

ETUDE DIAGNOSTIQUE

SYSTEMES DE DISTRIBUTION D'EAU A AMBOVOMBE

Ville d'Ambovombe

Pays : Madagascar

Région : Androy

District : Ambovombe - Androy

Commune : Ambovombe



Lise VASSART

Nicolas BRISSET

Anthony BALLERI

SOMMAIRE

LEXIQUE	3
1. Introduction.....	4
2. Les sources d'eau	5
2.1. Caractéristiques des puits	6
2.2. Enquête auprès des propriétaires de puits.....	7
3. Distribution et vente	9
3.1. Caractéristiques du système de Distribution	9
3.2. Enquête auprès des charretiers	9
3.3. Autres secteurs desservis par les charretiers.....	10
4. Enquête auprès des consommateurs : les habitants d'Ambovombe.....	11
4.1. Source d'approvisionnement.....	11
4.2. Consommation des ménages	12
4.3. Traitement intra-domiciliaire	12
5. Analyses de la qualité de l'eau	13
5.1. Paramètres et matériels.....	13
5.2. Analyses de l'eau des puits.....	13
5.3. Analyse de l'eau des réservoirs des charretiers	18
5.4. Analyses laboratoires	18
6. Propositions d'actions	20
6.1. Protection des sources d'eau	20
6.2. Les moyens de distribution	20
6.3. SENSIBILISATION DES PROPRIETAIRES ET DES CHARRETIERS	20
6.4. Sensibilisation aux pratiques liées aux usages intra-domiciliaires.....	21
6.5. Difficultés, limites et risques	21
6.6. Autres actions proposées.....	21
7. Conclusion	21
8. ANNEXES.....	23
8.1. Information sur les puits et la qualité de l'eau	23
8.2. Information sur les puits et les prix.....	26
8.3. Information sur les charretiers.....	29
8.4. Information sur la qualité de l'eau DES charettes.....	30
8.5. Information sur les habitants d'ambovombe.....	31
8.6. Résultats microbiologiques du laboratoire de l'institut Pasteur.....	33
8.7. Résultats physico-chimique du laboratoire de l'Institut Pasteur	36
8.8. Résultats des analyses des puits de l'AES de 2020.....	39
8.9. Origine de la salinité dans les eaux souterraines d'Ambovombe	40

LEXIQUE

Aquifère : Formation géologique (roche) pouvant contenir de l'eau et pouvant permettre à l'eau de se déplacer en son sein. La « nappe » est le contenu et l'« aquifère » est le contenant. A échelle très réduite, un seau rempli de sable peut être assimilé à un petit aquifère.

Evaporite : roche issue de la précipitation des sels minéraux présents naturellement dans l'eau, notamment grâce au processus d'évaporation.

Géométrie d'un aquifère : Forme de l'aquifère. Dépend de son étendue, de son épaisseur et de ses différents compartiments s'ils existent.

Horizon saturé : Partie de la roche aquifère où tous les vides sont remplis d'eau. Par exemple, le seau

Conductivité électrique : Capacité de l'eau de laisser passer un courant électrique. Plus il y a de minéraux dissout dans l'eau plus la conductivité électrique de l'eau est élevée. Une eau salée est très conductrice.

Aérosol : Fine particule, solide ou liquide, en suspension dans l'air. Son origine peut être naturelle (volcan, incendie, vent de sable) ou anthropique (moteurs à combustion, centrale thermique, industrie)

Embruns marins : Aérosols marins (microgouttelettes) soulevés par le vent à la surface de l'eau de mer. Les embruns sont naturellement très salés.

Turbidité : Capacité de l'eau à laisser passer la lumière. Une eau transparente est une eau très peu turbide. Une eau très turbide est une eau trouble.

pH : Potentiel Hydrogène. Paramètre qui permet de décrire l'acidité de l'eau. Le pH est lié à la concentration en ion Hydrogène dans l'eau. Une eau acide a un pH inférieur à 7, une eau basique à un pH supérieur à 7, et le pH est neutre lorsqu'il est égal à 7.

1. INTRODUCTION

L'approvisionnement en eau de la ville d'Ambovombe est assurée par l'intermédiaire de 2 systèmes :

1. Le réseau de distribution de l'AES (Alimentation en Eau du Sud) ;
2. Les puits de particuliers et la distribution par charrettes.

A Ambovombe, le réseau de distribution en eau de l'AES est alimenté par 4 puits. Ces derniers ont une profondeur comprise entre 20 et 22 m et sont équipés de pompes immergées permettant de collecter l'eau dans un bassin intermédiaire, à partir duquel elle est conduite vers un château d'eau pour ensuite être redistribuée vers des bornes fontaines ou directement chez des particuliers.

Mais en raison de ruptures récurrentes liées à des problématiques techniques, de la salinité relativement élevée de l'eau (de 2800 à 3400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et de la demande importante, une grande partie de la population d'Ambovombe s'approvisionnent aussi en eau par l'intermédiaire de puits de particuliers. Certains achètent l'eau directement aux puits, d'autres passent par l'intermédiaire de charretiers. En effet, chaque jour plus d'une centaine de charretiers vont acheter de l'eau dans des puits en périphérie de la ville pour ensuite la vendre dans les différents quartiers d'Ambovombe.

Une partie de ces puits (5) sont équipés de PMH pour faciliter le prélèvement. Mais le niveau d'eau en saison sèche est en-dessous du système de pompage pour deux d'entre eux, ce qui contraint les habitants à ouvrir le puits pour puiser au seau.

Pour compléter et comparer les résultats, un forage profond a été ajouté à l'étude. L'association Fraternidad Sem Fronteras a réalisé en 2022 un forage de 152 m permettant l'alimentation en eau des différents centres de distribution de nourriture dont ils ont la gestion et du village de Ankilimafitse où ils sont implantés. Ce forage fonctionne avec une installation solaire.

Objectifs de l'étude :

- Inventorier et décrire les différentes sources d'eau utilisées par les charretiers ;
- Comprendre l'organisation socio-économique du système ;
- Analyser la qualité de l'eau distribuée ;
- Décrire les pratiques consommateurs (conservation, consommation)
- En fonction des résultats, proposer des orientations afin d'améliorer la qualité de l'eau distribuée.

Cette étude a été menée entre juillet et Août 2022 par les équipes MSF. Grâce au logiciel d'enquête KOBO, des interviews auprès de propriétaires de points d'eau, des charretiers et des consommateurs d'Ambovombe ont été réalisées afin de comprendre le fonctionnement de ce système. L'étude a été complétée par des analyses de qualités de l'eau ayant été réalisées à différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement et de distribution. Les analyses terrains de la qualité de l'eau ont été complétées par 3 échantillons envoyés à l'institut Pasteur d'Antananarivo.

Les données issues de ces investigations correspondent à une période donnée avant l'arrivée de la saison sèche. Certains paramètres peuvent donc évoluer en fonction de la période considérée et les données récoltées ne peuvent pas être extrapolées sur la totalité de l'année.

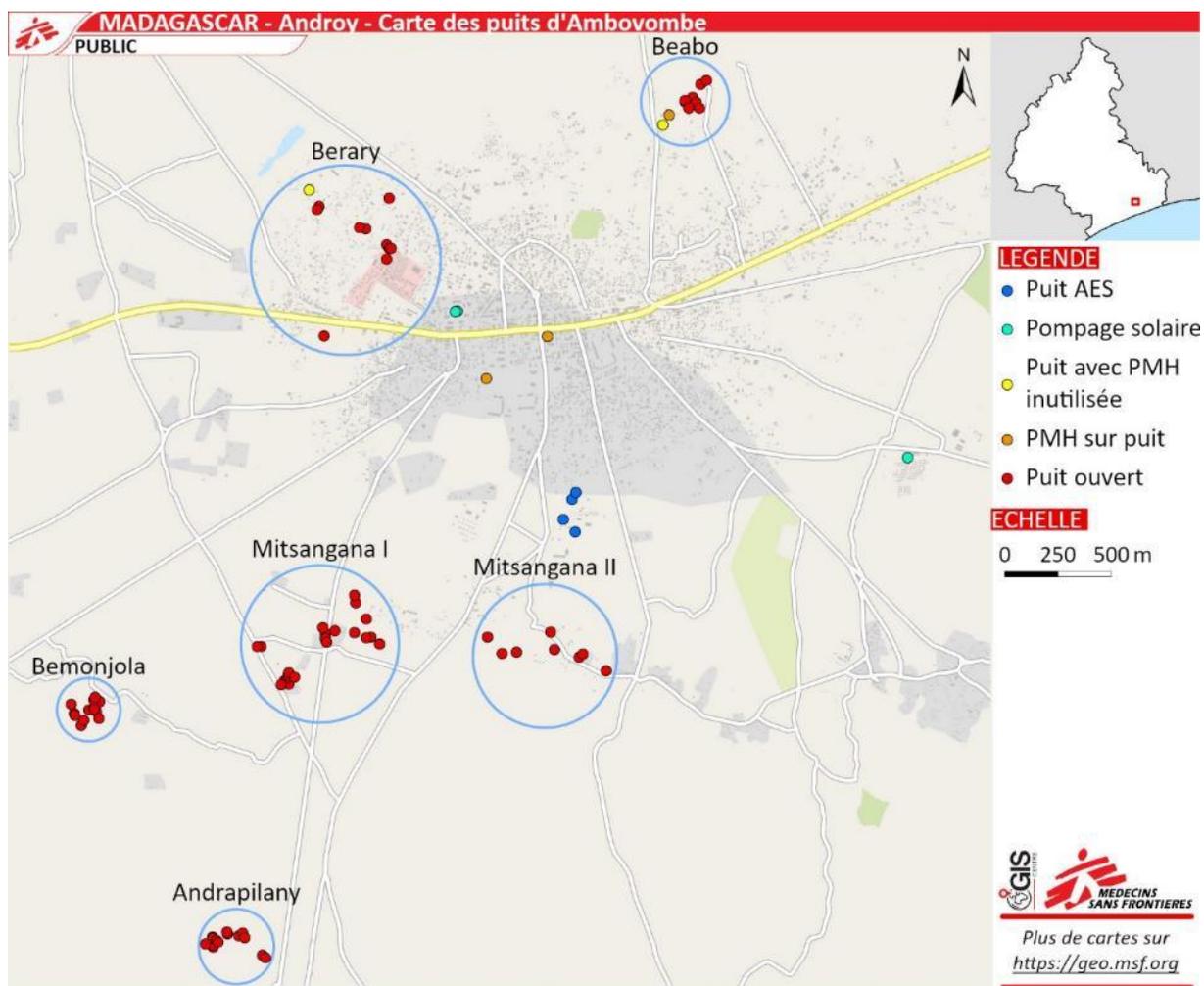
De plus, les informations collectées auprès des propriétaires, charretiers et usagers sont à nuancer car les personnes interviewées ont parfois du mal à estimer certains paramètres comme les quantités vendues ou le nombre de charretiers clients par jour. Il y a aussi parfois une volonté d'exagération de la part des enquêtés dans l'espoir d'obtenir quelque chose en retour.

Cela étant dit, les informations collectées permettent tout de même de comprendre l'organisation de ce système et la qualité de l'eau distribuée à la population.

2. LES SOURCES D'EAU

La majorité des charretiers achètent l'eau en périphérie de la ville où des puits ont été creusés sur des parcelles privées. Nous avons identifié 6 zones principales où la concentration de puits, et donc de charretiers, est importante (cf. Figure 1). Au total, **76 puits privés ont été étudiés**.

Pour compléter les analyses de qualité de l'eau des puits de particuliers, d'autres types de sources ont aussi été étudiées. Il y a les 4 puits utilisés par l'AES, un forage récemment réalisé par l'ONG Fraternidad Sin Frontera ainsi que 3 puits équipés de Pompe à Motricité Humaine (PPMH) du centre d'Ambovombe, Tableau 1. Les analyses réalisées sur les 2 PPMH avec un prélèvement au seau par le regard ont donc été rassemblées avec les données des puits.



Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.

Figure 1. Cartes des points d'eau évalués lors de l'enquête regroupés par zone autour Ambovombe, Madagascar.

Type de source d'eau	Quantité d'infrastructures évaluées	Quantité d'analyses physico-chimique de l'eau	Quantité d'analyses microbiologique de l'eau
Puits traditionnel/busé	78	70	55
Puits avec PMH	3	3	3
Puits avec PMH non utilisée	2	2	2
Puits de l'AES	4	4	4
Forage	1	1	1

Tableau 1. Résumés des données collectées lors de l'étude en fonction du type de source d'eau.

2.1. CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS

2.1.1. Infrastructure des puits

Parmi les 76 puits des 6 zones étudiées, les puits rencontrés sont de 2 types, Figure 2 :

- Puits traditionnels
- Puits busés

Environ 90% des puits visités possèdent un système de poulie pour faire descendre un seau, 30% sont busés et 20% ont un couvercle en bois - installé seulement la nuit. Certains puits sont accompagnés d'un bassin de rétention pour stocker l'eau avant qu'elle ne soit chargée sur les charrettes. La profondeur des puits est en moyenne de 18 m.



Figure 2. Photos prises lors de la visite de puits de particuliers.

1- Puit traditionnel ; 2- Puit busé ; 3- Système de poulie ;
4- Structure couvrante en bois ; 5- Bassin secondaire de stockage de l'eau

2.1.2. Prélèvement et entretien des puits

De manière générale, nous avons observé que l'environnement et les pratiques ne favorisent pas de bonnes conditions d'hygiène et sont susceptibles d'engendrer une contamination des sources. Avec la venue des charretiers, les animaux (zébus, chèvres, moutons, etc...) sont nombreux dans la zone et des défécations sont régulièrement observées aux abords des puits. Les seaux utilisés pour prélèvements dans les puits sont sales, déposés sur le sol et servent parfois d'abreuvoir aux animaux. Certains réservoirs et entonnoirs sont recouverts d'algues et/ou de boue.



Figure 3. Photos prises lors de la visite de puits de particuliers
1- Photos de seu de prélèvement ; 2&3- Entonnoirs de transfert

2.2. ENQUETE AUPRES DES PROPRIETAIRES DE PUIITS

Sur les 76 puits étudiés, nous avons pu échanger avec 51 propriétaires. Ce sont généralement des propriétaires fonciers ayant fait creuser un ou plusieurs puits sur leur parcelle. Ils vendent ensuite l'eau directement aux particuliers ou aux charretiers. En fonction des caractéristiques des puits (salinité, prix, localisation), le nombre de charretiers venant s'approvisionner peut varier de 1 à 40 par jour.

Il est difficile d'estimer les quantités d'eau vendue par les propriétaires et le nombre de charretiers par zone car cela varie chaque jour. De plus, les données récoltées auprès des propriétaires nous ont paru parfois largement surestimées.

2.2.1. Prix de vente à la source

L'eau est vendue en réservoir de 250L, en bidon de 20L et parfois en seu de 15L (directement aux particuliers). Sur la période étudiée entre juillet et Août 2022, le prix de vente variait entre 150 et 700Ar le bidon de 20L (cf. Figure 4).

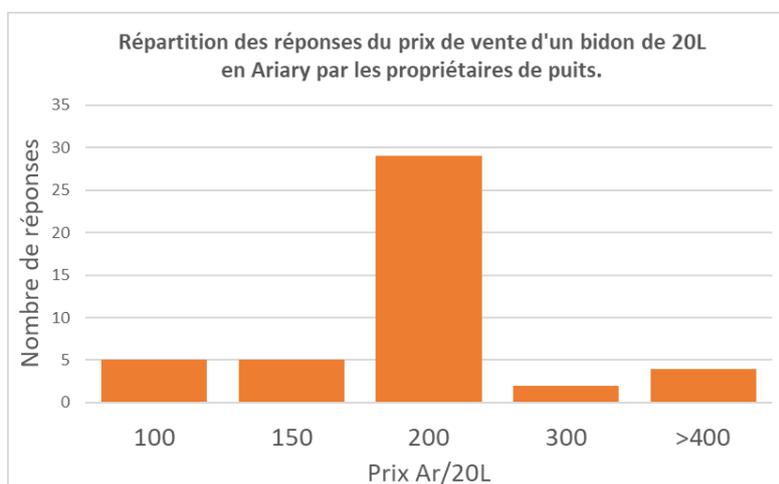
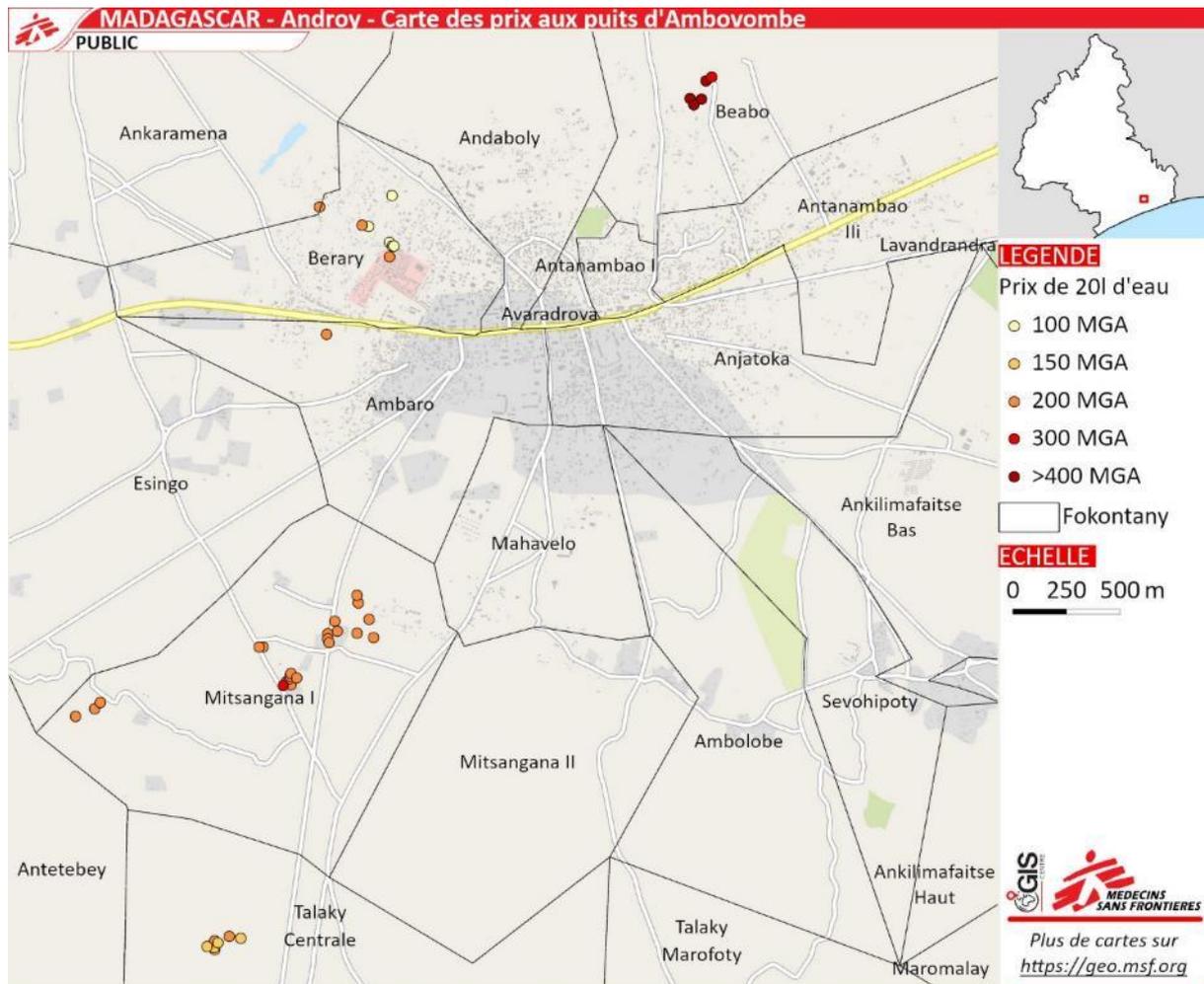


Figure 4. Répartition du tarif d'un bidon 20L d'eau par les propriétaires de puits privés en Août 2022.

Les tarifs évoluent en fonction de la salinité de la source (cf. Tableau 2) et de la localisation (cf. Figure 5). Par exemple, en étant plus proche des habitations, les propriétaires des puits de Beabo ont beaucoup de clients qui achètent directement au seu pour leur consommation personnelle, l'eau, de faible conductivité, y est donc vendue plus chère. Mais Les tarifs évoluent aussi et surtout en fonction de la saison et de la quantité d'eau souterraine disponible.

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Prix moyen de vente Ar/20L	Nombre de puits
< 2000	259	36
2000-4000	195	23
> 4000	158	19
Total	219	78

Tableau 2. Prix moyen de l'eau en fonction de la gamme de conductivité en Août 2022.



Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.

Figure 5. Carte des prix de vente de l'eau (Ar/20L) par les propriétaires de puits autour d'Ambovombe en Août 2022.

Certains propriétaires proposent de faire crédits aux charretiers qui peuvent payer l'eau à la fin de la journée (7 puits), à la fin de la semaine (2 puits) ou du mois (5 puits). Les puits sont en général ouverts aux clients tous les jours, parfois toute la journée, parfois à certaines heures en fonction de la productivité du puits. 20 propriétaires de puits possèdent au moins une charrette pour faire la distribution de l'eau de leur puit ou livrer des clients en ville sans intermédiaire.

2.2.2. Productivité des puits

Sur les 51 propriétaires, 39% disent avoir une quantité d'eau suffisante toute l'année alors que 31% n'ont pas un débit suffisant par rapport à la demande qu'importe la saison (cf. Figure 6). Certaines zones comme Bemonjola et Berary semblent offrir un meilleur débit d'eau.

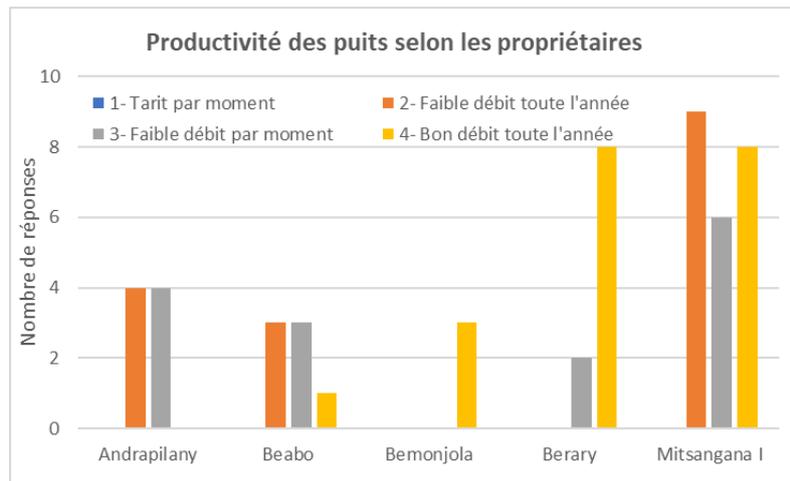


Figure 6. Répartition des réponses sur l'évaluation de la quantité d'eau disponible dans les puits d'après les propriétaires.

3. DISTRIBUTION ET VENTE

3.1. CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE DISTRIBUTION

La majorité des clients des propriétaires de puits sont les charretiers, même si certains particuliers achètent directement l'eau aux puits, surtout dans les zones comme Berary ou Beabo, proche du centre. Les charretiers achètent l'eau et la revendent dans le centre de la ville d'Ambovombe ou dans les villages aux alentours (cf. 3.3. Autres secteurs desservis par les charretiers). Ils vivent ainsi des bénéfices qu'ils réalisent en revendant l'eau aux consommateurs.

Ils font environ 2 aller-retours par jour entre leur source d'eau et le centre d'Ambovombe. Ils vendent dans la rue aux premiers clients qui passent mais plus de la moitié font aussi des livraisons à domicile.

La plupart disent travailler 7 jours sur 7 et 9h par jour en moyenne, toujours avec les mêmes zébus. Leur plus gros problème, après trouver de l'eau douce, semble être la fatigue des animaux.

Les charretiers possèdent jusqu'à 2 réservoirs de 250L et 8 bidons de 20L sur leurs charrettes. Ils ne changent jamais ou ne nettoient pas leurs contenants avec du savon.

Il est difficile d'estimer le nombre de charretiers, sur Ambovombe puisqu'il n'y a pas de registre ou de recensement de l'activité.



Figure 7. Photo d'une charrette tirée par 2 zébus contenant un réservoir 250L.

3.2. ENQUÊTE AUPRÈS DES CHARRETIERS

Nous avons pu échanger avec 24 charretiers présents sur la zone d'Ambovombe avec parfois la possibilité de réaliser des mesures de la qualité de l'eau (cf.5. Analyses de la qualité de l'eau). Les

entretiens ont été réalisés en ville sur les lieux de ventes ou au moment du prélèvement au niveau des puits.

3.2.1. Prix de vente dans la ville d'Ambovombe

Au moment de l'étude, la plupart des charretiers achète donc l'eau à environ 6 Ariary par litre (cf. 2.2.1. Prix de vente à la source) et la revende entre 20 et 30 Ar en ville, soit autour de 500 Ar le bidon de 20L (cf. Figure 8).

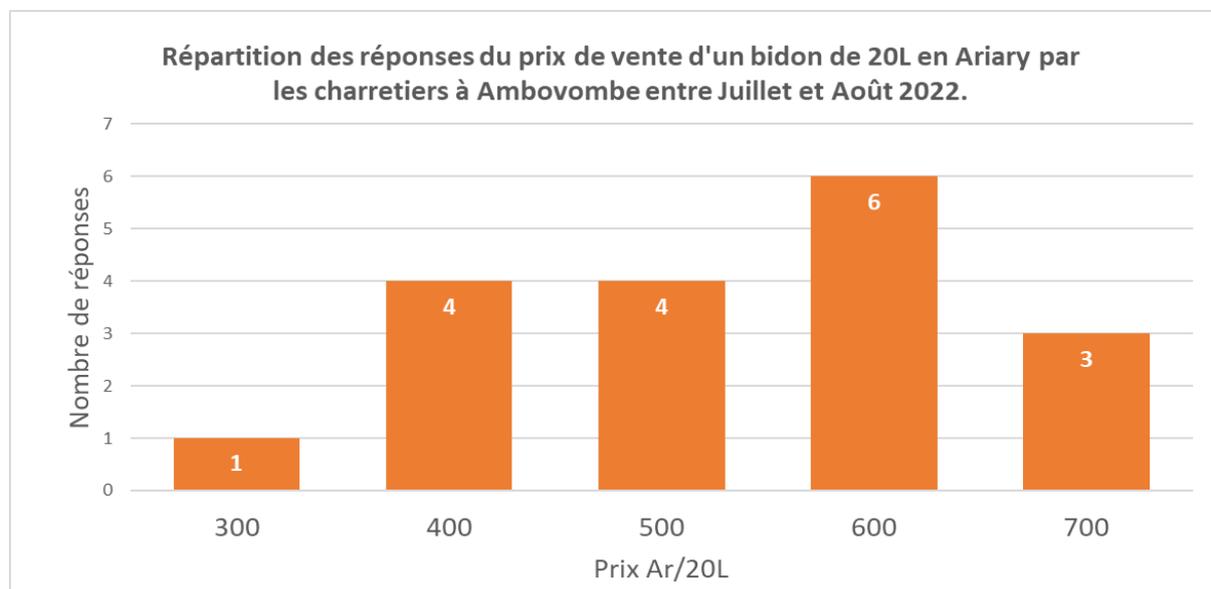


Figure 8. Répartition du tarif d'un bidon 20L d'eau par les charretiers à Ambovombe.

Cependant le prix du bidon varie et avec la saison sèche qui commence, les prix augmentent. En effet, à la date de la rédaction de ce rapport mi-octobre 2022, le prix du bidon atteint déjà 1000 Ar par endroit et les problèmes d'approvisionnement se font sentir.

3.2.2. Quantité d'eau vendue

Les quantités vendues varient beaucoup d'un charretier à un autre, certains disent vendre moins de 200L par jour, d'autres plus de 2000L, Tableau 3 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Sur les 24 personnes interrogées, toutes n'ont pas été en mesure d'estimer la quantité d'eau vendue et le nombre de réponses totales par rapport aux quantités réelles de charretiers est trop faible pour se faire une idée de la quantité d'eau transportée par jour par la totalité des charretiers.

Quantité d'eau vendue par jour	Nombre de réponses
Entre 100 et 200L	6
Entre 200L et 500L	5
Entre 500L et 1000L	6
Entre 1000L et 2000L	1
Entre 2000L et 3000L	1

Tableau 3. Estimation des quantités d'eau vendue par les charretiers interrogés.

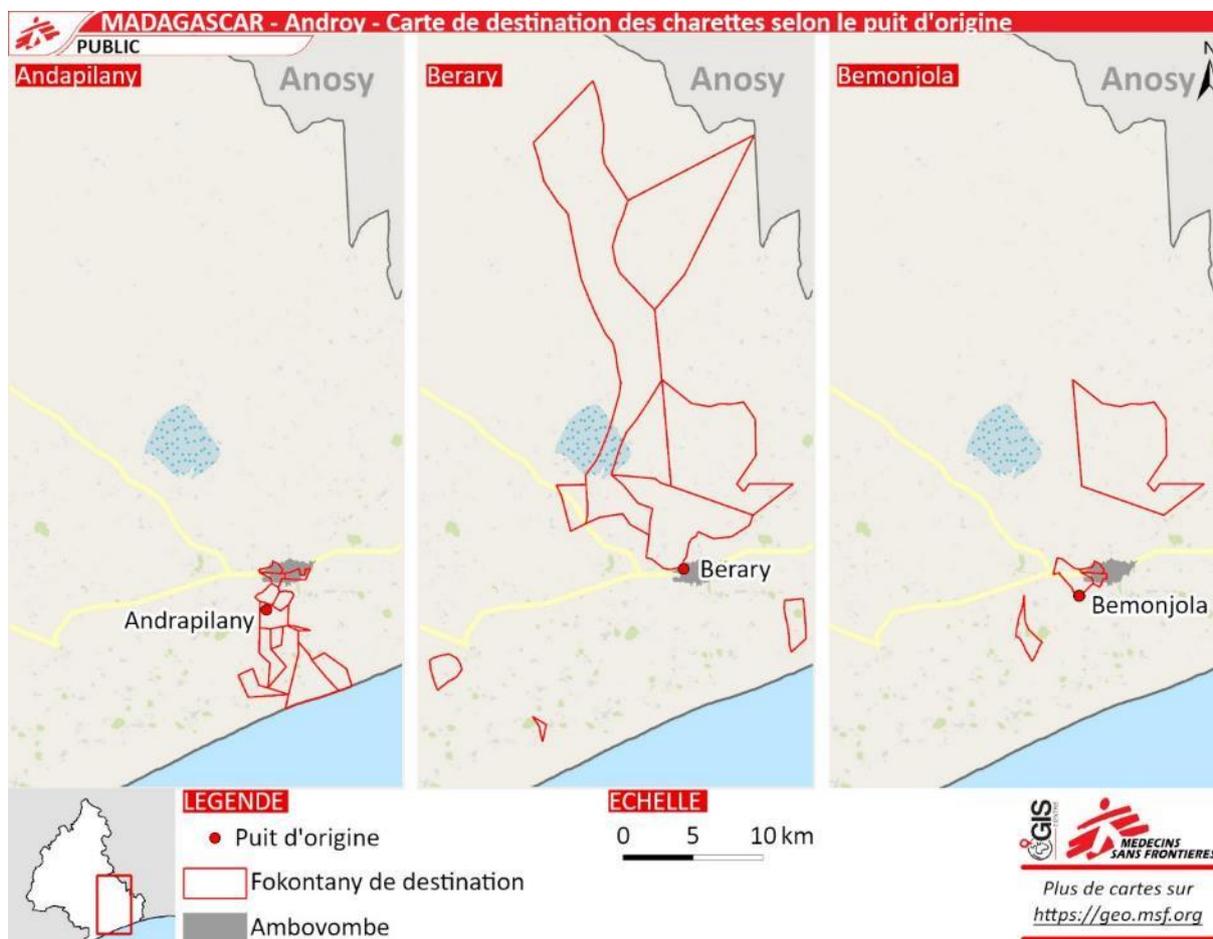
3.3. AUTRES SECTEURS DESSERVIS PAR LES CHARRETIERS

Certains charretiers viennent des villages alentours, parfois de très loin (FKT : Sarisanga, Commune : Ambovombe), pour acheter de l'eau et repartir dans leurs villages la vendre. Sur 3 zones (Andrapilany, Berary, Bemonjola), nous avons pu identifier les fokontany d'origines et les destinations de certains

charretiers clients des puits (cf. Figure 9). La liste n'est pas exhaustive mais permet de mettre en lumière les déplacements importants de certains charretiers.

Beaucoup des charretiers de ces zones rurales éloignées achètent l'eau à Berary où les puits ont un bon débit et l'eau est moins couteuse en raison de la salinité importante. Alors que les habitants d'Ambovombe peuvent se permettre d'être plus sélectifs sur la salinité de l'eau qu'ils achètent.

Les puits d'Ambovombe permettent donc d'alimenter certains secteurs à plusieurs kilomètres de distance d'Ambovombe.



Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.
 Figure 9. Fokontanys d'origines et de destinations de certains charretiers qui achètent l'eau des puits d'Ambovombe.

4. ENQUETE AUPRES DES CONSOMMATEURS : LES HABITANTS D'AMBOVOMBE

Nous avons interrogé 35 habitants d'Ambovombe de différents quartiers – Berary, Anjatoka III, Ambaro I, Mahavelo, Andranokoake, Andaboly – pour comprendre leurs habitudes.

4.1. SOURCE D'APPROVISIONNEMENT

Les personnes interrogées nous ont permis d'avoir une estimation de la répartition des sources d'approvisionnement (cf. Figure 10) :

- **70% des habitants interrogés achètent de l'eau aux charretiers.** La plupart se fournissent avec n'importe quelle charrette tant que l'eau est douce mais 16% se font livrer ou ont un abonnement avec un charretier en particulier ;
- **30% des habitants interrogés se fournissent également au réseau de l'AES,** de temps en temps, lorsque celui-ci fonctionne. L'eau de l'AES est principalement utilisée pour se doucher ou faire la vaisselle ;
- Enfin une partie des habitants achètent l'eau aux porteurs d'eau à pied, directement aux puits ou possèdent leurs propres puits.

Sources d'approvisionnement en eau pour 35 ménages d'Ambovombe interviewés

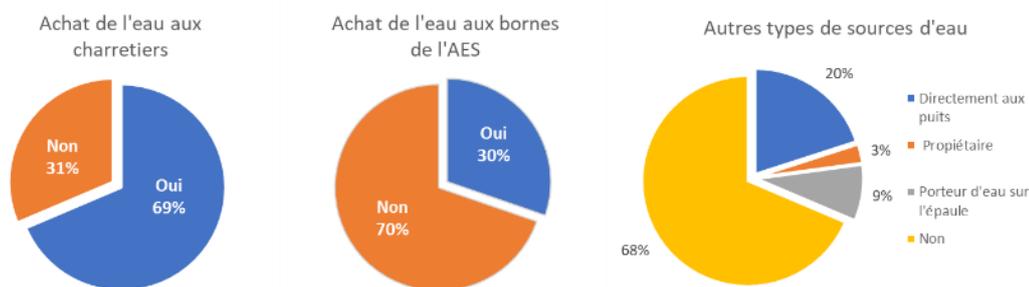


Figure 10. Sources d'approvisionnement en eau des ménages d'Ambovombe

4.2. CONSOMMATION DES MÉNAGES

D'après l'enquête, à l'échelle d'un ménage (cf. Figure 11), les gens consomment entre 1 et 9 bidons par semaine par personne. Le prix d'achat évoqué par les personnes interrogées correspond au prix de vente des charretiers entre 500 et 800 Ar le bidon de 20L aux charretiers ou 200Ar pour les habitants vers Berary allant directement aux puits. L'eau salée est moins chère que l'eau douce.

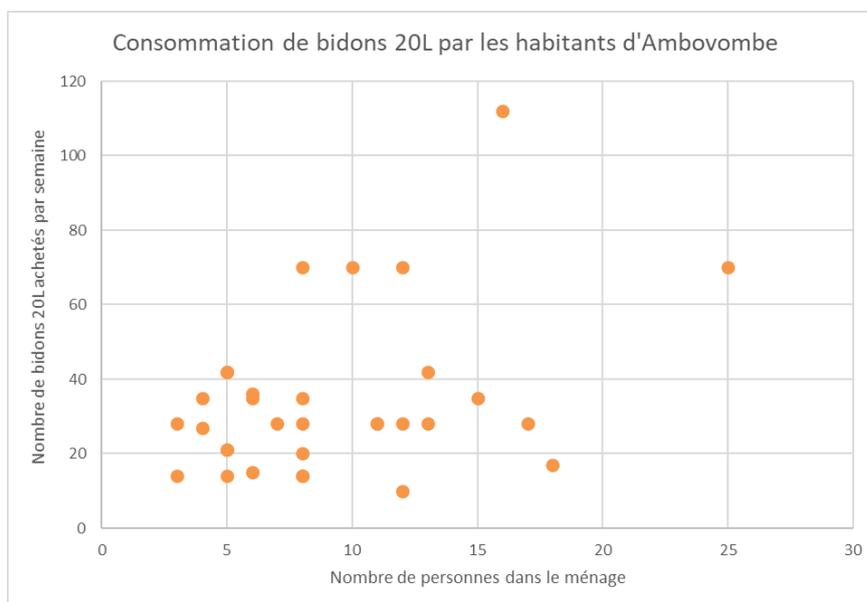


Figure 11. Nombre de bidons de 20L acheté par semaine par les habitants d'Ambovombe en fonction de la taille du ménage.

4.3. TRAITEMENT INTRA-DOMICILIAIRE

Les personnes interrogées ont conscience des dangers pour la santé de la consommation d'une eau contaminée. Pourtant, très peu traitent l'eau avant de la boire.

Sur les 35 ménages interviewés, 25 ménages ne traitent pas l'eau. Parmi les 10 ménages traitant l'eau, les méthodes utilisées sont :

- 7 ménages font bouillir l'eau ;
- 2 ménages utilisent du chlore ou de la javel pour l'eau de consommation ;
- 1 ménage laisse l'eau décanter.

La raison principale est le manque de moyen financier pour payer un traitement ou même de quoi faire chauffer l'eau. Le besoin étant constant et les ressources limitées, il est difficile pour les familles d'anticiper, stocker et attendre comme le nécessite certains traitements.

Remarque : Au cours des 2 semaines précédant l’entretien, 43% ont eu au moins un cas de diarrhée dans le ménage qui touchaient souvent les nouveaux nés ou petits enfants.

5. ANALYSES DE LA QUALITE DE L’EAU

5.1. PARAMETRES ET MATÉRIELS

Les paramètres analysés et le matériel utilisé pour les mesures sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Paramètres analysés		Matériels utilisés
Physico-chimique	Conductivité et pH	– Sondes Palintest Micro 800 multi – Hannah combo ph & ec
	Turbidité	– Palintest Turbidimètre
Bactériologique	E. Coli	– Kit Aquagenx CBT EC+TC MPN

Tableau 4: Paramètres analysés et matériels utilisés pour les analyses de qualité

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées directement sur le terrain. Les tests bactériologiques ont été réalisés dans nos locaux dans les heures suivant le prélèvement. L’incubation des échantillons a été réalisée à 37°C durant 24h.

5.2. ANALYSES DE L’EAU DES PUIITS

5.2.1. Conductivité et salinité

La problématique liée à la salinité de l’eau souterraine du Grand sud n’épargne pas Ambovombe. Le seuil de potabilité définie par la réglementation malgache (Décret n°2004-635 du 15/06/04) concernant la conductivité, paramètre traduisant la salinité, est de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Une mesure de la conductivité a été réalisée sur 78 ouvrages, parmi eux 65% ont une conductivité inférieure à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pour les 70 puits analysés, 75 % ont une conductivité inférieure à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, comme le montre le graphique ci-dessous (cf. Figure 12).

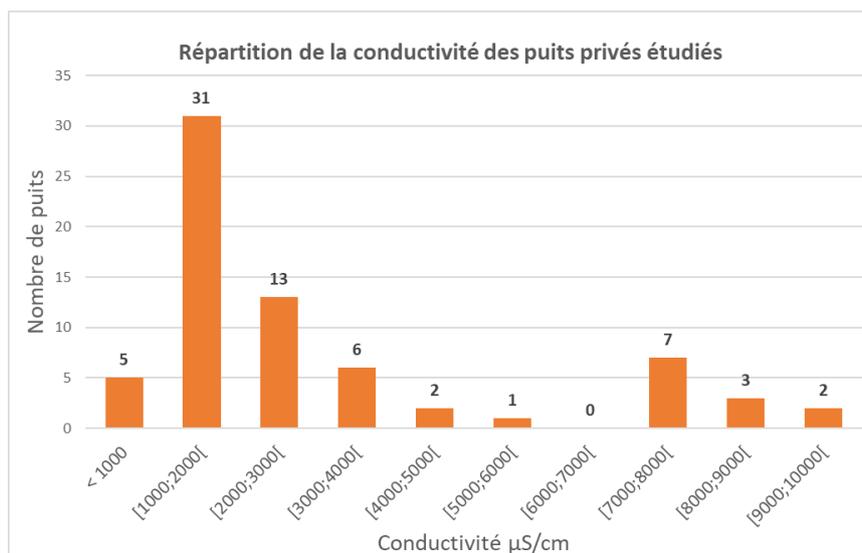


Figure 12 : Répartition des conductivités mesurées sur le secteur d’étude en $\mu\text{S}/\text{cm}$

Comme évoqué en introduction, les puits de l’AES ont une conductivité autour de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et sont donc plutôt salés par rapport à un grand nombre de puits (cf. Tableau 5). Les PPMH ont aussi une conductivité très élevée rendant l’eau des charretiers plus attractives.

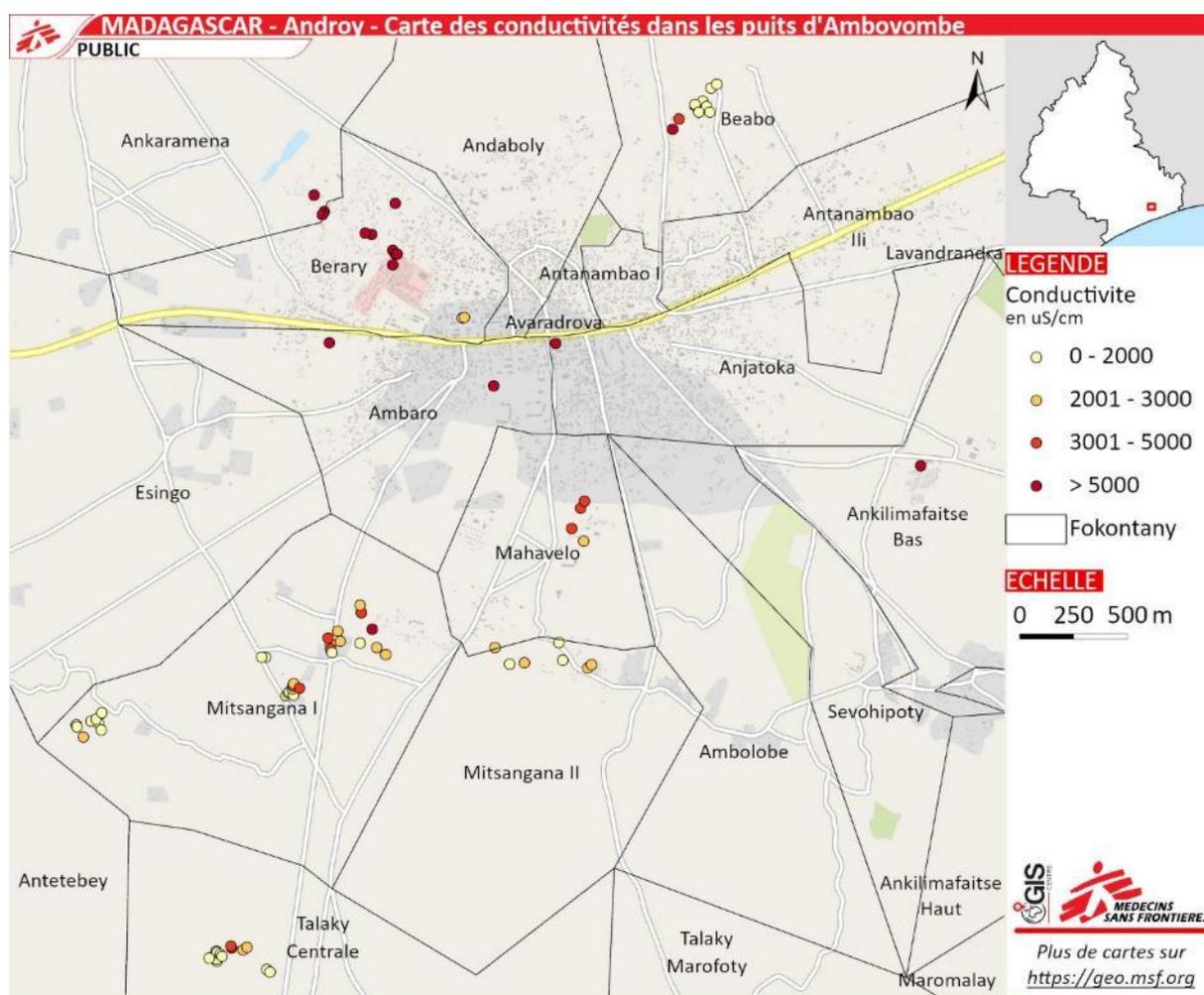
Source	Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	Date de la mesure
A3	4'080	21/07/2022
A4	2'750	21/07/2022
A5	3'290	21/07/2022
A6	3'370	21/07/2022
PPMH01	3'580	18/08/2022
PPMH03	8'040	18/08/2022
PPMH04	6'170	18/08/2022
Forage	6'460	28/07/2022

Tableau 5. Conductivités de différents points d'eau en $\mu\text{S}/\text{cm}$

Remarques : Il peut y avoir des puits à faible distance avec des salinités très différentes comme dans la zone de Beabo où à moins de 60 m, un puit donne une mesure deux fois supérieure à un autre. Mais de manière générale, on observe tout de même des tendances par zone (cf. Figure 13). Par exemple, la plupart des puits de Beabo, Bemonjola et Andrapilany ont des taux de conductivité faibles.

A l'inverse, l'eau à Berary a une conductivité supérieure à 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et intéresse peu les acheteurs d'Ambovombe qui ont aussi accès à de l'eau douce. Cette eau est surtout revendue dans les villages alentours par les charretiers.

La carte ci-dessous (cf. Figure 13) représente les conductivités mesurées pour les points d'eau analysés incluant les puits de l'AES et les PPMH.



Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.

Figure 13. Carte des taux de conductivité mesurés sur les points d'eau autour d'Ambovombe entre Juillet et Août 2022.

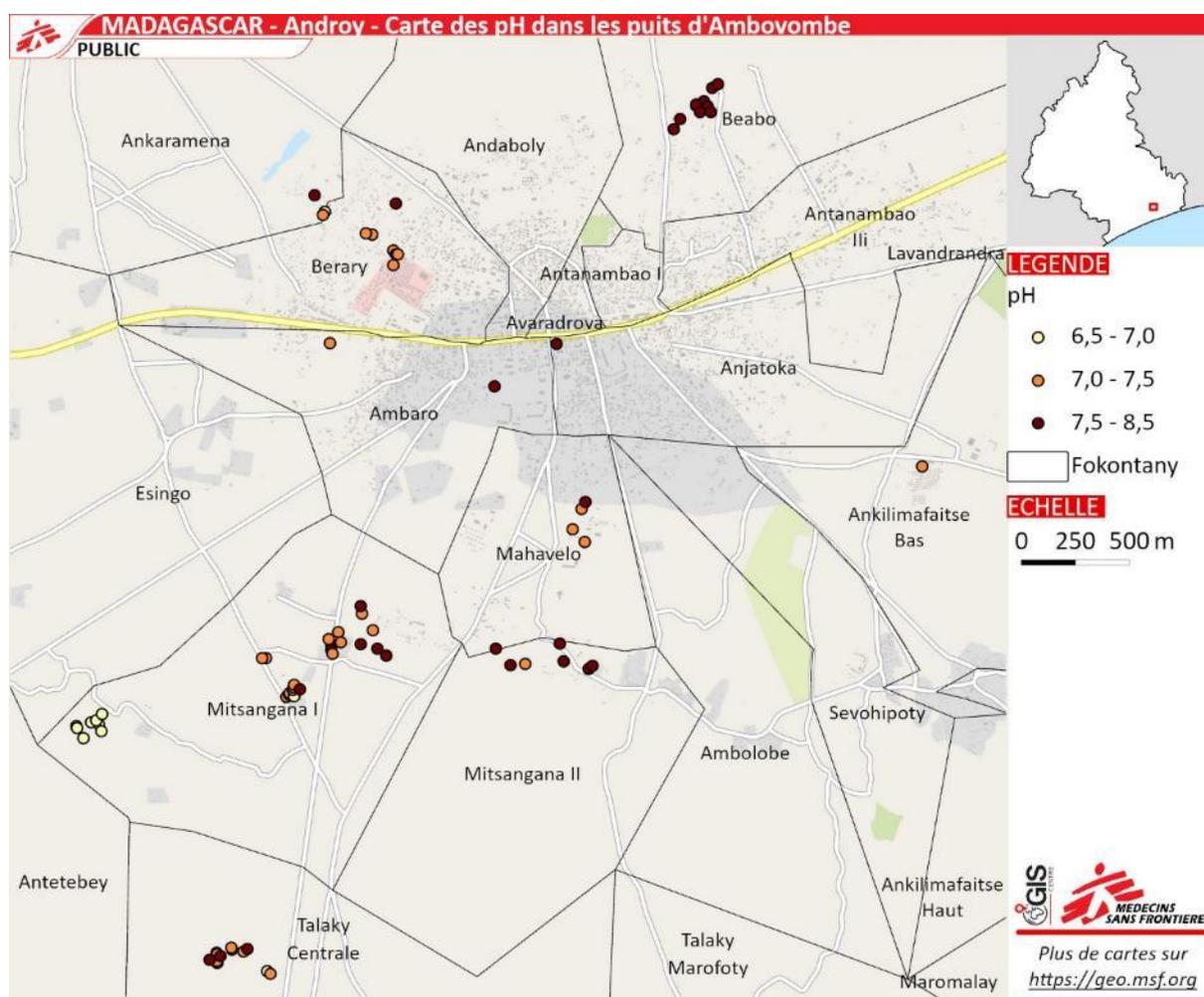
La conductivité des puits ne semble pas être liée à la profondeur de l'ouvrage. Plusieurs études montrent que la salinité des eaux souterraines d'Ambovombe peut avoir différentes sources, et dont les principales sont les suivantes :

- Origine géologique : Lessivage et dissolution d'évaporites, qui sont des roches créées suite à de fortes évaporations en domaine lagunaire ou lacustre ;
- Origine géographique : Apport de sels par les embruns marins liés au vent sur la mer ;
- Origine anthropique : Apports de sels minéraux par les déjections animales et l'activité agricole.

La première cause semble être prépondérante sur les autres, comme expliqué en Annexe « 8.9 Origine de la salinité dans les eaux souterraines d'Ambovombe ».

5.2.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Des mesures de pH ont été réalisées sur 69 puits, toutes les mesures varient entre 6,50 et 8,5 (cf. Figure 14). Il en est de même pour les 4 puits de l'AES, les 3 PPMH et le forage de Fraternidad.



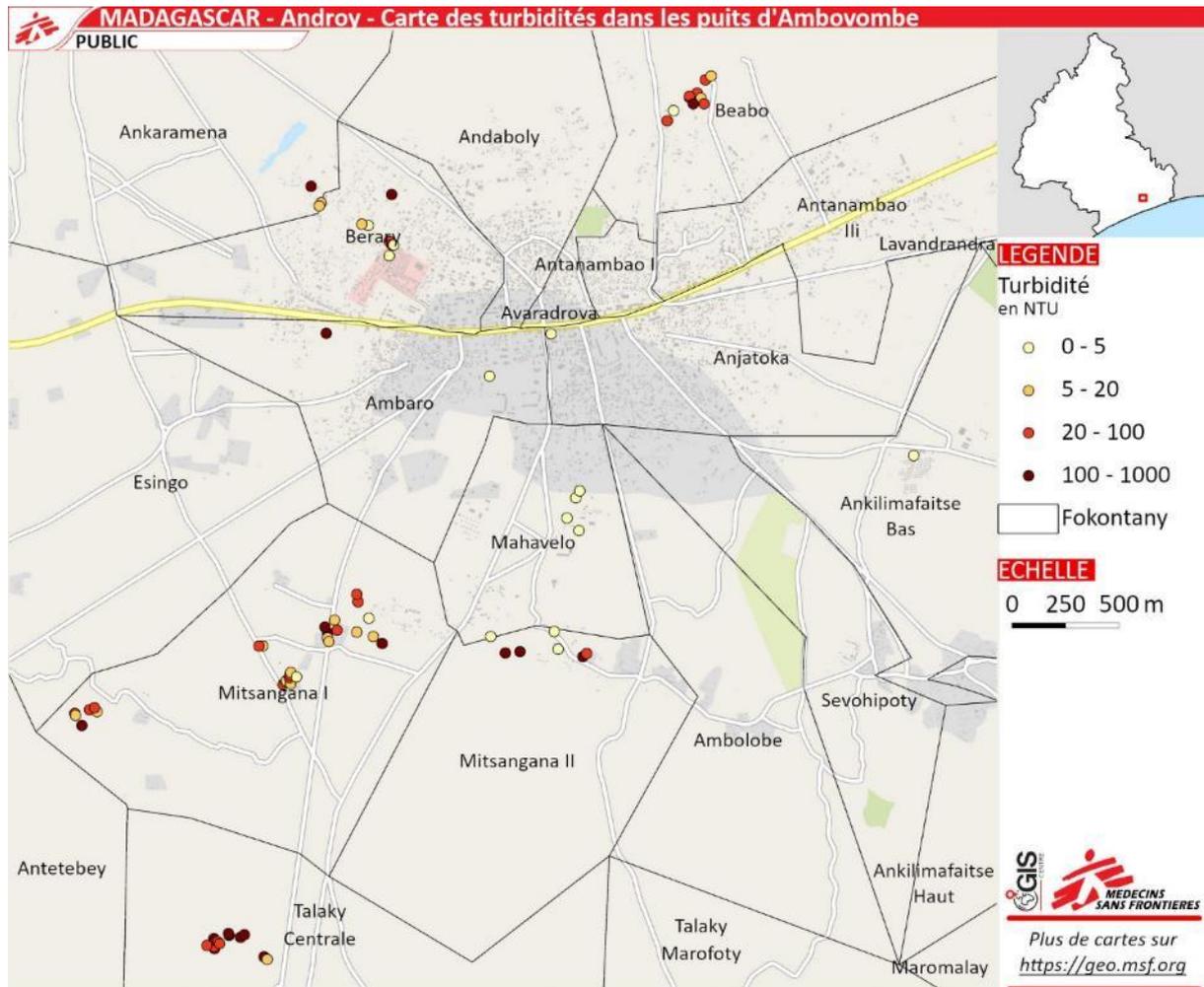
Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.

Figure 14. Carte des mesures de pH des points d'eau autour d'Ambovombe entre Juillet et Août 2022.

5.2.3. Turbidité

Si la turbidité ne pose pas de problème de santé en tant que telle, elle indique la présence de particules solides dans l'échantillon qui peuvent transporter des micro-organismes et éléments chimiques potentiellement dangereux. De plus, elle donne des indications sur la qualité de l'infrastructure du puit (filtration, décantation, protection de la pollution). La turbidité d'une eau potable devrait être inférieure à 5 N.T.U tel que défini par la réglementation malgache (Décret n°2004-635 du 15/06/04). Au-delà de 20 N.T.U, la turbidité réduit l'efficacité d'un traitement de l'eau par le chlore.

La turbidité a été mesurée sur 58 puits. Parmi eux, seuls 7 puits ont une turbidité inférieure ou égale à 5 N.T.U et 10 puits ont même des turbidités supérieures à 200 N.T.U (cf. Figure 15).



Cette carte est exclusivement à but informatif et n'a aucune signification politique. Les frontières et noms de lieux représentés sur cette carte n'impliquent pas l'approbation officielle de MSF.

Figure 15. Carte des mesures de la turbidité des points d'eau autour d'Ambovombe entre Juillet et Août 2022.

Les 4 puits de l'AES et les 3 PMH fonctionnelles ont quant à eux des turbidités inférieures ou égale à 5 (Cf. Figure 16). Comme nous pouvons nous y attendre, le forage analysé lors de l'étude possède la plus faible turbidité, soit 0,3 N.T.U.

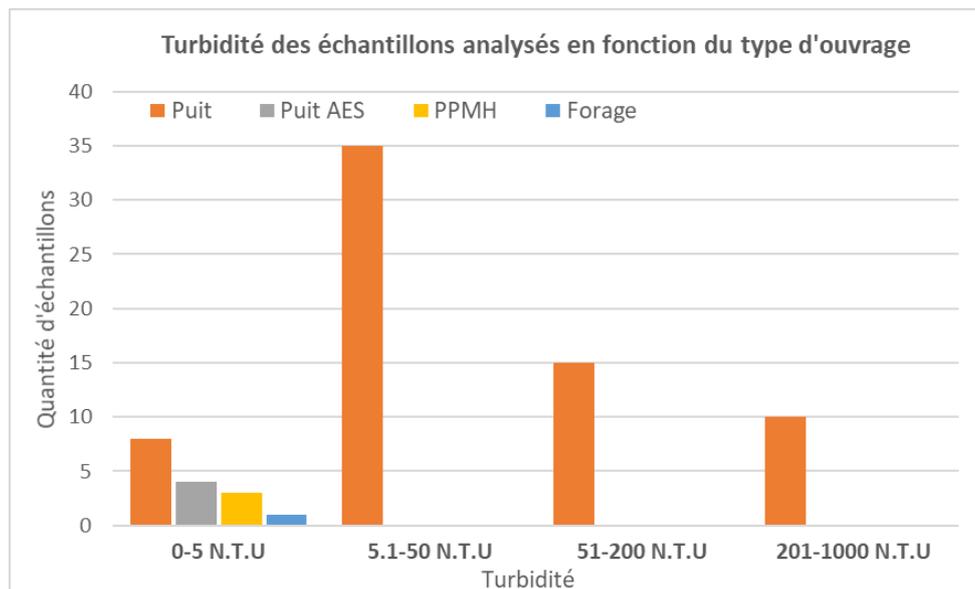


Figure 16. Nombres d'échantillons mesurés avec différents taux de turbidité en fonction du type de point d'eau.

5.2.4. Coliformes totaux et Escherichia coli

Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries que l'on trouve dans l'environnement : le sol, la végétation et les déjections. Ils ne sont pas nécessairement dangereux mais indiquent une pollution de type organique. Les Escherichia coli sont un type de coliformes qui peuvent être dangereux pour la santé, mais surtout elles indiquent une contamination de la source par de la matière fécale et donc un risque important pour la santé.

Le kit Aquagenx CBT EC+TC MPN a été utilisé pour estimer la quantité d'E. coli dans l'eau potable. Cette méthode permet de connaître la concentration la plus probable en bactérie et est limitée à 100 UFC/100ml. Pour référence, la norme malgache pour l'eau potable est l'absence totale d'E. coli (Décret n°2004-635 du 15/06/04). La présence d'une seule unité formant colonie (UFC) d'E. coli indique la contamination de la source.

Sur les 78 puits visités, 55 ont été testés en prenant un échantillon à partir du seau de prélèvement du puit. Parmi eux 58% ont un taux de bactéries supérieur à la limite du test et atteignent donc plus de 100 UFC de E.coli pour 100ml (Cf. Tableau 6). Seulement 2 échantillons ont répondu négativement au test bactériologique. Ainsi, les puits sont très largement contaminés, avec des taux très dangereux et toutes les zones sont touchées. Il n'y a pas non plus de différences notables entre les puits busés, couverts ou non.

	Andrapilany	Beabo	Bemonjola	Berary	Mitsangana I	Mitsangana II	Total
NB de mesures	11	9	8	6	14	7	55
NB mesure > limite du test	4	8	3	2	11	4	32
% > limite du test	36	89	38	33	79	57	58

Tableau 6. Nombre de tests bactériologiques, nombre de résultats supérieurs à la limite maximale du test et pourcentages associés par zones et au total.

Les prélèvements ont été réalisés avec le seau de prélèvement habituel du charretier. Au vu des observations faites (cf. 2.1.2. Prélèvement et entretien des puits), les moyens de prélèvements semblent en grande partie responsable de la contamination des puits. Sur certains puits, nous avons donc réalisé un second prélèvement à l'aide d'un contenant désinfecté. Même si l'on sait que l'eau du puit est déjà contaminée, il est intéressant de voir si une différence est mesurée.

Le test d'Aquagenx n'est pas d'une grande précision mais permet de voir une évolution du taux de bactéries entre les deux modes de prélèvement (cf. Tableau 7). Sur 10 échantillons dans 4 zones différentes, le nombre de bactéries est identique pour 6 puits et diminue pour 4 d'entre eux.

Zone	Identifiant du Puit	Taux E.Coli (UFC/100ml)	
		Seau de prélèvement	Contenant propre
Beabo	FRA032	100	100
Beabo	TSI027	100	100
Beabo	TSI030	100	100
Bemonjola	BEM021	100	48,3
Bemonjola	BEM030	100	48,3
Berary	DAM075	48,3	48,3
Berary	IVO074	2,1	2,1
Mitsangana	MAS057	100	48,3
Mitsangana	MOS056	100	48,3
Mitsangana	VAH070	100	100

Tableau 7. Evolution du taux de bactéries Escherichia coli en UFC/100ml entre un échantillon prélevé avec le seau du propriétaire et avec un contenant propre le 30/08/22.

A titre de comparaison, le forage, les 3 PPMH et 3 des puits de l’AES sont négatifs aux bactéries E.Coli (cf. Figure 17). Pour le dernier puit de l’AES, une unité a été mesurée. Cette contamination se confirme par la suite avec les analyses du laboratoire Pasteur (cf. 5.4. Analyses laboratoires).

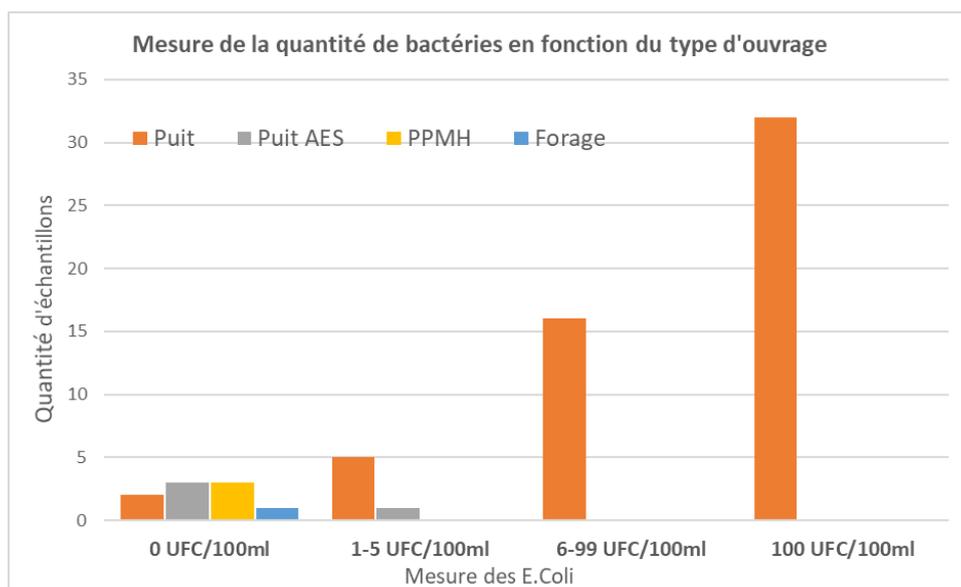


Figure 17. Nombres d'échantillons mesurés avec différents taux de bactéries E.Coli en fonction du type de point d'eau.

Cela montre que l'installation d'un système de prélèvement par pompage protège l'eau de la contamination. Alors que pour les puits, la contamination est quasi systématique. Elle est due à la fois à un manque d'infrastructure mais aussi aux mauvaises conditions et pratiques d'hygiène.

5.3. ANALYSE DE L'EAU DES RESERVOIRS DES CHARRETIERS

A l'origine, nous pensions que l'impact des conditions de conservation et de distribution de l'eau des charrettes auraient un impact négatif sur la qualité de l'eau (Contenants sales, exposés à la chaleur, jamais nettoyés etc.). Cependant à la vue de la pollution bactériologique déjà importante dans les puits, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'évolution de la qualité de l'eau entre la source et la distribution avec notre méthode. Sur 8 échantillons prélevés dans les réservoirs, tous atteignent aussi et logiquement le seuil maximal du test bactériologique de 100 UFC/100ml.

Pour les autres paramètres, 9 échantillons ont été analysés. Les résultats sont cohérents avec les résultats obtenus sur les puits (cf. Tableau 8).

Valeurs sur 9 échantillons	Température °C	Conductivité µS/cm	pH	Turbidité N.T.U
Min	25,6	995,7	7,6	32,5
Max	27,2	2730	7,8	950
Moyenne	26,6	1484	7,7	481

Tableau 8. Valeurs minimales, maximales et moyennes sur une série de 9 échantillons d'eau de charretiers pour différents paramètres physico-chimiques.

5.4. ANALYSES LABORATOIRES

Trois échantillons ont pu être prélevés, envoyés à Antananarivo et analysés le jour même à l'institut Pasteur. Il s'agit de deux puits de l'AES les numéros 3 et 4 ainsi qu'un puits de particulier dans la zone de Mitsangana I d'identifiant : MAN072. Les résultats et les méthodes d'analyses pour les différents paramètres sont disponibles en Annexe 8.6 et 8.7.

Les résultats physico-chimiques obtenus sont comparés aux normes Malgaches dans le Tableau 9. Les paramètres qui dépassent ces normes sont en orange.

			Analyses in situ		
			Puits AES 3	Puits AES 4	Puits Mitsangana I
PHYSICO-CHIMIQUES	UNITE	NORME	08/11/2022	08/11/2022	08/11/2022
TEMPERATURE	°C	< 25	27,3	27,7	26
CONDUCTIVITE	µS/cm	<3000	5850	1718	874
PH	-	6,5 - 9,0	7,24	7,59	8,16
TURBIDITE	NTU	< 5	1,72	5,58	289
			Analyses Institut Pasteur		
			Puits AES 3	Puits AES 4	Puits Mitsangana I
PHYSICO-CHIMIQUES	UNITE	NORME	08/11/2022	08/11/2022	08/11/2022
TEMPERATURE	°C	< 25	20,6	20,2	20,1
CONDUCTIVITE	µS/cm	<3000	5530	1730	857
AMMONIUM	mg/l	0,5	0,1	0,1	0,1
CALCIUM	mg/l	< 200	196	57,6	3,2
CHLORURE	mg/l	< 250	120	63	38
PHOSPHORE	mg/l	5	0,54	0,79	0,63
FER TOTAL	mg/l	0,5	< 0,05	< 0,05	0,1
FLUORE	mg/l	1,5	1,2	0,9	1
MAGNESIUM	mg/l	< 50	55	10	< 0,05
MANGANESE	mg/l	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NITRATE	mg/l	50	23,8	39,4	19,7
NITRITE	mg/l	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
SULFATE	mg/l	< 250	170	39	58
ARSENIC	mg/l	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01
POTASSIUM	mg/l		16,4	14,8	4,6
MATIERE ORGANIQUE	mg/l	5	4,1	3,49	3
			Puits AES 3	Puits AES 4	Puits Mitsangana I
BACTERIOLOGIE	UNITE	NORME	08/11/2022	08/11/2022	08/11/2022
BACTERIES COLIFORMES	NPP/100ml	0 / 100ml	> 2400	> 2400	> 2400
ESCHERICHIA COLI	NPP/100ml	0 / 100ml	< 1	260	340
ENTEROCOQUES INTESTINAUX	NPP/100ml	-	2	> 2400	> 2400

Tableau 9. Résultats de l'analyse de la qualité de l'eau de 3 prélèvements réalisés à Ambovombe en Novembre 2022.

Les résultats du laboratoire confirment une pollution organique importante avec les coliformes totaux, la matière organique et le taux de nitrate. Cette pollution est d'autant plus grave que la contamination est d'origine fécale avec des taux élevés d'Escherichia Coli et entérocoques intestinaux. Cela n'est pas une surprise pour le puits de particulier en revanche, la faible contamination du puits AES4 semble avoir empiré depuis la mesure terrain fin Juillet. La contamination du puits proviendrait de l'intrusion d'objets non désinfectés pour mesurer le niveau de la nappe et cela est aggravé par le fait que le puits n'a pas fonctionné pendant une longue période donc l'eau n'a pas pu se renouveler.

Pour la conductivité, on observe une augmentation de la salinité entre Juillet et Novembre sur le puits AES3 et le puits privé mais une diminution sur le puits AES 4. Les mesures in situ sont cohérentes avec les valeurs du laboratoire.

Les concentrations élevées de sels minéraux, comme le calcium et le magnésium montrent bien une forte minéralisation de l'eau due au contexte géologique de la région, Annexe 8.9.

Ces analyses sur les puits de l'AES peuvent être comparé à des résultats de laboratoire précédemment obtenus en 2020, Annexe 8.8.

6. PROPOSITIONS D' ACTIONS

Dans ce chapitre, nous évoquons les pistes de réflexion concernant les problématiques mises en évidence par cette étude.

Les propositions ci-dessous devront faire l'objet d'une étude complémentaire approfondit afin de ne pas déstabiliser le fonctionnement de ce système d'approvisionnement essentiel pour les populations de la zone. Ainsi, outre les aspects techniques, cette étude devra également intégrer les impacts socio-économiques potentiels pour les propriétaires, charretiers et usagers du système.

L'amélioration de la qualité bactériologiques nécessite la mise en œuvre d'actions simultanées à plusieurs niveaux afin qu'un impact positif sur la qualité puisse être observé. Les actions envisagées peuvent être catégorisées de la manière suivante :

- Protéger les sources d'eau ;
- Améliorer les moyens de distribution par les charretiers ;
- Sensibilisation aux pratiques d'hygiène et aux traitements intra-domiciliaires.

6.1. PROTECTION DES SOURCES D'EAU

La protection des sources d'eau commence nécessairement par la mise en place de solutions techniques pour protéger physiquement les puits et limiter les contaminations directes en améliorant l'environnement immédiat de la source et les modes de prélèvement. Voilà les différentes actions qui pourraient être envisagées :

- Création de margelle, aire d'assainissement
- Mise en place de couvercle de protection
- Améliorer les systèmes de prélèvement (PMH, systèmes de poulies, seaux dédiés au prélèvement, ...)
- Créer des périmètres de protection pour éloigner les animaux
- Campagne de désinfection des puits

En amont de la mise en œuvre de ces actions, les propriétaires et usagers devront être impliqués afin qu'ils puissent saisir les enjeux de ces changements et également faire part des contraintes auxquelles ils font face de manière à définir au mieux les interventions.

Cette implication permettra également de faire passer des messages de sensibilisation sur les bonnes pratiques qui seront essentiels pour la réussite du projet.

6.2. LES MOYENS DE DISTRIBUTION

Les modes de transport et distribution utilisés actuellement par les charretiers ne permettent pas de préserver une bonne qualité.

Le remplacement des fûts utilisés actuellement par des réservoirs avec robinet et couvercle permettant de sécuriser le prélèvement et de nettoyer le réservoir.

Au vu du peu de moyens dont disposent les charretiers, des campagnes de nettoyage/désinfection des réservoirs pourraient être organisées.

6.3. SENSIBILISATION DES PROPRIETAIRES ET DES CHARRETIERS

Tout au long du programme d'amélioration des pratiques, Il serait intéressant de sensibiliser les charretiers et les propriétaires aux risques associés à la distribution d'une eau de mauvaise qualité afin qu'ils aient conscience de l'importance de leur rôle pour la communauté.

Il serait également intéressant qu'ils soient formés aux bonnes pratiques de stockage et distribution.

Les puits pourraient également être, par l'intermédiaire des propriétaires, une zone où les charretiers pourraient trouver de quoi nettoyer régulièrement leur matériel (éponge, solution chlorée, liquide vaisselle, ...). Ce matériel pourrait également être utilisé par les propriétaires pour nettoyer régulièrement les seaux de puisage.

6.4. SENSIBILISATION AUX PRATIQUES LIÉES AUX USAGES INTRA-DOMICILIAIRES.

Afin de minimiser les risques pour les consommateurs, les actions sur la chaîne d'approvisionnement pourraient être accompagnées par des campagnes de communication sur les stratégies de traitement intra-domiciliaire existantes ainsi que sur l'importance des conditions de stockage et conservation de l'eau.

6.5. DIFFICULTÉS, LIMITES ET RISQUES

Voici quelques points complexes qui seront à prendre en compte dans le cadre d'une intervention :

- Toute la chaîne d'approvisionnement doit être ciblée afin que des impacts positifs puissent être observés.
- La quantité importante de puits nécessitera très certainement une priorisation de l'intervention
- Les sources d'eau appartiennent à des propriétaires privés, une intervention sur certains puits plutôt que d'autres pourrait engendrer des conflits liés à des jalousies
- Les risques de perturber la situation socio-économique des différents acteurs est également un point important à prendre en compte
- Impact réel à long terme sur la qualité de l'eau nécessite un suivi et une analyse régulière des sources

6.6. AUTRES ACTIONS PROPOSÉES

Actuellement les consommateurs d'Ambovombe s'alimentent au niveau des puits de particulier en raison de la salinité de l'eau distribuée par le réseau de l'AES. Nous savons actuellement que de l'eau douce est disponible sur le secteur, cependant il manque des données de caractérisation du sous-sol qui permettraient de pouvoir créer de nouveaux puits ou forages d'eau douce.

Dans l'éventualité où de nouveaux puits seraient créés pour augmenter la production d'eau de l'AES, il conviendrait de réaliser des ouvrages produisant une eau douce acceptable comme eau de boisson. Cela passe inévitablement par la réalisation d'une étude des caractéristiques du sous-sol. Un des moyens les plus simples et efficaces est l'analyse de la résistivité électrique du sous-sol à l'aide de matériel de géophysique.

La conception des forages du CHRR d'Ambovombe, ainsi que la salinité des eaux produites, étant bien connues, une image de la résistivité électrique du sous-sol en cet endroit permettrait de mettre en lumière les formations sédimentaires contenant de l'eau moins salée. S'il est décidé de réaliser un ou plusieurs autres puits sur Ambovombe pour la distribution en eau potable, la réalisation d'un panneau électrique dans un nouveau secteur pourrait permettre de vérifier si la future masse d'eau envisagée pour l'exploitation est plutôt douce ou salée, en se basant sur le signal de référence des forages du CHRR. Les différents puits de l'AES, avec des salinités très hétérogènes et des profondeurs connues, pourraient aussi servir de points de référence pour une observation électrique du sous-sol, en vue de la réalisation de nouveaux ouvrages pour l'alimentation en eau de la population.

7. CONCLUSION

Les résultats de cette étude décrivent le fonctionnement d'un système d'approvisionnement en eau composé d'une ressource institutionnelle et d'une ressource alternative. En effet, le système d'approvisionnement par les charretiers, complémentaire à celui de l'AES, permet à la ville de disposer d'une seconde source d'approvisionnement en eau, pour pallier les pannes et la salinité de cette première. La distribution plus étendue facilite l'accès à l'eau de certains quartiers d'Ambovombe mais

également d’approvisionner des Fokontanys situés à plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres où il n’y a pas d’accès à l’eau.

Lors de nos interviews, nous avons rencontré un nombre important de personnes qui participent au fonctionnement de ce système de distribution d’eau. Il fournit une source de revenus à de nombreux ménages, des propriétaires et des charretiers, et alimente en eau des usagers dépendants de cette ressource. Mais les fluctuations saisonnières de la disponibilité de l’eau ne permettent pas au modèle de répondre correctement à la demande en eau de la ville et ses alentours et engendrent une flambée des prix qui déstabilisent le système sans bénéficiaire réel.

Par ailleurs, la quantité d’eau disponible est un besoin vital pour les populations mais la qualité de l’eau distribuée est également un élément essentiel pour la santé.

Au vu des résultats de l’enquête, le facteur le plus alarmant est la contamination de la quasi-totalité des puits étudiés par des bactéries E. coli. La détection dans l’eau doit donc être considérée comme reflétant la présence possible de micro-organismes pathogènes d’origine fécale ou entérique (source : WHO, 2011).

Ce type de contamination fait courir un risque à court terme à la population. En effet, une contamination de l’eau par des micro-organismes d’origine fécale est susceptible de provoquer des diarrhées, de la fièvre et des vomissements (source : WHO (2011). Guidelines for drinking-water quality Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1, Recommendations.).

A titre informatif, voici quelques indicateurs d’hospitalisation au CHRR de Ambovombe sur la période de janvier à juin 2022 classés par ordre de prédominance de 1 à 5. En orange dans le Tableau 10, les pathologies pouvant être causées par l’ingestion d’une eau contaminée.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
1	Pneumonie	Gastro-entérite	Gastro-entérite	Détresse respiratoire	Détresse respiratoire	Gastro-entérite
2	Gastro-entérite	Pneumonie sévère	Détresse respiratoire	Gastro-entérite	Pneumonie	Paludisme
3	Suspicion TB	Détresse respiratoire	Pneumopathie	Pneumopathie	Paludisme	Hyperthermie
4	Hyperthermie	Suspicion TB	Déshydratation	Bronchiolite	Gastro-entérite	Brûlure
5	Convulsion	Kwashiorkor	Diarrhées	Diarrhées	Déshydratation	Pneumopathie

Tableau 10. Indicateurs d’admission entre Janvier et Juin 2022 (source CHRR ABV)

Les données de cette étude ne permettent en aucun cas d’affirmer que l’eau fournie par les puits de particulier est à l’origine des pathologies recensées au CHRR d’Ambovombe, cependant le lien entre la consommation d’eau contaminée et l’apparition de pathologies diarrhéiques est avérée.

Ainsi, il semble prioritaire de mettre en place des actions de manière à améliorer la qualité bactériologique de l’eau distribuée.

8. ANNEXES

8.1. INFORMATION SUR LES PUIITS ET LA QUALITE DE L'EAU

N°	Identifiant du puit	Fokontany	Nom propriétaire	Longitude	Latitude	Type de source	Profondeur (m)	Age (Ans)	Busé	Poullie	Couvert	Bassin	Productivité	Nettoyage seuu	Date	Taux E. Coli /100ml	Conductivité (µS/cm)	pH	Turbidité (N.T.U)	Température (deg.C)
1	ABS018	Andrapilany	Absent	46,07620	-25,20263	Puit									2022-07-21	48	1800	7,00	170	27,6
2	ABS019	Andrapilany	Absent	46,07632	-25,20272	Puit									2022-07-21	48	1750	7,20	15,0	27,1
3	MIH007	Andrapilany	Mahatemetse	46,07413	-25,20230	Puit	14	13		X			2		2022-07-20	>100	336	7,48	1000	25,1
4	MAN008	Andrapilany	Managnaze	46,07409	-25,20224	Puit	14	16		X			2		2022-07-20	3	455	7,41	100	24,3
5	MAN013	Andrapilany	Manandahy	46,07474	-25,20181	Puit	14			X			3		2022-07-21		3220	6,50	114	25,0
6	MAN014	Andrapilany	Manandahy	46,07471	-25,20173	Puit									2022-07-21	48	3110	7,50	218	25,1
7	MAN010	Andrapilany	Mandajaso	46,07411	-25,20197	Puit	12	5		X			3		2022-07-20	14	1241	7,47	250	24,8
8	MAS011	Andrapilany	Masignaze	46,07381	-25,20219	Puit	14	2		X			2		2022-07-20	>100	455	7,85	60,0	24,6
9	MIH012	Andrapilany	Miha	46,07426	-25,20205	Puit	15	15		X			2		2022-07-20	33	776	7,51	25,0	25,5
10	MIH013	Andrapilany	Miha	46,07432	-25,20213	Puit	14	10		X			2		2022-07-20	>100	415		70,0	24,7
11	NIZ017	Andrapilany	Nizoto	46,07546	-25,20194	Puit									2022-07-21					
12	ROV015	Andrapilany	Rovasoa	46,07521	-25,20188	Puit	15	15		X			2		2022-07-21	>100	2390	7,40	110	24,5
13	SOA016	Andrapilany	Soake	46,07536	-25,20178	Puit									2022-07-21		2340	7,80	205	26,8
14	TSI009	Andrapilany	Tsimijale	46,07409	-25,20192	Puit	14	5							2022-07-20	5	1538	7,19	30,0	26,1
15	CYA33	Beabo	Cyane	46,09465	-25,17004	Puit	17	5		X	X		2		2022-07-27	>100	1308	8,45	35,8	20,1
16	FRANK32	Beabo	Franklin	46,09451	-25,16981	Puit	14	30	X	X	X		4		2022-07-27	>100	1521	7,72	11,4	25,1
17	MAK28	Beabo	MAKA T.	46,09494	-25,16897	Puit	17	5		X			2		2022-07-27	>100	1254	7,92	12,7	25,2
18	SIL31	Beabo	Silvain	46,09402	-25,16974	Puit	14	5							2022-07-27	>100	1356	8,19	94,8	22,3
19	TSIF27	Beabo	Tsifare	46,09469	-25,16912	Puit	18	5		X			2		2022-07-27	>100	1450	7,73	29,7	25,7
20	TSIT30	Beabo	Tsitindria	46,09404	-25,16978	Puit	13	5		X			3		2022-07-27	>100	1428	7,78	29,9	24,9
21	VIC34	Beabo	Victor	46,09418	-25,17004	Puit	12	5		X			3		2022-07-27	>100	1786	8,24	194	19,6
22	Za29	Beabo	Zana	46,09436	-25,16963	Puit	20	5			X		3		2022-07-27	>100	1585	7,73	21,8	26,2
23	BEM21	Bemonjola	Absent	46,06919	-25,19326	Puit									2022-07-22	2	1189	6,61	18,3	26,5

24	BEM30	Bemonjola	Absent	46,06855	-25,19379	Puit								2022-07-22	>100	2070	6,66	203	26,6	
25	BEM32	Bemonjola	Absent	46,06887	-25,19318	Puit								2022-07-22	>100	1966	6,65	84,5	26,5	
26	BEM22	Bemonjola	Absent	46,06930	-25,19351	Puit								2022-07-22	>100	1079	6,66		27,0	
27	BEM	Bemonjola	Absent	46,06912	-25,19315	Puit								2022-07-22						
28	BEM	Bemonjola	Absent	46,06813	-25,19297	Puit								2022-07-22						
29	BEM	Bemonjola	Absent	46,06910	-25,19279	Puit								2022-07-22						
30	BEM	Bemonjola	Absent	46,06913	-25,19270	Puit								2022-07-22						
31	BEM	Bemonjola	Absent	46,06865	-25,19359	Puit								2022-07-22						
32	MAH20	Bemonjola	Mahafehy	46,06932	-25,19286	Puit	20	20		X		4		2022-07-22	48	1240	6,52		25,4	
33	MAH024	Bemonjola	Mahasaka	46,06909	-25,19310	Puit	12	10		X		4	X	2022-07-22	14	1330	6,60	35,4	25,8	
34	SYL29	Bemonjola	Sylvain	46,06827	-25,19333	Puit	20							2022-07-22	5	1600	6,60	26,2	26,7	
35	SYL28	Bemonjola	Sylvain	46,06828	-25,19340	Puit	20	5		X		4		2022-07-22	48	1490	6,67	17,3	27,1	
36	CLA050	Berary	Claudine	46,08143	-25,17528	Puit	18	8	X	X		X	4	2022-08-04	48	7720	7,16	21,1	26,1	
37	CLA054	Berary	Claudine	46,08155	-25,17351	Puit	20	10	X	X	X	X	3	2022-08-04		8820	7,58	998	25,7	
38	DAM075	Berary	Mahalimbe	46,07858	-25,17381	Puit	18	90					4	2022-08-11		9350	6,82	12,1	25,5	
39	IVO074	Berary	Ivoriaka	46,07880	-25,17880	Puit	18	20					4	2022-08-11	14	7030	7,15	450	26,0	
40	LEO055	Berary	Leon	46,08056	-25,17469	Puit	18	7	X	X	X	X	4	2022-08-04	>100	8150	7,31	1,34	26,0	
41	MAR053	Berary	Marolahy	46,08144	-25,17583	Puit	24	4	X	X		X	4	X	2022-08-04		7520	7,42	4,61	25,4
42	MIA052	Berary	Miandry	46,08162	-25,17544	Puit	20	5		X		X	4	2022-08-04	14	7030	7,25	4,94	26,3	
43	ROG076	Berary	Roger	46,07852	-25,17394	Puit	18	10					3	2022-08-11	14	8590	7,22	6,90	25,0	
44	TAF051	Berary	Tafara	46,08155	-25,17542	Puit	12	10	X	X		X	4	2022-08-04		7550	7,24	28,2	25,7	
45	ZAN073	Berary	Zanadrainy	46,08030	-25,17464	Puit	18	16					4	2022-08-11		7040	7,12	5,29	26,8	
46	JEA061	Mitsangana I	Jean Luc	46,07729	-25,19187	Puit	20	18		X		X	4	X	2022-08-05		3180	7,13	41,3	25,8
47	LAV058	Mitsangana I	Lava	46,07713	-25,19208	Puit	16	16		X		X	4	X	2022-08-05	3	1420	7,20	9,42	26,5
48	MAH059	Mitsangana I	Mahazosoa	46,07730	-25,19220	Puit	20	18		X		X	4	X	2022-08-05		1520	7,00	7,89	26,8
49	MAI065	Mitsangana I	Maintee	46,07599	-25,19074	Puit	14	22	X	X		X	2	X	2022-08-05		1240	7,30	84,8	26,0
50	MAN072	Mitsangana I	Managnirake	46,08009	-25,19021	Puit	23	10		X		X	2	X	2022-08-11		1630	7,65	12,0	25,0
51	MAS057	Mitsangana I	Masitsaotse	46,07711	-25,19211	Puit	20	10		X		X	4	2022-08-05	>100	1520	7,23	9,35	25,9	
52	MBE071	Mitsangana I	Mbehoavotsy	46,08014	-25,18907	Puit	26	10		X		X	2	2022-08-11	>100	4880	7,15	36,6	26,6	
53	MBE072	Mitsangana I	Mbehoavotsy	46,08007	-25,18877	Puit	24	2					2	2022-08-11		2780	7,76	31,6	26,2	
54	MIH003	Mitsangana I	Miha Kilimitie	46,07886	-25,19043	Puit	12	7	X				2	2022-07-05	>100	4400	7,79	16,8		
55	MIH064	Mitsangana I	Miha Kilimitie	46,07613	-25,19074	Puit	14	16		X		X	2	X	2022-08-05		1220	7,42	11,7	25,3

56	MIH063	Mitsangana I	Miha Orgene	46,07756	-25,19193	Puit	13	2		X		X	4	X	2022-08-05	>100	3250	7,90	2,21	25,6
57	MOS056	Mitsangana I	Mosa T.	46,07698	-25,19222	Puit	20	15		X		X	4	X	2022-08-05	33	1720	7,25	43,5	26,1
58	MOS060	Mitsangana I	Mosa T.	46,07726	-25,19195	Puit	20	16		X		X	4		2022-08-05	>100	1480	7,30	29,3	26,0
59	TOV067	Mitsangana I	Mosa T.	46,07698	-25,19222	Puit	20	14		X		X	3		2022-08-09					
60	NAH004	Mitsangana I	Nahike	46,07926	-25,19014	Puit	15	12	X				3		2022-07-05	>100	2470	7,50	40,8	
61	RAN069	Mitsangana I	Ranotave	46,08116	-25,19065	Puit	22	1	X	X		X	2	X	2022-08-09		2330	7,64	180	25,3
62	TEZ001	Mitsangana I	Tezasoa	46,07916	-25,18977	Puit	13	5	X				3		2022-07-05	>100	2260	7,45	15,7	
63	TOV062	Mitsangana I	Tovoniaina	46,07731	-25,19176	Puit	14	2		X		X	2		2022-08-05		2310	7,02	14,1	25,8
64	TSI068	Mitsangana I	Donatien	46,08077	-25,19039	Puit	22	2		X		X	3	X	2022-08-09	14	2450	7,67	5,04	25,6
65	TSI002	Mitsangana I	Tsimilahatse	46,07885	-25,19024	Puit	15	6		X	X		3		2022-07-05	>100	2830	7,80	303	
66	VAH070	Mitsangana I	Vaha Juliette	46,08058	-25,18968	Puit	26	16	X	X		X	4	X	2022-08-09	>100	5610	7,33	3,53	25,8
67	VAL005	Mitsangana I	Valazoa	46,07876	-25,19003	Puit	20	13	X	X			2		2022-07-05	>100	3070	7,20	276	
68	ZAR066	Mitsangana I	Zarato N	46,07891	-25,19059	Puit	27	14	X	X			3	X	2022-08-09	>100	1770	7,50	8,02	25,9
69	ZAR071	Mitsangana I	Zarato N	46,08059	-25,19041	Puit									2022-08-11					
70	DED01	Mitsangana II	Dede	46,08570	-25,19039	Puit	23	1							2022-07-22	0	2680	7,56	5,00	26,4
71	LAH03	Mitsangana II	Laha Samoela	46,08693	-25,19096	Puit	24	4							2022-07-22	>100	3000	7,33	140	25,8
72	LAM02	Mitsangana II	Valafeno	46,08630	-25,19102	Puit	15	15							2022-07-22	>100	1690	7,92	120	26,2
73	MAK03	Mitsangana II	Maka	46,08955	-25,19116	Puit									2022-07-22	>100	2030	7,74	450	
74	MIL04	Mitsangana II	Milavonjy	46,08972	-25,19103	Puit	23								2022-07-22	14	2702	7,96	80,0	
75	MOS01	Mitsangana II	Mosa	46,08837	-25,19020	Puit	27								2022-07-22	>100	1900	7,85	5,00	
76	RAN02	Mitsangana II	Randria	46,08853	-25,19086	Puit	27								2022-07-22	0	1920	7,78	5,00	
77	A3A23	Mahavelo	A3 AES	46,08926	-25,18508	Puit				X		X			2022-07-21	0	4080	7,34	5,00	
78	A4A24	Mahavelo	A4 AES	46,08940	-25,18633	Puit				X		X			2022-07-21	1	2750	7,46	5,00	
79	A5A25	Mahavelo	A5 AES	46,08944	-25,18483	Puit				X		X			2022-07-21	0	3290	7,60	5,00	
80	A6A26	Mahavelo	A6 AES	46,08890	-25,18587	Puit				X		X			2022-07-21	0	3370	7,35	5,00	
81	FSF01	Ankilimafaitse	Fraternidad S F	46,10344	-25,18347	Forage	156	1							2022-07-28	0	6460	7,18	0,31	28,6
82	PPMH01	Beabo		46,09338	-25,17030	PPMH	13	2	X	X					2022-08-18	0	3580	7,80	4,99	27,6
83	PPMH02	Beabo	Yehoshua	46,09310	-25,17069	Puit	14		X	X					2022-08-18	14	9180	7,60	26,4	26,0
84	PPMH03	Ambaro I		46,08565	-25,18045	PPMH	18		X	X					2022-08-18	0	8040	7,60	1,70	27,0
85	PPMH04	Anjatoka		46,08824	-25,17882	PPMH	20		X	X					2022-08-18	0	6170	7,60	1,66	26,7
86	PPMH05	Berary		46,07817	-25,17319	Puit			X	X					2022-08-18	>100	7380	7,80	195	26,9

8.2. INFORMATION SUR LES PUIITS ET LES PRIX

N°	Identifiant du puit	Fokontany	Nom propriétaire	Longitude	Latitude	Type de source	NB charrettes possédées	NB charretiers clients	Prix Ar/20L	NB Réservoir 250L vendus/jour	NB Bidon 20L vendus/jour	NB seau 10L vendus/jour	Abonnement/ Crédit
1	ABS018	Andrapilany	Absent	46,07620	-25,20263	Puit							
2	ABS019	Andrapilany	Absent	46,07632	-25,20272	Puit							
3	MIH007	Andrapilany	Mahatemetse	46,07413	-25,20230	Puit	0	10	150	10	100	0	Non
4	MAN008	Andrapilany	Managnaze	46,07409	-25,20224	Puit	0	15	150	13	50	0	Mensuel
5	MAN013	Andrapilany	Manandahy	46,07474	-25,20181	Puit	0	25	200	20	100	0	Non
6	MAN014	Andrapilany	Manandahy	46,07471	-25,20173	Puit							
7	MAN010	Andrapilany	Mandajaso	46,07411	-25,20197	Puit	0	35	200	40	30	0	Non
8	MAS011	Andrapilany	Massignaze	46,07381	-25,20219	Puit	0	2	150	3	20	0	Non
9	MIH012	Andrapilany	Miha	46,07426	-25,20205	Puit	0	10	150	10	40	0	Non
10	MIH013	Andrapilany	Miha	46,07432	-25,20213	Puit	1	3		4			Non
11	NIZ017	Andrapilany	Nizoto	46,07546	-25,20194	Puit							
12	ROV015	Andrapilany	Rovasoa	46,07521	-25,20188	Puit	1	5	150	5	25	0	Non
13	SOA016	Andrapilany	Soake	46,07536	-25,20178	Puit							
14	TSI009	Andrapilany	Tsimijale	46,07409	-25,20192	Puit							
15	CYA33	Beabo	Cyane	46,09465	-25,17004	Puit		30	200	30			Non
16	FRANK32	Beabo	Franklin	46,09451	-25,16981	Puit	0		100	4	15		Non
17	MAK28	Beabo	MAKA T.	46,09494	-25,16897	Puit	0		100	13	20	15	Non
18	SIL31	Beabo	Silvain	46,09402	-25,16974	Puit	0	2	500	2	20	10	Non
19	TSIF27	Beabo	Tsifare	46,09469	-25,16912	Puit	1	5	200	5	5	15	Mensuel, Journalier
20	TSIT30	Beabo	Tsitindria	46,09404	-25,16978	Puit	0		300	2	30	19	Non
21	VIC34	Beabo	Victor	46,09418	-25,17004	Puit							
22	Za29	Beabo	Zana	46,09436	-25,16963	Puit	0	3	300	3			Oui
23	BEM21	Bemonjola	Absent	46,06919	-25,19326	Puit							
24	BEM30	Bemonjola	Absent	46,06855	-25,19379	Puit							
25	BEM32	Bemonjola	Absent	46,06887	-25,19318	Puit							

26	BEM22	Bemonjola	Absent	46,06930	-25,19351	Puit							
27	BEM	Bemonjola	Absent	46,06912	-25,19315	Puit							
28	BEM	Bemonjola	Absent	46,06813	-25,19297	Puit							
29	BEM	Bemonjola	Absent	46,06910	-25,19279	Puit							
30	BEM	Bemonjola	Absent	46,06913	-25,19270	Puit							
31	BEM	Bemonjola	Absent	46,06865	-25,19359	Puit							
32	MAH20	Bemonjola	Mahafehy	46,06932	-25,19286	Puit	10	40	200	40	200	0	Oui
33	MAH024	Bemonjola	Mahasaka	46,06909	-25,19310	Puit	0	35	200	30	100	0	Oui
34	SYL29	Bemonjola	Sylvain	46,06827	-25,19333	Puit							
35	SYL28	Bemonjola	Sylvain	46,06828	-25,19340	Puit	1	20	200	20	100	0	Non
36	CLA050	Berary	Claudine	46,08143	-25,17528	Puit							
37	CLA054	Berary	Claudine	46,08155	-25,17351	Puit							
38	DAM075	Berary	Mahalimbe	46,07858	-25,17381	Puit	1	1		1	0	0	Journalier
39	IVO074	Berary	Ivoriaka	46,07880	-25,17880	Puit	1	1	200	2	24	0	Non
40	LEO055	Berary	Leon	46,08056	-25,17469	Puit	0	0					Non
41	MAR053	Berary	Marolahy	46,08144	-25,17583	Puit	2	40	200	4	40	0	Mensuel
42	MIA052	Berary	Miandry	46,08162	-25,17544	Puit							
43	ROG076	Berary	Roger	46,07852	-25,17394	Puit	1	30		30			Journalier
44	TAF051	Berary	Tafara	46,08155	-25,17542	Puit							
45	ZAN073	Berary	Zanadrainy	46,08030	-25,17464	Puit							
46	JEA061	Mitsangana I	Jean Luc	46,07729	-25,19187	Puit	2	8	200	8	25	0	Mensuel
47	LAV058	Mitsangana I	Lava	46,07713	-25,19208	Puit	0	3	200	3	10	0	Mensuel
48	MAH059	Mitsangana I	Mahazosoa	46,07730	-25,19220	Puit	1	3	200	3	13	0	Mensuel
49	MAI065	Mitsangana I	Maintee	46,07599	-25,19074	Puit	1	1	200	1	12	0	Mensuel
50	MAN072	Mitsangana I	Managnirake	46,08009	-25,19021	Puit	1	5	200	5	15	4	Non
51	MAS057	Mitsangana I	Masitsaotse	46,07711	-25,19211	Puit	0	6	200	6	15	0	Mensuel
52	MBE071	Mitsangana I	Mbehoavotsy	46,08014	-25,18907	Puit	0	70	200	50			Mensuel, Hebdomadaire
53	MBE072	Mitsangana I	Mbehoavotsy	46,08007	-25,18877	Puit	1	3	200	3	7	0	Non
54	MIH003	Mitsangana I	Miha Kilimitie	46,07886	-25,19043	Puit	1	15	200	15	20		Non
55	MIH064	Mitsangana I	Miha Kilimitie	46,07613	-25,19074	Puit	1	2	200	2	17	0	Mensuel
56	MIH063	Mitsangana I	Miha Orgene	46,07756	-25,19193	Puit							
57	MOS056	Mitsangana I	Mosa T.	46,07698	-25,19222	Puit	1	3	200	3	13	0	Mensuel

58	MOS060	Mitsangana I	Mosa T.	46,07726	-25,19195	Puit	0	3	200	3	8	0	Mensuel
59	TOV067	Mitsangana I	Mosa T.	46,07698	-25,19222	Puit	2	6	200	6	34	0	Mensuel
60	NAH004	Mitsangana I	Nahike	46,07926	-25,19014	Puit	0	2	200	2	2	0	Non
61	RAN069	Mitsangana I	Ranotave	46,08116	-25,19065	Puit							
62	TEZ001	Mitsangana I	Tezasoa	46,07916	-25,18977	Puit	0	1	200	0	5	4	Journalier
63	TOV062	Mitsangana I	Tovoniaina	46,07731	-25,19176	Puit	1	4	200	4	15	0	Mensuel
64	TSI068	Mitsangana I	Donatien	46,08077	-25,19039	Puit							
65	TSI002	Mitsangana I	Tsimilahatse	46,07885	-25,19024	Puit	0	1	200	1	8	0	Journalier
66	VAH070	Mitsangana I	Vaha Juliette	46,08058	-25,18968	Puit	6	10	100	10	10		Non
67	VAL005	Mitsangana I	Valazoa	46,07876	-25,19003	Puit	1	30	200				Journalier
68	ZAR066	Mitsangana I	Zarato N	46,07891	-25,19059	Puit	0	2	200	2	24	0	
69	ZAR071	Mitsangana I	Zarato N	46,08059	-25,19041	Puit	0	10	100	5	40	25	Non
70	DED01	Mitsangana II	Dede	46,08570	-25,19039	Puit							
71	LAH03	Mitsangana II	Laha Samoela	46,08693	-25,19096	Puit							
72	LAM02	Mitsangana II	Valafeno	46,08630	-25,19102	Puit							
73	MAK03	Mitsangana II	Maka	46,08955	-25,19116	Puit	0	1	500	1	23	10	Non
74	MIL04	Mitsangana II	Milavonjy	46,08972	-25,19103	Puit	0	0					
75	MOS01	Mitsangana II	Mosa	46,08837	-25,19020	Puit							
76	RAN02	Mitsangana II	Randria	46,08853	-25,19086	Puit							
77	A3A23	Mahavelo	A3 AES	46,08926	-25,18508	Puit							
78	A4A24	Mahavelo	A4 AES	46,08940	-25,18633	Puit							
79	A5A25	Mahavelo	A5 AES	46,08944	-25,18483	Puit	0	0	500	1	13	13	Non
80	A6A26	Mahavelo	A6 AES	46,08890	-25,18587	Puit							
81	FSF01	Ankilimafaitse	Fraternidad S F	46,10344	-25,18347	Forage	0	7	100	7	70		Non
82	PPMH01	Beabo		46,09338	-25,17030	PPMH	0	1					
83	PPMH02	Beabo	Yehoshua	46,09310	-25,17069	Puit	0	2	700	2	46	18	Non
84	PPMH03	Ambaro I		46,08565	-25,18045	PPMH							
85	PPMH04	Anjatoka		46,08824	-25,17882	PPMH							
86	PPMH05	Berary		46,07817	-25,17319	Puit	0	10	200				

8.3. INFORMATION SUR LES CHARRETIERS

N°	Lieu de l'enquête FKT	Nom	Fokontany d'origine	Avantages de la source ?	Distance Source/ Point de vente	Eau payante (Client ou Prop)	Prix achat (Ar/L)	Nb aller-retours par jour	Nb réservoirs 250L	Nb de bidons 20L	Traitement de l'eau	Fréquence de nettoyage contenants	Type de nettoyage	Litres vendus par jour	Prix vente (Ar/L)	Nb clients par jour	Employé/ propriétaire de la charrette	Jours de travail /semaine	Heures travaillées /jour
1	Andrapilany	Tovondrafy	Andrapilany	Bon débit, Bonne qualité	Entre 20 et 30 min	Oui	6	2	1	6	Non	Une fois par jour	Rincer	Entre 500L et 1000L	30	100	Propriétaire	7	10
2	Andrapilany	Fahamaro	Anjatoka III	Bon débit, Bonne qualité	Entre 30min et 1h	Oui	6	3	2	4	Non	Une fois par jour	Rincer	Entre 2000L et 3000L	30	10	Employé	7	10
3	Andrapilany	Ambendraza	Tsirangoty	Proximité	Entre 30min et 1h	Oui	6	1	1	3	Non	Une fois par semaine	Rincer	Entre 100 et 200L	35	7	Propriétaire	2	4
4	Andrapilany	Maharendregne	Litafiky	Proximité	Plus d'une 1h	Oui	6	1	1	1	Non	Jamais		Entre 100 et 200L	35	12	Propriétaire	7	20
5	Andrapilany	Remario J. L.	Vangay	Proximité	Plus d'une 1h	Oui	6	1	1	0	Non	Jamais		Entre 100 et 200L	35	8	Propriétaire	6	11
6	Andrapilany	Juvence	Anjatoka III		Plus d'une 1h	Oui	6	4	1	4	Non	Jamais		Entre 200L et 500L	25	16	Propriétaire	7	15
7	Andrapilany	Tsimijaly M. C.	Andrapilany	Bon débit	Plus d'une 1h	Oui	6	1	1	1	Non	Une fois par jour	Rincer		30		Propriétaire	6	15
8	Andrapilany	Managnombe	Tsirangoty		Plus d'une 1h	Oui	6	3	1	8	Non	Jamais		Entre 200L et 500L	25	60	Propriétaire	7	18
9	Andrapilany	Rebeja	Ekonka	Proximité	Plus d'une 1h	Oui	7	2	0	8	Non	Une fois par jour	Rincer	Entre 100 et 200L	20	3	Employé	7	8
10	Andrapilany	Mara	Beroroha	Bonne qualité, Faible prix	Plus d'une 1h	Oui		1	1	4	Non	Une fois par semaine	Rincer	Entre 100 et 200L	20	5	Propriétaire	5	5
11	Andrapilany	Berthin	Berary	Proximité	Entre 30min et 1h	Oui	8	2	1	0	Non	Une fois par semaine	Rincer	Entre 100 et 200L	20	10	Employé	5	6
12	Andrapilany	Petera	Mitsangana	Proximité	Entre 30min et 1h	Non		1	1	6	Non	Jamais		Entre 200L et 500L	20	1	Propriétaire	7	4
13	Andrapilany	Monja	Ambaro		Entre 30min et 1h	Oui	6	2	1	3	Non	Jamais		Entre 500L et 1000L	25	4	Propriétaire	7	13
14	Andrapilany	Elinah	Esalo	Bon débit	Plus d'une 1h	Oui	6		1	0	Non	Jamais				0	Propriétaire	3	4
15	Andrapilany	Njaka	Esanta	Proximité	Entre 30min et 1h	Oui	6	1	1	4	Non	Jamais				0	Propriétaire	2	
16	Andrapilany	Mandimbeaze	Anjatoka	Bonne qualité	Entre 20 et 30 min	Oui	6	2	1	4	Non	Jamais		Entre 500L et 1000L	25	12	Propriétaire	7	16
17	Bemonjola	Mara Albert	Esingo	Proximité	Entre 30min et 1h	Oui	10	3	1	5	Non	Jamais		Entre 1000L et 1500L		2	Propriétaire	6	7
18	Bemonjola	Tsiveriantoka	Berary	Bonne qualité	Entre 30min et 1h	Oui	8	2	2	8	Non	Une fois par jour	Rincer	Entre 500L et 1000L	28	4	Propriétaire	7	6

19	Bemonjola	Sojamihosoa	Asingo	Bonne qualité	Entre 30min et 1h	Oui	8	8	1	6	Non	Une fois par jour	Rincer	Entre 200L et 500L	30	11	Propriétaire	7	13
20	Bemonjola	Mandaisoa F.	Tsimananada	Bonne qualité	Plus d'une 1h	Oui	8	1	2	2	Non	Jamais		Entre 500L et 1000L	16		Propriétaire	7	8
21	Bemonjola	Mampiono	Anjamahaso	Bonne qualité, Bon débit	Plus d'une 1h	Oui	6	3	1	2	Non	Une fois par semaine	Rincer	Entre 200L et 500L			Propriétaire	3	8
22	Bemonjola	Tsakoree	Sarehanga	Bonne qualité, Bon débit	Plus d'une 1h	Oui	6	1	1	0	Non	Une fois par semaine	Rincer				Propriétaire	1	9
23	Bemonjola	Tovondrae	Etsila	Bonne qualité, Bon débit	Plus d'une 1h	Oui	6	1	1	2	Non	Jamais					Propriétaire	1	8
24	Bemonjola	Jean Pierre	Ambaro	Bonne qualité, Horaires	Entre 10 et 20 min	Oui	6	2	1	5	Non	Jamais		Entre 500L et 1000L	30	10	Propriétaire	7	8

8.4. INFORMATION SUR LA QUALITE DE L'EAU DES CHARETTES

N°	Lieu de l'enquête FKT	Nom	Fokontany d'origine	Taux E. Coli /100ml	Conductivité (µS/cm)	pH	Turbidité (N.T.U)	Température °C
1	Andrapilany	Tovondrafy	Andrapilany		2730	7.8	21.5	27,2
2	Andrapilany	Fahamaro	Anjatoka III		1400	8.5	44.1	27
17	Bemonjola	Mara Albert	Esingo	>100				
18	Bemonjola	Tsiveriantoka	Berary	>100	1209	7,6	950	26,5
19	Bemonjola	Sojamihosoa	Asingo	>100	1008	7,6	152	26,5
20	Bemonjola	Mandaisoa F.	Tsimananada	>100	996	7,6	108	27,1
21	Bemonjola	Mampiono	Anjamahaso	>100	1187	7,8	32,5	26,4
22	Bemonjola	Tsakoree	Sarehanga	>100	1400	7,6	658	25,6
23	Bemonjola	Tovondrae	Etsila	>100	1866	7,8	734	26,4
24	Bemonjola	Jean Pierre	Ambaro	>100	1563	7,8	734	27

8.5. INFORMATION SUR LES HABITANTS D'AMBOVOMBE

Date	Dans quel fkt habitez-vous ?	Nombre de personne dans le ménage	Eau achetée aux charretiers	Toujours au même charretier	Nombre de bidons 20L par semaine	Prix eau douce Ar/20L	Traitement de l'eau	Autres sources d'eau	Utilisation des bornes fontaines de l'AES	Nb de bidons par semaine	Cas de diarrhées en 2 semaines
23/08/2022	Berary		Non		30	200	Non	Au puit	Non		Oui
23/08/2022	Anjatoka III	18	Oui	Non	17	800	Non		Oui	5	Oui
23/08/2022	Anjatoka III	4	Oui	Non	27	600	Non				Non
23/08/2022	Anjatoka III	3	Oui	Non	14	500	Non				Non
24/08/2022	Anjatoka III	13	Oui	Non	42	500	Non		Non		Oui
24/08/2022	Ambaro I	8	Oui	Non	20	700	Bouillie		Oui	2	Non
24/08/2022	Ambaro I	17	Oui	Non	28	700	Non		Oui	14	Non
24/08/2022	Ambaro I	5	Oui	Oui	42	700	Non		Non		Non
24/08/2022	Ambaro I	11	Oui	Non	28	600	Non		Oui	2	Oui
24/08/2022	Ambaro I	11	Oui	Oui	28	700	Javel		Non		Oui
24/08/2022	Ambaro II	12	Oui	Non	10	600	Non		Non		Non
24/08/2022	Ambaro II	5	Oui	Non	42	600	Javel		Non		Non
24/08/2022	Ambaro II	8	Oui	Non	14	700	Non		Non		Non
24/08/2022	Ambaro II	5	Oui	Non	21	500	Javel		Oui, pas pour boire	7	Non
24/08/2022	Ambaro II	25	Oui	Oui	70	700	Non		Oui, pas pour boire	12	Non
24/08/2022	Ambaro II	5	Oui	Non	14	600	Bouillie		Oui, pas pour boire	10	Non
24/08/2022	Mahavelo	10	Oui	Non	70	500	Décantée		Oui	28	Non
24/08/2022	Mahavelo	16	Non		112		Non	Puit privé	Non		Non
24/08/2022	Mahavelo	7	Non		28	500	Non	Porteur d'eau	Non		Oui
24/08/2022	Mahavelo	5	Oui	Oui	21	300	Bouillie		Non		Non
24/08/2022	Mahavelo	8	Oui	Non	28	500	Non		Non		Oui
24/08/2022	Mahavelo	13	Non		28	500	Non	Porteur d'eau	Non		Non
24/08/2022	Mahavelo	8	Non		35	500	Non	Porteur d'eau	Non		Non
25/08/2022	Berary	3	Non	Non	28	200	Non	Au puit	Non		Oui
25/08/2022	Berary	7	Non	Non			Non	Au puit	Non		Non
25/08/2022	Berary	15	Non	Non	35	200	Bouillie	Au puit	Non, bornes loin		Non

25/08/2022	Berary	6	Non	Non	15		Non	Au puit	Non, bornes loin		Oui
25/08/2022	Andranokoaky	4	Non	Non		500	Non	Au puit	Non, bornes loin		Oui
25/08/2022	Andaboly II	4	Oui	Non	35	600	Bouillie		Oui	14	Oui
25/08/2022	Andaboly II	12	Oui	Non	70	700	Non		Oui	5	Non
25/08/2022	Berary	6	Oui	Non	35	500	Non		Non, bornes loin		Oui
25/08/2022	Berary	8	Non	Non	14	200	Non	Au puit	Non, bornes loin		Oui
25/08/2022	Berary	8	Oui	Non	70	700	Bouillie		Non		Non
25/08/2022	Andaboly II	12	Oui	Non	28	600	Non		Non		Oui
25/08/2022	Berary	6	Oui	Non	36	700	Non		Non, bornes loin		Oui

8.6. RESULTATS MICROBIOLOGIQUES DU LABORATOIRE DE L'INSTITUT PASTEUR



Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64; 22 401-65; 22 412-72; 22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



Réf. commande :
N/Réf. : 221108 002834 01
V/Réf. : 926/10/IPM/LHAE/2022

MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Antananarivo, le 17/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par	: MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le	: 08/11/2022
Désignation du produit (*)	: Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons	:
Date du prélèvement (*)	: 08/11/2022 à 07H30	Date des manipulations	: 08/11/2022
Lieu de prélèvement (*)	: AES 4	Température de réception	: 6.8 °C
Température au prélèvement (*)	: °C	Lieu de manipulation	: IPM LHAE
Prélèvement effectué par	: Vos soins (Nicolas BRISSET (*))	Prélèvement accrédité	: NON
Référence (*)	: Eau de puits		

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184411	Unité	Critère	Méthode
Bactéries coliformes	⊕ > 2400	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Escherichia coli	⊕ 260	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Entérocoques intestinaux	⊕ > 2400	NPP/100ml	0	IDX 33/03-10/13

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : Les éléments recherchés ne respectent pas les critères fixés par Le Décret n°2004-635 MEM du 15/06/04 relatif aux normes de potabilité malagasy.

Date de validation : 11/11/2022
SANTATRA RAMILISON
Superviseur technique

Santatra RAMILISON
Superviseur Technique du Laboratoire
d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole ⊕.

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associé au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement



B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64; 22 401-65; 22 412-72; 22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Réf. commande :
N/Réf. : 221108 002834 01
V/Réf. : 926/10/IPM/LHAE/2022

Antananarivo, le 17/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par : MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le : 08/11/2022
Désignation du produit (*) : Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons :
Date du prélèvement (*) : 08/11/2022 à 07H00	Date des manipulations : 08/11/2022
Lieu de prélèvement (*) : AES 3	Température de réception : 6.8 °C
Température au prélèvement (*) : °C	Lieu de manipulation : IPM LHAE
Prélèvement effectué par : Vos soins (Nicolas BRISSET (*)	Prélèvement accrédité : NON
Référence (*) : Eau de puits	

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184410	Unité	Critère	Méthode
Bactéries coliformes	⊗ > 2400	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Escherichia coli	⊗ < 1	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Entérocoques intestinaux	⊗ 2	NPP/100ml	0	IDX 33/03-10/13

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : Les éléments recherchés ne respectent pas les critères fixés par Le Décret n°2004-635 MEM du 15/06/04 relatif aux normes de potabilité malagasy.

Date de validation : 11/11/2022
SANTATRA RAMILISON
Superviseur technique


 Santatra RAMILISON
 Superviseur Technique du Laboratoire
 d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole ⊗

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associé au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement



B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64; 22 401-65; 22 412-72; 22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



Réf. commande :
N/Réf : 221108 002834 01
V/Réf : 926/10/IPM/LHAE/2022

MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Antananarivo, le 17/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par : MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le : 08/11/2022
Désignation du produit (*) : Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons :
Date du prélèvement (*) : 08/11/2022 à 06H30	Date des manipulations : 08/11/2022
Lieu de prélèvement (*) : MAN 072-Aéroport	Température de réception : 6.8 °C
Température au prélèvement (*) : 26 °C	Lieu de manipulation : IPM LHAE
Prélèvement effectué par : Vos soins (Nicolas BRISSET (*)	Prélèvement accrédité : NON
Référence (*) : Eau de puits	

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184412	Unité	Critère	Méthode
Bactéries coliformes	⊗ > 2400	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Escherichia coli	⊗ 340	NPP/100ml	0	ISO 9308-2
Entérocoques intestinaux	⊗ > 2400	NPP/100ml	0	IDX 33/03-10/13

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : Les éléments recherchés ne respectent pas les critères fixés par Le Décret n°2004-635 MEM du 15/06/04 relatif aux normes de potabilité malagasy.

Date de validation : 11/11/2022
SANTATRA RAMILISON
Superviseur technique


 Santatra RAMILISON
 Superviseur Technique du Laboratoire
 d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole ⊗

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associé au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

8.7. RESULTATS PHYSICO-CHIQUE DU LABORATOIRE DE L'INSTITUT PASTEUR



Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64; 22 401-65; 22 412-72; 22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



Réf. commande :
N/Réf. : 221108 002834 02
V/Réf. : 926/10/IPM/LHAE/2022

MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Antananarivo, le 18/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par	: MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le	: 08/11/2022
Désignation du produit (*)	: Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons	:
Date du prélèvement (*)	: 08/11/2022 à 07H30	Date des manipulations	: 09/11/2022
Lieu de prélèvement (*)	: Puits AES4 (46.08940-25.18633)	Température de réception	: 6.8 °C
Température au prélèvement (*)	: °C	Lieu de manipulation	: IPM LHAE
Prélèvement effectué par	: Vos soins (Brisset Nicolas (*))	Prélèvement accrédité	: NON

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184414	Unité	Critère	Méthode
Température de mesure de la conductivité	20.2	°C		Méthode à la sonde
Conductivité électrique à 25°C (Compensation de température)	Ⓢ 1 730	µs/cm		NF EN 27888
Ammonium (en NH ₄)	Ⓢ 0.1	mg/l en NH ₄		NFT 90-015-2
Calcium	57.6	mg/l en Ca		Spectrométrie visible
Chlorure	63	mg/l		Spectrométrie visible
Phosphore Total après oxydation au persulfate (en P)	Ⓢ 0.79	mg/l		NF EN ISO 6878
Fer (Fe)	< 0.05	mg/l		Spectrométrie visible
Fluorures (F)	0.9	mg/l		Spectrométrie visible
Magnésium (Mg)	10.0	mg/l en Mg		Spectrométrie visible
Manganèse (Mn)	< 0.05	mg/l		Spectrométrie visible
Nitrate (en NO ₃)	39.4	mg/l en NO ₃		Spectrométrie visible
Nitrite (en NO ₂)	Ⓢ <0.1	mg/l en NO ₂		NF EN 26777
Sulfates	39.0	mg/l		Spectrométrie visible
Arsenic	< 0.01	µg/kg		Spectrométrie visible
Oxydabilité permanganate	Ⓢ 3.49	mg/l		NF EN ISO 8467
Potassium (K)	14.8	mg/l		Spectrométrie visible

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : _

Date de validation : 18/11/2022
ALEXANDRA BASTARAUD
DIRECTEUR

Alexandra BASTARAUD CELESTIN
Directeur du Laboratoire d'Hygiène
des Aliments et de l'Environnement
Institut Pasteur de Madagascar

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole Ⓢ.

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associé au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement

B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64; 22 401-65; 22 412-72; 22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Réf. commande :
N/Réf. : 221108 002834 02
V/Réf. : 926/10/IPM/LHAE/2022

Antananarivo, le 18/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par	: MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le	: 08/11/2022
Désignation du produit (*)	: Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons	:
Date du prélèvement (*)	: 08/11/2022 à 07H00	Date des manipulations	: 09/11/2022
Lieu de prélèvement (*)	: Puits AES3 (46.08926-25.18508)	Température de réception	: 6.8 °C
Température au prélèvement (*)	: °C	Lieu de manipulation	: IPM LHAE
Prélèvement effectué par	: Vos soins (Brisset Nicolas (*))	Prélèvement accrédité	: NON

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184413	Unité	Critère	Méthode
Température de mesure de la conductivité	20.6	°C		Méthode à la sonde
Conductivité électrique à 25°C (Compensation de température)	⊙ 5 530	µs/cm		NF EN 27888
Ammonium (en NH4)	⊙ 0.1	mg/l en NH4		NF T 90-015-2
Calcium	196.0	mg/l en Ca		Spectrométrie visible
Chlorure	120	mg/l		Spectrométrie visible
Phosphore Total après oxydation au persulfate (en P)	⊙ 0.54	mg/l		NF EN ISO 6878
Fer (Fe)	< 0.05	mg/l		Spectrométrie visible
Fluorures (F)	1.2	mg/l		Spectrométrie visible
Magnésium (Mg)	55.0	mg/l en Mg		Spectrométrie visible
Manganèse (Mn)	< 0.05	mg/l		Spectrométrie visible
Nitrate (en NO3)	23.8	mg/l en NO3		Spectrométrie visible
Nitrite (en NO2)	⊙ <0.1	mg/l en NO2		NF EN 26777
Sulfates	170.0	mg/l		Spectrométrie visible
Arsenic	< 0.01	µg/kg		Spectrométrie visible
Oxydabilité permanganate	⊙ 4.1	mg/l		NF EN ISO 8467
Potassium (K)	16.4	mg/l		Spectrométrie visible

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : _

Date de validation : 18/11/2022
ALEXANDRA BASTARAUD
DIRECTEUR

Alexandra BASTARAUD CELESTIN
Directeur du Laboratoire d'Hygiène
des Aliments et de l'Environnement
Institut Pasteur de Madagascar

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole ⊙.

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement



**Institut Pasteur
de Madagascar**

B.P. 1274 ANTANANARIVO 101
Tél : 22 401-64;22 401-65;22 412-72;22 412-74
Télécopie : (261-20) 22 407 17
e-mail : lhae@pasteur.mg



Accréditation
N° 1-1872
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

MEDECIN SANS FRONTIERE
Etoile du Sud, AMBOVOMBE
604 ANDROY
MADAGASCAR

Réf. commande :
N/Réf. : 221108 002834 02
V/Réf. : 926/10/IPM/LHAE/2022

Antananarivo, le 18/11/2022

RAPPORT D'ESSAIS

PRELEVEMENT

Examen demandé par : MEDECIN SANS FRONTIERE	Arrivée au laboratoire le : 08/11/2022
Désignation du produit (*): Eau non traitée pour consommation	Nbre d'échantillons :
Date du prélèvement (*): 08/11/2022 à 06H30	Date des manipulations : 09/11/2022
Lieu de prélèvement (*): MAN 072	Température de réception : 6.8 °C
Température au prélèvement (*): 26 °C	Lieu de manipulation : IPM LHAE
Prélèvement effectué par : Vos soins (Brisset Nicolas (*))	Prélèvement accrédité : NON
Référence (*): Eau de puits	

(*) : Données communiquées par le client

Paramètre	Ech 184415	Unité	Critère	Méthode
Température de mesure de la conductivité	20.1	°C		Méthode à la sonde
Conductivité électrique à 25°C (Compensation de température) ©	857	µs/cm		NF EN 27888
Ammonium (en NH4) ©	0.1	mg/l en NH4		NF T 90-015-2
Calcium	3.2	mg/l en Ca		Spectrométrie visible
Chlorure	38	mg/l		Spectrométrie visible
Phosphore Total après oxydation au persulfate (en P) ©	0.63	mg/l		NF EN ISO 6878
Fer (Fe)	0.1	mg/l		Spectrométrie visible
Fluorures (F)	1.0	mg/l		Spectrométrie visible
Magnésium (Mg)	< 0.05	mg/l en Mg		Spectrométrie visible
Manganèse (Mn)	< 0.05	mg/l		Spectrométrie visible
Nitrate (en NO3)	19.7	mg/l en NO3		Spectrométrie visible
Nitrite (en NO2) ©	0.1	mg/l en NO2		NF EN 26777
Sulfates	58.0	mg/l		Spectrométrie visible
Arsenic	< 0.01	µg/kg		Spectrométrie visible
Oxydabilité permanganate ©	3.0	mg/l		NF EN ISO 8467
Potassium (K)	4.6	mg/l		Spectrométrie visible

N/A ou N.M. = non analysé

CONCLUSION : _

Date de validation : 18/11/2022
ALEXANDRA BASTARAUD
DIRECTEUR

Alexandra BASTARAUD CELESTIN
Directeur du Laboratoire d'Hygiène
des Aliments et de l'Environnement
Institut Pasteur de Madagascar

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

La conformité ne s'applique qu'aux analyses pour lesquelles un critère est défini.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole ©

La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couverte par l'accréditation.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associé au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.

Le laboratoire n'autorise pas le client à faire référence à son accréditation, sauf par la reproduction de ce document sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Page 1/1

8.8. RESULTATS DES ANALYSES DES PUIITS DE L' AES DE 2020



RESULTATS ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUE DES PUIITS DE L' AES - AMBOVOMBE ANDROY "PUIITS AES"

N°	Region	District	Commune	Fokontany	Village	Date du prélèvement	Date et heure début d'analyse	Date et heure fin d'analyse	CONDUCTIVITE (µs/cm)	PH mètre		RESULTAT (...UFC/100ml)		Valeurs Maximales Admissibles (VMA)											Observations		
										PH	T(°C)	CT (coliforme totaux)	CF (coliforme fécaux)	5,00	50,00	200,00	50,00	150,00	12,00	0,50	0,05	250,00	250,00	0,10		1,50	0,05
														Turbidité (NTU)	Nitrate (NO3 2-) (mg/l)	Calcium (Ca 2+)	Magnésium (Mg 2+) (mg/l)	Sodium (Na +) (mg/l)	Potassium (K +) (mg/l)	Fer total (Fe2+, Fe3+) (mg/l)	Manganèse (Mn 2+) (mg/l)	Chlorure (Cl -) (mg/l)	Sulfate (SO4 2-) (mg/l)	Nitrite (NO2 -) (mg/l)		Fluorure (F -) (mg/l)	Arsenic (As) (mg/l)
1	Androy	Ambovombe	Ambovombe	Mahavelo	Puits A3	28/02/2020 à 9h08	28/02/2020 à 11h45	29/02/2020 à 05h45	2830	7,50	24,0 °C	0	0	0,6	10,0	95,00	35,00	145,00	7,50	0,06	0,01	168,00	205,00	0,02	0,02	0,00	eau douce, incolore, sans odeur
2	Androy	Ambovombe	Ambovombe	Mahavelo	Puits A4	28/02/2020 à 09h33	28/02/2020 à 11h45	28/02/2020 à 05h45	2920	7,50	24,0 °C	0	0	0,4	12,0	97,00	30,00	135,00	6,80	0,08	0,01	174,00	195,00	0,01	0,03	0,00	eau douce, incolore, sans odeur

Interprétation :

Les eaux des échantillonnages sont majoritairement acides et ayant un PH au voisinage de 7. Le Ph est normal (PH compris entre 6,5 et 9,5)
 Les turbidités sont faiblement élevés et conformes à la norme (max 5 NTU)
 On constate que les conductivités des échantillonnages sont moyennement élevés mais tous inférieures à la norme (max 3000 µs/cm).
 Les eaux des échantillonnages sont dépourvus des substances toxiques entre autre l'Arsenic.
 Les autres éléments sont tous compris dans les normes de potabilité Malagasy pour l'eau de boisson.
 D'après cette résultat, on constate l'absence de Coliformes Totaux (CT) et Coliformes Fécaux (CF) dans 100ml d'eau
 Selon les normes de potabilités de l'OMS concernant les germes pathogènes et l'indicateur de pollution fécale, l'eau d'échantillonnage doit être exempte de CT et CF dans 100ml d'eau.
 Ce qui montre ici donc l'inexistence des bactéries capables de causer des maladies entériques.

Recommandation :

Il est recommandé pour la gestion de points d'eau la bienveillance à l'entretien des infrastructures en particulier la propreté et l'hygiène pour éviter le risque de contamination.
 Afin de préserver la potabilité de l'eau, il est recommandé la désinfection systématique bimestrielle à l'aide de l'eau de Javel ou de HTH desdits points d'eau
 Eviter de mettre des abreuvoirs proche des forages.

Conclusion :

D'après ces résultats , Les eaux des sites susmentionnés sont potables.

Fait Ambovombe, le 28 Février 2020



8.9. ORIGINE DE LA SALINITE DANS LES EAUX SOUTERRAINES D'AMBOVOMBE

La salinité des eaux souterraines dans le bassin sédimentaire d'Ambovombe, et surtout sa répartition très hétérogène, reste un phénomène complexe et partiellement expliqué aujourd'hui. Néanmoins les observations récentes permettent d'apporter de nouveaux éléments de réponse.

Les mesures de conductivité au sein des différents points d'eau de la région d'Androy et d'Anosy montrent que cette problématique peut se poser à plus de 100 km du littoral, dans des ouvrages dont la profondeur peut être inférieure à 20 m. Ceci met en évidence qu'il n'y a pas de lien direct avec l'intrusion salée d'eau de mer naturellement présent dans le sous-sol du littoral malgache. Les eaux souterraines se trouvant au sein des aquifères, qui sont des formations géologiques pouvant contenir de l'eau, la connaissance des différents types de roches et leur répartition est ainsi primordiale pour aborder cette problématique.

Les travaux de Rabemanana (2002) ont montré que la salinité des eaux dans le sud de Madagascar est en relation avec le contexte morphologique, la géométrie des aquifères et la vitesse de circulation des eaux. Dans la région d'Androy, une des hypothèses mis en avant est que **l'essentiel de la salinité des eaux a pour origine la dissolution et le lessivage d'évaporites**, roches issues de l'évaporation d'eaux saumâtres, et à laquelle pourrait s'ajouter l'altération des différents minéraux des sédiments les plus récents, ainsi que des apports anthropiques via l'agriculture et les déjections animales. Les apports par aérosols et embruns marins contribuent également à cette minéralisation.

Le fonctionnement général du cycle hydrologique et hydrogéologique du sud de la région de l'Androy a été schématisé de façon simplifiée par la JICA en 2006 (Figure 18). Ce schéma conceptuel ne tient pas compte de la diversité des formations sédimentaires mais expose les principaux transferts possibles au sein de l'hydrosystème.

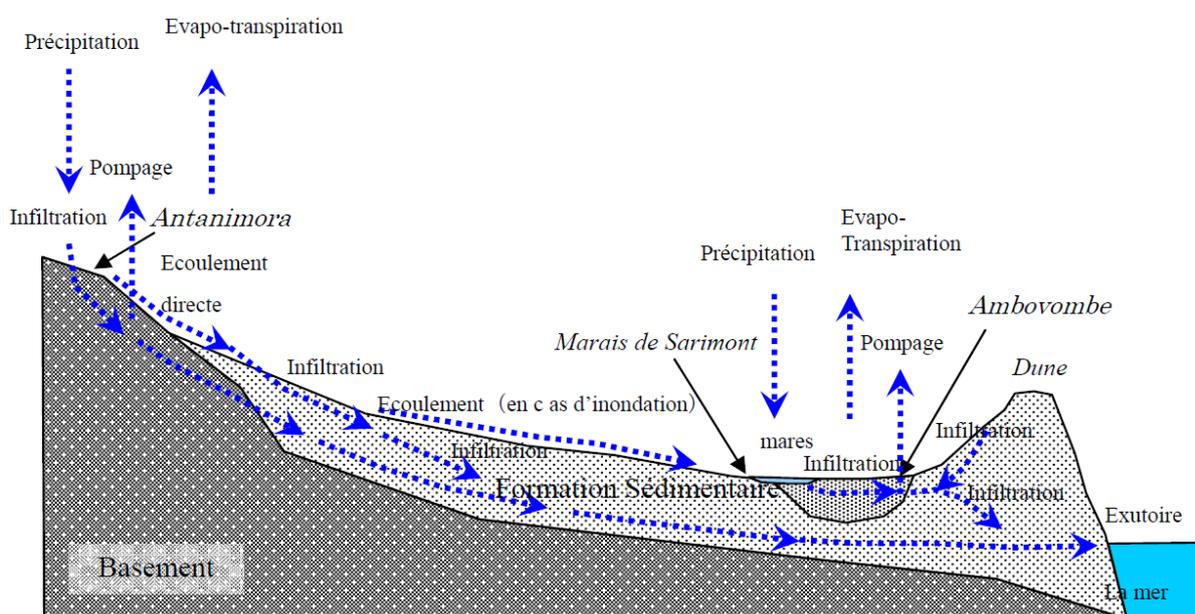


Figure 18: Schéma du cycle hydrologique du bassin d'Ambovombe (JICA 2006)

Au niveau d'Ambovombe, la quasi-totalité des puits et forages exploitent un système aquifère dit « perché » composé majoritairement de sables et de grès sur les 12 à 25 premiers mètres sous la surface du sol. Ces formations sableuses font partie intégrante d'un vaste complexe sédimentaire datant de quelques millions d'années et toujours en évolution, déposé sur un socle cristallin beaucoup plus ancien, visible à partir des communes de Antanimora et Andrananivo lorsque l'on remonte vers le nord depuis Ambovombe. Aurouze (1957) a élaboré une coupe géologique simplifiée schématisant

ces dépôts sur le socle (Figure 19). Il met ici en évidence les systèmes de nappes perchées, représentant de l'eau exploitable tout ou partie de l'année, déconnectées entre elles et déconnectées des masses d'eaux souterraines principales se trouvant dans les sédiments plus anciens sous-jacent, dont le niveau est représenté en vert sur le schéma. Ce schéma conceptuel est aujourd'hui en partie remis en question avec la découverte récente que la pluviométrie n'influence pas directement la recharge des nappes perchées (JICA 2006, BushProof 2018), mais qu'un apport souterrain depuis le nord de la zone d'étude contribue également à l'équilibre de la masse d'eau.

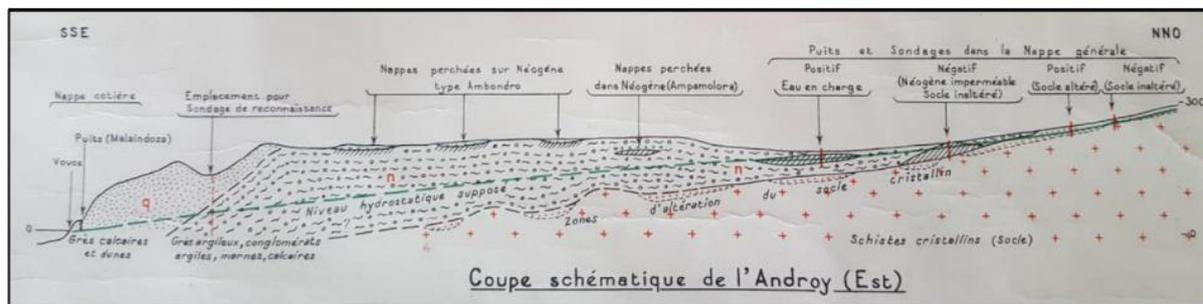


Figure 19: Coupe Géologique simplifiée du bassin sédimentaire à l'Est de la région Androy (Arouze, 1957)

A partir de l'étude des cartes géologiques existantes (1/100 000 H.B. 1974, 1/500 000 MEM 2008), du Modèle Numérique de Terrain (SRTM 30m), de la compilation de tous les points d'eau répertoriés sur le secteur (BushProof 2018, MSF 2022) et des observations in-situ, un nouveau tracé du contour de la nappe d'Ambovombe a été réalisé (Figure 20). Tandis que l'étendu de l'aquifère principale est de l'ordre de 15 km², son épaisseur est hétérogène et les observations montrent que la partie saturée de cette aquifère sableux, où se trouve l'eau exploitable, peut présenter une hauteur de plus d'1 m comme une hauteur de 0,1 m, le même jour, suivant le point d'observation. En saison sèche, certains puits vont même être taris tandis que d'autres continuent de produire de l'eau.

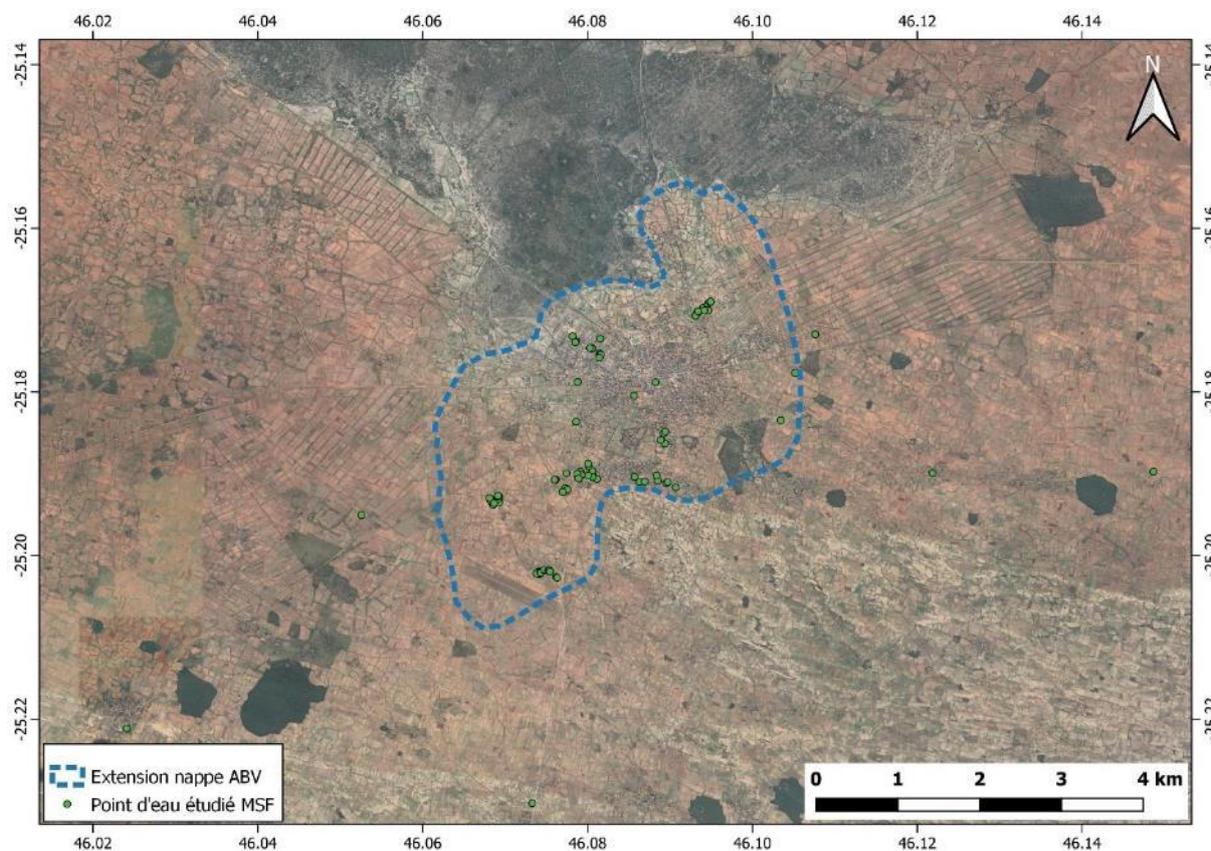


Figure 20: Surface probable de la nappe "perchée" d'Ambovombe (MSF 2022)

En raison de cette géométrie complexe, l'évaluation du volume d'eau total mobilisable de l'aquifère d'Ambovombe ne peut donc pas se faire aisément. Une telle surface d'aquifère, relativement réduite, avec un si petit horizon saturé nécessite dans tous les cas d'être vigilant quant à son exploitation, surtout si les années avec des saisons sèches très marquées se multiplient.

En mai 2022, le forage de l'hôpital d'Ambovombe a traversé intégralement les dépôts sableux contenant la nappe perchée de Ambovombe exploitée par les différents puits évoqués dans ce rapport. La foration fut poursuivie jusqu'à 35 m et a permis de mettre en évidence une succession de couches argileuses et sableuses d'ordre métrique (Figure 21). La présence d'eau a été détectée non seulement dans la nappe de surface entre 16 et 18 m/sol, habituellement exploitée par l'ensemble des puits, mais aussi en profondeur entre 27 et 29 m/sol. Des tubes crépinés ont été installés face aux deux formations sableuses productrices.

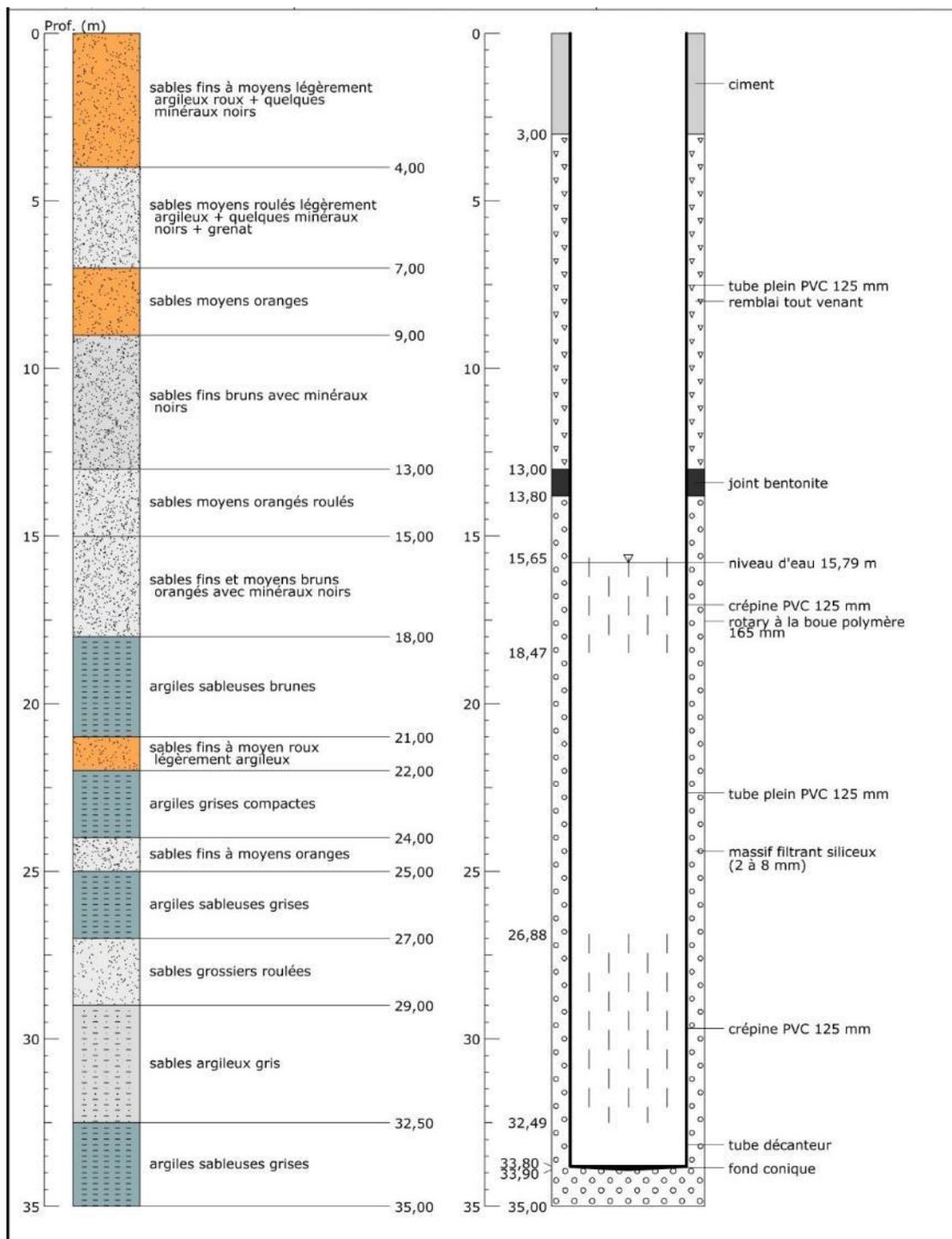


Figure 21: Coupe technique et lithologique du forage de l'hôpital d'Ambovombe (MSF 2022)

A 160 m de ce forage, le puits proche des bureaux du PAM, exploitant uniquement la nappe de surface, produit une eau ayant une conductivité de 6350 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le forage de l'hôpital, après équipement et développement, produit une eau à 1920 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Des résultats similaires peuvent s'observer dans le fokontany de Mitsangana, où un puits profond de 27 m produit une eau à 1770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alors que 20 m à côté, un autre puits, d'une profondeur de 12 m, produit une eau à 4400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Il en est de même à Beabo, où un puits d'une profondeur de 18 m présente une conductivité de 2418 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alors qu'à 65 m, un autre puits profond de 13 m présente une conductivité supérieure à 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ces observations laissent à penser que les dépôts sédimentaires à l'origine de la salinité des eaux souterraines impactent majoritairement l'aquifère le plus en surface. Ces constats ne vont néanmoins pas à l'encontre qu'une différence de salinité dû à la densité de l'eau se retrouve plus en profondeur dans le sous-sol malgache, au sein de sédiments plus anciens.

Différents dépôts calcaires, d'épaisseur d'ordre métrique et d'extension très réduite (quelques centaines de mètres carrés) sont visibles tout autour d'Ambovombe, que ce soit au sud en direction de la côte, ou plus au nord le long de la RN13 et en direction de Ifotaka (Figure 22).



Figure 22: Croûte calcaire affleurante à 12 km d'Ambovombe, sur le fokontany de Botreoke, pouvant influencer la minéralisation des eaux souterraines (MSF 2022)

Les différentes observations sur la région d'Androy et d'Anosy (N. Brisset, MSF 2022) montrent que l'altitude de ces formations calcaires ne dépassent pas 230 m. Selon une étude de Exxon (1988), le niveau d'eau marin sur la Terre entre 80 et 60 Millions d'années était à une altitude de plus de 200 m par rapport à l'actuel. Ces roches ont ainsi probablement été créées lors des derniers événements majeurs de montée du niveau de la mer, et des lagunes liées à cet ancien trait de côte existaient certainement bien à l'intérieur du territoire. Différentes zones de dépôts calcaires et évaporitiques, pouvant être des sources de sels minéraux pour les eaux souterraines, ont ainsi été créées. Une représentation de cette zone inondée du sud de Madagascar, réalisée à partir du Modèle Numérique de Terrain, est présentée en Figure 23.

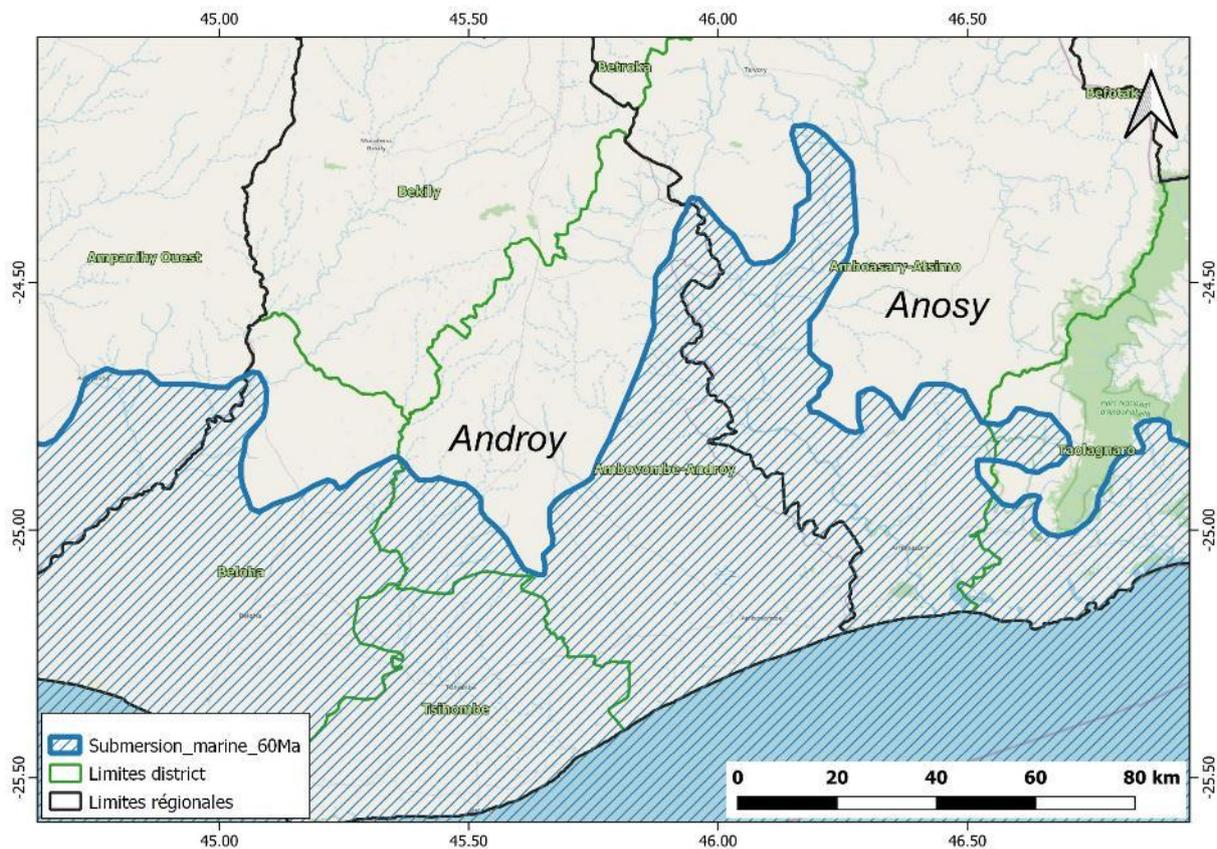


Figure 23: Submersion marine à la fin du Crétacé, vers 60 Ma (N.Brisset, MSF 2022)

Tandis que l'origine de la salinité des eaux souterraines est expliquée par différentes théories (cf. début de ce chapitre), les échanges eau/roche, avec la mise en solution des minéraux, ont pu être testé de façon expérimentale. Un échantillon de roche évaporitique fût prélevé au niveau du fokontany de Elomaka sur le district de Amboasary. Après l'avoir plongé dans 3 litres d'eau ayant une conductivité connue de 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un suivi régulier de l'évolution de la conductivité a été entrepris durant 16 semaines (Figure 24).

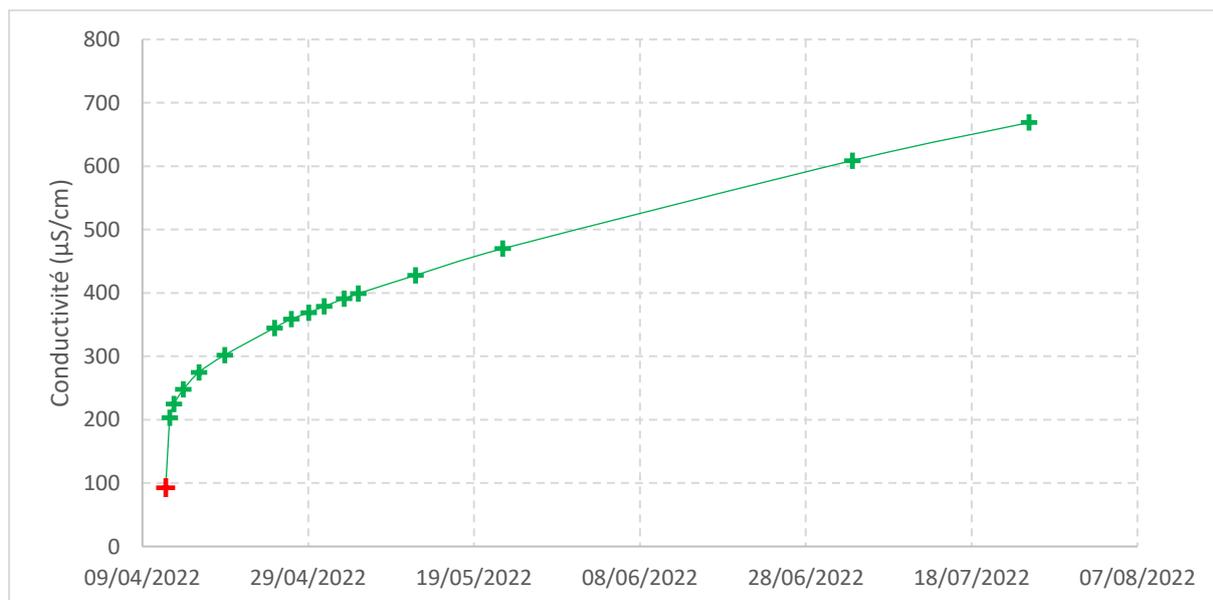


Figure 24: Evolution de la conductivité électrique de l'eau en contact avec une roche calcaire prélevé à Elomaka (N.Brisset, MSF 2022)

On peut voir une nette augmentation de la minéralisation de l'eau dès les premiers jours de l'expérience, puis une augmentation constante de la charge minérale sur les semaines suivantes, avec une eau qui est passée de 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 669 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en trois mois et demi. L'effet d'enrichissement en minéraux de l'eau résiduelle par évaporation a été limité par l'utilisation d'un couvercle sur le récipient. Les analyses d'ions majeures de cette eau pourront permettre de confirmer si cette augmentation de conductivité est dû à l'acquisition d'un faciès chloruré-sodique, qui est responsable du fort goût « salé » de l'eau, ou si ce sont d'autres sels minéraux qui en sont à l'origine. Si la première possibilité se révèle être la bonne, il peut être avancé avec plus de certitude que les dépôts d'origine marines et lagunaires sont bien responsables de la salinité des eaux souterraines dans les aquifères du même type que celui d'Ambovombe.