ambatondrazaka, Itasy et de Marovoay.

### **Niveau d'hygiène dans la filière**

Une très mauvaise hygiène des lieux a été constatée lors du diagnostic, qu'il s'agisse de l'environnement (décharge d'ordures, volailles, chien), du matériel (caisse en polystyrène, bidons, couvercles, sachets plastiques/nattes), des manipulations (piétinage de la natte) et des personnes. Le matériel utilisé lors du transport est dans un état de saleté avancé qui témoigne de l'absence de nettoyage. Les lieux de débarquement sont situés à proximité de décharges d'ordures ménagères ou d'autres sources de contaminations et le matériel utilisé est mal nettoyé. Les lieux de vente au détail sont vétustes, parfois mal nettoyés ou exposés à la pollution urbaine. Les méthodes employées lors des différentes étapes de manipulations exposent les poissons à la contamination. La glace, dans les rares cas où elle est utilisée, est fabriquée avec l'eau disponible.

Sa couleur varie de transparente à marron, indiquant une qualité parfois détériorée. Aucune inspection n'est effectuée par les services vétérinaires. Cependant, malgré ces mauvaises conditions d'hygiène, l'origine du poisson vendu joue un rôle plus important que la qualité sanitaire pour la fixation des prix.

Les étapes critiques nécessitant des interventions ont été identifiées : le transport du poisson, le débarquement dans les marchés de gros, la vente au détail. A l'issue de cette mission, des mesures nécessaires et appropriées sur le plan de la sécurité et de l'acceptabilité des poissons pour la consommation ont été proposées. Concernant le transport, le respect de la chaîne du froid et de la propreté de base doit faire l'objet de contrôles. Il faudrait construire des infrastructures de débarquement équipés des installations sanitaires nécessaires et situées dans des zones propres, permettant d'assurer la salubrité des poissons. Le personnel ainsi que les équipements doivent être propres tout au long des étapes. Une méthode efficace de nettoyage et de gestion des déchets a été proposée. Une éducation et une sensibilisation des acteurs peuvent être envisagées et des inspections officielles sont à prévoir afin de garantir la qualité sanitaire les produits mis en vente.

## Formations et distribution de kit hygiène

### Contenu de la formation

A l'issu du diagnostic présenté ci-dessus, 3 vagues de formations sur l'hygiène ont été dispensées et ont permis de toucher 48 acteurs de la filière : pisciculteurs/pêcheurs, collecteurs/transporteurs, grossistes, détaillants.

Le but de la formation était de renforcer les capacités de chaque opérateur en matière d'hygiène et de qualité mais aussi de les sensibiliser à la nécessité d'opérer un changement de comportement. Plusieurs méthodes ont été utilisées : brainstorming, sketches, focus group ainsi que des séances plénières avec support méthodologique du formateur.

Au début de la formation, les opérateurs ont été sensibilisés au moyen d'un sketch, suivi d'un brainstorming sur la nécessité de bien suivre les règles d'hygiène durant la commercialisation du poisson. Les textes réglementaires relatifs à la commercialisation ont été présentés par un représentant de l'Etat. Des photos de mauvaises conditions d'hygiène ont ensuite été exposées afin de discuter de la réalité des pratiques d'hygiène. Ainsi, les acteurs de la filière eux-mêmes ont pu établir une liste des points à respecter pour vendre des poissons dans de bonnes conditions. Cette liste a été complétée

suite à la présentation de la méthode d'Ishikawa (5M) : Matière (poissons, eau, glace), Matériel (e.g. table, camion, glacière, couteau), Méthode (e.g. lavage, vêtements), Main d'œuvre (e.g. vendeur, transporteur), Milieu (e.g. lieu de pêche ou de pisciculture, lieu de vente). Les retombées économiques positives du respect des bonnes pratiques d'hygiène ont été abordées. Enfin, la formation s'est conclu par un jeu de rôle autour du changement de comportement que les opérateurs de marchés ont décidé d'adopter. Durant les 2 dernières vagues de formation, un kit hygiène a par ailleurs été présenté aux participants.

A l'issu des formations décrites ci-dessus, 6 vendeurs détaillants dans les communes Antananarivo Renivohitra et Atsimondrano ont bénéficié d'un kit hygiène, à titre d'essai. Ce kit était constitué d'un bidon de 20 litres muni d'un robinet, d'un parasol et d'une table facile à nettoyer (**Fig.3**).





**Figure 3 : Kit hygiène comprenant bidon, parasol et table facile à nettoyer**

### Évaluation de l'impact des formations et des kits hygiène

Une étude a été menée afin d'évaluer l'effet de la formation et de l'utilisation du kit hygiène. Des enquêtes et un dénombrement de l'agent pathogène *Escherichia coli*, qui est un indicateur d'hygiène, ont été menés. En tout, 24 vendeurs détaillants de 17 marchés provenant de 2 communes ont été enquêtés, avant et après formation, puis à la suite de la distribution des kits hygiène. Les enquêtes se sont basées sur les résultats d'observations de la méthode d'Ishikawa (5M). Les prélèvements pour analyses microbiologiques ont été effectués sur les tables de vente.

Après formation, une évolution au niveau de l'hygiène de la main d'œuvre a été observée. Cette évolution a été plus remarquable après la distribution du kit hygiène. Grâce à la meilleure disponibilité de l'eau et à la facilité de nettoyage de la table, le matériel et le poisson sont plus propres. Le poisson est également protégé des rayons du soleil grâce au parasol, ce qui ralentit sa dégradation. Ainsi, le changement de comportement est sur la bonne voie. Cependant, les méthodes de manipulation du poisson lors de la vente ainsi que l'hygiène du milieu de vente sont encore à améliorer. A noter que le kit a permis aux bénéficiaires d'augmenter la quantité vendue jusqu'à plus 10 kg et d'avoir une meilleure visibilité.

Le dénombrement de *E. coli* n'a pas permis d'obtenir des résultats interprétables en raison du nombre insuffisant de prélèvements effectués. Cette expérience a cependant permis de mettre en place une approche méthodologique plus efficace.

## Charte des Bonnes Pratiques d'Hygiène

Lors des formations dispensées aux différents acteurs, une liste de bonnes pratiques a été établie. Un atelier de validation de ces bonnes pratiques d'hygiène a ensuite été réalisé en

présence de 26 acteurs de la filière (9 pisciculteurs, 6 grossistes et 11 détaillants) et de responsables étatiques (Autorité Sanitaire Halieutique et MAEP).

Le but de cet atelier était de composer une liste des bonnes pratiques qui devraient être respectées par les commerçants. Cette liste a abouti à l'élaboration d'une charte des bonnes pratiques pour chaque catégorie d'opérateur du marché. Ces chartes doivent être mises à portée de vue des clients pour permettre un contrôle de l'hygiène du poisson.



**Figure 4 : Charte des Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les détaillants**





# TRONDRO MADIO ARA-PAHASALAMANA



1. Dioviko isan'andro ny toeram-pivarotako sy ny toerana ametrahako ny trondro



2. Mampiasa fitaovana mora diovina aho



3. Dioviko amin'ny savony ireo fitaovana izay ampiasaiko



4. Madio aho ary madio ny akanjoko



5. Arovako tsy ho danian'ny masoandro ny trondro



6. Mampiasa lagilasy aho na manondraka matetika ny trondro amin'ny rano madio hitazomana azy tsy ho simba



**Figure 5 : Charte des Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les grossistes**







# TRONDRO MADIO ARA-PAHASALAMANA



1. Diovinay isan'andro ny toeram-pivarotany



3. Madio izahay ary madio ny akanjonay



2. Diovinay amin'ny savony ireo fitaovana izay ampiasainay



4. Asianay rivotra mivezivezy anaty rano mba hitazomanay ny fahaveloman'ny trondro

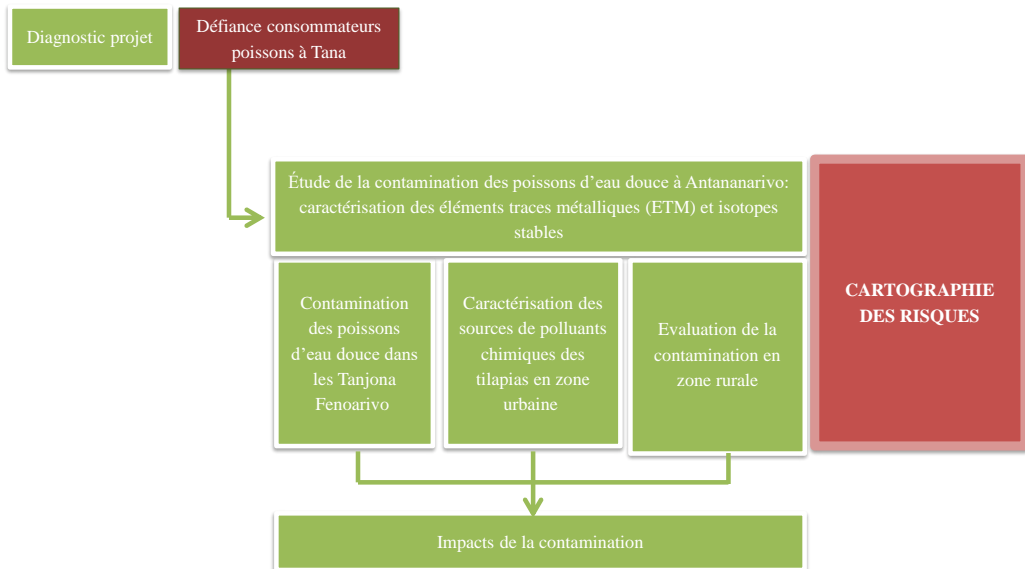


**Figure 6 : Charte des Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les points de vente de poissons vivants**



### 3. Synthèse sur les études relatives à la contamination

#### A. Processus du travail sur la contamination des poissons d'eau douce dans AMPIANA



#### B. Synthèses sur la contamination

##### Caractérisation de la contamination des poissons d'eau douce en Analamanga

##### Contamination des poissons d'eau douce dans les Tanjona Fenoarivo

A Antananarivo, le tilapia représente près de 68 % du marché, selon la coopérative KMHM (grossiste de poissons d'eau douce). Or, il est connu

que les tilapias ont un régime alimentaire omnivore-détritivore à tendance opportuniste, exploitant différents compartiments des plans d'eau. De ce fait, ils pourraient être sources de divers contaminants néfastes à la santé humaine lorsqu'ils sont pêchés ou élevés dans des sites pollués. Parmi les contaminants pouvant se retrouver dans la chair des poissons, on distingue des contaminants biologiques et des contaminants chimiques.

En particulier, les contaminants chimiques métalloïdes sont constitués par des éléments traces métalliques (ETM) ou métaux lourds. Les origines de ces ETM sont diverses (naturelles ou anthropiques), et ils ont la particularité de persister et de s'accumuler dans l'environnement. Les activités humaines favorisent leur dispersion dans l'environnement, et notamment dans le milieu aquatique.

Les isotopes stables du carbone et de l'azote ( $\delta_{13}\text{C}$  et  $\delta_{15}\text{N}$ ) permettent d'identifier et de tracer les sources de nourriture consommées par les tilapias. Les aliments peuvent être présents dans la matière organique particulaire de l'eau ou dans les sédiments. La signature isotopique (ratio isotopes stables) des poissons et de leur environnement permet également de déterminer la présence de contamination anthropique. En effet, l'enrichissement en azote indique une contamination anthropique par des eaux usées. La présence d'ETM dans la chair de poisson ainsi que les ratios isotopiques sont alors utilisés comme indicateurs de contamination dans le milieu aquatique.

L'étude a été menée dans une zone agricole et piscicole de Fenoarivo : les Tanjona. Cette zone a été comparée avec une zone considérée comme polluée : le marais Masay, et une zone considérée comme non polluée : le lac Andranotapahina. Le taux de plusieurs ETM tels que l'Arsenic (As), le Plomb (Pb), le Chrome (Cr), le Titane (Ti),

le Zinc (Zn), le Cobalt (Co), le Cuivre (Cu), le Fer (Fe), le Manganèse (Mn), le mercure (Hg) et le Nickel (Ni) dans chaque échantillon issu de ces zones a été déterminé. Le ratio isotopique des sédiments et des poissons issus de chaque zone a aussi été défini.

Dans les 3 zones étudiées, Tanjona Fenoarivo, marais Masay et lac Andranotapahina (Antananarivo), une concentration élevée en éléments traces métalliques dans la chair de tilapia a été observée. Certaines teneurs étaient au-dessus des limites autorisées pour la consommation humaine. Les concentrations les plus alarmantes sont celles du plomb qui varient de 2,6 à 10,5  $\mu\text{g/g}$  de matière fraîche (MF) (limite maximale 0,3  $\mu\text{g/gMF}$ ) et du fer entre 0 à 114  $\mu\text{g/g MF}$  (limite maximale 100 $\mu\text{g/g MF}$ ). L'ordre décroissant de concentration moyenne en ETM était le suivant :  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Ti} > \text{Co} > \text{As} > \text{Hg}$ .

La signature isotopique du tilapia dans le marais Masay et le lac Andranotapahina s'accorde avec celle des sédiments mettant en évidence un enrichissement en azote d'origine anthropique et par conséquent une contamination. Cependant, dans les Tanjona, la signature isotopique du poisson n'est pas enrichie en azote. Dans les Tanjona, la contamination ne peut être mise en évidence par cet outil en cohérence avec les concentrations en ETM. En effet, la contamination dans les Tanjona serait issue de l'utilisation de pesticides

et non d'une contamination organique. Ainsi, l'utilisation de l'isotope stable de l'azote comme bioindicateur d'une contamination n'est valable que pour une contamination organique. Pour évaluer une contamination chimique, un autre bioindicateur devrait être utilisé ou l'utilisation directe des ETM devrait être favorisée malgré son coût supérieur à celle des isotopes stables. Néanmoins, le tilapia est un bon indicateur de pollution chimique.

### Caractérisation des sources de polluants chimiques des tilapias en zone urbaine

Au vu de ces résultats, une autre étude ayant pour objectif de caractériser les sources potentielles de contaminants chimiques du tilapia à Antananarivo, en particulier autour du marais Masay, des Tanjona de Fenoarivo et du lac Andranotapahina, a été menée. Une carte du réseau hydrographique sur les sources de contaminants a été établie après enquête auprès de 90 ménages. (Fig. 7-8).



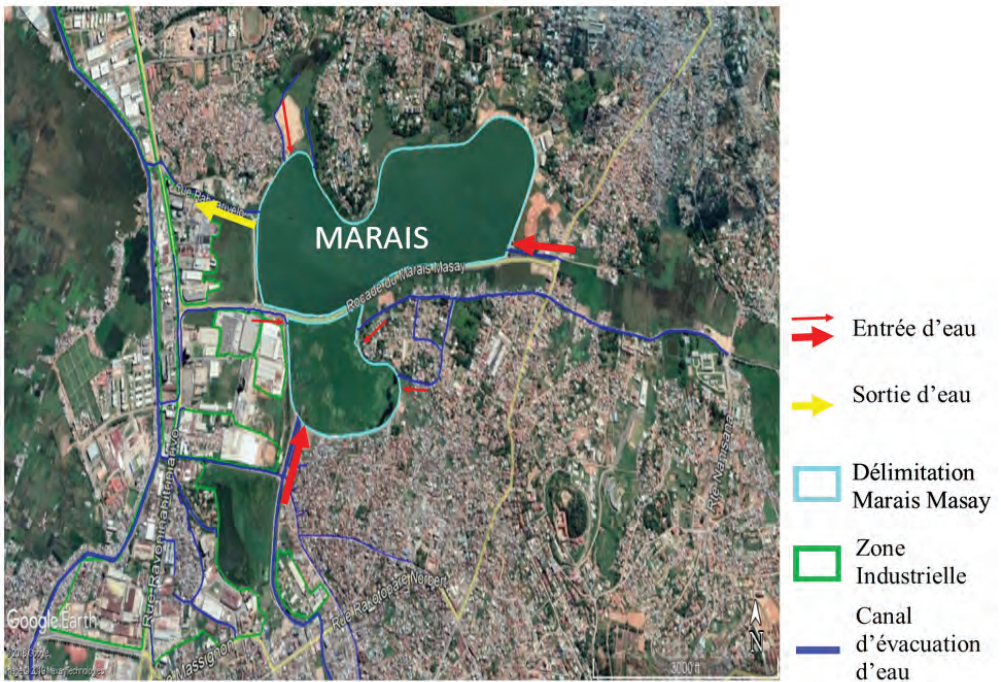
→ Entrée d'eau

**Figure 7 : Réseau hydrographique des Tanjona de Fenoarivo**



Au niveau des Tanjona de Fenoarivo, les principales sources de contaminants sont les engrais minéraux NPK et l'urée nécessaires à la culture du chou et des brèdes (58 % des cultures). En effet, les minerais à l'origine de ces engrais comportent des résidus d'éléments traces métalliques qui ne sont pas tous éliminés durant la production

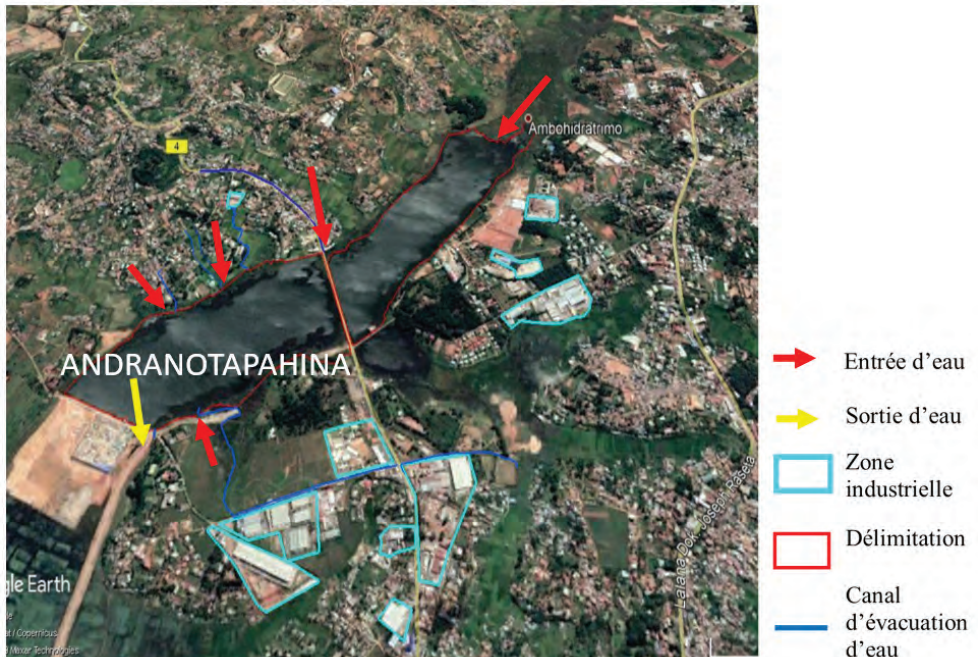
d'engrais. Les pesticides sont également utilisés avec des dosages exagérés, jusqu'à deux fois la norme. Le plus prisé est le mortak (56 % des enquêtés), dont le principe actif est l'abamectine-profenophos (famille des avermectine). Les organophosphorés sont également présents (utilisés par environ 40 % des enquêtés).



**Figure 8 : Réseau hydrographique du Marais Masay**

Dans le marais Masay se déversent 90 % des eaux usées des industries et ménages installés aux alentours. Ainsi,

la signature enrichie en  $\delta^{15}\text{N}$ , révélée par l'étude précédente, confirme une pollution anthropique.



**Figure 9 : Réseau hydrographique du lac Andranotapahina**

Concernant le lac Andranotapahina, ce sont principalement les engrais minéraux utilisés pour la culture du riz, les pesticides de la culture maraîchère et les déversements d'eaux usées des industries et des ménages qui conduisent à la contamination de l'eau.

### Evaluation de la contamination en zone rurale

La première étude (Contamination des poissons d'eau douce dans les Tanjona Fenoarivo) a montré que la contamination en éléments traces métalliques

était élevée dans les zones urbaines. Ainsi, le but de cette nouvelle étude était d'évaluer le niveau de contamination en milieu rural, dans la région Analamanga. Des enquêtes ont été menées auprès de 24 pisciculteurs bénéficiaires du projet et agriculteurs opérants autour de la zone de pisciculture. Elles ont porté sur la description de leurs pratiques en vue d'identifier les sources potentielles d'éléments traces métalliques. Des carpes ont aussi été prélevées pour une évaluation des concentrations en éléments trace métallique dans leur chair : titane (Ti), chrome (Cr), manganèse (Mn), fer (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), cuivre (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), molybdène (Mo), argent (Ag), cadmium (Cd), étain (Sn), antimoine (Sb), plomb (Pb), mercure (Hg). Il est connu que certains ETM sont toxiques pour l'homme, et éventuellement pour



la faune aquatique, à faible dose, tels que Pb, As, Hg, Ni, Cr, Cd. D'autres le deviennent à une concentration élevée, comme Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Zn, Mo.

Les enquêtes ont montré que les principales sources d'eau des rizières piscicoles sont la nappe phréatique et les canaux d'irrigation. Le fumier d'origine bovine est l'intrant agricole le plus utilisé pour la fertilisation (61 %). Le riz (45 %) et le haricot (30 %) sont les cultures les plus abondantes alors qu'elles nécessitent l'utilisation d'une certaine quantité d'intrants agricoles. Cependant, les pesticides sont faiblement utilisés dans les milieux ruraux enquêtés. Le plus fréquemment utilisé est le dithane (dithiocarbamates). Ces différents intrants agricoles s'infiltrent puis passent dans la nappe phréatique ou sont déversés dans les canaux d'irrigation par lessivage et contaminent ainsi les sources d'eau utilisées pour la pisciculture. On parle de contamination anthropique.

Les résultats des analyses ETM indiquent une contamination supérieure à la norme de  $1 \mu\text{g/g}$  MF pour le manganèse sur la majorité des sites étudiés, avec des concentrations variant de 0,5 à  $4,8 \mu\text{g/g}$  MF. Le fer (0 à  $26 \mu\text{g/g}$  MF) et le zinc (6 à  $19 \mu\text{g/g}$  MF) sont présents à des concentrations relativement élevées. Les autres éléments sont à des teneurs relativement basses (proche de 1). Ces résultats montrent



que les zones rurales, mêmes éloignées des grandes villes, ne sont pas épargnées par la contamination. Les activités agricoles induisent des contaminations susceptibles de nuire à la qualité sanitaire des poissons, donc à l'homme. Néanmoins, une étude de la composition du sol pourrait mieux éclairer sur l'origine exacte de ces contaminants.

### Impacts de la contamination sur les poissons et autres végétaux aquatiques

A Madagascar, en particulier en Analamanga, la pollution des ressources aquatiques touche la pêche et l'aquaculture. Or, certains composés toxiques présents dans les contaminants chimiques, minéraux et organiques générés par les activités anthropiques ont la capacité d'interagir avec le matériel génétique, en modifiant ou en endommageant l'ADN des organismes exposés. Ces agents (mutagéniques, cytotoxiques ou génotoxiques) peuvent provoquer, chez l'organisme touché, des dysfonctionnements physiologiques pouvant affecter leur survie.

Cette étude, co-financée par AMPIANA et par le programme de mobilités

internationales MUSE EXPLORE<sup>1</sup> (missions de Pepey Elodie et de Conéjéro Geneviève), s'est intéressée à l'effet toxicologique potentiel (d'un point de vue génotoxique, cytotoxique et mutagénique) de l'eau du marais Masay et des rizières de Vilihazo sur le tilapia, l'oignon, le riz et le cresson. L'étude a été associée au dosage des composés toxiques présents dans ces milieux dans le but d'en connaître les interactions biotiques et abiotiques ainsi que leurs conséquences sur d'éventuelles perturbations fonctionnelles. A cet effet, deux protocoles de référence dans le domaine de la génotoxicité (le test des comètes et le test des micronoyaux) ont été mis en place.

Pour l'étude génotoxique, les poissons et les végétaux ont été exposés 11 jours dans les milieux d'études. 3 séries de prélèvements ont été réalisées. Un contrôle négatif a également été utilisé (eau de la JIRAMA) ainsi qu'un contrôle positif (ethylmethansulfonate, agent mutagène). Des échantillonnages ont été réalisés à 3, 6 et 11 jours post-exposition : au niveau des érythrocytes de tilapia, pour réaliser le test des comètes, et sur les apex racinaires d'oignon, de riz et de cresson pour le test des micronoyaux.

---

1. <https://muse.edu.umontpellier.fr/app/explore-appel-a-mobilites-internationales-2018/>

Des analyses physico-chimiques ont également été réalisées sur les eaux étudiées (conductivité, pH, oxygène, température, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, DBO<sub>5</sub>), à 3, 6 et 11 jours post-exposition des poissons dans les différents milieux de l'étude. Des échantillons d'eau de chaque milieu ont été prélevés en début et en fin d'expérience afin d'analyser leur composition en ETM. L'objectif était d'étudier des corrélations éventuelles entre les ETM présents dans le milieu et les effets génotoxiques des cocktails de contaminants (e.g. ETM, hydrocarbures, pesticides) présents dans le milieu sur les organismes étudiés. Les échantillons obtenus sont en cours d'analyse par imagerie en microscopie à épi-fluorescence à la Plateforme d'Histocytologie et d'Imagerie cellulaire Végétale de Montpellier. Les résultats de cette étude devraient être valorisés par une communication scientifique. Les premières observations ont montré des lésions au niveau de l'ADN sur les organismes exposés à l'EMS et à l'eau du marais Masay.

Avec cette étude, la compétence des partenaires sur les technologies de références en génotoxicité a été renforcée et un outil méthodologique performant a été développé au sein du laboratoire du DRZVP/FOFIFA.

## Cartographie des zones à risque de contamination

Il a été démontré dans les différentes études précédentes que la contamination des zones aquatiques de la région Analamanga n'épargnait ni les zones urbaines, ni les zones rurales. Ainsi, il s'avérait intéressant de cartographier les zones à risque de contamination en éléments traces métalliques dans cette région où la pisciculture ne cesse de se développer.

Cette étude, qui s'insère dans le cadre du projet QualInnov 2<sup>2</sup>, a été menée en collaboration avec le projet AMPIANA dans le but de cartographier les zones à risques de contamination en éléments traces métalliques (arsenic, mercure, plomb et cadmium) en Analamanga. Elle a été réalisée selon une approche par décision multicritère (Multi-Criteria Decision Analysis) menée avec le logiciel QGIS. Les 4 ETM ont été choisis particulièrement pour l'étude compte tenu de leur toxicité même à faible dose. L'étude a été divisée en 2 phases : la première phase consistant à élaborer une carte provisoire des zones à risque en fonction des facteurs de risques identifiés, la seconde consistant à valider et rectifier la carte

---

2. <https://www.qualireg.org/projets/interreg-v-qualinnov/qualinnov-phase-2>

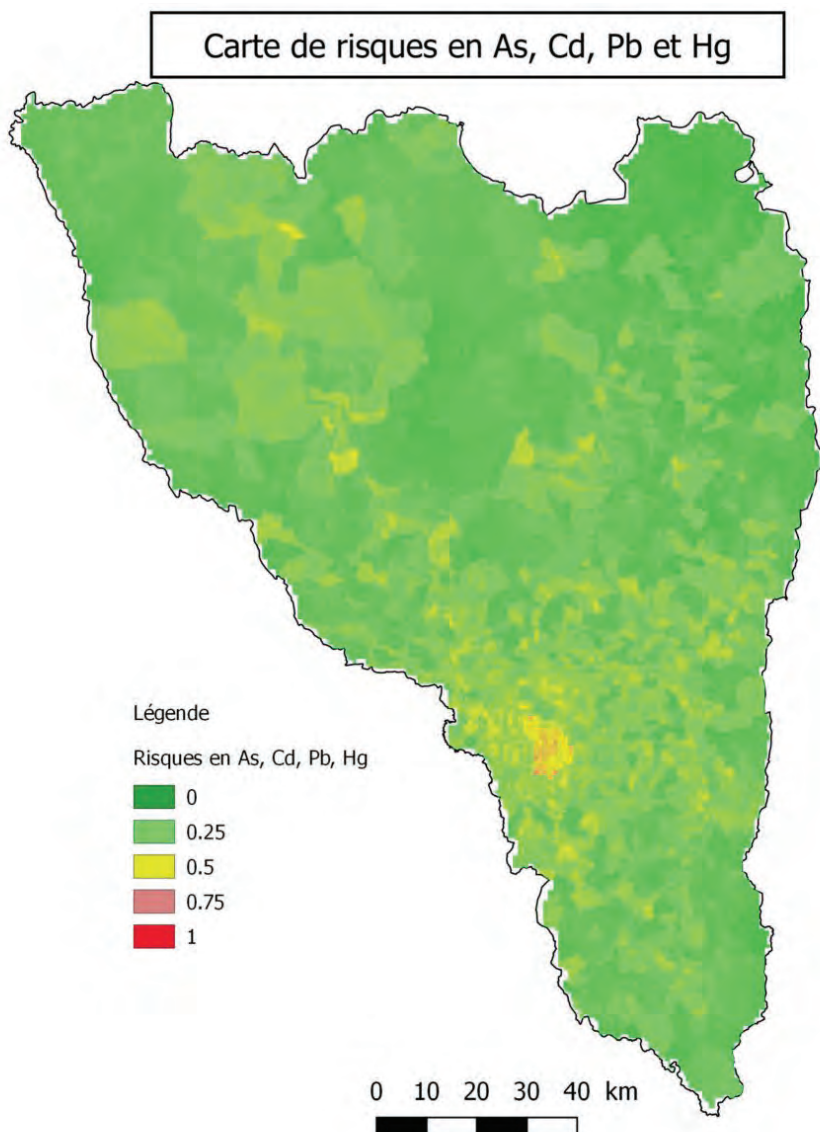
après prélèvements et analyses de la concentration en ETM dans des zones cibles identifiées sur la première carte. L'étude est encore en cours, seule la première phase a été réalisée.

Dans un premier temps, les différents facteurs de risque de contamination par les 4 ETM ont été identifiés et séparés en 3 catégories : ceux relatifs à l'émission, ceux relatifs à la transmission et ceux relatifs aux zones de production, c'est-à-dire les zones sensibles. Des données ont été collectées au niveau des ministères et de différents organismes travaillant dans les secteurs concernés. Chacune des données a été ensuite standardisée : pour chaque facteur considéré, un

ponds a été attribué en fonction de son aptitude à favoriser ou à diminuer le risque de contamination. Ce travail a été réalisé par des experts en géographie, chimie, écologie et santé vétérinaire.

Une cartographie a ensuite été établie pour chacune des trois catégories de facteurs impliqués, permettant d'obtenir une carte pour chaque zone : zone d'émission, de transmission et zone sensible. Les trois cartes ont été agrégées pour obtenir une carte finale de risque pour chaque élément considéré. Puis les cartes de chaque élément ont été agrégées afin de proposer qu'une carte synthétique (Fig. 10)





**Figure 10 : Carte des risques ETM (arsenic, cadmium, plomb et mercure) pour la pisciculture en Analamanga**





## 4. Perspectives

Le projet a apporté une avancée conséquente en matière de bonne pratique de l'hygiène dans la filière piscicole. Il a contribué également à la compréhension des phénomènes de contaminations, à caractériser leurs sources et conséquences. Certaines études sont encore en cours et les résultats seront prochainement disponibles pour le grand public et les chercheurs.

D'autres études, hors projet, seront effectuées notamment pour le suivi microbiologique du poisson vendu par les commerçants détaillant dans la filière. L'étude de la contamination sera poursuivie sur d'autres régions en particulier en Itasy où la pisciculture est en pleine progression. L'ensemble des résultats obtenus sur la contamination seront enfin valorisés dans une thèse de doctorat réalisée par D. E Andriamananjara et intitulée : Caractérisation

des risques de contamination des poissons d'eau douce dans la Région Analamanga, Madagascar : cas des éléments traces métalliques. Cette thèse impliquera deux composantes majeures : 1) la caractérisation des risques ; 2) la caractérisation de l'exposition. Parmi ces composantes, une caractérisation des concentrations en ETM dans le poisson et sources sera réalisé. Celle-ci sera complétée par une identification des effets toxiques sur le poisson. L'identification des zones à risques ETM pour la pisciculture sera complétée et validée par des analyses de terrain. Enfin, un volet socio-éco-politique permettra d'évaluer les risques d'expositions pour la population, de caractériser le cadre législatif et de proposer des mesures opérationnelles de lutte contre la contamination du poisson.









Le projet AMPIANA est mis en oeuvre par:



"Ce document a été produit avec le soutien financier de l'Union Européenne.  
Son contenu relève de la seule responsabilité du projet AMPIANA et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union Européenne"