

Evaluation Des Risques Sanitaires De L'Eau Des Puits Dans Le Fokontany Antsororokavo Fianarantsoa Madagascar

[Health Risk Assessment Of Water From Wells Consumed In The Fokontany Antsororokavo, Fianarantsoa Madagascar]

Andry Harinaina RABEARISOA^{1*}, Faralahy Paul RAMALAZA¹, Bertrand MANJOLONGO¹, Voary Hanitra NARINDRASOA¹, Miharisoa Anasthasie JIBO¹, Ravo Victoire NASOLOMAMPIONONA¹, Bruno RAZANAPARANY², Nasolo Sedravola RANDIMBIARISON³

¹Université de Fianarantsoa, sciences et technologies

Ecole Normale supérieure, université de Fianarantsoa (BP :301), Madagascar

Rabearisoa2@yahoo.com, faralahypaulramalaza@.com

²Université d'Antananarivo, Ingénierie en Sciences et Technique de l'eau

Université d'Antananarivo (BP :201), Madagascar

Université d'Antananarivo, Faculté des lettres et Sciences humaines,

Géographie, université de Fianarantsoa (BP :301), Madagascar



Résumé—on estime que la pollution des eaux des puits Ambalafary(p1) sont dues aux activités humaines comme l'agriculture, la lessives à ces côtés. L'élevage du porc et le canal fausse septiques provoquent aussi la contamination surtout pendant saison de pluie. La contamination de l'eau des puits zorooroana (p2) pourrait être due à l'infiltration de l'eau stagnantes. L'étude a pour but d'évaluer les risques de la consommation de l'eau brute de la population Antsororokavo. L'analyse physico-chimique (chlorure, potentiel d'hydrogène, Température, solides Totaux Dissous, conductivité électrique, turbidité, demande Biochimique en Oxygène) et microbiologiques (coliformes totaux, streptocoque fécaux) deux puits ont été effectué. Les taux de chlorures plus importants sont 532,68mg/L. L'eau des puits étudié a une tendance acide avec la valeur du potentiel d'hydrogène élevé 6,70 qui a un effet indirect sur la santé comme la maladie gastro-intestinale en absence de symptôme mais après quelques heures ou jours ou semaines, on a une maladie grave (diarrhée, fièvre typhoïde) surtout pour les enfants et les personnes plus âgés. Le nombre de coliformes totaux est comprise entre 21 UFC /100ml à 26 UFC/100ml pour le site P1 et 0,65 /100ml à 0,69 /100ml pour le site p2. On peut dire que, l'eau des puits à analyser ne sont pas destinées à la consommation humaine d'après l'analyse microbiologique.

Mots clés : puits, eau, santé, pollution, maladie.

Abstract— It is estimated the pollution of the waters of Ambalafary(p1) Wells is due to human activities agriculture and laundry in these areas. Pig farming and false septic canals also cause contamination especially during rainy season. The contamination of well water in Zorooroana(p2) could be due to infiltration of stagnant water. The aim of the study is to assess the risk of raw water consumption and pollution Antsororokavo. The physicochemical analysis (Chloride, hydrogen potential, temperature, total dissolved solid electrical conductivity, turbidity, biochemical oxygen demand) and microbiology (total coliforms, fecal streptococci) two wells were carried out. The highest chloride levels are 532.68 mg/l. The well water studies has an acidic tendency with the value of high hydrogen potential 6.70 which has an indirect effect on health. The number of total coliforms are 26 colony forming units per 100 milliliter. The number of fecal streptococci are 170 Colony Forming Units per 100 milliliter. Indeed, well water is contaminated. It poses a health risk such as serious

illness(diarrhea,thypoid fever) especially for children and older people .The number of total coliforms is between 21 CFU /100ml to 26 CFU /100ml for the P1 site and 0 ,69 /ml for the p2 site.We can say that well water to be analyzed are not intended for human consupcion according to microbiological analysis.

Keywords—well,water,health,pollution,disease.

I. INTRODUCTION

L'eau potable assure la meilleure qualité de la vie humaine. Aucune eau rien à déterminer, notre vie est impossible. La consommation d'eau de la qualité est utile pour la bonne santé et aide la longue vie des êtres vivants [1]. Alors, la santé est le garant du développement du pays. Madagascar est un pays en voie de développement où se trouve des plus nombreuses maladies notamment les maladies hydriques. En conséquence, la population de notre pays rencontre des difficultés, le taux de mortalité est augmenté parce que la plupart de personnes n'ont pas d'accès pour aller à l'hôpital à cause de la pauvreté. Come [2],[3],[4] à cause de la pollution de l'eau et le manque d'assainissement, on a environ de 10 400 Malgache surtout 6 900 enfants de moins 5 ans meurent de la maladie diarrhée à chaque année.

Fianarantsoa est une commune urbaine qui rencontre les problèmes majeurs à cause de manque d'eau de la JIRAMA surtout au mois d'octobre jusqu'au Novembre. La citerne a transport l'eau mais il ne suffit pas pour la population. Le problème d'eau potable dans la ville de Fianarantsoa est le tarissement du lac Antarambivy [5]. En conséquence, la population utilise l'eau des puits.

L'eau des puits apporte des avantages pour l'humaine car elle a diminué la facture du JIRAMA. Malgré, ils rencontrent les difficultés comme l'infiltration de l'eau polluée par des déchet plastique à cotés le notamment la zone basse. En générale, la pollution d'eau des puits peut dépendre de l'environnement, des caractéristiques du sol, de l'augmentation de la population surtout le fokontany puits parce que le bac de déchets est plus loin, aucun WC public alors ces déchets sont en abondance, C'est pourquoi, nous avons évalué le risque de la consommation d'eau des puits dans le fokontany Antsororokavo.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1. Présentations du champ d'étude

ANTSOROROKAVO est une banlieue qui a une altitude de 1127 mètres. Il est situé dans la ville de Fianarantsoa au sein de la région Haute Matsiatra dans l'arrondissement ville basse. On estime que 11000 habitants habitent dans ce « Fokontany ». Notre étude a été effectuée dans deux sites : Ambalafary (p1) et zorozeroana(p2).

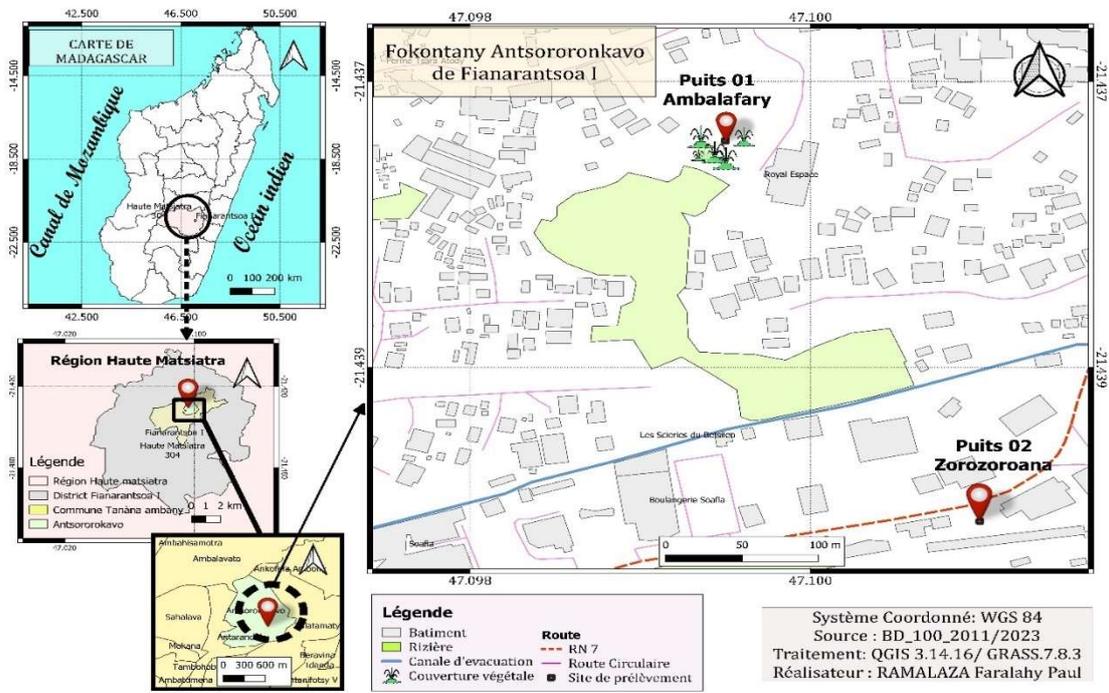


Figure1 : Localisation des zones d'étude et des sites de prélèvements

Tableau1 : Le tableau présente les co

ordonnées GPS des sites d'études

Sites	Ambalafary(p1)	zorozoroana(p2)
Latitudes	S 21°26 223'	S 21° 26 421
Longitudes	E 047° 06 973'	E 047° 06 973'
Altitudes	3619m	3663m

2.2. Caractéristiques des puits

Le fil à plomb a été utilisé pendant la mesure des profondeurs de ces puits. On a respecté la distance de WC.

Tableau2 : Le tableau ci-dessous exprime les caractéristiques des puits

Caractéristiques	Diamètres(m)	Profondeur(m)	Volume d'eau(m ³)
P1	1	2,55	2,001
P2	0,60	2,10	0,593

2.3. Echantillonnages

Lors de notre étude, 22 échantillons ont été réalisés dont 12 échantillons dans le site Ambalafary(p1) et 10 échantillons dans les sites Zorozoroana(p2). Le prélèvement de l'échantillon a été effectué au mois de Mars. Chaque échantillon a été analysé sur les paramètres physico-Chimiques et microbiologiques. Dans l'eau des puits, 8 paramètres physico-Chimique (Cl⁻, PH, T°C, EC, Turbidité, DBO5) ont été mesurés et 2 paramètres microbiologiques (coliformes totaux, streptocoques fécaux).

Pour les paramètres physico-chimiques et microbiologiques, les échantillons ont été prélevés dans le bouteilles plastiques (1,5L) stérilisées et portées au laboratoire à l'aide de glace. Le titrage des ions chlorures a été réalisée par l'utilisation de méthodes de Mohr. La température et le PH ont été mesurés sur in « situ » grâce à thermomètre, pH-mètre portatif(pH-S1). Le TDS et le EC ont été analysé à l'aide de conductimètre (TDS&EC Meteor). La turbidité a été analysé à l'aide de turbidimètre (palintest®). Pour déterminer le DBO5, on a préparé la solution obtenue par dilution avec une eau dilution qui apporte un ensemencement et incubé pendant 5 jours à l'obscurité dans une enceinte réglé à 20°C par la méthode de dilution. Lors de l'analyse des coliformes totaux, le méthode iso 9308-1 :200 a été utilisé et le méthode ISO7899-2 :2000 pour les streptocoques fécaux. Pour étudier la corrélation de chaque paramètre, la méthodes ACP (Analyse en Composantes Principales ont été utilisée.

III. RESULTATS

3.1. Résultats de paramètres physico-chimiques

3.1.1. Chlorure

Selon le norme Malagasy (décret n° 2004-635 du 15/06/04), la concentration des chlorures est fixé à ≤250 mg/L. Les chlorures sont essentiels sur la minéralisation à une quantité élevée provoquant un effet corrosif issu de l'eau. Elle a une saveur désagréable lorsque le taux de chlorure est supérieur à 250mg/L surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium [6]. Dans l'eau des puits étudiées, la concentration obtenues varient 126,82mg/L à 532,68mg/L.

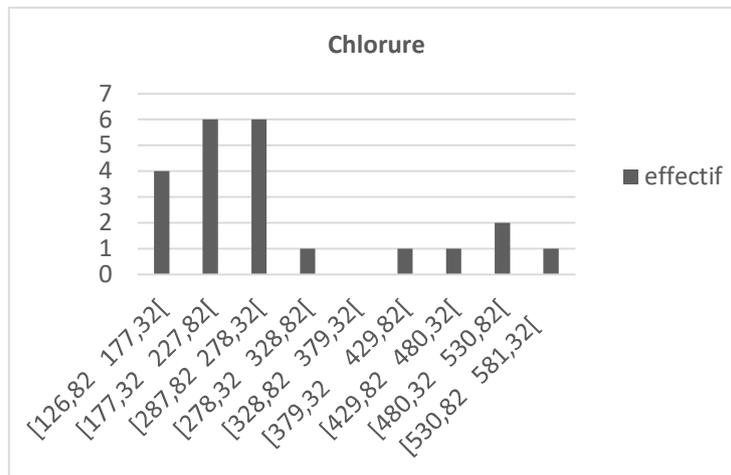


Figure2 : Chlorure dans l'eau des puits Antsororokavo

3.1.2. Potentiel d'hydrogène(pH)

Le pH est un paramètre pour déterminer l'acide ou l'alcalinité d'un échantillon. L'OMS propose que l'eau soit destinée à la consommation humaine, un pH comprise entre 6,5 et 8,5[7].

Dans les deux puits, la valeur du pH minimal et maximal est respectivement 5,19 à 6,70 alors l'eau des puits à analyser à une tendance acide.

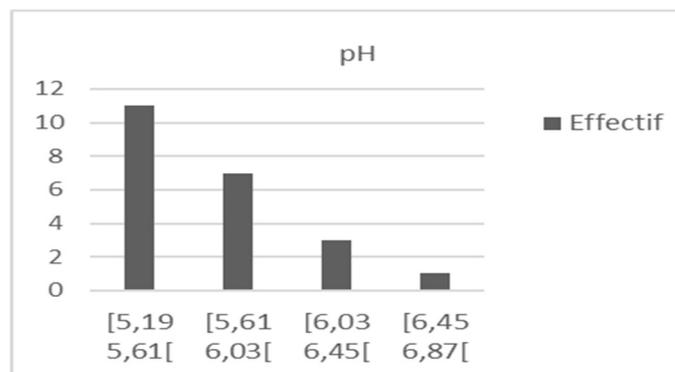


Figure 3 : pH dans l'eau des puits Antsororokavo

Pour l'eau souterraine, l'acidité a rapproché à la présence de CO_2 par la décomposition biologique, des composés organiques dans le sol [8]. Le pH d'eau d'Antsororokavo est inférieure [7], l'eau n'est pas destinée à la consommation humaine. L'acidité pourrait être due à la décomposition biologiques, composée d'organique dans le sol [8].

3.1.3. Température

La température de l'eau peut être influencé par le changement climatique. Elle est importante pour la multiplication de microbe. La valeur de la température de nos puits varie entre 21,0 °c à 23 ,8°c.

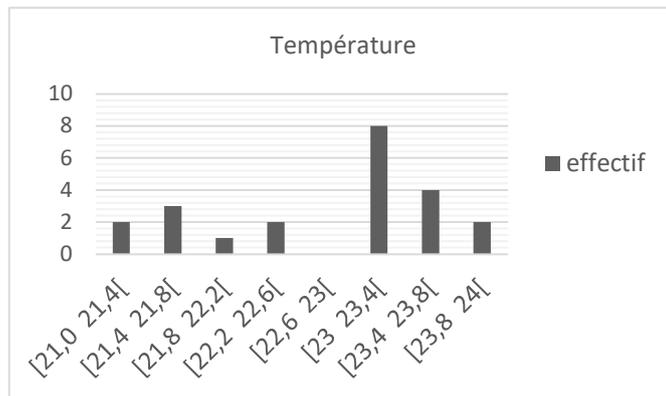


Figure 4 : Température dans les eaux des puits Antsororokavo

D'après la norme de potabilité Malagasy, La température ne dépasse pas la valeur de 25°C. Alors, elle est conforme à cette norme.

3 .1 .4. Solides totaux dissous (TDS)

Le TDS représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Il est composé des sels inorganiques et quelques matières organiques [9],[10]. Le TDS de l'eau des puits varient 53ppm à 65ppm.

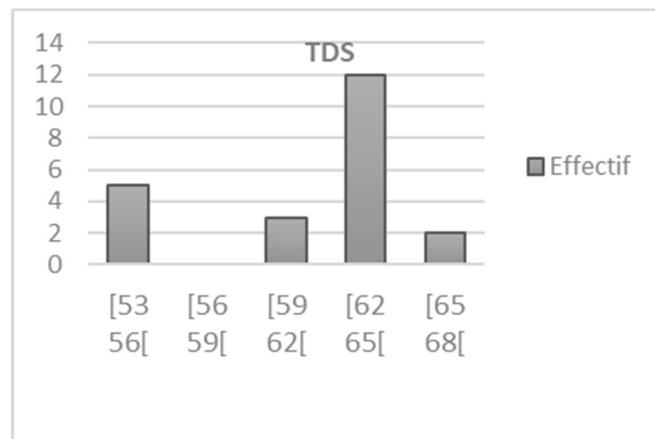


Figure5 : solides totaux dissous

3 .1 .5 Conductivité électriques

La conductivité électrique signifie la capacité de l'eau à la conduire le courant électrique et sa teneur dépend en sels minéraux [11]. La conductivité électrique des eaux des puits Antsororokavo conforme la norme Malagasy qui varie 106µS/cm à 130µ/cm.

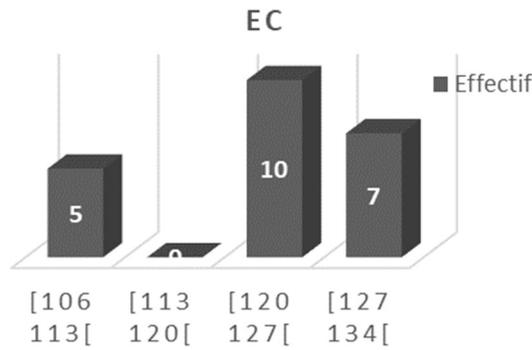


Figure 6: conductivité dans les eaux des puits Antsororokavo

3.1.6 Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou des substances en solution. En générale, l'eau souterraine présente des caractéristiques très faible turbidité [12],[6].

La mesure de la turbidité de l'eau des puits analysé varie entre 0,01 NTU et 3,72NTU.

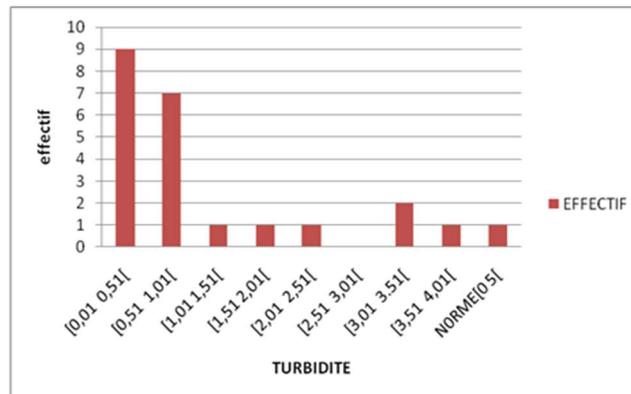


Figure7 : turbidité dans les eaux des puits Antsororokavo

3.1.7. Détermination de la demande Biochimique (D B O)

Les matières organiques sont des matières oxydables essentiellement pour leur décomposition d'une certaine quantité d'oxygène. La matière de cette DBO permet d'estimer le contenu de l'eau en matière organiques biodégradable [13]. Les valeurs obtenues pour la DBO5 varient entre 1,65mg en O₂ à 1,75 mg en O₂.

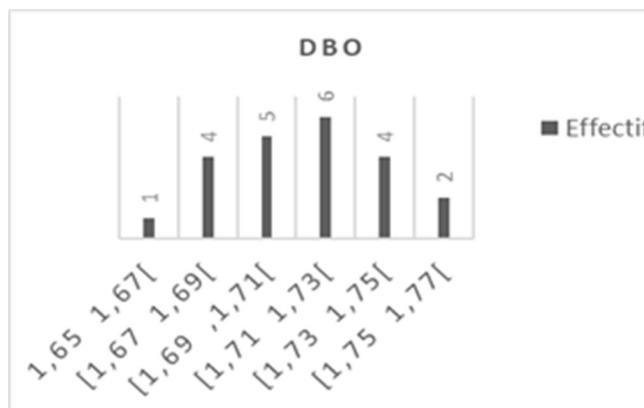


Figure 8 : Demande biochimique en oxygène dans l'eau des puits Antsororokavo

3.1.8. coliformes totaux

Les coliformes totaux sont d'origine humaine et animale, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales [6]. Le nombre des CT maximale de l'eau des puits Ambalafary est 26 UFC /100ml et inférieur à 1 UFC pour les puits zorozeroana.

Selon la norme Malagasy, le nombre des coliformes totaux est 0 UFC/100 ml pour l'eau destinée à la consommation humaine. Alors l'eau des puits sont contaminée, elle n'est pas destinée humaine.

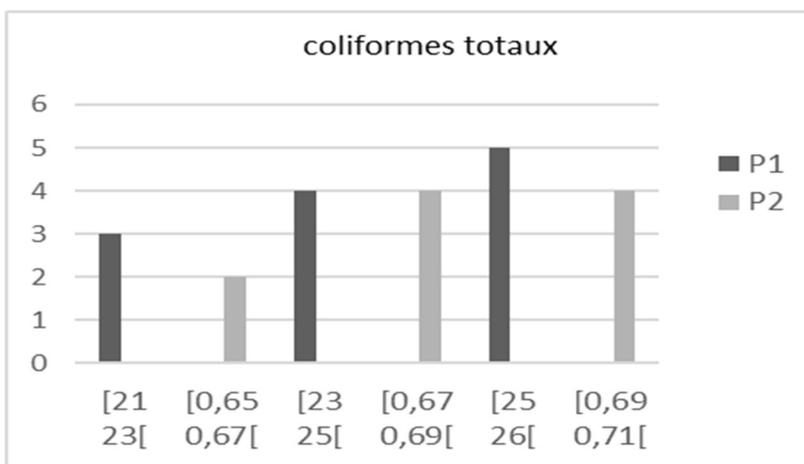


Figure 9 : coliformes totaux dans l'eau des puits Antsororokavo

3.1.9. Streptocoques fécaux (SF)

La concentration de SF maximale des Ambalafary est 170 UFC. Le puits Zorozeroana a une concentration inférieure à 1.

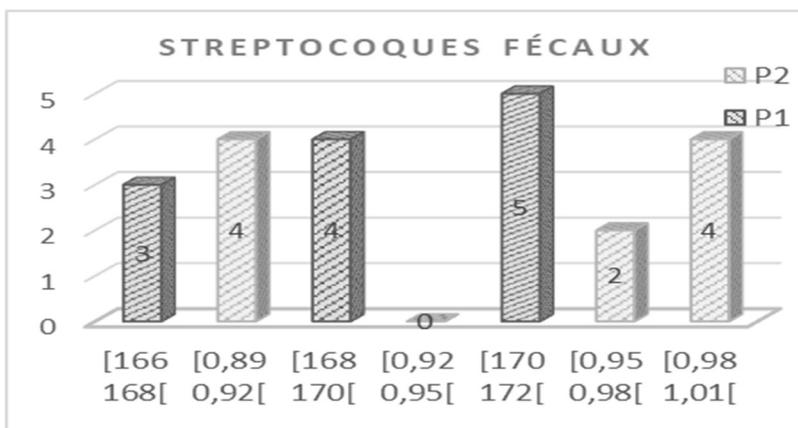


Figure10 : streptocoques fécaux dans l'eau des puits Antsororokavo

Tableau2 : Matrice de corrélation des paramètres physico-chimique

		Cl-	PH	T°C	TDS	E C	TURBIDITE	D B O	C T	S F
Corrélation	Cl-	1,000	-0,499	-0,210	-0,625	-0,606	-0,245	-,414	0,211	0,214
	PH	-0,499	1,000	0,242	0,334	0,309	-0,211	,000	-0,686	-0,693
	T°C	-0,210	0,242	1,000	0,673	0,692	-0,046	-,296	-0,306	-0,260
	TDS	-0,625	0,334	0,673	1,000	0,991	0,232	,089	-0,137	-0,115
	E C	-0,606	0,309	0,692	0,991	1,000	0,228	,074	-0,125	-0,101
	TURBIDITE	-0,245	-0,211	-0,046	0,232	0,228	1,000	,092	0,497	0,466
	D B O	-0,414	0,000	-0,296	0,089	0,074	0,092	1,000	0,285	0,267
	C T	0,211	-0,686	-0,306	-0,137	-0,125	0,497	,285	1,000	0,996
	S F	0,214	-0,693	-0,260	-0,115	-0,101	0,466	,267	0,996	1,000

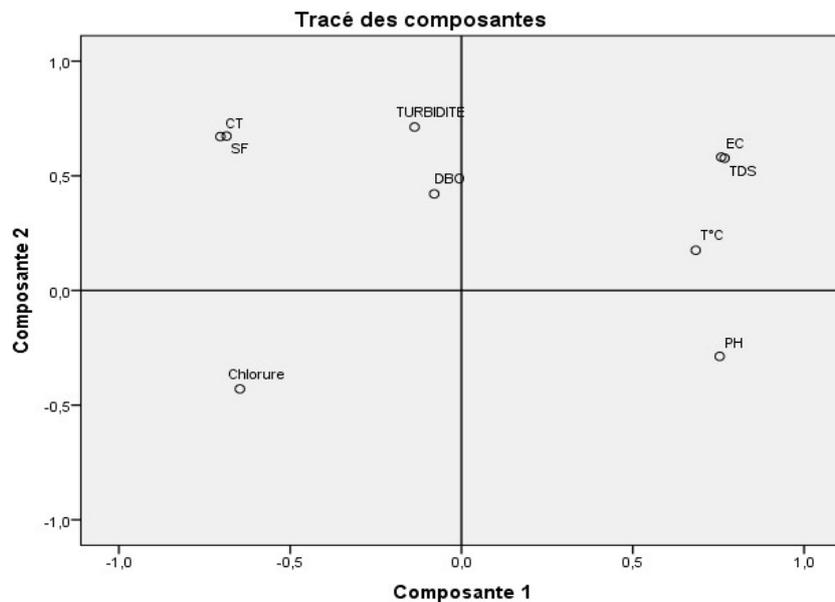


Figure 11 : présentation des corrélations des paramètres étudiés sur les composantes

IV. DISCUSSION

Les chlorures sont des anions inorganiques important qui ont des concentrations variables dans l'eau naturelle. En générale, ils se représentent sous formes de chlorures de potassium(kCl) et de sodium (NaCl). Ils sont habituellement utilisés comme l'indice de pollution [14].

La concentration les plus élevées peuvent être soit par minéralisation à une quantité élevée, soit par infiltration des rejets d'eau pollué lors de la pluie comme dans [14]. La concentration abondante témoigne que l'eau des puits étudiées est contaminées à cause d'infiltration de l'eau stagnâtes, peut-être d'après l'activités humaines. Aucune toxicité est présente pour le chlorure plus abondant dans l'eau mais il présente un effet indésirable comme l'hypertension sensible au sodium.

Selon l'O M S, L'intervalle de pH dans l'eau des consommations varie 6,5 à 8,5[12]. Pour cela, l'eau n'est pas bonne à la consommation lorsqu'elle n'est pas conforme à cet intervalle. La valeur du pH étudiée est comprise entre 5,19 à 6,70. Alors l'eau dans ces puits est acide. On peut dire que l'eau des puits Antsororokavo n'est pas mieux à la consommation. En outre, la consommation d'une eau acide dans ce puits pourrait être à l'origine de la maladie gastrique.

La température des puits étudiée varie 21,0°C à 23, 8°C. La température influence la multiplication et métabolisme et des microorganismes [15]. Lorsqu'elle est trop élevée, elle favorise la croissance de microorganismes. L'augmentation de température peut être due au changement de climatique.

L'augmentation de la température dans ces puits peut entraîner des risques à la consommation parce que les bactéries se multiplie. Alors le taux des maladies augmente.

La valeur des solides totaux dissous est comprise entre 53 ppm et 65 ppm. La valeur de TDS dans l'eau à Antsororokavo est faible. On peut dire que la totale des substances dissoutes dans l'eau, les sels inorganiques, les matières organiques dans notre puits sont rares. Alors, la valeur totale de substance dissous dans l'eau peut être des effets sur la santé humaine.

La valeur de la conductivité de l'eau étudiée varie de 106µS/cm à 130µS/cm. La conductivité étudiée est faible et la plus proche de l'observation [16], lorsque la valeur de la conductivité est comprise entre 100µS à 250µS l'eau est faible minérale. On estime que le taux des minéralisations (potassium, sodium, calcium, bicarbonate) dans l'eau des puits est moins abondant. Cela peut être due aux caractéristiques du sol, Alors, l'eau dans deux puits a une mauvaise conduite de l'électricité.

La turbidité permet de préciser les informations visuelles de l'eau (trouble ou limpide). Elle permet aussi de déterminer la capacité de l'eau à conduire l'électricité [17]. L'eau est trouble lorsque la valeur de la turbidité est élevée. Dans le cas contraire, La turbidité de l'eau de puits analysé conforme à la norme Malagasy qui varie de 0,01NTU à 3,72 NTU. Alors, on estime que l'eau dans les sites est limpide et destinée à la consommation humaine.

La demande biochimique en Oxygène varie entre 1,65mg en O₂ à 1,75 mg en O₂. Le teneur en oxygène dans notre puits diminue à cause de l'augmentation des matières biodégradables dans l'eau. En conséquence, l'eau des puits étudiée est polluée. La pollution pourrait être expliquée par l'infiltration de l'eau polluée plus nombreuse d'origine sauf la pollution d'origine animale et humain.

Les coliformes totaux (CT) sont des microorganismes de l'environnement, en général, ils sont non nocifs, la plupart des espèces de ce groupe se trouve naturellement dans la végétation et dans le sol [18]. Presque, la présence des bactéries peut traduire à une contamination fécale. Selon la norme de potabilité Malagasy, le nombre de CT est exigé à 0 UFC/100ml. Le nombre CT dans les eaux des puits sont hors de la norme qui varie de 0,65 à 26 UFC. En conséquence, l'eau étudiée est contaminée. Pour le puits (p2) la contamination peut être due à la nature du sol, à l'eau stagnante autour de puits qui s'infiltrer. Pour le puits (p2), l'augmentation de nombre CT peut être due à l'activité humaine comme la lessive, l'agriculture (légume, banane) plus proche de ce puits, d'après [15],[18][19]. En plus, le puits (p2) rencontre les problèmes pour la population à la saison de pluie et la période du cyclone car les déchets et l'eau stagnante qui se trouvent à ces cotés. En effet, l'eau des puits antsororokavo a des risques pour le consommateur.

Les streptocoques fécaux sont spécifiques de la flore des animaux, de l'homme et ils sont considérés comme des indicateurs secondaires [20]. Pour le puits Ambalafary, le canal fausse septique et l'élevage porcin qui se trouve en haute de 25m environ de ce puits. La référence [33] montre que, les concentrations des SF abondante pourraient être due élevage et le canal fausse septique parce que l'eau pollués se coule et transversée plus proche de ces puits.

L'abondance des bactéries (CT, SF) dans l'eau des puits à des risques sanitaires à la consommation humaine parce qu'ils entraînent une absence de symptôme à une maladie grave comme le trouble gastro-intestinal, mais après quelques heures, jours, semaines à la consommation, les symptômes apparaissent. Le symptôme Gastro-entérites peut comporter la totalité ou divers symptômes tel que la diarrhée, fièvres légères, crampe et diarrhée et maux de têtes.

On possède une corrélation à chaque paramètre physico-chimique et microbiologique. Les TDS et le CE sont bien présenté sur l'axe 1 et forte corrélé positivement car ces valeurs sont plus proches de 1. En générale, lorsque les valeurs de TDS abondantes, la conductivité augmente aussi parce que la composition inorganique dans l'eau peut conduire l'électricité. Le pH et la température sont de même cas pour le précédent mais tous les deux sont faibles corrélations positivement avec de valeur 0,242. Le CT et SF sont fortement corrélés négativement inversement sur le 4paramètre (EC, TDS, T°, PH). On peut estimer que les nombres des

bactéries diminuent dans l'eau de puits à l'augmentation à pH basique, de la température élevée. Contrairement à l'observation de [21], la température, le pH basique favorise la multiplication des bactéries. Sur l'axe 1, Les chlorures sont fortement corrélés avec le TDS, CE. L'augmentation de chlorures dans l'eau influence la diminution de TDS, EC ou inversement. C'est l'abondance de Chlorures due à l'infiltration de l'eau pollué. Il est indépendamment sur la minéralisation, des substance dissout dans l'eau.

Sur l'axe 2, la turbidité et le DBO sont fortement corrélés positivement, il est dépendant. Lorsque l'eau est moins turbide (faible des matières minérales, des matières organique), Le teneur en oxygène dans l'eau pourrait être faible.

V. CONCLUSION

Les résultats sont très importants pour le paramètre physico-chimique, l'eau de puits Ambalafary(P1) est plus contaminés que l'eau de puits zorozeroana(p2). La concentration des chlorures comprise 126,82mg/l à 532,68mg/l, l'eau des puits étudiée est légèrement acide avec la valeur du pH élevé 6,70. L'acidité peut être un des différents facteurs comme l'infiltration des compositions chimique, par la décomposition organique dans le sol. Le paramètre demande biochimique en oxygène qui varie de 1,65 ml en O₂ à 1,75ml en O₂. L'augmentation des ces valeurs due à la pollution de l'eau.

Pour les paramètres microbiologiques, le nombre de coliformes totaux est comprise entre 21UFC /100ml à 26UFC/100ml pour le site 1 et 0,65 à 0,69/100ml pour le site 2. Les taux des streptocoques fécaux plus élevés sont 170 UFC/100ml. En conséquence, l'eau des puits est contaminée. Cela peut être due à la fausse septiques, les activités humaines, l'élevage du porc, les déchets.

On a des corrélations à chaque paramètres physico-chimique et microbiologiques d'après la méthode ACP (Analyse en composantes Principale).

VI. REMERCIEMENT

Les auteurs remercient le directeur de laboratoire d'analyse et de contrôle des aliments et des eaux d'Antananarivo : Centre Nationale de Recherche sur l'Environnement (C N R E), Centre Nationale de Recherche Industriel et Technologie (C N R I T) et le laboratoire de chimie facultés des sciences Fianarantsoa

REFERENCES

- [1] E. Tchouongsi, B. Mougoue, C.T. Tagne, F.M. Touayem, N. S. Bonganjun « approvisionnement en eau et risques sanitaires dans le bassin versant amont de l'Abiergué à Yaoundé » *European Scientific journal*, ISSN :185-7881(print)e-ISSN, vol 16, N°8,2020, pp.1857-7437.
- [2] R. volatsara « Maladie diarrhéique à Madagascar : Le taux de mortalité en hausse dans le sud » La gazette de la grande île MADAGASCAR ,2015.
- [3] A. ELOALLALAMI « Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville Fès, Maroc » *Rev.Microbiol. Ind. San et Environn.* VOL 5, N° 1, 2011, pp .37-68.
- [4] A Wissem : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (Wilaya de Skikda), thèse doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba 2017, p.116
- [5] R. razafindralambo : valeur économique de l'alimentation en eau potable. Cas Urbaine Fianarantsoa, Fac DEGS Université Antananarivo,2001.
- [6] M.H. RAZAFINDRAVELO : analyse physico-chimique des eaux des puits consommées à Nanisana, université Antananarivo,2015.
- [7] D. Mamoudou D : Evaluation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux des puits en fonction du traitement à l'hypochlorite de sodium, thèse, Université de Bamako 2010, p.87
- [8] E. F Kouadio Enika : facteur associé à la qualité et évaluation des risques sanitaires liés à l'eau de consommation des sept localités de la côte d'Ivoire, Thèse, Ecole doctoral polytechnique,2021. P.161
- [9] M. Djaouda, B. Gake, « évaluation de la contamination par Salmonella sp.et Vibrio Cholerae des eaux de puits de Garoua, Nord Cameroun » *Afrique science* ,14(4) ,2018. PP. 209-224.

- [10] L. Matini, JM. Moutou, MS kongo « Evaluation hydro-chimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-Ouest de Brazzaville, Congo » *Afrique science* 05(1) (2009), pp.82-98.
- [11] M. NDIAYE « Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits et de forage consommées dans la commune de Sinthiou Maléme dans la région de Tambacounda (Sénégal), *International journal of biological and chemical Sciences* 14(9),2020, pp. 3400-3412.
- [12] jaofara « Analyse qualitative des eaux des puits dans la commune urbaine de bealanana, région Sofia, Madagascar », *American journal of innovative research And Applied Sciences* ISSN 2429-5396 ,2022, pp.239-252.
- [13] S Frahtias ; S. Nezzar : étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de trois communes : Birr Chouhada, Shouhada, Souk Naamane et ouled Zouai-(W D'O. E. B), université Larbi Ben M'hidi-OUM EL BOUAGHI,2016,p.62
- [14] B. KAMAL.Nadia L. ; A. Zouah évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines Au voisinage de la décharge contrôlée Mohammedia-Benslimane : Etude préliminaire)
- [15] M. A BOUMAZ ABDALLAH BOUDJEHM : Contribution à l'étude de la qualité d'oued-el-hammam Wilaya de Guelma :1945
- [16] K. Michel Amand « caractérisation des eaux des laquifères fissurés de la zone Guiglo-Duekoué (Ouest de la côte d'ivoire),2012
- [17] HERIARIVONY S.C : Analyse physico-chimique, microbiologique et traitement des eaux souterraines(puits) de la commune rurale d'Antanifotsy (Vakinakaratra-Madagascar) par Moringa Oleifera ou Ananambo,2016
- [18] I. D Rachele : caractérisation saisonnière de puits à usage maraîcher et domestiques de Korhogo (côte d'Ivoire), *Int. J.Biol.chem.sci*, ISSN 1997-342X(online), ISSN 1991-8631(print), pp.1433-1449,2016.
- [19] Comité fédéral-provinciale-territoriale : recommandation pour la qualité de l'eau potable aux Canadas : document technique - coliformes totaux,2012
- [20] M. Y KANOUTE : Evaluation de la qualité de l'eau de boisson à Mopti et Sévaré, thèse, université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako,2019, p .125
- [21]M Larif « Evaluation Spatio-temporelle du degré de la pollution industrielle oléicole sur les cours d'eaux de l'Oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilat (Maroc) » *J. Mater. Environ. SCI* .4(3) ,2013, pp. 432-441