

- **MAG7002 (2001-2003) : Effects of water and air pollution on public health**

Financement : AIEA

Coordinateur : Dr. L.V. Rakotozafy

Partenaires : Service des Maladies Respiratoires (SMR) de l'Hôpital Général de Befelatanana et le Service Oncologie de l'Hôpital Joseph Ravoahangy Andrianavalona (HJRA)

Objectif : Evaluer les risques engendrés par la pollution des eaux et de l'air sur la santé de la population

Historique des projets FADES et MAG7002

Le projet FADES SP99v1b_21 a été soumis en 1999, accordé la même année et n'a été rendu effectif qu'en 2001.

Entre temps, nous avons soumis presque le même projet à l'AIEA en 2000 et celui-ci a été avalisé sous la référence MAG7002. Ce qui fait que les deux projets devaient démarrer ensemble.

Description des projets FADES et MAG7002

Zones d'étude : Régions de Vakinankaratra et d'Analamanga

Ecosystème concerné : air, eaux de consommation, eaux usées et sols

Paramètres d'intérêt : les métaux lourds, la radioactivité, les ions majeurs, les matières particulières

Les intervenants :

Volet air : M. Hery Tiana Rakotondramanana et son équipe

Volet eaux de consommation : M. Mamiseheno Rasolofonirina et son équipe

Volet eaux usées : Mme Elise Octavie Rasoazanany et son équipe

Volet radioactivité : M. Naivo Rabesiranana et son équipe

Volet santé : Pr Dieudonné Randrianarimanana et son équipe

Volet sociologie : Dr Victorine Andrianaivo Razafimanjato et son équipe

Activités :

Les différentes activités ci-mentionnées sont citées par ordre chronologique.

- Formation des intervenants
- Reconnaissance des lieux à Antsirabe et Vinaninkarena
- Acquisition de matériels (deux chaînes d'analyse par chromatographie ionique, un lot de matériels informatiques pour le traitement de données, un compteur à scintillation liquide, une balance de précision, des petits matériels de laboratoire, un dictaphone)
- Travaux de terrain (Echantillonnage et enquêtes)
- Travaux de laboratoire
- Traitements informatiques des données d'analyses et d'enquêtes
- Réunion pluridisciplinaire
- Restitution des résultats présentée sous forme de séance d'Information-Communication-Sensibilisation
- Diffusion des résultats

Résultats obtenus :

- Des ressources humaines compétentes en matière de pollution environnementale sont disponibles
- Quatre mémoires de DEA en option Physique Nucléaire, Physiques Appliquée et Théorique de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo ont été présentés dans le cadre de ces deux projets. Il s'agit de la présentation de :
 - Mlle RAKOTOMANGA Hanitriniaina : Etude de la Radioactivité des eaux de consommation dans la ville d'Antsirabe par comptage à scintillation liquide (2003)
 - M. RASOLONIRINA Martin : Etude de la Radioactivité des eaux de consommation en milieu uranifère : cas de Vinaninkarena et ses environs (2003)
 - M. RASATATSIHOARANA Sergio : Etude de la qualité des eaux de consommation dans quelques régions de la Province d'Antananarivo par la méthode de la Fluorescence X à réflexion totale (2003)
 - M. ANDRIANARILALA Mamy Tiana : Qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Antsirabe (2005)
- Un GUIDE PRATIQUE de contrôle, de prévention et de surveillance de la pollution est élaboré et est distribué auprès des communes concernées (**annexe 1**)
- Un résumé technique et un rapport final du projet ont été soumis au FADES en 2004

Les résultats de cette étude seront présentés en détail dans le **rapport [R1] en annexe 1**

• **LBI-INSTN (2003) : Plan de déplacements urbains pour l'agglomération d'Antananarivo : Etude de la pollution auditive et nasale**

Financement : LBI et INSTN

Coordinateur : M. Hery Tiana Rakotondramanana

Co-pilotage avec Dr. L.V. Rakotozafy

Objectif : Identifier la source de pollution de l'air dans la Commune urbaine d'Antananarivo

Thème : Environnement physique

Zones d'étude : Commune Urbaine d'Antananarivo

Ecosystème concerné : air

Paramètres d'intérêt : les matières particulaires et nombre de véhicules roulants

Les intervenants : les chercheurs du département XRFE

Activités :

- Réalisation de campagne de prélèvement d'air et comptage routier
- Travaux d'analyses au laboratoire
- Traitements informatiques des données d'analyses
- Elaboration des rapports scientifiques
- Publications des résultats

Résultats obtenus :

- Des données sur le parc automobile et le trafic routier de la Commune Urbaine d'Antananarivo et leur incidence sur la qualité de l'air sont disponibles
- Une communication orale intitulée « La pollution de l'air par le plomb et les matières particulaires due au trafic routier dans la ville d'Antananarivo » a été présentée en 2006 lors du Congrès Malgache de la Route et des Transports

Les projets qui suivent, le RAF4019 et l'EGIS BCEOM ont été simultanément exécutés suite à leur complémentarité et leur période de mise en œuvre.

• **RAF4019 (2006-2011) : Developing Air Pollution Monitoring in Urban Zones**

Financement : AIEA

Coordinateur : M. Hery Tiana Rakotondramanana

Co-pilotage avec Dr. L.V. Rakotozafy

Objectif : renforcer les capacités institutionnelles à la thématique de la qualité de l'air afin de leur permettre de perfectionner leurs connaissances actuelles des problèmes et des technologies liées à la qualité de l'air

Thème : Environnement physique

Zones d'étude : Commune Urbaine d'Antananarivo

Ecosystème concerné : air

Paramètres d'intérêt : les métaux lourds, les matières particulaires et le noir de carbone

Les intervenants : les chercheurs du département XRFE

Activités :

- Acquisition de deux nouveaux appareils de prélèvement d'air et des accessoires y afférentes : les échantillonneurs d'air « GENT ».
- Acquisition d'un réflectomètre de fumée digital, Modèle 43D
- Réalisation de la campagne de prélèvement d'air
- Travaux d'analyses au laboratoire
- Traitements informatiques des données d'analyses
- Elaboration des rapports scientifiques
- Publications des résultats

Résultats obtenus :

- Les appareils de mesures nouvellement acquis sont opérationnels.
- Une communication orale intitulée « Air pollution studies in terms of lead, black carbon, PM_{2.5}, PM_{2.5-10} and PM₁₀ in urban areas of Antananarivo » a été présentée lors de la Conférence Internationale on Developing Air Pollution Monitoring in Urban Zones, 23-24 May 2011, Tanzania.

• **EGIS BCEOM (2007-2008) : Etude sur la gestion de la qualité de l'air à Antananarivo**

Financement : BCEOM et INSTN

Coordinateur : M. Hery Tiana Rakotondramanana

Co-pilotage avec Dr. L.V. Rakotozafy

Objectifs : identifier les sources de la pollution de l'air et accroître l'information du public malgache afin de le sensibiliser à l'importance de la qualité de l'air et l'amener progressivement à un comportement citoyen en réduisant les émissions polluantes.

Thème : Environnement physique

Zones d'étude : Commune Urbaine d'Antananarivo

Ecosystème concerné : air

Paramètres d'intérêt : les matières particulaires, CO, NO₂, SO₂

Les intervenants : les chercheurs du département XRFE

Activités :

- Fourniture en système de prêt d'analyseurs de CO, NO₂ et SO₂
- Formation des chercheurs de l'INSTN sur l'utilisation des analyseurs de CO, NO₂ et SO₂
- Réalisation de campagne de prélèvement d'air
- Travaux d'analyses au laboratoire
- Traitements informatiques des données d'analyses
- Elaboration des rapports scientifiques
- Publications des résultats

Résultats obtenus :

- Les résultats de l'étude et les principales conclusions ont été présentés par le Comité de pilotage à l'Office National pour l'Environnement (ONE), Antananarenina, 28 Juillet 2008
- Une communication orale intitulée « Air Pollution in term of PM_{2.5} and PM_{2.5-10} in Andravoahangy area », a été présentée lors de la Conférence de *HEPMAD 2009*, Ministère des Affaires Etrangères, Antananarivo, 22-28 August 2009. L'article correspondant se trouve dans le site www.slac.stanford.edu/econf/C0908211/pdf/023.pdf

- Deux mémoires de DEA en option Physique Nucléaire, Physiques Appliquée et Théorique ont été présentés en 2011 (Faculté des Sciences – Université d’Antananarivo) dans le cadre de ces deux projets. Il s’agit des présentations de :
 - M. AHMED Houmadi : Etude de la pollution de l’air en termes des métaux lourds et des matières particulaires à Ambodin’Isotry en utilisant la technique de Fluorescence X à réflexion totale
 - M. HARINOELY Manovantsoatsiferana : Etude de la pollution de l’air par les matières particulaires, les éléments et le carbone noir dans les aérosols prélevés à Andravoahangy-Antananarivo

Les trois projets qui suivent à savoir MAG8005/MAG8007, RAF4018 et RAF0027 concernent l’implantation du Système de Management de Qualité à Madagascar. Ils s’adressent particulièrement aux institutions d’analyses utilisant les techniques nucléaires pour le contrôle des biens de consommation publique.

• **RAF4018 (2003-2007) : Quality Management and Control in institutions using nuclear and related technologies**

Financement : AIEA

Coordinateur : Dr. L.V. Rakotozafy

Objectif : Mettre en place des systèmes de gestion de la qualité au sein des institutions nationales d’analyses nucléaires

Thème : Système Qualité

Les intervenants : les chercheurs des départements XRFE, ATN et RP

Activités :

- Mission d’expert en la personne de M. Mathias Rossbach pour examiner la situation réelle à l’INSTN (inventaire des infrastructures humaines et matérielles) et aussi pour sensibiliser le staff sur les objectifs des systèmes de gestion de la qualité établis au sein des institutions d’analyses nucléaires
- Cours de formation national sur le Management de la Qualité (série ISO 9000 et ISO 17025) assuré par M. Paul Doherty, expert de l’AIEA
- Remplacement du tube à rayons X
- Elaboration des Procédures Opérationnelles Permanentes (POPs) adéquates aux laboratoires d’analyses (ISO 17025) à savoir XRFE, ATN et RP
- Organisation de la Journée Qualité à la Chambre de Commerce à Antaninarenina le 09 mai 2006
- Participation aux essais inter-laboratoires
- Elaboration du rapport final du projet

La pollution de l’environnement dans quelques communes des régions d’Analamanga et de Vakinankaratra : apport des techniques d’analyses nucléaires et connexes

Résultats obtenus :

- La mise en place du Système de Management de Qualité (ISO 17025) approuvée par la Direction ;
- Une partie des POPs établie ;
- Le nouveau tube à rayons X installé ;
- Les résultats des essais inter-laboratoires évalués par les organisateurs à savoir AIEA, GEMS WATER et SADCWaterlab ;
- Le mémoire de DEA en option Physique Nucléaire, Physiques Appliquée et Théorique (Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo) de M. ANDRIAMAHENINA Njaka Namelantsoa sur le thème "Etude hydrochimique de la nappe phréatique des zones d'Ambohimangakely et d'Ambohimanambola par les méthodes d'analyses par Fluorescence X et Chromatographie ionique" a été présenté en 2007 dans le cadre de ce projet et du projet MAG/7002 ;
- Lors de la Journée du Codex Alimentarius organisée par le Bureau des Normes de Madagascar en avril 2005, le thème sur "Le contrôle des denrées alimentaires à l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires" a été présenté dont la copie de la présentation jointe à l'**Annexe 2** ;
- La Journée Qualité effective. : Les présentations orales à cette journée sont trouvées en **Annexe 2** ;
- Le rapport final du projet soumis à l'AIEA dont la copie jointe à l'**Annexe 2**.

• **MAG8005/MAG8007 (2007-2010) : Establishment of a National Quality Control Standard for foodstuffs**

Financement : AIEA

Coordinateur : Dr. L.V. Rakotozafy

Objectif : Etablir des capacités nationales en matière de gestion et de contrôle de la qualité dans le but d'accroître la compétitivité et la productivité des entreprises industrielles par l'incorporation systématique de la gestion de la qualité et de contrôle de la qualité dans les laboratoires d'analyses utilisant les technologies nucléaires et connexes.

Les objectifs spécifiques qui se rattachent à ce projet sont les suivants :

- Mettre à niveau les infrastructures d'analyses existantes
- Identifier les paramètres pertinents exigés par les règlements en matière de biens de consommation importés/exportés

- Fournir des résultats fiables obtenus au moyen de matériels approuvés, des méthodes normalisées ou validées
- Fournir des services d'analyses conformes aux normes ISO
- Faciliter le contrôle de la qualité des biens de consommation, en particulier les denrées alimentaires

Thème : Système Qualité

Les intervenants : les chercheurs des départements XRFE et ATN

Activités :

- Acquisition et installation de trois nouveaux appareils d'analyses et des accessoires y afférentes : le spectromètre d'Absorption atomique, le spectromètre Alpha et le spectromètre NaI(Tl)
- Acquisition de divers Matériaux de Référence Certifiés et Standards de référence
- Construction de la salle pour abriter le liquéfacteur d'azote liquide
- Acquisition et installation du nouveau liquéfacteur d'azote liquide et des accessoires y afférentes
- Développement des méthodes d'analyses
- Suivi du projet au travers de mission d'expert en la personne de M. Ales Fajgelj, Technical Officer des projets MAG8005/MAG8007 et RAF0027 (9-13 novembre 2009)
- Bourse de formation et visite scientifique
- Continuation de la participation aux essais inter-laboratoires

Résultats obtenus :

- Le spectromètre d'Absorption atomique, le spectromètre Alpha et le spectromètre NaI(Tl) sont opérationnels.

En raison de la disponibilité de ces appareils à l'INSTN-Madagascar d'une part et de la mise en œuvre des systèmes de gestion de la qualité d'autre part, les efforts entrepris procurent la confiance dans les services offerts et sont récompensés par la satisfaction des clients :

- * les résultats d'analyses de routine reconnus
- * la confiance dans les services accrue
- * la satisfaction des clients améliorée
- Le liquéfacteur d'azote liquide est installé et opérationnel

- La méthode de dosage du plomb, du cadmium et du fer dans les tissus animaux par la spectrométrie d’Absorption atomique (minéralisation, étalonnage, contrôle qualité, analyses quantitatives) est développée. Dans le cadre de ce projet, le mémoire de DEA, option Physique Nucléaire, Physiques Appliquée et Théorique de Mme RAZAFINTSALAMA Volasoahiana sur le thème « Dosage des métaux lourds Pb, Cd et Fe par la spectrométrie d’Absorption atomique dans les tissus animaux » a été présenté en 2009 (Faculté des Sciences – Université d’Antananarivo)
- La mise en œuvre de la gestion de la qualité conformément aux exigences de l’ISO 17025 avance
- Les résultats des essais inter-laboratoires sont évalués par les organisateurs (AIEA et SADCWaterlab)

RAF0027 (2008-2012) : Consumer Safety and Trade Development through Competent Nuclear Testing and Metrology Laboratories

Financement : AIEA

Coordinateur : Dr. L.V. Rakotozafy

Objectif : Renforcer les capacités et améliorer la compétence des laboratoires d’analyses nucléaires dans le but de fournir des services sûrs, fiables et reconnus internationalement pour soutenir la sécurité des consommateurs et le développement commercial

Thème : Système Qualité

Activités :

- Mission d’expert de l’AIEA en la personne de Mme Elizabeth Zeiller : sa mission à l’INSTN consiste à effectuer l’audit interne au sein des laboratoires d’analyses existants et à dispenser des cours sur "la validation des méthodes d’analyses et l’audit interne", septembre 2009
- Amélioration de la pratique en matière du système de management de qualité dans le domaine des analyses : choix des activités à soumettre à l’audit, identification et distribution des tâches, révision des POPs existantes, participation à des cours relatifs à l’assurance qualité et au contrôle qualité exigés par les normes ISO 17025 (recommandée par l’expert)
- Continuation de la participation à des essais inter-laboratoires (recommandée par l’expert)

Résultats obtenus :

- Chercheurs compétents dans le domaine du Management de Qualité
- Amélioration de la mise en œuvre de la gestion de la qualité conformément aux exigences de l'ISO 17025
- Evaluation des résultats des essais inter-laboratoires par les organisateurs (AIEA, SADCWaterlab et GEMS WATER)
- Deux mémoires de DEA en option Physique Nucléaire, Physiques Appliquée et Théorique présentés (Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo) dans le cadre des deux projets. Il s'agit de la présentation de :
 - M. BE Kouzema : Analyses des éléments en traces et des éléments minéraux dans les gousses de vanille de la région de SAVA à l'aide des techniques de Fluorescence X à réflexion totale, d'Absorption Atomique et de chromatographie ionique (2013)
 - Mlle ANDRIAMISETRA Vonona Miary Zo : Analyses des métaux lourds et des éléments minéraux dans les Curcumas Longa par la technique de Fluorescence X à réflexion totale et la spectrométrie d'Absorption Atomique (2015)
- Le rapport final du projet est remis à l'AIEA dont la copie jointe à l'**Annexe 3** (RAF0027 FINAL REPORT.pdf).

En résumé, les résultats et les méthodologies présentés dans ce mémoire sont le fruit de collaborations étroites non seulement au sein des équipes de différents départements de l'INSTN mais aussi avec les partenaires externes avec qui nous avons pu mener à bien les divers projets de recherche mentionnés auparavant et qui font la texture de la synthèse thématique de nos travaux d'une part, et donnent lieu à la publication des articles dans les revues internationales et nationales, des communications orales et des rapports scientifiques d'autre part. Nous trouverons dans le paragraphe qui suit la liste des publications.

• Publications/Communications

P1. H. T. Rakotondramanana, **L. V. Randriamanivo**, Raelina Andriambololona, M. Rasolofonirina, Application de la fluorescence X à réflexion totale à l'étude des matières particulières et des métaux lourds de la pollution de l'air dans la ville d'Antananarivo, Madagascar, Revue Pollution Atmosphérique, Avril-Juin 2003, vol. n°178, pp 273-283

<http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=1990&format=print>

P2. **L. V. Randriamanivo**, Raelina Andriambololona, E. O. Rasoazanany, N. N. Andriamahanina, H. Ravoson, H. Ramaherison, Air Pollution in term of PM_{2.5} and PM_{2.5-10} in Andravoahangy area. HEPMAD'09 Conference, Ministère des Affaires Etrangères, Antananarivo, 22-28 August 2009

www.slac.stanford.edu/econf/C0908211/pdf/023.pdf

*La pollution de l'environnement dans quelques communes des régions d'Analamanga et de Vakinankaratra :
apport des techniques d'analyses nucléaires et connexes*

P3. **L. V. Rakotozafy** et al., Laboratory Performance Evaluation in Terms of Water Analysis Through an External Quality Control, Science Journal of Analytical Chemistry, 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 22-29

<http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo.aspx?journalid=223&doi=10.11648/j.sjac.20150302.12>

P4. Raelina Andriambololona, N. N. Andriamahenina, **L. V. Rakotozafy**, Qualité des eaux de boisson locales et importées vendues en bouteilles à Madagascar, Bulletin de l'Académie Malgache, Janvier-Juin 2009, Tome LXXXVIII/1, ISSN 1728-4317, pp 65-76

P5. **L. V. Randriamanivo**, E. O. Rasoazanany, N. N. Andriamahenina, H. N. Ravoson, Raelina Andriambololona, La potabilité des eaux naturelles consommées par la population rurale d'Antananarivo, Bulletin de l'Académie Malgache, Janvier-Juin 2016, Tome XCIV/1, ISSN 1728-4317 (Publication en cours)

P6. N. N. Andriamahenina, Raelina Andriambololona, H. N. Ravoson, E. O. Rasoazanany, **L. V. Randriamanivo**, E. Randrianarivony, Pollution urbaine par les microparticules de l'air ambiant à Ambohitsaina et Andranovory, Antananarivo Madagascar, Bulletin de l'Académie Malgache, Juillet-Décembre 2016, Tome XCIV/1, ISSN 1728-4317 (Publication en cours)

P7- H. Rafatro, R. B. Robijaona, J. Ranaivoravo, D. Ramanitrahasimbola, A. Rakotozafy, S. Ratsimamanga, Raelina Andriambololona, **L. Randriamanivo Rakotozafy**, M. Rasolofonirina, F. P. Manoela, H. M. Randrianarimanarivo, H. N. R. Rabesandratana, J. D. Ratsimbazafy, Minéraux et oligoéléments présents dans certaines plantes Malagasy impliquées en phytothérapie, Bulletin Ethnopharmacologia, Novembre 2005, ISSN 1261-4572, n°36, pp 57-60

P8- H. Rafatro, R. B. Robijaona, A. Rakotozafy, S. Ratsimamanga, **L. Randriamanivo Rakotozafy**, E. O. Rasoazanany, Raelina Andriambololona, Summary of some ecological studies and elemental analyses data of two endemic species of Madagascar Noronhia (Oleaceae), Journal of Madagascar Conservation & Development (Soumis en Mars 2006, révisé en Juin 2006, représenté en Décembre 2006)

C1. Raelina Andriambololona, **Randriamanivo L. V.** et al., INSTN-Madagascar, un laboratoire pour le contrôle de la qualité des produits de la pêche malgache et de l'analyse de l'eau, Bulletin d'information et de liaison de l'Académie Malgache n°35, Communication en séance spéciale du 22 janvier 1999

C2. Raelina Andriambololona, **Randriamanivo L. V.** et al., La qualité élémentale des eaux de source embouteillées, Bulletin d'information et de liaison de l'Académie Malgache n°40, Communication du 16 nov. 2000

C3. **L. V. Randriamanivo Rakotozafy** et al., La pollution de l'air par le plomb et les matières particulaires due au trafic routier dans la ville d'Antananarivo, Communication lors du Congrès Malgache de la Route et des Transports 2006 - Les routes malgaches : le bond en avant- Palais des Sports Mahamasina, Antananarivo, Madagascar, 6-9 juin 2006

La pollution de l'environnement dans quelques communes des régions d'Analamanga et de Vakinankaratra : apport des techniques d'analyses nucléaires et connexes

C4. E. O. Rasoazanany, N. N. Andriamahenina, H. N. Ravoson, H. Ahmed, M. Harinoely, Raoelina Andriambololona, **L. V. Randriamanivo**, RAF/4/019 Project - Air pollution studies in terms of lead, black carbon, PM_{2.5}, PM_{2.5-10} and PM₁₀ in urban areas of Antananarivo, International Conference on Developing Air Pollution Monitoring in Urban Zones, Tanzania, 23-24 May 2011, 19p.

R1. **L. V. Randriamanivo**, H. T. Rakotondramanana, N. Rabesiranana, M. Rasolofonirina, Raoelina Andriambololona, V. A. Razafimanjato, D. V. Randrianarimanana, L. Rabarijaona, Rapport final du projet FADES Sp99v1b_21 : Contribution à l'évaluation de la pollution environnementale par des études pluridisciplinaires, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Septembre 2004, 39p.

2. PARCOURS THEMATIQUE

Dans ce chapitre, il s'agit donc de présenter le domaine de recherche traité et la stratégie adoptée. Vu la portée du programme de recherche et le nombre d'intervenants, nous avons établi une situation factuelle dans la réalisation des travaux. Quelles sont alors les questions qui se posent ? *Qui fait quoi? Comment faire? Pourquoi faire?*

Les activités d'un chercheur doivent être orientées vers les besoins de la société et l'amélioration de la vie des hommes.

Dans le domaine de la science pour un chercheur-enseignant, la majeure partie des travaux de recherche actuels se placent le plus souvent, à l'interface entre l'aspect *fondamental* de la recherche et la nécessité tout à fait raisonnable d'en tirer une suite *appliquée* pour la société.

Cependant, faute de moyens financiers alloués à la recherche, certains travaux hors du périmètre précis de notre domaine de compétences ont du être conduits. Mais ils nous font confronter à des problématiques que nous avons pu exploiter dans notre laboratoire.

Cette forme de recherche nécessite d'aligner les activités et de développer une stratégie spécifique afin de préserver le centre d'intérêt du métier de chercheur qui n'est autre que *la génération de connaissances dont le but est de résoudre des problèmes qui ne sont pas forcément les leurs*. Enfin, un vrai chercheur garde à tout moment dans son esprit la phrase suivante : "A un problème correspond toujours une solution". Toutefois, il ne prétend pas tout faire ; il aura besoin de l'appui des collègues d'autres disciplines.

D'autres points conditionnent aussi l'état d'avancement du programme d'un chercheur. Au fait, l'évolution des activités, voire hors contexte, permet d'enrichir autour de quelques axes la spécificité du métier de chercheur.

Le premier axe concerne le **domaine d'activités** dans lequel le chercheur évolue tout en épanouissant ses compétences et ses savoir-faire qui découlent évidemment de sa motivation. Le perpétuel avancement du domaine scientifique nécessite des qualités de curiosité et de confrontations. L'application de ces interrogations couplées à des thèmes de recherche permet l'émergence de résultats intéressants avec une répercussion sociétale importante.

Ensuite, il y a l'axe **contextuel** : le laboratoire dans lequel une carrière se déroule et l'implication plus ou moins forte dans les structures conditionnent fortement les activités de recherche, leur rythme, la gestion, les partenaires...

Enfin, l'axe **stratégique** que le chercheur élabore et comment il la combine avec les résultats de l'analyse de ses points forts et de ses point faibles, des opportunités et menaces (Force; faiblesse; opportunités et menaces. « FFOM ») conditionne également le déroulement de ses activités de recherche et leur "service rendu".

Les différents facteurs que nous avons mentionnés ci-dessus ont une incidence certaine sur nos activités de recherche durant notre carrière.

2.1. Orientations thématiques et contexte

A la lecture du tableau 6 du premier chapitre, il apparaît que, après notre thèse, les thèmes "**pollution de l'air**" et "**qualité des eaux**" occupent une place importante dans nos activités de recherche car à cette époque (années 2000) s'est accrue la prise de conscience de la nécessité d'une surveillance de la qualité de l'air en milieu urbain (allant de l'échantillonnage à l'exploitation des données) et d'une meilleure gestion des ressources en eau exploitées pour la consommation humaine. En effet, d'une part la population urbaine d'Antananarivo s'est plainte de la présence de fumées noires suffocantes qui planaient sur la ville et d'autre part la population rurale a ressenti la rareté de l'eau salubre ; les femmes et les enfants parcourent plus de 15 mn à pied pour aller chercher de l'eau potable.

Ils feront l'objet de développement le plus important dans le document de l'ensemble des travaux joint tant en terme de bilan que de perspectives.

L'évaluation que ce soit de la qualité de l'air en milieu urbain soit de la qualité de l'eau en milieu rural ne peut se baser que sur les données de pollution issues des "**mesures analytiques**". Ce thème consiste à développer et mettre en œuvre les outils nécessaires pour l'acquisition des résultats fiables et rigoureux dans l'étude de la pollution. En effet, on peut considérer l'étude de la pollution comme une science d'observation, dans laquelle les résultats de mesures in situ et en laboratoire jouent un rôle déterminant dans l'acquisition des connaissances et l'interprétation des phénomènes.

Parallèlement, puisque nos travaux de recherche concernent les analyses au laboratoire, la **démarche qualité** est une approche essentielle pour assurer la validité et la comparabilité des données de programmes de surveillance nationaux et internationaux. Ainsi, les laboratoires d'analyses de l'INSTN font de leur mieux pour se conformer aux normes ISO 17025 « *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais* » ayant pour objectif de *promouvoir la performance d'un laboratoire pour qu'il soit compétent et fiable pour effectuer des analyses ou des essais définis dans un programme et que l'on puisse avoir confiance dans les résultats qu'il fournit.*

Nous rappelons que les prescriptions techniques exigées par les normes ISO 17025 sont les suivantes :

- Facteurs humains (assurer la compétence de chaque acteur, politique de formation, descriptions de tâche, système d'évaluation et de motivation)
- Installations et conditions ambiantes (surveillance et enregistrement des conditions ambiantes, séparation des zones si interférences, accès aux locaux réglementé, procédures de nettoyage)
- Validation des méthodes (modes opératoires complets et accessibles, utilisation de méthodes normalisées chaque fois que c'est possible, sinon procéder à la validation qui consiste en la confirmation de l'aptitude de la méthode à la pratique prévue par l'utilisation d'étalons ou de matériaux de référence, par la comparaison avec d'autres méthodes, par les comparaisons inter-laboratoires, par l'évaluation des facteurs influençant le résultat, par l'évaluation de l'incertitude des résultats)
- Equipement et traçabilité des mesures (étalonnage périodique, instructions d'utilisation, traçabilité de la vie de l'équipement, entretien des équipements, traitement des dysfonctionnements, codification)
- Echantillonnage (plan et procédure disponibles sur les lieux d'échantillonnage, plans basés sur des méthodes statistiques, enregistrements sur les conditions d'échantillonnage)
- Manutention des échantillons à analyser (procédures pour acheminement, réception, conservation, stockage, mise au rebut et système d'identification unique)
- Assurance qualité (surveillance formalisée de la validité des résultats via l'utilisation régulière de matériaux de référence, la participation aux essais inter-laboratoires, la répétabilité des essais, ...)

Nous tenons à souligner que le département d'analyses par Fluorescence X et Environnement participe régulièrement aux projets d'essais inter-laboratoires internationaux organisés annuellement par l'AIEA « Proficiency Testing Round for African analytical laboratories using nuclear and nuclear-related analytical techniques » et le SADCWaterLab « Proficiency Testing Schemes Round for Chemical Analysis of Water in Africa ».

2.2. Objectifs stratégiques de la recherche

Les travaux de recherche réalisés durant la thèse nous ont permis de mieux comprendre les différents problèmes environnementaux liés à la pollution, particulièrement les dangers et risques générés pour la santé humaine (chimique). Les connaissances acquises et l'expertise développée conduisent à définir et initier trois programmes de recherche, un premier sur la pollution atmosphérique, un autre sur la qualité des eaux et un dernier sur la démarche qualité. Pour le développement de ces programmes, nous avons dû associer certains doctorants, étudiants en DEA à la réalisation des projets de recherche y afférents.

A l'analyse, les applications nationales pourraient être selon les priorités résultantes de nos travaux (cf. Figure 9) :

- 1- d'apprécier l'étendue de la pollution en zones urbaine (air) et rurale (eau de consommation) par le moyen des expérimentations in situ et en laboratoire ;
- 2- de déterminer les origines des polluants mesurés dans les zones d'étude ;
- 3- de disposer des données fiables et suffisantes pour permettre une évaluation des effets des polluants sur la santé de la population et
- 4- de disposer les informations nécessaires pour fournir des éléments de décision en vue de réduire les risques d'exposition à la pollution.

Les deux premiers points sont traités en grande partie par les équipes de l'INSTN. Le troisième point concerne nos partenaires médecins qui, en étudiant les impacts de ces polluants intègrent dans leur analyse les données de l'INSTN.

Et pour le dernier point un observatoire pourrait être créé, soit au niveau étatique soit au niveau institutionnel, afin de fournir des analyses synthétiques permettant les prises de décision.

La question essentielle qui est au cœur de nos travaux de recherche est celle de la connaissance du niveau de la pollution et sa quantification avec le concours des techniques nucléaires et connexes. La démarche scientifique adoptée s'est alors développée autour des quatre objectifs sus-mentionnés et des méthodes adaptées aux domaines d'application abordés ainsi que des outils de recherche disponibles. Nous nous étions fixés ainsi comme objectif principal *de contribuer au développement du pays dans le temps, aider à la protection de l'environnement et prévenir les risques qui sont associés* lequel concorde avec la devise de l'INSTN-Madagascar : ***le nucléaire pour la paix, la protection de l'environnement et le développement durable.***

Comme le présente la figure 9, la synthèse des résultats des quatre approches pré-citées peut conduire à la définition d'une stratégie de lutte contre un phénomène de pollution.