



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

SCIENCES ET TECHNOLOGIES



Ecole Doctorale en Physique et Applications
EAD : Physique Nucléaire Appliquée et Physique des Hautes Energies



Mémoire

d'Habilitation à Diriger des Recherches

VOLUME I: CURRICULUM VITAE ET REALISATIONS SCIENTIFIQUES

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines et analyse statistique multivariée

Présenté par

RASOLOFONIRINA Mamisehen

Devant la commission d'examen composée de

Président	: RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA <i>Professeur Emérite à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Directeur HDR	: RAVELOMANANTSOA Solofonirina Dieudonné <i>Professeur à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Rapporteur interne	: RABOANARY Roland <i>Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Rapporteur externe	: RASOLOMANANA Eddy Harilala <i>Professeur Titulaire à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo</i>
Examineur	: RAHARISOLOLALAO Amélie <i>Professeur Emérite à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Examineur	: RAJAABELISON Joël <i>Professeur à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>

28 février 2019



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

SCIENCES ET TECHNOLOGIES



Ecole Doctorale en Physique et Applications
EAD : Physique Nucléaire Appliquée et Physique des Hautes Energies



Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches

VOLUME I: CURRICULUM VITAE ET REALISATIONS SCIENTIFIQUES

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines et analyse statistique multivariée

Présenté par



RASOLOFONIRINA Mamiseheno

Devant la commission d'examen composée de

Président	: RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA <i>Professeur Emérite à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Directeur HDR	: RAVELOMANANTSOA Solofonirina Dieudonné <i>Professeur à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Rapporteur interne	: RABOANARY Roland <i>Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Rapporteur externe	: RASOLOMANANA Eddy Harilala <i>Professeur Titulaire à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo</i>
Examineur	: RAHARISOLOLALAO Amélie <i>Professeur Emérite à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>
Examineur	: RAJAABELISON Joël <i>Professeur à la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo</i>

28 février 2019

AVANT PROPOS

Ce document synthétise les activités scientifiques (enseignement et recherche) que j'ai réalisées depuis l'obtention du Doctorat de Troisième Cycle en décembre 2000 à la faculté des sciences de l'université d'Antananarivo. Il constitue un mémoire d'Habilitation de Diriger des Recherches (HDR), se rapportant essentiellement aux travaux de recherche réalisés au sein de l'INSTN-Madagascar (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) en qualité de chercheur ainsi que ceux d'enseignement et de recherche menés dans le département de Physique après ma nomination en juillet 2006 sur un poste de Maître de Conférences. Comme son nom l'indique, une HDR doit se focaliser plus sur le volet recherche. Toutefois, étant un enseignant-chercheur que je suis, il m'est tout simplement impossible d'outrepasser mes activités pédagogiques et de ne pas les inclure dans ce document, tout en sachant qu'une grande partie soit certainement consacrée à la synthèse des travaux de recherche.

Le bilan de presque dix-huit ans de carrière scientifique après le doctorat est déterminant dans la mesure où il reflète les étapes franchies ainsi que le changement qui s'en est suivi. Cette longue période m'a permis d'évoluer lentement, mais sûrement dans ma carrière académique tout en découvrant les nouveaux défis à relever à chaque étape. Cette phase après le doctorat a été également une opportunité pour avoir le recul nécessaire par rapport au choix des axes de recherche de forte potentialité à développer et qui sont adaptés à la situation existante.

Synthétiser les activités d'enseignement et de recherche dans un tel document n'est pas *a priori* une chose aisée vu l'importance d'information cumulée pendant plusieurs années. Durant ma thèse de doctorat de troisième cycle, j'ai travaillé surtout sur la teneur en élément en trace, incluant les métaux lourds des eaux de consommation en utilisant la technique d'analyse par fluorescence-X à réflexion totale. J'ai poursuivi mes recherches dans ce sens en utilisant les méthodes classiques d'hydrogéochimie ainsi que la technique isotopique en vue d'obtenir d'amples informations sur ce qui se passe au niveau de l'aquifère. Depuis plus de cinq ans, j'ai commencé à employer les techniques statistiques multivariées en sus des statistiques descriptives usuelles pour le traitement et l'analyse des données afin de mieux déterminer et comprendre sous un angle beaucoup plus cartésien les différents mécanismes qui interviennent dans la minéralisation ainsi que la contamination des eaux souterraines en complément des techniques classiques d'hydrogéochimie.

Le présent mémoire comporte deux parties différentes, mais qui sont étroitement liées et complémentaires tant par leur contenu que par leur finalité. Dans la ***première partie***, rapporté

dans le **Volume I** et ayant comme intitulé « *Curriculum Vitae et réalisations scientifiques* », il est surtout question de présenter d’une manière succincte mon cursus universitaire ainsi que les contributions et les réalisations que j’ai apportées tout au long de mon parcours scientifique. Le **Volume I** détaille mes investissements aux deux composantes principales de la profession d’enseignant-chercheur que sont l’enseignement et la recherche.

La **seconde partie** est dédiée à la synthèse des travaux de recherche que j’ai menés plus particulièrement avec l’équipe de recherche au sein de l’INSTN-Madagascar. Ils sont surtout axés sur l’évaluation de la qualité des eaux souterraines destinées à la consommation humaine, du fait que la thématique reste toujours d’actualité, malgré de multiples efforts déployés pour améliorer le taux de desserte en eau potable à Madagascar. Cette **seconde partie** est fournie dans le **Volume II** du présent document, et qui s’intitule « *Synthèse des travaux de recherche* ».

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS-----	i
TABLE DES MATIERES -----	iii
INTRODUCTION -----	I
CHAPITRE 1. SYNTHESE DE LA CARRIERE -----	2
CHAPITRE 2. ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT-----	6
2.1. Description générale -----	6
2.2. Enseignement dispensé -----	6
2.3. Encadrement d'étudiants pour l'enseignement -----	8
CHAPITRE 3. ACTIVITES DE RECHERCHE-----	9
3.1. Aperçu général-----	9
3.2. Encadrement de la recherche -----	10
3.3. Publication-----	11
CHAPITRE 4. DEVELOPPEMENT ET RESPONSABILITE PEDAGOGIQUE -----	17
4.1. Développement des parcours pédagogiques-----	17
4.2. Responsabilité pédagogique -----	17
CHAPITRE 5. AUTRES ACTIVITES-----	19
5.1. Autre formation-----	19
5.2. Membre de jury des mémoires-----	20
5.3. Expertise et consultance -----	24
CONCLUSION -----	26
ANNEXE 1 : Couvertures des manuscrits du mémoire de Licence des étudiants encadrés -----	28
ANNEXE 2 : Couvertures des manuscrits du mémoire de DEA/Master et Ingéniorat des étudiants encadrés -----	33
ANNEXE 3 : Premières pages des articles publiés ou communications réalisées -----	42

INTRODUCTION

Ce **Volume I** du mémoire d'HDR a pour objectif de présenter mon parcours universitaire et professionnel avec les réalisations scientifiques depuis l'obtention du doctorat de troisième cycle en décembre 2000.

La section 2 fournit d'une manière synthétique mon profil, mes compétences, mon cursus de formation universitaire ainsi que mes expériences professionnelles avec les réalisations durant mes parcours professionnels.

La section 3 détaille mes activités d'enseignement depuis mon nomination en juillet 2006 sur un poste de Maître de Conférences auprès du Département de Physique, actuellement désigné par Mention de Physique et Applications, du domaine Sciences et Technologie. Cette section comprend la description générale de mes activités pédagogiques, les enseignements dispensés à différents niveaux et l'encadrement d'étudiants pour l'enseignement au niveau grade licence.

La section 4 rapporte mes activités de recherche à compter du janvier 2001. Pour cela, elle donne un aperçu général sur les travaux de recherche, suivi d'encadrements scientifiques des étudiants préparant leurs mémoires de DEA et de Master. Une liste de publications présentées par ordre chronologique, que ce soient des articles de revues internationales, des communications orales ou des communications affichées termine cette section.

Dans la section 5 sont traités le développement de cursus des différents parcours pédagogiques lors du basculement au système LMD de même que la responsabilité pédagogique que j'ai assumée au sein de la Mention de Physique et Applications.

La section 6 englobe toutes les autres activités que j'ai entreprises depuis janvier 2001, mais qui ne sont pas incluses dans les quatre premières sections. Il s'agit entre autre des diverses formations que j'ai reçues aussi bien au niveau national qu'international pour renforcer mes compétences, ainsi que de la participation à des jurys de diplôme (Licence, DEA et Master). Les activités de prestation de service et d'expertise sont également développées dans la section 6.

Ce volume se termine par une conclusion qui présente la réflexion sur les activités scientifiques réalisées.

CHAPITRE 1. SYNTHÈSE DE LA CARRIÈRE

Mamisehenon Rasolofonirina

Enseignant-Chercheur/Environnementaliste

IM : 302 347

Mention Physique et Applications

Domaine Sciences et Technologies

Lot IM 43B Anjomakely - Bongatsara

102 Antananarivo, MADAGASCAR

Tél. (Mob.): + 261 32 04 791 73

Email: mrasolofonirina@yahoo.com



PROFIL

Vingt ans de carrière dans le domaine de la recherche et de l'enseignement auprès d'un institut de recherche national (INSTN-Madagascar) et ensuite au sein de la Mention Physique et Applications du domaine Sciences et Technologies de l'Université d'Antananarivo. Compétences démontrées dans la conduite des études sur l'évaluation de la qualité de l'environnement physique avec un penchant pour les ressources en eau. Expérience probante à l'utilisation des méthodes de recherche quantitative et qualitative pour la conduite d'études, d'enquêtes et d'évaluations de programme/projet, en qualité d'un professionnel de développement engagé. Excellente maîtrise de SPSS, EpiInfo et QGIS. Bonnes aptitudes interpersonnelles et communicationnelles.

COMPÉTENCE

- Application des techniques nucléaires dans le domaine de l'environnement physique.
- Conduite de recherche et étude dans le domaine de l'environnement physique.
- Formation, facilitation et coaching en matière de sciences physiques, management et statistique appliquée.
- Développement des méthodes d'analyse par fluorescence-X et par chromatographie ionique.
- Conception et mise en œuvre d'un Système de Management de la Qualité.
- Analyse de données par les outils statistiques.
- Utilisation des SIG.
- Utilisation de la méthode de recherche qualitative/quantitative dans le domaine du développement.

Expérience Sectorielle : Qualité de l'environnement physique, WASH, Sécurité Alimentaire, et Santé et Nutrition.

CURSUS DE FORMATION

1997 - 2000	Doctorat de Troisième Cycle, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique, Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo.
1996 - 2000	Magistère II théorique (Bacc+5), Management et Finance, CNTEMAD.
1995 - 1997	Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique, Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo.

EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

Depuis juillet 2006

Enseignant-Chercheur, Université d'Antananarivo

- Enseignement des Sciences Physiques, de la statistique appliquée, du Système d'Information Géographique (SIG) et du Management.
- Conduite de recherche/étude sur la qualité de l'environnement physique, incluant les ressources en eau.
- Conception et développement du curriculum de parcours à vocation académique et professionnelle.
- Mise en place et administration du parcours Technologie Non-Destructive (TND), grade Licence.
- Encadrement des étudiants préparant leurs mémoires.
- Participation à des jurys de mémoire.
- Travaux de consultance et d'expertise.

janvier 1998 – juin 2006

Leader de l'Unité qualité de l'eau, INSTN Madagascar

- Conception et réalisation des projets de recherche sur la Qualité de l'eau.
- Encadrement des étudiants travaillant dans le domaine de la Qualité de l'eau/hydrogéologie.
- Management de projet, incluant le suivi.
- Elaboration des rapports de projet.

- Analyse de données en utilisant les outils scientifiques, comprenant les statistiques, le SIG.
- Travaux de consultance et d'expertise.

REALISATION SIGNIFICATIVE

ENSEIGNEMENT

ECUE/UE enseigné

- *Grade Licence*
 - Optique et thermodynamique pour les étudiants S2, physique.
 - Physique Nucléaire I pour les étudiants L2, Physique
 - Optique pour les étudiants S3, Mathématiques.
 - Physique pour les étudiants S1, Sciences de la Vie et de la Terre (SVT).
 - Introduction à la Statistique Appliquée et Introduction au Management pour les étudiants S2, Technologie Non-Destructive (TND).
 - Statistique Appliquée Intermédiaire pour les étudiants S4, TND
 - Gestion de projet et Management de la Qualité pour les étudiants S5, TND
- *Grade Master*
 - Management pour les étudiants S7, Physique.
 - Sciences de l'eau pour les étudiants S8, Physique Nucléaire Appliquée et Environnement (PNAE).
 - Statistique Appliquée, Géochimie des eaux, Management de la Qualité et Système d'Information Géographique pour les étudiants S9, PNAE.

Encadrement d'étudiants pour l'enseignement

- Encadrement de deux (2) binômes d'étudiants pour la préparation du rapport de stage S6, Physique.
- Encadrement de trois (3) étudiants pour la préparation de leurs mémoires de stage S6, TND : un (1) présenté et deux (2) en cours.

RECHERCHE

Thème de recherche

- Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines.
- Caractérisation de l'origine des nitrates dans les eaux souterraines.
- Détermination de la vulnérabilité des nappes d'eaux souterraines.
- Utilisation de la technique statistique multivariée.

Proposition de recherche

- Participation à l'élaboration des projets de recherche sur l'étude de la qualité environnementale auprès des différents donateurs (FADES, AIEA, FIS).
- Conduite d'équipe de recherche sur la qualité de l'eau.

Encadrement d'étudiants pour la recherche

- Encadrement de deux (2) étudiants ayant préparé leurs mémoires de DEA.
- Co-encadrement de deux (2) étudiants de DEA.
- Co-encadrement de cinq (5) étudiants ayant préparé leurs Masters : trois (3) présentés et deux (2) en cours.
- Co-encadrement d'un (1) étudiant ayant préparé son mémoire d'ingéniorat.

Publication

- Sept (7) articles de revues internationales référencées à comité de lecture.
- Un (1) article dans le *proceedings* d'une conférence internationale à comité de lecture.
- Six (6) Communications orales.
- Deux (2) Communications affichées.
- Quatre (4) rapports techniques des projets de recherche.

INFORMATIQUE

- Bonne maîtrise du pack Microsoft Office.
- SPSS, Epi Info, STATISTICA, CPro, Arc GIS, MapInfo, QGIS, Surfer.

LANGUE

- Malagasy : langue maternelle
- Français : courant
- Anglais : courant

AUTRE INFORMATION

- Né le 5 mars 1974
- Marié et père de deux enfants

REFERENCE

- Disponible sur demande.

CHAPITRE 2. ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT

2.1. Description générale

Mes activités pédagogiques se déroulent principalement dans la mention de Physique et Applications du domaine Sciences et Technologies. Elles concernent aussi bien des parcours à vocation recherche que professionnelle. Mes interventions se passent aux niveaux Licence et Master, en l'occurrence

- Parcours Physique, grade Licence (S2),
- Parcours Technologie Non-Destructive (TND), grade Licence (S2, S4 et S5),
- Parcours Physique, grade Master (M1) et
- Parcours Physique Nucléaire Appliquée et Environnement (PNAE), grade Master (S8 et S9).

J'interviens également au parcours Sciences de la Vie et de la Terre (S1) et parcours Mathématiques et Informatique (S3) pour des volumes horaires assez faibles.

Au début, j'ai commencé en assurant les travaux pratiques et travaux dirigés destinés aux étudiants de la filière Physique et Mathématiques. Depuis l'année universitaire 2013-2014, j'ai dispensé des cours magistraux tout en effectuant les travaux dirigés aux étudiants des parcours TND et PNAE.

Le volume annuel moyen de mes enseignements avoisine 350 heures (équivalent TD), incluant le volume horaire imparti au parcours à vocation professionnelle qui représente environ 43% de mes activités d'enseignement.

2.2. Enseignement dispensé

Les détails sur les Eléments Constitutifs d'Unité d'Enseignement (ECUE) et/ou l'Unité d'Enseignement (UE) enseignées sont donnés dans le tableau suivant.

#	ECUE/UE	Mode	Grade	Filière/Parcours	Année U
1	Physique	TP	Licence	Physique	2006 - 2010
2	Optique	TD	Licence	Physique	2006 à ce jour
3	Thermodynamique	TD	Licence	Physique	2006 à ce jour
4	Physique Nucléaire I	TD	Licence	Physique	2011 - 2013
5	Physique	TP	Licence	Mathématiques	2006 - 2010
6	Optique	TD	Licence	Mathématiques	2013 - 2015
7	Physique pour SVT	TD	Licence	SVT	2006 à ce jour
8	Introduction à la Statistique Appliquée	CM, TD	Licence	TND	2013 à ce jour
9	Introduction au Management	CM, TD	Licence	TND	2013 à ce jour
10	Statistique Appliquée Intermédiaire	CM, TD	Licence	TND	2014 à ce jour
11	Management de la Qualité	CM, TD	Licence	TND	2015 à ce jour
12	Gestion de projet	CM, TD	Licence	TND	2015 à ce jour
13	Management	CM, TD	Master	Physique	2014 à ce jour
14	Science de l'eau	CM, TD	Master	PNAE	2013 à ce jour
15	Statistique Appliquée	CM, TD	Master	PNAE	2013 à ce jour
16	Système d'Information Géographique	CM, TD	Master	PNAE	2013 - 2016
17	Management de la Qualité	CM, TD	Master	PNAE	2013 à ce jour
18	Géochimie des eaux	CM, TD	Master	PNAE	2013 à ce jour

2.3. Encadrement d'étudiants pour l'enseignement

L'encadrement dans cette sous-section 3.3 s'applique aux étudiants en S6 préparant leurs mémoires de stage. Il concerne à la fois les étudiants du parcours Physique et ceux du parcours TND. Les couvertures du manuscrit de mémoire sont données en **Annexe 1**.

Parcours Physique, grade Licence

- Andriamangarivo, T.N.T. et Andriatsilaitra, R.L. *La pollution industrielle des eaux*. Rapport de stage. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. 2016.
- Rajaobelina Ihariliva, J.M. et Rajaonison, A. *Pollution des eaux souterraines*. Rapport de stage. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. 2015.

Parcours TND, grade Licence

- Rakotomalala, M. F. *Contrôle qualité de la production de minerai de chrome au sein du service Laverie de la société KRAOMA*. Mémoire de stage. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Août 2018.
- Andriamahenina, E.T.R. *Contrôle de bouteilles en verre par méthode de bleu de méthylène*. Mémoire de stage. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Avril 2018.
- Harilalanirina, R. *Prévention et diagnostique du traitement d'eau brute dans la station Mandroseza*. Mémoire de stage. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Mars 2017.

CHAPITRE 3. ACTIVITES DE RECHERCHE

3.1. Aperçu général

Mon parcours ayant trait aux activités de recherche comporte deux étapes bien distinctes. Il s'agit d'une carrière de chercheur au sein de l'INSTN-Madagascar jusqu'en juin 2006, suivi de celle d'enseignant-chercheur auprès de la Mention Physique et Applications. Ma carrière à l'INSTN-Madagascar a pu commencer grâce à l'obtention d'une bourse dans le cadre du programme **AERERA** (Allocation d'Etude et de Recherche d'Excellence Raelina Andriambololona) initié par Prof. Raelina Andriambololona.

A l'INSTN-Madagascar, j'ai pu contribuer d'une manière substantielle à la conception, au développement et à la mise en œuvre des projets de recherche, qui sont essentiellement axés sur la pollution de l'environnement physique à Madagascar. L'équipe de recherche dont j'ai fait partie a obtenu un financement dans le cadre du sous-projet FADES SP99v21_b. Ce sous-projet FADES (Fonds d'Appui de l'Enseignement Supérieur) a été réalisé en parallèle avec le projet MAG7002 sous financement de l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique) qui lui est complémentaire. Les deux études comprenaient un volet intitulé « *qualité de l'eau* » dont j'étais en charge de la mise en œuvre. Les objectifs de ces deux projets étaient de :

- déterminer les caractéristiques éléments traces et physico-chimiques des eaux de consommation dans les zones d'études,
- identifier les sources éventuelles des polluants dans l'eau de boisson, et
- inventorier les maladies susceptibles d'être générées par la présence de ces polluants.

En 2004, j'ai obtenu une bourse de recherche de la part de la Fondation Internationale des Sciences (FIS) sous référence W/3625-1 me permettant d'aller plus vers la détermination des sources éventuelles des contaminants des eaux souterraines. L'étude s'est proposée de :

- Déterminer la concentration des nitrates dans les eaux de puits,
- Identifier ses sources éventuelles, et
- Avoir une meilleure compréhension des processus qui contrôlent la présence des nitrates dans les nappes phréatiques.

J'ai également intégré l'équipe d'hydrologie isotopique à l'INSTN-Madagascar conduite par Prof. RAJAOBELISON Joël en 2004 dans le but de s'initier à l'utilisation des méthodes isotopiques dans la résolution des questions liées aux eaux souterraines. Cette opportunité m'a inspiré et éclairé pour approfondir mon thème de recherche de prédilection qui est la qualité et la pollution des eaux souterraines.

A compter du juillet 2006, mes parcours scientifiques se focalisent plus sur l'encadrement scientifique pour la formation des jeunes relèves. L'encadrement s'adresse surtout aux étudiants qui préparent leurs mémoires de DEA et de Master, et cela dans le cadre de la collaboration entre l'INSTN-Madagascar et le parcours Master en PNAE au sein de la Mention Physique et Applications.

3.2. Encadrement de la recherche

Ce type d'encadrement concerne plus particulièrement les étudiants préparant les mémoires de fin d'étude au-delà de la Licence. Les couvertures des manuscrits sont fournies en **Annexe 2**.

DEA – Option Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique

- ANDRIAMISETRA, V.M.Z. *Analyse des métaux lourds et des éléments minéraux dans les curcumas longa par la technique de la fluorescence-X à réflexion totale et par la spectrométrie d'absorption atomique*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 2014.
- ANDRIANIAINA, H. *Contribution à l'étude de la qualité des eaux de consommation d'Andralanitra et environ*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Mars 2013.
- ANDRIAMAHENINA, N.N. *Etude hydrochimique de la nappe phréatique des zones d'Ambohimangakely et d'Ambohimanambola par les méthodes d'analyse par fluorescence-X et chromatographie ionique*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Février 2007.
- ANDRIANARILALA, M.T. *Qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Antsirabe*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Mars 2005.

Master – Parcours Physique Nucléaire Appliquée et Environnement

- IANGOTIANA, M. A. Mémoire de Master. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. **En cours.**
- RATOVOMANANTSOA, T. N. Mémoire de Master. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. **En cours.**
- RANAIVOARIVELO, R.E.C. *Variation des paramètres physico-chimiques et pollution de l'eau d'une source sise à Ankatso.* Mémoire de Master. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Novembre 2017.
- RANDRIANOMENJANAHARY, A.M. *Etude de la qualité des eaux de puits et des eaux de source de la Commune d'Ankaraobato, District d'Antananarivo Atsimondrano.* Mémoire de Master. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Août 2017.
- RALISOA SANDANIAINA, O. *Evaluation de la qualité chimique et étude de la minéralisation des eaux souterraines d'Amoronakona, Commune d'Ambohimangakely.* Mémoire de Master. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Juillet 2016.

Ingéniorat – Filière Sciences de la terre, Orientation Hydrogéologie, ASJA

- NY AINA, A.T.H.B. *Etude hydrogéochimique de l'eau thermale d'Antsirabe en vue d'une proposition de solution pour l'amélioration de son exploitation par le Centre National de Crénothérapie et de Thermoclimatisme.* Mémoire d'ingéniorat. Athénée Saint Joseph Antsirabe (ASJA). Octobre 2006.

3.3. Publication

Les articles mentionnés dans le présent document sont publiés dans les revues d'audience internationale à comité de lecture et qui sont indexés/résumés dans des majeures bases de données bibliographiques telles que Academia, AGRICOLA, CAS (American Chemical Society), CrossRef, DOAJ, Google Scholar, Index Copernicus international- Poland, JournalTOCs, ProQuest Agricultural & Environmental Science Database, PubMed, SCOPUS, Ulrich's, Universe Digital Library, WorldCat, etc. Les renseignements concernant les journaux de publication sont les suivants.

- ***American Journal of Water Resources***
 ISSN : 2333-4797 (Imprimé) 2333-4819 (Electronique)
 Site web: <http://www.sciepub.com/journal/ajwr>

- ***Applied Water Science***
 ISSN: 2190-5487 (Imprimé) 2190-5495 (Electronique)
 Site web : <https://link.springer.com/journal/13201>

- ***International Journal of Recent Scientific Research***
 ISSN : 0976-3031 (Electronique)
 Site web : <http://www.recentscientific.com/>

- ***American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics***
 ISSN : 2328-3491 (Imprimé) 2328-3580 (Electronique) 2328-3629 (CD-ROM)
 Site web : <http://www.iasir.net/aijrstemhome.html>

- ***Environment and Pollution***
 ISSN : 1927-0909 (Imprimé) 1927-0917 (Electronique)
 Site web : <http://ccsenet.org/journal/index.php/ep/index>

- ***Pollution Atmosphérique***
 ISSN : 2268-3798 (Electronique)
 Site web : <http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php>

Les premières pages des articles publiés ou communications faites sont données dans l'**Annexe 3**.

Articles de revues internationales référencées avec comité de lecture

- [1]. **Rasolofonirina, M.**, Ramaroson, V. et Ravelomantsoa, S.D. "Assessment of nitrate occurrence in the shallow groundwater of Merimandroso area, Analamanga Region, Madagascar using multivariate analysis". *American Journal of Water Resources*. 2018, 6(1), 39-47.
[doi :10.12691/ajwr-6-1-5](https://doi.org/10.12691/ajwr-6-1-5)
- [2]. Ramaroson, V. Rakotomalala, C.U., Rajaobelison, J., Fareze, L.P., Razafintsalama, F.A., **Rasolofonirina, M.** « Tritium as tracer of groundwater pollution extension: case study of Andralanitra landfill site, Antananarivo-Madagascar », *Appl Water Sci*. 2018, 8 :57.
[doi : 10.1007/s13201-018-0695-9](https://doi.org/10.1007/s13201-018-0695-9)
- [3]. **Rasolofonirina, M.**, Ramaroson, V. and Ravelomanantsoa, S.D., "Use of Cluster Analysis Technique for Water Quality Assessment in Mahitsy Commune, Central Highland of Madagascar", *Int J Recent Sci Res*. 2018, 9(1). 23191-23196.
[doi: 10.24327/ijrsr.2018.0901.1416](https://doi.org/10.24327/ijrsr.2018.0901.1416)
- [4]. Rakotondramanana Hery Tiana, **Rasolofonirina Mamiseheno**, Rasamuel Maminirina Fanomezantsoa, Rakotozafy Lucienne Voahangilalao, Raelina Andriambololona, Ravelomanantsoa Solofonirina D., Rasoazanany Elise Octavie. "Elemental characterization of PM_{10-2.5} and PM_{2.5} in aerosols collected in town Antsirabe by TXRF", *American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics*, 2016, 16(1), 13-22.
- [5]. Rakotondramanana Hery Tiana, Randriamanivo Rakotozafy Lucienne Voahangilalao, Ravoson Herinirina Nomenjanahary, Raelina Andriambololona, Ravelomanantsoa Solofonirina D., **Rasolofonirina Mamiseheno**. "Determination of tantalum in mineral ores Madagascar using Energy Dispersive X-ray Fluorescence", *American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics*, 2016, 15(2), 148-153.
- [6]. **Rasolofonirina, M.**, Ramaroson, V., Raelina Andriambololona, "On-site Sanitation Influence on Nitrate Occurrence in the Shallow Groundwater of Mahitsy City, Analamanga Region, Madagascar", *Environment and Pollution*, 2015, 4(2), 55-65.
[doi:10.5539/ep.v4n2p55](https://doi.org/10.5539/ep.v4n2p55)

- [7]. Hery Tiana Rakotondramanana, Lucienne Voahangilalao Randriamanivo, Raelina Andriambololona et **Mamiseheno Rasolofonirina**. « Application de la fluorescence X à réflexion totale à l'étude des matières particulaires et des métaux lourds de la pollution de l'air dans la ville d'Antananarivo, Madagascar », *Pollution atmosphérique*, N° 178, 2003, p. 273-283.
doi : [10.4267/pollution-atmospherique.1990](https://doi.org/10.4267/pollution-atmospherique.1990)

Article dans le proceedings d'une conférence internationale

- [1]. Raelina Andriambololona, L.V. Randriamanivo, H. T. Rakotondramanana, **M. Rasolofonirina**, « Air quality in terms of particulate matter (PM10) and element components in Antananarivo city », *HEP-MAD'01 : Proceedings of the First Madagascar International Conference on High-Energy Physics, Antananarivo, Madagascar*. 27 septembre 27 – 5 octobre 2001. [En ligne].
[En ligne]. Disponible sur
<https://books.google.mg/books?id=tH1qDQAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

Communications orales

- [1]. **Rasolofonirina, M.** et Ramaroson, V. « Détermination de l'âge des eaux souterraines par datation des substances chimiques et isotopiques », Communication dans le cadre l'année de Physique 2005. Antananarivo, Madagascar. 22 – 24 novembre 2005.
- [2]. **Rasolofonirina, M.**, Andrianarilala, M. T., Raelina Andriambololona, « Contamination par les nitrates de la nappe phréatique d'Antsirabe », *Communication dans le cadre des activités de l'ARSIE*. Antananarivo, Madagascar. 19 - 20 octobre 2005.
- [3]. **Rasolofonirina, M.** « Utilisation des CFCs pour l'estimation de l'âge des eaux souterraines ». *Séminaire Interdisciplinaire Raelina Andriambololona*. Antananarivo, Madagascar. Juillet 2005.
- [4]. **Rasolofonirina, M.** « Caractéristiques Éléments Traces et Physico-Chimiques des eaux de consommation dans certaines régions d'Antananarivo », *Journée Nucléaire sur la qualité/pollution des ressources en eau*. Antananarivo, Madagascar. 5 mai 2005.

- [5]. **Rasolofonirina, M.**, Randriamanivo, L., Raelina Andriambololona, « Trace Elements and Physico-chemical Quality of the Well Waters in Mahitsy, Province of Antananarivo, Madagascar », HEPMAD'04 *International Conference on High-Energy Physics, Antananarivo, Madagascar*. 27 septembre – 2 octobre 2004. [En ligne]. Disponible sur [https://www.academia.edu/24464522/Trace Elements and Physicochemical Quality of the Well Waters in Mahitsy Province of Antananarivo Madagascar](https://www.academia.edu/24464522/Trace_Elements_and_Physicochemical_Quality_of_the_Well_Waters_in_Mahitsy_Province_of_Antananarivo_Madagascar)
- [6]. Raelina Andriambololona, L. Randriamanivo, **M. Rasolofonirina**, H.T. Rakotondramanana, E.O. Rasoazanany, R.R. Andrianarivo, « Détermination de la qualité physico-chimique des eaux de consommation dans la partie sud aux alentours de la ville d'Antananarivo », *présenté lors de la Journée de recherche 2001*, Mahajanga, Madagascar. 5 octobre 2001.

Communications affichées

- [1]. Ramaroson, V., Rakotomalala, C. U., Fareze, L. P., Razafintsalama, F., Rajaobelison, J., **Rasolofonirina, M.** « Chemical and isotope studies of the impacts on landfill on water quality in the site of Andralanitra, Antananarivo, Madagascar », *International Symposium on Isotope Hydrology: Revisiting Foundations and Exploring Frontiers - CN225*. Vienna, Austria. Février 2017. <https://conferences.iaea.org/indico/event/49/session/13/.../247.pdf>
- [2]. **Rasolofonirina, M.** « Natural and Anthropogenic nitrate sources in upper groundwater water in the Central Imerina region, Madagascar », *Atelier pour les boursiers FIS*. Antananarivo, Madagascar. Mai 2008.

Autres communications (rapport technique)

- [1]. **Rasolofonirina, M.** « Natural and Anthropogenic nitrate sources in upper groundwater in the Central Imerina region, Madagascar », Final Technical Report : IFS Project under reference W/3625-1. Décembre 2006.
- [2]. **Rasolofonirina, M.**, Rasatatsihoarana, S., Andrianarilala, M.T. « Drinking water quality in some regions of antananarivo province, Madagascar », Final Technical Report MAG7002 - Effects of Air and Water Pollution on Human Health, Part: Drinking Water Quality. Mars 2006.

- [3]. **Rasolofonirina, M.**, Randriamanivo, L., Andrianarilala, M. T., Raelina Andriambololona. « Qualité élément trace et physico-chimique des eaux de puits dans la commune de mahitsy, province d'antananarivo", Rapport technique. Février 2005.
- [4]. **Rasolofonirina, M.**, Rasatatsihoarana, S., Andrianarilala, M.T. « Caractéristiques elements traces et physico-chimiques des eaux de consommation dans quelques regions de la province d'antananarivo », Rapport Technique Final : Sous-Projet FADES SP99v21_b - Volet Eau de Consommation. Septembre 2004.

CHAPITRE 4. DEVELOPPEMENT ET RESPONSABILITE PEDAGOGIQUE

4.1. Développement des parcours pédagogiques

En 2008, j'ai conduit une équipe pédagogique restreinte pour développer les syllabus de formation des nouveaux parcours au sein de l'option physique nucléaire, physique appliquée et théorique de l'époque. L'équipe de conception a scindé en deux parcours Masters, en l'occurrence le Master en Physique Nucléaire Appliquée et Environnement et le Master en Physique des Hautes Energies l'ancienne option en vue de répondre au mieux aux besoins du secteur d'emploi. Le travail de cette équipe consistait à confectionner les syllabus en question du début jusqu'à la fin, en passant par la formulation des objectifs du parcours, la détermination des matières/Unité d'Enseignement (UE) à enseigner avec leurs contenus, la répartition des crédits alloués à chaque matière/UE et l'identification des partenaires potentiels nécessaires à la mise en œuvre du parcours.

La même équipe de l'option Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique a également développé un nouveau parcours à vocation professionnelle de grade Licence. Il s'agit du parcours Technologie Non-Destructive (TND) dont le principal objectif est de former des jeunes étudiants se prétendant faire carrière dans le domaine de l'industrie en collaborant étroitement avec l'INSTN-Madagascar.

4.2. Responsabilité pédagogique

Le parcours TND a débuté à partir de l'année universitaire 2013-2014 après avoir obtenu l'habilitation émanant du MESUPRES. Et j'étais le premier responsable du parcours TND qui s'est vu confié de la lourde tâche de mise en place (en 2012) et de mise en œuvre de ce parcours aussi bien du point de vue administratif que pédagogique. J'ai été responsable de cette formation jusqu'au début de l'année 2016.

Parallèlement à cette responsabilité, j'ai également assumé la responsabilité de quelques UE aussi bien au niveau grade Licence que grade Master après le basculement au nouveau système LMD. Le tableau ci-après résume mes responsabilités d'UE.

#	UE	Parcours	Remarque
1	Introduction à la Statistique Appliquée	S2, TND	
2	Introduction au Management	S2, TND	
3	Statistique Appliquée Intermédiaire	S4, TND	
4	Management Intermédiaire	S5, TND	
5	Management	S7, Physique	Co-responsable
6	Management de la Qualité	S9, PNAE	
7	Méthodes et Statistique	S9, PNAE	

CHAPITRE 5. AUTRES ACTIVITES

5.1. Autre formation

J'ai reçu quelques formations tant au niveau national qu'international, me permettant de renforcer mes acquis tout au long de mes carrières scientifiques.

Niveau national

- Technique d'évaluation du projet/programme de développement. Formation réalisée par l'AGENATE. INSTN-Madagascar, Antananarivo. 2003.

Thèmes principaux : Place de l'évaluation dans l'enseignement supérieur ; Méthode de suivi d'un projet ou d'un programme de développement ; Présentation d'un rapport des résultats de suivi ; Méthodes d'évaluation, incluant les outils de collecte de données ; Evaluation participative.

- Atelier de formation sur le développement d'une méthode d'analyse et l'Assurance Qualité/Contrôle Qualité. Facilité par un expert envoyé par l'AIEA. INSTN-Madagascar, Antananarivo. 2001.

Thèmes principaux : Méthodes de préparation des différents échantillons (biologiques, géologiques, eaux et aérosols,...) ; Etalonnage des appareils de mesure ; le contrôle qualité de la méthode analytique utilisée, incluant le calcul des limites de détection/quantification et les précisions ; Bonnes pratiques de laboratoires d'analyse.

- Séminaire ISO sur le Management de la Qualité et l'ISO 9001 :2000, Antananarivo. 7 et 8 décembre 2000.

Thèmes principaux : Concepts de base des normes ISO ; Démarche Qualité ; ISO 9001 :2000 ; Certification ISO 9001 :2000.

Niveau international

- Cours de formation Régional Avancé sur l'utilisation de la méthode isotopique pour datation de l'âge des eaux souterraines, **Argonne National Laboratory (ANL), USA**, 11 – 22 avril 2005.

Thèmes principaux : Introduction aux concepts de base de ^{14}C ; Hydrogéochimie du système carbonaté ; Datation radiocarbone ; Modélisation géochimique de la datation radiocarbone en utilisant le logiciel NETPATH.

- Cours de formation sur le Management de la Qualité, **South African Nuclear Energy Corporation (NECSA), Afrique du Sud**, 23 – 27 juin 2003.

Thèmes principaux : Concepts de base du système de Management de la Qualité ; Conception et mise en œuvre du Système de Management de la Qualité ; Normes ISO 9001 ; Etapes pour la certification ISO 9001.

- Stage de formation sur la détermination des métaux lourds dans les eaux de consommation avec l'Assurance Qualité/Contrôle Qualité dans les laboratoires d'analyse de trace, **Laboratoires de l'AIEA - Seibersdorf, Autriche**, mars – août 2002.

Thèmes principaux : Préparation d'échantillon pour l'analyse par fluorescence-X à réflexion totale ; Développement des méthodes d'analyse pour la mesure d'élément trace; Assurance Qualité/Contrôle Qualité dans les laboratoires d'analyse de trace.

5.2. Membre de jury des mémoires

J'ai participé à des membres de jury des mémoires de Licence, de DEA et de Master depuis 2003. J'ai siégé au total dans dix-huit (18) jurys de mémoire de DEA/Master confondu, deux (2) jurys de mémoire d'ingéniorat et quatre (4) jurys de mémoire de Licence. Les détails y afférents sont les suivants.

Grade DEA/Master

1. ANDRIAMANJATO, H. E. « *Etude hydrochimique de la nappe phréatique de la zone d'Anjomakely, Commune Bongatsara – Antananarivo, Madagascar* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Février 2018.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
2. ANDRIANIRINAMANANTSOA, N.N.F. « *Etude de la pollution de l'air ambiant à Ambohidahy en termes des particules en suspension, du carbone noir et des métaux lourds par la méthode de fluorescence-X à énergie dispersive* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo.

Décembre 2017.

Membre de jury en tant qu'*Examineur*

3. RASOLONIRINA, M.F. « *Evolution géochimique et interconnexion des eaux souterraines de la région d'Analamanga, Commune Talata Volonondry* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Décembre 2017.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
4. RANAIVOARIVELO, R.E.C. « *Variation des paramètres physico-chimiques et pollution de l'eau d'une source sise à Ankatso* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Novembre 2017.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
5. RANDRIANOMENJANAHARY, A.M. « *Etude de la qualité des eaux de puits et des eaux de source de la Commune d'Ankaraobato, District d'Antananarivo Atsimondrano* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Août 2017.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
6. RAMIAINTSOA, B.A. « *Optimisation d'un impacteur Virtuel en utilisant le langage Dev C++* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Novembre 2016.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
7. BEN, A. « *Optimisation d'un impacteur en cascade a huit étages en utilisant le langage Dev C++* », Mémoire de Master, PNAE. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Novembre 2016.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
8. RALISOA SANDANIAINA, O. « *Evaluation de la qualité chimique et étude de la minéralisation des eaux souterraines d'Amoronakona, Commune d'Ambohimangakely* », Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Juillet 2016.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*

9. ANDRIAMISETRA, V.M.Z. « *Analyse des métaux lourds et des éléments minéraux dans les curcumas longa par la technique de la fluorescence-X à réflexion totale et par la spectrométrie d'absorption atomique* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 2014.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
10. RASOLONDRAIBE, I.P. « *Caractérisations physico-chimique et mécaniques de quelques produits de ciment à Madagascar par la technique d'analyse par fluorescence-X et essais de réception* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Février 2014.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
11. ANDRIANIAINA, H. « *Contribution à l'étude de la qualité des eaux de consommation d'Andralanitra et environ* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Mars 2013.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
12. RAKOTOARIDERA, Z.S. « *Etude préliminaire des caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques des aquifères du socle cristallin de la région d'Ihorombe : cas d'Ihosy* », Mémoire de DEA, Hydrogéologie. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Avril 2008.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
13. ANDRIAMIHARITSOA, G. « *Installation et mise en marche d'une chaîne de détection du tritium pour la datation des eaux souterraines à Madagascar-INSTN* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Mars 2009.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
14. NASSUR, R. « *Contribution à l'étude des ions solubles dans l'eau des aérosols de la ville d'Antananarivo* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Décembre 2007.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*

15. ANDRIAMAHENINA, N.N. « *Etude hydrochimique de la nappe phréatique des zones d'Ambohimangakely et d'Ambohimanambola par les méthodes d'analyse par fluorescence-X et chromatographie ionique* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Février 2007.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
16. ELARIMISA, O. « *Les eaux salées du socle cristallin malgache et leur séparation géographique : cas de la région sud de Madagascar* », Mémoire de DEA, Hydrogéologie. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Février 2014.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*
17. ANDRIANARILALA, M.T. « *Qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Antsirabe* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Mars 2005.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
18. RASATATSIHOARANA, S.F. « *Etude de la qualité des eaux de consommation dans quelques régions de la province d'Antananarivo par la technique d'analyse par fluorescence-X à réflexion totale* », Mémoire de DEA, Physique Nucléaire, Physique Appliquée et Théorique. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Décembre 2003.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*

Ingéniorat

1. NY AINA, A.T.H.B. « *Etude hydrogéochimique de l'eau thermale d'Antsirabe en vue d'une proposition de solution pour l'amélioration de son exploitation par le Centre National de Crénothérapie et de Thermoclimatisme* », Mémoire d'ingéniorat, Hydrogéologie. ASJA. Octobre 2006.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
2. RAZAFINDRAKOTO, M. « *Impacts des activités humaines sur la qualité de l'eau dans la Commune rurale d'Ankilizato – Morondava* », Mémoire d'ingéniorat, Hydrogéologie. ASJA. Novembre 2005.
Membre de jury en tant qu'*Examineur*

Grade Licence

1. ANDRIAMAHANINA, E.T.R. « *Contrôle de bouteilles en verre par méthode de bleu de méthylène* », Mémoire de stage Licence, TND. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Avril 2018.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
2. HARILALANIRINA, R. « *Prévention et diagnostic du traitement d'eau brute dans la station Mandroseza* », Mémoire de stage Licence, TND. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Mars 2017.
Membre de jury en tant que *Rapporteur*
3. FANANTENANA, V. « *Détection par un GEORADAR en milieu hétérogène **GEOSCANNER AB*** », Mémoire de stage Licence, TND. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Mars 2017.
Membre de jury en tant que *Président de jury*
4. RANDRIANAROBY, C.D. « *Analyse et interprétation des données d'un **GEOSCANNER*** », Mémoire de stage Licence, TND. Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo. Mars 2017.
Membre de jury en tant que *Président de jury*

5.3. Expertise et consultance

Mes compétences forgées tout au long de mes carrières m'amènent quelque fois à associer d'une manière ponctuelle à mon métier de chercheur au début et ensuite celui d'enseignant-chercheur une activité de prestation de service dans des organismes privés en tant que consultant.

La première consultance concerne l'évaluation technique du dossier d'Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES) du projet QMM en 2001, orientée surtout sur les aspects radioactivité et pollution de l'air. Le groupe de consultants dont j'ai fait partie a réalisé cette évaluation en collaboration avec l'Office National de l'Environnement (ONE) en vue de l'octroi du permis environnemental.

Le cabinet d'étude Louis Berger International a également fait appel à nous à l'INSTN-Madagascar pour conduire une étude sur la pollution auditive et nasale dans le cadre du déplacement urbain au sein de l'agglomération d'Antananarivo en 2003.

J'ai eu déjà l'opportunité de faire des prestations de service en qualité de consultant auprès des Organisations Non-Gouvernementales (ONG) œuvrant dans le domaine du développement rural, dont

- Réalisation de l'enquête annuelle d'un projet de sécurité alimentaire financé par le *Food For Peace (FFP)/United States Agency for International Development (USAID)*, ADRA Madagascar (Adventist Development and Relief Agency). Août 2016.
- Conduite d'une évaluation à mi-parcours d'un projet sur la transformation semi-industrielle de la canne à sucre à Madagascar, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI). Mars 2017.

CONCLUSION

Dix-huit années sont à la fois longues et courtes pour une carrière scientifique. Dix-huit années sont longues dans la mesure où elles m'ont permis d'acquérir de nouvelles connaissances et de nouveaux savoir-faire plus qu'attendus, plus particulièrement à travers des échanges entre collègues et membres de l'équipe de recherche, et cela tant dans le domaine de l'enseignement que celui de la recherche. Ces nouvelles acquisitions m'ont servi d'atout surtout pour la conduite des études à travers les différents projets de recherche auxquels j'ai participé. Paradoxalement, dix-huit années sont invraisemblablement courtes du fait que plus l'on avance dans son parcours scientifique, plus on se rend compte de l'immensité des travaux qui attendent avec les défis dont on ne pourrait jamais faire l'énumération exhaustive.

Le bilan de dix-huit années de carrière scientifique révèle la publication de sept (7) articles de recherche auprès des revues d'audience internationale à comité de lecture. A ces articles s'ajoutent un article dans les proceedings d'une conférence internationale, six (6) communications orales et deux (2) communications affichées. J'ai également développé quatre (4) rapports techniques des projets de recherche avec l'appui des membres de l'équipe de recherche concernée.

Il m'est arrivé également d'encadrer neuf (9) étudiants ayant préparé leurs mémoires de DEA/Master dont deux en cours, et un élève ingénieur ayant développé son mémoire en hydrogéologie. De plus, j'ai fait partie d'une vingtaine de jurys de mémoire de DEA/Master, d'ingéniorat et de licence tout confondu.

Nous avons développé les syllabus de formation de trois (3) nouveaux parcours avant le basculement en système LMD dont un à vocation professionnelle. Il s'agit de deux (2) parcours Masters à vocation recherche, à savoir le Master en Physique Nucléaire Appliquée et Environnement et le Master en Physique des Hautes Energies. Le troisième parcours est de niveau Licence (Technologie Non-Destructive).

J'ai également participé activement au montage et à la réalisation de trois (3) projets de recherche scientifique ayant trait à l'évaluation de la qualité de l'environnement physique, incluant la qualité des ressources en eau. Ces expériences ont développé l'esprit critique et la rigueur scientifique chez moi. Elles m'ont également

permis de forger mes compétences aussi bien à la gestion de la relation avec les bailleurs de fonds qu'à celle d'équipe de travail elle-même.

Le **volume II** de ce mémoire d'HDR fera l'objet de la synthèse des travaux de recherche que j'ai menés avec les membres de l'équipe de recherche à laquelle j'appartiens. Il mettra surtout en exergue les problématiques de recherche traitées, les méthodologies de travail utilisées ainsi que les acquis scientifiques tout au long de la mise en œuvre de ces travaux.

ANNEXE 1 : Couvertures des manuscrits du mémoire de Licence des étudiants encadrés



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
GRADE LICENCE EN PHYSIQUE



DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Mention : Physique et Applications

Parcours : PHYSIQUE

Semestre 6

RAPPORT DE STAGE

Sur :

LA POLLUTION INDUSTRIELLE DES EAUX

ANDRIAMANGARIVO Tsiry Ny aina Toetranirina

ANDRIATSILAITRA Rina Lafatra

Encadreur : Dr RASOLOFONIRINA Mamiseheno

Année Universitaire : 2015-2016



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
GRADE LICENCE EN PHYSIQUE



DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Mention : Physique et Applications

Parcours : PHYSIQUE

Semestre 6

RAPPORT DE STAGE

Sur :

Pollution des eaux souterraines

RAJAABELINA IHARILIVA Jimmy Mickael
RAJAONISON Andriamahefasoa

Encadreur: RASOLOFONIRINA Mamiseheno, Maître de Conférence

Année Universitaire : 2014-2015



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Domaine : Sciences et Technologies

Mention : Physique et Applications

Parcours : Technologie Non Destructive Appliquée et Environnement

MEMOIRE DE STAGE

pour l'obtention du diplôme de

LICENCE

intitulé :

CONTROLE DE BOUTEILLES EN VERRE PAR METHODE DE BLEU DE METHYLENE

Présenté par :

ANDRIAMAHANINA Elihoda Tsilavonarivo Raobeliasy

devant la commission d'examen composée par :

Président : Monsieur RABOANARY Rolland

Professeur Titulaire

Examineur : Madame RALAIARISOA Haritiana Lucette

Maître de conférences

Rapporteur : Monsieur RASOLOFONIRINA Mamisheho

Maître de conférences

10 Avril 2018



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Domaine : Science et Technologies

Mention : Physique et Applications

Parcours : Technologie Non Destructive

MEMOIRE DE STAGE

Pour l'obtention du diplôme de

LICENCE

Intitulé :

**PREVENTION ET DIAGNOSTIC DU
TRAITEMENT D'EAU BRUTE DANS LA STATION
MANDROSEZA**

Présenté par :

HARILALANIRINA Ratiaray

Devant la commission d'examen composée par :

Président : Monsieur RABESIRANANA Naivo

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo

Examineur : Monsieur RAKOTONDRAMANANA Hery Tiana

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo

Rapporteur : Monsieur RASOLOFONIRINA Mamiseheno

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo

le 28 Mars 2017

ANNEXE 2 : Couvertures des manuscrits du mémoire de DEA/Master et Ingéniorat des étudiants encadrés



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
FORMATION DOCTORALE EN PHYSIQUE**



DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Laboratoire de physique nucléaire et physique de l'environnement

MEMOIRE

Pour l'obtention du :

DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PHYSIQUE

Option : Physique Nucléaire, Physique Théorique et Physique Appliquée
sur les

**ANALYSES DES METAUX LOURDS ET DES ELEMENTS
MINERAUX DANS LES CURCUMAS LONGA PAR LA TECHNIQUE
DE LA FLUORESCENCE X A REFLEXION TOTALE ET PAR LA
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE**

Présenté par

ANDRIAMISETRA Vonona Miary Zo

devant la commission d'examen composée de :

Président : Monsieur RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA

Professeur Titulaire de classe exceptionnelle

Examineur : Monsieur RABOANARY Roland

Professeur Titulaire de l'Université d'Antananarivo

Rapporteur : Madame RAKOTOZAFY née RANDRIAMANIVO Lucienne V.

Maître de Recherche de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Monsieur RASOLOFONIRINA Mamisehen

Maître de conférences



. 2014





UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO
FACULTÉ DES SCIENCES



DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE
Laboratoire de Physique Nucléaire et de Physique de l'Environnement

MÉMOIRE

pour l'obtention du

DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES DE PHYSIQUE

Option : Physique Nucléaire, Physique Théorique et Physique Appliquée

sur la

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX DE
CONSOMMATION D'ANDRALANITRA ET AUX
ALENTOURS ENVIRONS

présenté par

ANDRIANIAINA Herisaina

devant la commission du Jury composée de :

Président : M. RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA

Rapporteurs : Mme RASOAZANANY Elise Octavie

M. RASOLOFONIRINA Mamiseheno

Examineurs : M. RABOANARY Roland

Professeur Titulaire de Classe Exceptionnelle

Maître de Conférences

Maître de Conférences

Professeur

le 04 mars 2013





UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO
FACULTÉ DES SCIENCES
FORMATION DOCTORALE EN PHYSIQUE



DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE
Laboratoire de Physique Nucléaire et de Physique de l'Environnement

MÉMOIRE

pour l'obtention du :

DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES DE PHYSIQUE

Option : Physique Nucléaire, Physique Théorique et Physique Appliquée
sur l'

ÉTUDE HYDROCHIMIQUE DE LA NAPPE PHREATIQUE
DES ZONES D'AMBOHIMANGAKELY ET
D'AMBOHIMANAMBOLA PAR LES METHODES D'ANALYSE
PAR FLUORESCENCE-X ET CHROMATOGRAPHIE IONIQUE

présenté par

ANDRIAMAHENINA Njaka Namelantsoa

devant la commission d'examen composée de :

- Président** : **Monsieur RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA**
Professeur Titulaire de classe exceptionnelle à la Faculté des Sciences
de l'Université d'Antananarivo.
- Examineurs** : **Monsieur RABOANARY Roland**
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo.
Monsieur RANAIVOARISOA Alfred
Maître de conférence à la Faculté des Sciences de l'Université
d'Antananarivo.
Madame RAKOTOZAFY RANDRIAMANIVO Lucienne
Docteur de troisième cycle à la Faculté des Sciences de l'Université
d'Antananarivo.
- Rapporteur** : **Monsieur RASOLOFONIRINA Mamiseheno**
Maître de conférence à la Faculté des Sciences de l'Université
d'Antananarivo.

le 09 Février 2007



Ministère de l'Education Nationale
et de la Recherche Scientifique
Université d'Antananarivo
Faculté des Sciences d'Antananarivo
Département de Physique
B.P. 906
Antananarivo 101-Madagascar

Laboratoire de Physique Nucléaire et
de Physique de l'Environnement
et
Institut National des Sciences et
Techniques Nucléaires
B.P. 4279
Antananarivo 101-Madagascar



MEMOIRE
Présenté
A LA FACULTE DES SCIENCES
D'ANTANANARIVO
Pour l'obtention du titre de



Diplôme d'Etudes Approfondies
en
PHYSIQUE NUCLEAIRE, PHYSIQUE THEORIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUEE

Par

ANDRIANARILALA Mamy Tiana

sur la

**QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX
DE CONSOMMATION DE LA VILLE
D'ANTSIRABE**

Soutenu publiquement à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo
Le 03 Mars 2005 devant la commission d'examen composée de :

Président : **Monsieur RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA**
*Professeur Titulaire de classe exceptionnelle
à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo*

Examineurs : **Madame RAHARISOLOLALAO Amélie**
*Professeur Titulaire
à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo*
Monsieur RANDRIANARIVONY Edmond
*Professeur
à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo*
Monsieur RABOANARY Roland
*Professeur
à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo*

Rapporteur : **Monsieur RASOLOFONIRINA Mamiseheno**
*Docteur de troisième cycle
Chercheur au Madagascar-INSTN*

Edité par Madagascar-INSTN



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
DOMAINE SCIENCES ET TECHNOLOGIE



Mention : Physique et Application

Parcours : Physique Nucléaire Appliqué et Environnement

Mémoire pour l'obtention du diplôme de :

MASTER en Physique et Applications

Intitulé :

VARIATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET POLLUTION
DE L'EAU D'UNE SOURCE SISE à ANKATSO

Présenté par :

RANAIVOARIVELO RianalaErrah Christelle

Le 21 Novembre 2017

Devant la commission du jury composée de :

Président : Mr **RAVELOMANANTSOA** Solofo
Professeur à la faculté des sciences

Examineur : Mme **RAMAROSON** Voahirana
Maître de conférences

Encadreur : Mr **RAJAOSLOSON** Joel
Professeur à la faculté des sciences
: Mr **RASOLOFONIRINA** Mamiseheno
Maître de conférences





**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES**



Domaine : Sciences et Technologies

Mention : Physique et Applications

Parcours : Physique Nucléaire Appliquée et Environnement

MEMOIRE

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER EN PHYSIQUE ET APPLICATIONS

intitulé :

**« Etude de la qualité des eaux de puits et des
eaux de source de la Commune d'Ankaraobato,
District d'Antananarivo Atsimondrano »**

Présenté par :

RANDRIANOMENJANAHARY Aivo Mbolaso

devant la commission d'examen composée de :

- Président :** M. **RAVELOMANANTSOA Solofonirina Dieudonné**
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo
- Examineur :** Mme. **RAMAROSON Voahirana**
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo
- Encadreurs :** M. **RASOLOFONIRINA Mamischeno**
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo
- M. **RAJAOBELISON Joël**
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo

le 31 août 2017





UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DES SCIENCES

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

MENTION : PHYSIQUE ET APPLICATIONS

Parcours : Physique Nucléaire Appliquée et Environnement



Mémoire pour l'obtention du Diplôme de :

MASTER en PHYSIQUE ET APPLICATIONS

Intitulé

**EVALUATION DE LA QUALITE CHIMIQUE ET ETUDE DE
LA MINERALISATION DES EAUX SOUTERRAINES
D'AMORONAKONA – COMMUNE AMBOHIMANGAKELY**

Présenté par :

Mlle. RALISOA SANDANIAINA Onjanirina

Devant la commission d'examen composée de :

<u>Président</u> :	M. RAJAABELISON Joël	Professeur
<u>Examineur</u> :	M. RABOANARY Roland	Professeur Titulaire
<u>Rapporteurs</u> :	M. RASOLOFONIRINA Mamiseheno	Maître de conférences
	Mme. RAMAROSON Voahirana	Maître de conférences

Le 08 Juillet 2016 à 11h 30min

Salle : INSTN



**ATHÉNÉE SAINT JOSEPH ANT SIRABE
(ASJA)**

Université Privée à Vocation Professionnalisante

MEMOIRE présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR

En

Spécialité : SCIENCES MINIERE et HYDROGEOLOGIE

Option : HYDROGEOLOGIE

**ETUDE HYDROGEOCHIMIQUE DE L'EAU THERMALE
D'ANTSIRABE EN VUE D'UNE PROPOSITION DE SOLUTION POUR
L'AMELIORATION DE SON EXPLOITATION PAR
LE CENTRE NATIONAL DE CRENOTHERAPIE
ET DE THERMOCLIMATISME**

Par

NY AINA Andriantsimialonarivo Tatamo Harisoa Balisama

Soutenu le 20 Octobre 2006

Devant les membres de jury composés de :

Président : Père CUOMO Mario Giuseppe, Directeur de l'Athénée Saint Joseph Antsirabe

Rapporteurs : Monsieur RANAIVOARISOA Alfred, Hydrogéologue, Maître de conférence
Monsieur RASOLOFONIRINA Mamiseheno, Docteur en Physique Appliquée

Examineurs : Mademoiselle MAMIFARANANAHARY Emma, Professeur à l'ASJA
Monsieur MANDIMBIHARISON Aurélien, Ingénieur Géologue, Maître en
Géologie de Terrain Superficiel



Etablissement thermal
BP 10
110-Antsirabe
Tél : 44 480 19



Madagascar - INSTN
BP 4279
101-Tananarivo
Tél. : (261) 20 22 611 81/355 84
E-mail : instn@wanadoo.mg

ASJA
BP 287
110-Antsirabe
Tél. : 44 483 19/20
E-mail : asja@dts.mg

ANNEXE 3 : Premières pages des articles publiés ou communications réalisées

Assessment of Nitrate Occurrence in the Shallow Groundwater of Merimandroso Area, Analamanga Region, Madagascar Using Multivariate Analysis

Mamiseheno Rasolofonirina^{1*}, Voahirana Ramaroson^{1,2}, Solofonirina Dieudonné Ravelomanantsoa¹

¹Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Antananarivo, Antananarivo, Madagascar

²Department of Isotope Hydrology, INSTN-Madagascar, Antananarivo, Madagascar

*Corresponding author: mrasolofonirina@yahoo.com

Abstract Knowing the groundwater quality is important for the drinking water supply in the highland area of Madagascar, including Merimandroso Commune insofar that groundwater is the main source of drinking water for a large number of Malagasy people. In this way, this study assessed the shallow groundwater quality with special focus on nitrate occurrence using multivariate statistical techniques such as cluster analysis (CA) and principal component analysis (PCA). That was to determine the similarities among the water samples in terms of hydrochemical features and to identify the different mechanisms involved in the shallow groundwater hydrochemistry. The study was conducted on twenty-one water samples collected from dug wells. Cluster analysis grouped the water-sampling points into two main clusters: a highly nitrate polluted group (concentration greater than 50 mg/l) and a non-nitrate polluted group. The results showed a spatial variation of the groundwater chemistry processes, while no such variability was found temporally for water samples collected at different periods. Principal component analysis extracted three principal components accounted for over 82% of the total variance. It attributed the hydrochemical features of the water samples of high nitrate content to the nitrate pollution mechanisms along with the weathering of feldspar and ferromagnesian minerals. For some of the latter water samples, the water chemistry is likely affected by igneous rock weathering. This study confirmed both the usefulness and powerfulness of multivariate statistical techniques in water quality assessment, since they helped get a proper understanding of processes controlling the shallow groundwater chemistry.

Keywords: *assessment, groundwater quality, nitrate, cluster analysis, principal component analysis*

Cite This Article: Mamiseheno Rasolofonirina, Voahirana Ramaroson, and Solofonirina Dieudonné Ravelomanantsoa, "Assessment of Nitrate Occurrence in the Shallow Groundwater of Merimandroso Area, Analamanga Region, Madagascar Using Multivariate Analysis." *American Journal of Water Resources*, vol. 6, no. 1 (2018): 39-47. doi: 10.12691/ajwr-6-1-5.

1. Introduction

Access and use of safe drinking water constitute the cornerstone for a healthy life, as waterborne diseases still hit many parts of the world, especially the developing countries, resulting in deaths, mostly among children. Diarrheal disease causes about 1.5 million deaths per year in the world [1].

Though nitrate is considered relatively non-toxic, exposure to elevated nitrate levels in drinking water can have adverse health effects on people, particularly on infants of age less than three months [2]. The consumption of water containing high level of nitrate can cause methemoglobinemia in infants, the so-called "blue-baby" syndrome. Methemoglobinemia is a potentially fatal condition, occurring when normal hemoglobin in red blood cells is oxidized to methemoglobin, which is unable to transport oxygen to the tissues, resulting in oxygen deprivation [3]. This may lead to unusual blue-gray skin color (cyanosis) and in some cases, to asphyxiation and deaths, when methemoglobin level goes beyond fifty percent [4].

Natural nitrate concentrations are usually less than 2 mg/l in groundwater [5]. However, nitrate is of the primary interest nutrient in many studies due to the prevalence of its contamination in groundwater. The occurrence of high nitrate level in groundwater derives from fertilizer use, land application of manure and organic wastes, leachate from sanitation systems, atmospheric deposition from fossil-fuel combustion, and disposal of urban and domestic sewage [6]. Nitrate is part of nitrogen cycle. It is the most common form of nitrogen found in water, as it is highly soluble in there. Nitrate is a chemically unreactive element in natural groundwater conditions. As a result, when nitrate is introduced into the groundwater, it will be contaminated for years or decades. It will take time before nitrate is naturally attenuated through bacterial processes (denitrification) or dilution.

Nitrate contamination of groundwater is of great concern throughout the whole world, particularly in areas where groundwater is the major source of drinking water. In the United States, about twenty-two percent of the wells in the agricultural areas have nitrate concentrations above the maximum contaminant level of 45 mg/l. High nitrate



Tritium as tracer of groundwater pollution extension: case study of Andralanitra landfill site, Antananarivo–Madagascar

Voahirana Ramaroson^{1,2} · Christian Ulrich Rakotomalala¹ · Joel Rajaobelison^{1,2} · Lahimamy Paul Fareze¹ · Falintsoa A. Razafitsalama¹ · Mamiseheno Rasolofonirina²

Received: 17 November 2017 / Accepted: 26 March 2018
© The Author(s) 2018

Abstract

This study aims to understand the extension of groundwater pollution downstream of a landfill, Andralanitra–Antananarivo–Madagascar. Twenty-one samples, composed of dug well waters, spring waters, river, and lake, were measured in stable isotopes ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) and tritium. Results showed that only two dug well waters, collected at the immediate vicinity of the landfill, have high tritium activities (22.82 TU and 10.43 TU), probably of artificial origin. Both upstream and further downstream of the landfill, tritium activities represent natural source, with values varying from 0.17 TU to 1.46 TU upstream and from 0.88 TU to 1.88 TU further downstream. Stable isotope data suggest that recharge occurs through infiltration of slightly evaporated rainfall. Using the radioactive decay equation, the calculated tracer ages related to two recent ground water samples collected down gradient of the landfill lay between [8–15] years and [4–7] years, taking into account the uncertainty of tritium measurements. For the calculation, a value of 2.36 TU was taken as A_0 . The latter was estimated based on similarity between stable isotope compositions of nearby spring and dug well waters as well as tritium activities of the local precipitation. Calculation of the tritium activities from the contaminated water point having 22.82 TU to further downstream using the calculated tracer ages showed values of one order of magnitude higher than the measured values. The absence of hydrological connection from the contaminated water point to further downstream the landfill would explain the lower tritium activities measured. Groundwater pollution seems to be limited to the closest proximity of the landfill.

Keywords Groundwater pollution · Landfill · Contamination · Close proximity · Tritium · Andralanitra

Introduction

Landfill use as municipal solid waste management has negative impact on water resources. Mostly, water quality has been deteriorated in different parts worldwide. In an urban Community of Casablanca-Morocco, the pollution plume moved further through an area of agricultural vocation within a decade as landfill leachate infiltrated through the fractured quartzite formation (Fekri et al. 2012). Aljaradin

and Persson (2012) investigated the environmental impact of municipal solid waste landfills in semi-arid climates, in a case study for Jordan. Results showed a gradual increase of chemical elements concentrations in groundwater wells nearer the landfill site. Besides, municipal landfill leachates also have high tritium activities as reported by several authors (Mutch and Mahony 2008; Hicks et al. 2000; Castañeda et al. 2012).

Tritium is the radioactive isotope of hydrogen. It has different attributes that make it distinctive among environmental tracers of groundwater pollution: it does not interact with the aquifer materials during movement through the porous media and is considered conservative geochemically (Holland and Karl 2010); its activity in water sample can be measured at low level (IAEA et al. 2001) through electrolytic enrichment prior to quantification. As tritium analysis especially can identify contamination at less than 1%, the use of tritium and other isotopes can substitute large number of chemical parameters, especially in a first phase of

✉ Voahirana Ramaroson
vramaroson@yahoo.com

¹ National Institute for Nuclear Science and Technology (INSTN-Madagascar), P.O. Box 3907, 101 Antananarivo, Madagascar

² Domain of Science and Technology, Mention in Physics, Nuclear and Applied Physics Laboratory, University of Antananarivo, P.O. Box 906, 101 Antananarivo, Madagascar

Research Article

USE OF CLUSTER ANALYSIS TECHNIQUE FOR WATER QUALITY ASSESSMENT IN MAHITSY COMMUNE, CENTRAL HIGHLAND OF MADAGASCAR

Mamiseheno Rasolofonirina^{1*}, Voahirana Ramaroson^{1,2} and Solofonirina
Dieu Donné Ravelomanantsoa¹

¹Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Antananarivo, Antananarivo, Madagascar

²Department of Isotope Hydrology, Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires -
Madagascar, Antananarivo, Madagascar

DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2018.0901.1416>

ARTICLE INFO

Article History:

Received 7th October, 2017
Received in revised form 21st
November, 2017
Accepted 05th December, 2017
Published online 28th January, 2018

Key Words:

Water quality, physico-chemical, parameter,
cluster analysis, trilinear diagram.

ABSTRACT

This study assessed the characteristics of well waters sampled in Mahitsy Commune using Piper trilinear diagram and cluster analysis to determine the similarities or dissimilarities among the sampling sites. The linear diagram showed that nine of fifteen water samples were of saline water type with sodium and chloride as dominant cation and anion, respectively. Five water samples were classified as bicarbonate type waters. Depending on the sampling points, calcium, magnesium or sodium was found to be the dominant cation for the bicarbonate water samples. Data clustering analysis using the hierarchical agglomerative method grouped the fifteen sampling points into three main clusters (A, B and C) based on the similarity of the water quality characteristics. The cluster groups A and B comprised nine water samples, which were of saline type and contained high concentrations of nitrate (more than 260 mg/l as NO₃⁻). The cluster group C was made up of six water samples, which were all characterized by low TDS, except for one sample with a high concentration of nitrate (117 mg/l as NO₃⁻).

Copyright © Mamiseheno Rasolofonirina et al, 2018, this is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

Groundwater is an essential component of the natural environment. Approximately, 2.5 billion people, worldwide, rely on groundwater for their basic daily water needs (WWAP, 2015). Increased pressure on the groundwater resources such as overexploitation and increased levels of pollution has deteriorated these valuable resources both in quantity and in quality for the last decades. Groundwater is susceptible to contamination, which occurs when undesirable substances from human activities get into the groundwater. Groundwater is easily contaminated, but it is difficult and expensive to clean it up afterwards (Pawari and Gawande, 2015).

Groundwater can become contaminated through natural or anthropogenic sources. Naturally occurring substances such as iron, manganese, chlorides, fluorides, sulfates or radionuclides, leached from soil or rocks reach groundwater by percolating water. Contamination can result from human-induced activities like industrial discharges, urban activities, agriculture and livestock husbandry, septic systems and waste disposals (Moody, 1996; Cherry, 1987; Waller, 1982).

Groundwater contamination could pose serious risk to human health, depending on the type of contaminant released in the water body. Use of contaminated water can cause diarrhea, respiratory problems, skin irritation, cancer and other water related diseases (Waller, 1982; Pawari and Gawande, 2015).

In rural areas of the developing countries, including Madagascar, where safe drinking water is hardly accessible, people use mainly traditional dug wells for drinking water supply. Unfortunately, there is very little information available on the chemistry of dug well water in Madagascar, enabling to assess if it is safe for drinking (Smedley, 2002).

In recent years, multivariate statistical techniques, including cluster analysis have been widely employed in water quality assessment for complex data analysis and interpretation (Huang et al., 2010; Shrestha and Kazama, 2007). They are powerful tools to identify and understand factors controlling the variation of hydrochemical characteristics of water bodies (Omo-Irabor et al., 2008; Shrestha and Kazama, 2007). Cluster analysis enables to classify sampling points through detecting

*Corresponding author: Mamiseheno Rasolofonirina

Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Antananarivo, Antananarivo, Madagascar



Elemental characterization of PM_{10-2.5} and PM_{2.5} in aerosols collected in town Antsirabe by TXRF

Hery Tiana Rakotondramanana¹, Rasolofonirina Mamiseheno¹, Rasamuel Maminirina Fanomezantsoa²,
Raoelina Andriambololona², Rakotozafy Lucienne Voahangilalao², Ravelomanantsoa Solofonirina D.¹,
Rasoazanany Elise Octavie^{1,2}

¹Laboratoire de Physique Nucléaire et Physique de l'Environnement (LPNPE),
University of Antananarivo, MADAGASCAR.

²Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN-MADAGASCAR).

Abstract: This work was carried out at the laboratory Techniques of X-ray Fluorescence and Environment, INSTN-Madagascar. The aim of this study is to determine the elemental composition of PM_{2.5} and PM_{10-2.5} in the aerosols collected in town Antsirabe and to determine their sources. The aerosols samples were collected at seven sites: Miaramasoandro, Ambohimena, STAR, COTONA-SACIMEN, Tsenan'Asabotsy, Hopital-Andranomafana and Ambavahady Mangatsiaka located in town Antsirabe. GENT sampler stacked filter unit (SFU) was used during the sampling campaign. This air sampler is suitable to collect the aerosols samples in two fractions: coarse particles noted PM_{10-2.5} and fine particles called PM_{2.5}. Total reflection X-ray Fluorescence (TXRF) was used for quantification of the elements presents in the aerosols samples. Before the analysis, all filters must be mineralized with acid digestion bomb in closed system. Then, the obtained solution was prepared and analyzed directly with TXRF spectrometer with molybdenum (Mo) anode. The results showed that the elements such as K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, Se, Br, Rb, Sr and Pb were analyzed in the aerosols samples at seven sites. The calculation of the enrichment factor (EF) based on Mason's method showed that the elements such as Zn, Br and Pb are from anthropogenic sources and K, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni and Sr are from natural sources.

Keywords: Total Reflection X-ray Fluorescence, air pollution, enrichment factor, PM_{2.5}, PM_{10-2.5}

I. Introduction

Antsirabe is one of the largest cities in Madagascar and it is classified as an industrialized areas. Antsirabe is belong to Vakinankaratra region and his population is about 238 478 in 2013. It is situated at an altitude about 1500m. During the winter season, the temperature could be down around 0°C at night. In term of air pollution research in Madagascar, this work was the first study related in aerosols particularly in PM_{10-2.5} and PM_{2.5} in town Antsirabe. Air pollution studies are one of great concern in many countries due to its significant negative impact as well as in human health than in the environment. In addition, the knowledge of the properties of aerosols such as size distribution, chemical or elemental compositions and source apportionment are important for the management of air pollution. In term of elemental composition, numerous techniques can be used such as Inductive Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) and Inductive Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) (Norhayati Mohd Tahir et al., 2013), Particle Induced X-Ray Emission (PIXE) (Mkoma S. L. et al., 2010), Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) (I. Durukan et al., 2013), neutron activation analysis (NAA) (YANG Shao-jin et al., 2000).

In our case, Total reflection X-ray Fluorescence (TXRF) was used for the elemental analysis in the collected aerosols samples taken at the areas study.

The aim of this study was to determine the elemental composition both in PM_{2.5} and PM_{10-2.5} in the aerosols collected in town Antsirabe and to determine their sources using the method developed by Mason.

II. Analytical methods

Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) was used for the analysis of aerosol samples. It was composed by X-ray generator, X-ray tube with molybdenum (Mo) anode, water pump for cooling the system, Si(Li) detector, pre-amplifier produced by CANBERRA, inspector and a computer containing both AXIL and QXAS program. Figure 1 illustrated the general setup of TXRF spectrometry.



Determination of tantalum in minerals ores of Madagascar using Energy Dispersive X-ray Fluorescence

Hery Tiana Rakotondramanana¹, Rakotozafy Lucienne Voahangilalao², Ravoson Herinirina Nomenjanahary²,
RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA², Ravelomanantsoa Solofonirina D.¹, Rasolofonirina Mamiseheno¹

¹Laboratoire de Physique Nucléaire et Physique de l'Environnement (LPNPE),
University of Antananarivo, MADAGASCAR.

²Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN-Madagascar)

Abstract: The aim of this study is to determine the concentration of tantalum in minerals ores of Madagascar. The analytical technique Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) with tube anode molybdenum and secondary target molybdenum (Mo) was used. The calibration results showed the mean geometrical factor was about 6.621×10^{-08} . All analysis was done at the XRF Techniques and Environment Department. The minerals ores must be transformed to thick pellets using a mechanical grinder FRITSCH until the sizes of samples were less than 50µm and a press SPECAC under pressure six (06) tons. Then, the prepared pellets were put in sample carrier and measured directly with energy dispersive X-ray Fluorescence spectrometer. Fundamental parameters method was used for quantitative analysis of the tantalum in the minerals ores. Fourteen samples (14) were analyzed at the laboratory and the results showed that the concentration of tantalum pentoxide (Ta_2O_5) ranged from 4.82% to 47.02%.

Keywords: Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF), tantalum, minerals ore

I. Introduction

Tantalum was discovered by a Swedish scientist Anders Ekeberg in 1802. Tantalum did not occur naturally as free metal but was essential components form in a range of mineral species such as columbite, tantalite, pyrochlore, microlite, tapiolite, ixiolite, wodginite, loparite, lueshite, euxenite, struverite and ilmenorutile (British Geological Survey, april 2011). Due to the advantages both in chemical and physical properties having tantalum such as its corrosion resistance, inert to sulphuric and hydrochloric acid in all concentration below 148.8°C. In addition, tantalum is not attacked by nitric acid in concentrations up to 98% and temperature up to 100°C. In fact, there are wide ranges of tantalum applications including heat exchanger, columns, condenser, reactors, piping system, pressure vessels. Tantalum serves also many different industries such as electronics, metallurgies, pharmaceutical, steel finishing, pesticides, herbicides, organics, inorganic,.... (TITAN metal Fabricators, 2016). But, the basic knowledge concerning the quality of the minerals ores was one of the important factors to make a decision related on the extraction of the raw materials. Then, the analysis of minerals ores using different techniques cannot be avoided. So, numerous analytical techniques have been used for the determination of tantalum in the geological materials including inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) for the determination of high purity tantalum after a trace matrix separation technique (V. Krivan et al., 1991) and the determination of niobium and tantalum in heavy minerals after the separation by preconcentration procedure (J. KUBOVÁ et al., 1993), analysis of tantalite deposit of Mai-Kabanji, North western Nigeria using energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF) (Y. Alhassan et al., 2010). The aim of this study is to determine the concentration of tantalum in minerals ores of Madagascar using Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF).

II. Materials and method

Materials

Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) spectrometer was used for sample analysis. It was composed by a detector lithium-drifted silicon crystal Si(Li) with a resolution 170eV at 5.9keV, X-ray generator produced by Siemens company, X-ray tube with molybdenum (Mo) anode and a secondary target molybdenum (Mo) and a water pump to ensure the cooling of the system. A pre-amplifier and an integrator were placed between the detector and the computer. They treated the signal from the detector and transformed the analogy signal to

On-site Sanitation Influence on Nitrate Occurrence in the Shallow Groundwater of Mahitsy City, Analamanga Region, Madagascar

Mamiseheno Rasolofonirina¹, Voahirana Ramaroson^{1,2} & Raelina Andriambololona³

¹Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Antananarivo, Madagascar

²Department of Isotope Hydrology, Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, Madagascar

³Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, Madagascar

Correspondence: Mamiseheno Rasolofonirina, Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Antananarivo, BP 906 –Antananarivo 101, Madagascar. Tel: 261-3-2047-9173. E-mail: mrasolofonirina@yahoo.com.

Received: January 5, 2015 Accepted: January 13, 2015 Online Published: March 30, 2015

doi:10.5539/ep.v4n2p55

URL: <http://dx.doi.org/10.5539/ep.v4n2p55>

Abstract

Nitrate contamination of groundwater has inclined to be a critical issue in areas where groundwater is the only available resource for water supply for drinking use purpose. In developing countries such as Madagascar, on-site sanitation can be a significant source of nitrate contamination of shallow groundwater, depending on the type of sub-surface layer and hydrogeological environment, the arrangements and behavior of sanitation, and the design of sanitation used for defecation. This study was carried out to investigate the nitrate occurrence in shallow groundwater of Mahitsy city, Analamanga Region of Madagascar, and to assess the on-site sanitation influence on nitrate concentration in drinking water well. Water samples were collected from dug wells in rainy and dry seasons.

The analytical results showed that the measured nitrate concentration was in the range of 1.5 mg/L and 580 mg/L with an average of 348 mg/L for all water samples. Thirteen out of fifteen samples had nitrate concentration exceeding the WHO guideline value (50mg/L). Data analysis indicated that nitrate concentration in dry season (average 409 mg/L) was greater as compared to rainy season (371 mg/L). However, the difference was not significant at the 0.05 level. Significant positive correlation (0.849, $p < 0.01$) was found between nitrate and chloride concentration with chloride/nitrogen ratio of about 1:2.23, suggesting the same source for nitrate and chloride. Nitrate concentrations of well waters were strongly correlated to distance between water wells and sanitation facilities (-0.466 , $p = 0.08$), to water table level (-0.558 , $p < 0.05$) and to age of water wells (0.655 , $p < 0.01$).

Keywords: nitrate contamination, groundwater, on-site sanitation, Mahitsy

1. Introduction

Nitrate occurs naturally in soil and groundwater, but at low concentrations (less than 3 mg/L) in water unaffected by human-related activities according to Madison & Brunett (1984). It is part of the nitrogen cycle. Nitrogen is a key element for all living organisms and large amounts of inorganic nitrogen as well as other essential nutrients are needed specifically by plants for their sustainable high yields (Blumenthal, Baltensperger, Cassman, Mason, & Pavlista, 2008).

While used in fertilizers, nitrate can be released into groundwater when nitrogen fertilizer is applied indelicately. Plants take up the amount of nitrate they need for their growth and the exceeding nitrate stays in the soil, to further finds its way into groundwater through the downward movement of soil water into aquifer (Tredoux, Engelbrecht & Israel, 2009). That constitutes the main source of nitrate groundwater pollution known as diffuse source in the zone where fertilizers are used in excessive amounts and/or without proper management.

Other potential sources of nitrate contamination of groundwater include the use of animal manure and sanitation system leaching. Animals and human excreta increase the soil organic nitrogen, which is converted into nitrate by a series of bacterial transformations under aerobic conditions. It enhances the leaching of nitrate into groundwater (Assessing Risk to Groundwater from On-Site Sanitation [ARGOSS], 2002). This last phenomenon

Application de la fluorescence X à réflexion totale à l'étude des matières particulaires et des métaux lourds de la pollution de l'air dans la ville d'Antananarivo, Madagascar

Studies of particulate matter and heavy metals of urban air pollution, in Antananarivo City, Madagascar, using total reflection X-ray fluorescence

Hery Tiana RAKOTONDARAMANANA*, Lucienne Voahangilalao RANDRIAMANIVO*,
Raelina ANDRIAMBOLOLONA*, Mamiseheno RASOLOFONIRINA*

Résumé

On peut améliorer considérablement les performances de la technique de la fluorescence X classique par la réflexion totale. Nous appliquons cette dernière à l'étude de la distribution granulométrique des éléments toxiques, indésirables et PM_{10} dans les aérosols de la ville d'Antananarivo. L'échantillonneur DICHOTOMOUS est utilisé pour les prélèvements d'échantillons. On peut obtenir deux types d'aérosols : les particules respirables ou les particules fines $PM_{2.5}$ (diamètre aérodynamique inférieur à $2,5 \mu m$) et les particules inhalables ou les grosses particules $PM_{2.5-10}$ (diamètre aérodynamique entre $2,5 \mu m$ et $10 \mu m$). Les échantillons sont prélevés sur les sites suivants : le tunnel d'Ambohidaly, le tunnel d'Ambanidia, Andravoahangy, Soarano, Mahamasina et Ankorondrano. Les résultats montrent la présence d'éléments comme le soufre (S), le potassium (K), le calcium (Ca), le titane (Ti), le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le brome (Br), le rubidium (Rb), le strontium (Sr) et le plomb (Pb) dans les aérosols. Leurs concentrations sont très élevées dans les particules respirables. La concentration moyenne du plomb, de valeur $1,8 \mu g.m^{-3}$, est largement supérieure à la valeur $0,5 \mu g.m^{-3}$ adoptée par l'OMS (Organisation mondiale de la santé) et à la valeur maximale admissible de $1,5 \mu g.m^{-3}$ de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Concernant la distribution granulométrique du plomb, les résultats ont montré que les particules fines contiennent beaucoup de plomb. De même, on constate pour les PM_{10} une concentration moyenne de $240 \mu g.m^{-3}$, supérieure à la valeur $150 \mu g.m^{-3}$ recommandée par les deux organisations mentionnées ci-dessus. Ainsi, la ville d'Antananarivo est classée zone saturée pour les deux paramètres (plomb et particules en suspension). De plus, les résultats sur les facteurs d'enrichissement par la méthode de Mason ont montré que les éléments comme S, Cr, Cu, Zn, Br et Pb proviennent des sources naturelles et anthropiques. Les éléments comme K, Ca, Ti, Mn, Fe et Sr proviennent du sol. Le zonage des sites étudiés a montré que la ville d'Antananarivo est classée zone saturée. L'importation massive de vieilles voitures (bus, automobiles) depuis quelques années a encore aggravé la pollution atmosphérique de façon alarmante ainsi que ses effets sur la santé de la population : le Service des Maladies Respiratoires de l'Hôpital général d'Antananarivo a noté entre 1997 et 1999 un net accroissement du nombre de malades ayant des affections respiratoires aiguës.

* Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires Madagascar (Madagascar-INSTN), BP 4279 Antananarivo 101 Madagascar ; E-mail : instn@ds.mg

AIR QUALITY IN TERMS OF PARTICULATE MATTER (PM10) AND ELEMENT COMPONENTS IN ANTANANARIVO CITY

RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA, L. V. RANDRIAMANIVO,
H. T. RAKOTONDRAMANANA, M. RASOLOFONIRINA

*Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (Madagascar-I.N.S.T.N.)
P.O. Box 4279 – 101 Antananarivo
MADAGASCAR*

E-mail: instn@dts.mg

The main objective of this research was to study the size distribution of the toxic elements, undesirables ones and PM10 in the aerosols of Antananarivo urban areas using Total Reflection X-ray Fluorescence. This work was carried out in the framework of a Co-ordinated Research Program organized by the IAEA in 1998. The results of the study show that lead exceeds the recommended value of the WHO ($0.5\mu\text{g.m}^{-3}$) and the PM10 particles exceed also the recommended value ($150\mu\text{g.m}^{-3}$). Therefore, the Antananarivo urban area is classified as saturated zone for both parameters (lead and particulate matter).

1 Introduction

Air pollution is a major health and environmental problem affecting both developed and developing countries around the world. Several physico-chemical parameters determine the air quality. Since it depends mainly on the environmental surroundings, it is necessary to know the spatial and temporal evolution of air quality. Emphasis is put on lead and PM10. The effects of air pollution on the environment depend essentially on the pollutant concentration level in air, the exposure times of individual or the species in the microenvironment and the particles dimension. With regard to air pollution hazard on human health, it is well known that the more the particles are small, the more they are dangerous because they can go deeper into the organs through the alveolus. For that reason, this work is based on the size distribution study of lead and PM10 in air.

2 Methods

Sampling sites are chosen so that several types of areas are studied: urban area of high traffic density, crowded places, urban residential and industrial places. The aerosols samples were collected in the urban areas of Antananarivo through the DICHOTOMOUS Air Sampler, which was placed at 1.60 m above the ground. Filters were weighed before and after sampling with a $10\mu\text{g}$ sensitive balance in order to determine the total mass deposited on the filters.

COMMUNICATION ORALE

TITRE	Détermination de l'âge des eaux souterraines par datation des substances chimiques et isotopiques
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina Mamiseheno Ramaroson Voahirana
EVENEMENT	Célébration de l'Année de Physique 2005
DATE	22 – 24 novembre 2005.
DEFINITION	<ul style="list-style-type: none"> • Datation des substances chimiques et isotopiques et non de l'eau • Age des eaux souterraines: temps parcouru à partir du moment où les substances atteignent la nappe • Age basé sur le traceur: non nécessairement égal à l'âge des eaux souterraines • Méthode de Traceur: technique basée sur l'observation du comportement des substances spécifiques • Exactitude de l'âge: dépendant du processus de transport avec la phase aqueuse • Pas des traceurs idéaux pour la datation
METHODOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Collecter les échantillons d'eaux • Les préserver d'une manière adéquate • Analyser les échantillons avec une bonne précision • Evaluer l'âge des eaux souterraines à partir des modèles (interprétation de l'âge) • Utilisation des modèles empiriques (Lumped-parameter models) • Utilisation des diagrammes de Traceur • Utilisation des traceurs tels que CFCs, ^3H et ^{14}C
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer les temps de renouvellement de la nappe • Evaluer la vulnérabilité des nappes contre la pollution • Estimer le temps de remédiation • ... <p>⇒ <i>Outil de management des ressources en eau</i></p>

TITRE	Contamination par les nitrates de la nappe phréatique d'Antsirabe
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina Mamiseheno
EVENEMENT	Communication dans le cadre des activités de l'ARSIE.
DATE	19 - 20 octobre 2005
CONTEXTE	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'accès à l'eau potable: 14,38% • Principales sources des eaux de consommation: puits traditionnels et sources naturelles • Nappe phréatique: 3m à 12m • Qualité de ces masses d'eau méconnues
ZONE D'ETUDE	<ul style="list-style-type: none"> • Zone d'Antsirabe: Ville Antsirabe et Vinanikarena • Climat tropical d'altitude avec une précipitation annuelle de 1700 mm • Activités: industrie, agriculture et élevage • Haut Plateau Central • Zone hydrogéologique de hauts plateaux cristallins de pluviométrie supérieure à 800m • Prélèvement de la nappe superficielle: niveau statique entre 1m et 10m
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> • $\text{NO}_3 < 0,9 \text{ mg/L}$: 8,9% • $0,9 < \text{NO}_3 < 13,5 \text{ mg/L}$: 26,8% • $13,5 < \text{NO}_3 < 50 \text{ mg/L}$: 26,8% • $\text{NO}_3 > 50 \text{ mg/L}$: 37,5% <p>⇒ Environ 64% d'échantillons peuvent subir des influences humaines (latrines, parcs de bétail, stockage des fumiers, stockage des déchets domestiques)</p>
CONCLUSION	<ul style="list-style-type: none"> • Les eaux de puits dans la zone d'Antsirabe sont contaminées par les nitrates • La présence de nitrates pourrait provenir des activités humaines • Des études plus approfondies sur la sensibilité de la nappe doivent être menées

TITRE	Utilisation de CFCs pour l'estimation de l'âge des eaux souterraines
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina Mamiseheno
EVENEMENT	Séminaire Interdisciplinaire Raoelina Andriambololona.
DATE	Juillet 2005
DEFINITION	<ul style="list-style-type: none"> • Datation des substances chimiques ou isotopiques et non de l'eau • Age des eaux souterraines: temps parcouru à partir du moment où les substances atteignent la nappe • Non nécessairement égal au temps de séjour de l'eau l'âge basé sur le traceur
METHODOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de CFCs dans l'atmosphère depuis 1930 • Dissolution des CFCs dans les eaux de surface et leur incorporation à l'hydrosphère • Apport d'infime quantité de CFCs par les eaux pénétrant dans les aquifères • Quantité de CFCs dépendant: <ul style="list-style-type: none"> - Concentration atmosphérique - Température de recharge • Paramètres à considérer: <ul style="list-style-type: none"> - Equilibre Eau-Gaz à la recharge - Température de la recharge - Pression à la recharge - Connaissance de l'historique de CFCs dans, l'atmosphère • Hypothèses de base: <ul style="list-style-type: none"> - Collecte et analyse des échantillons représentatifs - Echantillon d'eau en équilibre de solubilité avec l'air de la zone non saturée - Connaissance de l'historique de la composition locale de CFCs dans l'air
FINALITE DE LA METHODE	<ul style="list-style-type: none"> • Estimer l'âge des eaux souterraines • Comprendre la mobilisation des polluants dans l'eau • ... <p>⇒ <i>Outil de management des ressources en eau</i></p>

TITRE	Caractéristiques Éléments Traces et Physico-Chimiques des eaux de consommation dans certaines régions d'Antananarivo
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina Mamiseheno
EVENEMENT	Journée Nucléaire sur la qualité/pollution des ressources en eau
DATE	5 mai 2005
CONTEXTE	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau est essentielle à la vie humaine • D'après le TBS (2002), seulement 14,38% de la population rurale ont accès à l'eau potable • Les eaux souterraines utilisées sont captées à partir de la nappe phréatique
ZONE D'ETUDE	<ul style="list-style-type: none"> • Région de Vakinankaratra : Vinanikarena, Antsirabe I, Ambatolampy • Région d'Analamanga : Manjakandriana, Antananarivo Atsimondrano et Avarandrano, Ambohindratrimo, Anjozorobe • Région d'Itasy : Miarinarivo, Arivonimamo
METHODOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Échantillonnage des eaux de consommation • Analyse d'Ions majeurs et mineurs: CI • Analyse d'éléments Traces: TXRF • Effectuer l'interprétation des données
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> • Les sources du taux élevé des nitrates ? <ul style="list-style-type: none"> - Infiltrations d en provenance des fosses d'aisance - Infiltrations en provenance de parcs de bétails - Déchets domestiques • Les facteurs favorisant la présence à un taux élevé des NO3 <ul style="list-style-type: none"> - Construction des points d'eau - Captage des nappes superficielles - Habitudes sur l'utilisation des eaux - Mode de vie de la population • Impacts éventuels sur la santé des nitrates ? <ul style="list-style-type: none"> - Sérieux problèmes sanitaires surtout chez les nourrissons âgés de moins de 6 mois - Méthémoglobinémie « Bébé Bleu »

TITRE	Trace Elements and Physico-chemical Quality of the Well Waters in Mahitsy, Province of Antananarivo, Madagascar
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina, M. , Randriamanivo, L., Raelina Andriambololona,
EVENEMENT	HEPMAD'04 International Conference on High-Energy Physics, Antananarivo, Madagascar.
DATE	27 septembre – 2 octobre 2004
CONTEXTE	<ul style="list-style-type: none"> • Influence of Geochemistry of groundwater on its utility • Suitability of the aquifer system as source of water • Assessment of groundwater quality and development of strategies to protect aquifers
ECHANTILLONNAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Study area: Mahitsy • Period of sampling: January 2004 • Geological setting: Crystalline rock of Precambrian age • Type of aquifer: Superficial aquifer • Type of sampled water: water from traditional well
METHODOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • In-situ: Temperature, pH, Eh, EC, TDS, DO and Alkalinity • In the Laboratory: <ul style="list-style-type: none"> - Trace element: TXRF - Major and Minor ions: IC
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> • NO₃ ranges from 9.9 mg/L to 489 mg/L, aver. 160 mg/L • 62.5% of well water contain NO₃ greater than 50 mg/L • 81% of sampled water are of nitrate higher than 13.5 mg/L • Most of sampled well appear to be contaminated by human activities • Mn ranges between less than 8 µg/L and 976 µg/L • 62.5% of water sample are of Mn level higher than 50 µg/L • 37.5% of samples are in Mn level greater than 150 µg/L • High concentration of Mn is observed in nitrate contaminated water • Ba concentrations are between 55 µg/L and 4967 µg/L • More than 43% of collected waters are of Ba concentration greater than 700 µg/L • 5 of 16 samples contain Ba in concentration greater than 1000 µg/L • They occur in well water with high concentration of nitrate

TITRE	Utilisation de CFCs pour l'estimation de l'âge des eaux souterraines
NOM DE L'AUTEUR	Rasolofonirina Mamiseheno
EVENEMENT	Séminaire Interdisciplinaire Raoelina Andriambololona.
DATE	Juillet 2005
DEFINITION	<ul style="list-style-type: none"> • Datation des substances chimiques ou isotopiques et non de l'eau • Age des eaux souterraines: temps parcouru à partir du moment où les substances atteignent la nappe • Non nécessairement égal au temps de séjour de l'eau l'âge basé sur le traceur
METHODOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de CFCs dans l'atmosphère depuis 1930 • Dissolution des CFCs dans les eaux de surface et leur incorporation à l'hydrosphère • Apport d'infime quantité de CFCs par les eaux pénétrant dans les aquifères • Quantité de CFCs dépendant: <ul style="list-style-type: none"> - Concentration atmosphérique/Température de recharge • Paramètres à considérer: <ul style="list-style-type: none"> - Equilibre Eau-Gaz à la recharge - Température de la recharge - Pression à la recharge - Connaissance de l'historique de CFCs dans, l'atmosphère • Hypothèses de base: <ul style="list-style-type: none"> - Collecte et analyse des échantillons représentatifs - Echantillon d'eau en équilibre de solubilité avec l'air de la zone non saturée - Connaissance de l'historique de la composition locale de CFCs dans l'air
FINALITE DE LA METHODE	<ul style="list-style-type: none"> • Estimer l'âge des eaux souterraines • Comprendre la mobilisation des polluants dans l'eau • ... <p>⇒ <i>Outil de management des ressources en eau</i></p>



Contribution ID : 247

Type : Poster

CHEMICAL AND ISOTOPE STUDIES OF THE IMPACTS ON LANDFILL ON WATER QUALITY IN THE SITE OF ANDRALANITRA, ANTANANARIVO-MADAGASCAR

Abstract content

Landfill is the only available method used for domestic waste disposal in Madagascar, in particular, in the capital city of Antananarivo. The landfill in Andralanitra is, however, used without any external protection or leachate collection system. Due to the high cost of safe drinking water provided by the National Water Company, the population living near the landfill site is using traditional dug wells for their water supplies.

The present study deals with the impacts of landfilling practices on the water resources characteristics in the landfill's surroundings, using chemical and isotope tools. Physical parameters (pH, temperature, salinity, TDS, DO, EC), major ions (Ca+2, Mg+2, Na+, K+, Cl-, SO4-2, HCO3-, NO3-) and environmental isotopes (2H, 18O, and 3H) were measured in 21 water samples composed of 14 dug well water samples, 5 spring water samples, 1 river water sample and 1 lake water sample. Sampling points were located within 500 m upstream and downstream the landfill site.

Results showed that the dug well waters just downgradient of the landfill are highly contaminated, having high major ions concentrations as well as high tritium contents (up to 22 TU, probably of artificial origin), indicating the presence of negative impact of the landfill. Upstream and further downstream the landfill; dug well waters have much lower TDS values, but high nitrate and chloride concentrations, likely due to on-site sanitations and farming at the vicinity of the water points rather than from the landfill. The abrupt drop of the tritium contents from 22 TU to natural values (2-3 TU), measured further downgradient, seems to confirm a lesser influence of the landfill further from the waste disposal site, assuming the tritium decay and the rapid percolation through the sandy aquifer. The stable isotopes results showed a direct infiltration of rainfall, with dug well and spring waters plotting along the local meteoric water line (LMWL). Similarities of the stable isotope composition between geographically close spring and dug well waters seem to indicate that they are of the same origin. The probable presence of impervious layers at greater depth may prevent contamination to spread over into the aquifer. . Key-words: landfill, chemistry, environmental isotopes, contamination, just downgradient, Andralanitra

Summary

Primary author(s) : Dr. RAMAROSON, Voahirana (INSTN-Madagascar)

Co-author(s) : Mr. RAKOTOMALALA, Christian Ulrich (INSTN-Madagascar); Mr. FAREZE, Lahimamy Paul (INSTN-Madagascar); Ms. RAZAFINTSALAMA, Falintsoa (INSTN-Madagascar); Prof. RAJAOBELISON, Joel (INSTN-Madagascar); Dr. RASOLOFONIRINA, Mamiseheno (University of Antananarivo, Faculty of Science, Department of Physics)

Presenter(s) : Dr. RAMAROSON, Voahirana (INSTN-Madagascar)

Session Classification : Isotope Hydrology Poster Session

Track Classification : Water Pollution Studies

Natural and anthropogenic nitrate sources in upper groundwater water in the Central Imerina region, Madagascar

IFS Project under reference W/3625-1

Mamiseheno Rasolofonirina

Overview

Nowadays, water is becoming a precious resource as it is an absolute necessity to keep alive on earth. However, water resource is highly exposed to contamination due to both natural and human influences, and the preservation of its quality from further degradation is getting a great deal.

Shallow groundwater is found to be the most vulnerable to nitrate contamination as it is generally located near to land surface.

Study Objectives

The objectives of the study were to:

- determine the concentration of nitrate in well waters,
- identify its eventual sources, and
- better understand the processes, controlling the presence of nitrate in the subsurface groundwater.

Study area description

The study area is situated in the Central Highlands of Madagascar. The area of interest stretches between the latitudes 18°30'S and 19°15'S, and the longitudes 47°10'E and 47°50'E. The study area lies in the north eastern part of Antananarivo Province and covers an area of around 2500 km².

The province of Antananarivo experiences altitude tropical climate characterised by two distinct seasons: hot and rainy season (November – April), and cold, dry season (May – October). Annual rainfall varies between 1000 mm and 2000 mm.

The province of Antananarivo is formed of crystalline rocks of Precambrian age consisting mainly of gneisses, granites or migmatites.

The bedrocks where are located the study basins are highly altered and develop deep layer of laterites, which form an important aquifers.

Traditional well gets water from the upper aquifer. The water table found ranges from 0.6 m to 24.6 m under the land surface. The well depth varies between 4 m and 33 m, depending on the well site topography.

AUTRES COMMUNICATIONS (RAPPORT TECHNIQUE)

Natural and Anthropogenic nitrate sources in upper groundwater water in the Central Imerina region, Madagascar

Final Technical Report
IFS Project under reference W/3625-1



Mamiseheno Rasolofonirina

Madagascar-INSTN
P.O. Box 4279 – 101 Antananarivo, Madagascar
Tel.(Off): + 261 20 22 611 81
Tel.(Mob): + 261 32 04 791 73
Fax.: + 261 20 22 355 84
Email: instn@wanadoo.mg
Or mrasolofonirina@yahoo.com

December 2006



DRINKING WATER QUALITY IN SOME REGIONS OF ANTANANARIVO PROVINCE, MADAGASCAR

Final Technical Report

MAG7002 “Effects of Air and Water Pollution on Human Health”

Part: Drinking Water Quality

Mamiseheny Rasolofonirina, Sergio Rasatatsihoarana, Mamy Tiana Andrianarilala

Madagascar-INSTN
B.P. 4279 – 101 Antananarivo, Madagascar
Tel.: +261 20 22 611 81
Fax.: +261 20 22 355 84
Email : instn@wanadoo.mg

March 2006



QUALITE ELEMENT TRACE ET PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE PUITTS DANS LA COMMUNE DE MAHITSY, PROVINCE D'ANTANANARIVO

*Réalisé dans le cadre du sous-projet FADES SP99v21_b et
du projet de Coopération Technique MAG7002
Volet : Eau de Consommation*

M. Rasolofonirina, L. Randriamanivo, M. T. Andrianarilala, Raelina Andriambololona

Madagascar-INSTN
B.P. 4279 – 101 Antananarivo, Madagascar
Tel.: +261 20 22 611 81
Fax.: +261 20 22 355 84
Email : instn@wanadoo.mg

Février 2005



CARACTERISTIQUES ELEMENTS TRACES ET PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE CONSOMMATION DANS QUELQUES REGIONS DE LA PROVINCE D'ANTANANARIVO

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

Dans le Cadre du Sous-Projet FADES SP99v21_b

Volet Eau de Consommation

Mamiseheno Rasolofonirina, Sergio Rasatatsihoarana, Mamy Tiana Andrianarilala

Madagascar-INSTN
B.P. 4279 – 101 Antananarivo, Madagascar
Tel.: +261 20 22 611 81
Fax.: +261 20 22 355 84
Email : instn@wanadoo.mg

Septembre 2004