Mortalité et santé à Madagascar : la transition sanitaire dans la zone de Moramanga, Madagascar

Rila Ratovoson

▶ **To cite this version:**

Rila Ratovoson. Mortalité et santé à Madagascar : la transition sanitaire dans la zone de Moramanga, Madagascar. Santé publique et épidémiologie. Sorbonne Université, 2020. Français. NNT : 2020SORUS423 . tel-03584660

HAL Id: tel-03584660

https://theses.hal.science/tel-03584660v1

Submitted on 22 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THESE DE DOCTORAT DE SORBONNE UNIVERSITE
SPÉCIALITÉ : ÉPIDÉMIOLOGIE

ÉCOLE DOCTORALE PIERRE LOUIS DE SANTÉ PUBLIQUE (PARIS)
ÉPIDÉMIOLOGIE ET SCIENCES DE L'INFORMATION BIOMÉDICALE (ED 393)

Présentée par

Mme Rila RATOVOSON

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE SORBONNE UNIVERSITE

Sujet de la thèse :

MORTALITÉ ET SANTÉ À MADAGASCAR :
LA TRANSITION SANITAIRE DANS LA ZONE DE MORAMANGA, MADAGASCAR

Soutenue le 01 décembre 2020

Devant le jury composé de :

Gilles PISON, Professeur, Directeur de these

Laurence BARIL, chercheuse, co-directeur de these

France MESLE, DR, Rapportrice

Abdramane SOURA, Professeur**,** Rapporteur

Bruno MASQUELIER, Professeur, Examinateur

Annabel DESGREES DU LOU, DR/HDR, Examinatrice

Pascal ASTAGNEAU, DR/HDR, Examinateur

REMERCIEMENTS

Nombreuses sont les personnes qui ont contribué à la concrétisation de ce travail de thèse, et qui méritent mes plus sincères remerciements.

En premier lieu, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Gilles Pison, pour avoir accepté de diriger cette thèse et pour les précieux conseils qu'il a prodigués et qui ont permis d'améliorer ce travail. A de nombreuses reprises, j'ai eu l'occasion de présenter et de mettre en valeur ce travail. Faire une thèse à distance n'est pas chose aisée mais vous avez su atténuer cette difficulté.

Je remercie également Laurence Baril, d'avoir accepté d'être ma co-encadrante. Merci pour ta disponibilité. Merci de ta confiance et surtout de ta patience durant ces années à l'Unité d'Epidémiologie et de Recherche Clinique (EPI-RC) de l'Institut Pasteur de Madagascar.

Je suis également très reconnaissante envers tous les éminents enseignants et formateurs qui n'ont pas été avares de leur temps et de leurs connaissances. Je voudrais particulièrement témoigner toute ma reconnaissance aux personnalités scientifiques suivantes : France Meslé, vous me faites honneur d'avoir accepté de rapporter ce travail ; et Bruno Masquelier, merci d'avoir accepté de rapporter ce travail malgré ton emploi du temps chargé. Annabel Desgrée Du Lou, Pascal Astagneau, merci à vous d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit des anciens responsables de l'Institut Pasteur de Madagascar, qui m'ont ouvert la porte de la recherche et m'ont permis d'évoluer dans un cadre de travail exceptionnel, en particulier Dr Vincent Richard ; Au Professeur Christophe Rogier et Dr Patrice Piola, merci à vous, merci de votre confiance.

Je tiens aussi à adresser mes vifs remerciements à Géraldine Duthé, Directrice de Recherche à l'Institut national d'études démographiques (Ined), et co-responsable de l'Unité de recherches Demo-Sud (UR-15), sans qui, par le biais du projet DEMOSTAF (Demography Statistic for Africa), mes séjours à l'Ined n'auraient pas été possibles à l'UR-5 Mortalité-Santé-Epidémiologie et UR-15 DemoSud. Grâce à toi, j'ai vécu une expérience inoubliable tant sur le plan professionnel qu'humain.

Merci à Dominique Costagliola et Pierre-Yves Boëlle pour avoir donné un avis favorable à la réalisation de ma thèse au sein de l'ED 393, sans oublier Dr Véronique Pierrat, merci pour votre aide en tant que tutrice. Merci également à Lydie Martorana et Magali Moulié pour leur gentillesse et disponibilité.

Ces années d'études doctorales ont été pour moi des occasions de côtoyer de nombreux chercheurs, notamment lors des séminaires et des conférences à l'Ined. J'adresse une pensée toute particulière aux membres de l'UR-5 et UR-15 qui m'ont permis de faire de merveilleuses rencontres. Mme Christine Gandrille, Mlle Léa Bourset, et Mme Eleanor Dauplait qui m'ont beaucoup aidée sur le plan administratif. Je n'oublierai pas non plus mes amies de l'Ined, Dominique Diguet et Karin Sohler et les doctorants, Jenny Garcia et Linh Dang, avec qui j'ai passé de bons moments.Au Dr Rindra Randremanana, cheffe de l'EPI-RC, merci d'avoir bien voulu accepter de me laisser du temps pour la rédaction de ce rapport malgré la lourdeur des tâches à l'unité EPI-RC durant cette

période. Merci de ta compréhension.

À l'équipe de la cellule Système d'informations géographiques (SIG) de l'unité EPI-RC, particulièrement Dr Fanjasoa Rakotomanana et Bienvenue Rahoilijaona, merci pour le support que vous avez apporté dans ce travail.

Je ne saurai oublier toutes les personnes impliquées dans la cohorte de population de Moramanga, depuis son démarrage jusqu'à maintenant, en particulier, Reziky Mangahasimbola, Tojomalala Rakotoniaina Ravelonjanahary et Tsirery Randriamiarisoa, les superviseurs et les enquêteurs pour leur persévérance dans l'amélioration incessante de la collecte des données dans les communes de Moramanga. Merci également à Claire Videau et Felana Ihantamalala, qui ont accepté qu'une partie de leur travail de Master soit reprise dans ce rapport.

Merci aussi au Ministère de la Santé Publique, aux Médecins Inspecteurs qui se sont succédé au Service du District de Santé Publique de Moramanga, au médecin chef de l'hôpital, au médecin chef du Service de Pédiatrie, aux maires et chefs des fokontany des communes urbaine et rurales, et aux agents communautaires.

Merci à tout le personnel de l'unité EPI-RC. Un remerciement aussi à tous mes amis pour le soutien moral, spécialement à Felana, sans qui je n'aurai pas découvert l'école doctorale ED393 et le courage de contacter mon directeur de thèse. Merci à tous ceux qui se reconnaitront pour leurs conseils, leurs encouragements, leurs prières et les bons moments passés ensemble.

J'adresse également toute ma reconnaissance au Professeur Canonne François qui, non seulement a donné beaucoup de son temps pour la lecture et la correction de ce document, mais a également émis des remarques pertinentes.

Enfin, je remercie chaleureusement ma famille : Albertio, Alyah, Alvyn, mes sources de motivation. Vous avez signifié, chacun à votre manière, votre appui sans lequel je n'aurais pas pu parvenir à mon objectif. Merci à ma mère qui, depuis toujours, a été constamment aux petits soins pour moi, à Rado mon frère et sa famille, qui étaient toujours à mes côtés pour m'encourager à poursuivre les études. C'est à vous tous que je dédie cette thèse. Merci à feu mon père et Nirina, mon grand frère.

A tous, merci du fond du cœur !

RESUME

Depuis la seconde guerre mondiale, la plupart des régions du monde ont bénéficié de progrès rapides dans le domaine sanitaire, mais ceux-ci ont été irréguliers dans certaines régions, comme en Afrique subsaharienne, avec des phases de stagnation voire de recul de l'espérance de vie. Ces entorses au schéma attendu de la transition sanitaire peuvent être dues à l'émergence de nouvelles maladies, à la recrudescence de pathologies anciennes, à des conflits et troubles politiques, à la dégradation des services sanitaires, liée ou non à celle des conditions socio-économiques. En épidémiologie et en démographie, l'analyse de la mortalité et des causes de décès permet de mieux identifier les problèmes de santé publique et elle est une étape essentielle dans l'élaboration de réponses sanitaires adéquates. Or à Madagascar, comme de nombreux pays en développement, le système d'enregistrement et de certification médicale des décès n'est pas suffisamment exhaustif pour générer des estimations représentatives au niveau national de la mortalité par cause de décès. L'ambition de la thèse est de contribuer à améliorer nos connaissances sur les changements sanitaires dans un pays à statistiques imparfaites en fournissant une étude de cas détaillée, celle du district de Moramanga à Madagascar.

La cohorte MHURAM (Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar) a été mise en place d'une part, pour combler le manque de données statistiques fiables, et d'autre part, pour connaitre l'importance et les déterminants des maladies infectieuses et des maladies non transmissibles, notamment les maladies cardiovasculaires, en zones urbaine et rurale. Cette cohorte de population, établie à Moramanga, un district localisé à environ 112 km à l'est de la capitale, Antananarivo, comptait environ 70 000 habitants en 2014 répartis en trois communes : une commune urbaine et deux communes rurales. Un premier recensement de la population de la zone d'étude a eu lieu entre 2012 et 2014, puis un suivi a été réalisé entre 2016 et 2017 pour recueillir les événements démographiques survenus dans la cohorte. Les causes probables de décès ont été déterminées également à partir de la collecte d'« autopsies verbales ». La cohorte permet ainsi d'évaluer le poids des différentes maladies et également de mesurer l'impact de certaines épidémies dans la zone étudiée. En outre, la cohorte a permis de recueillir également des données détaillées sur les caractéristiques sociodémographiques des individus et des ménages, ainsi que des données spécifiques telles que des mesures de la pression artérielle chez les adultes ou la collecte d'échantillons biologiques afin d'étudier les différents profils épidémiologiques dans différents sous-groupes de la population.

Entre 2012 et 2017, le risque de décès dans la tranche d'âge 0-14 ans était de 68,1 pour 1000 naissances vivantes. En-dessous de 5 ans, la mortalité est largement dominée par les maladies infectieuses, néonatales et nutritionnelles, qui représentaient 79 % des décès. Chez les nourrissons, les principales causes de décès étaient la septicémie et les autres maladies infectieuses du nouveau-né (30 %), la prématurité (16 %), l'insuffisance respiratoire aigüe (IRA) (14 %) et les complications intra-partum (13 %). Chez les enfants âgés de 1 à 4 ans, quatre catégories de maladies infectieuses (IRA, méningite, maladies diarrhéiques et paludisme) ont causé environ la moitié des décès (49 %), tandis que les carences nutritionnelles ont causé environ un décès sur six (16 %). Chez les enfants âgés de 5 à 9 ans, les causes de décès étaient encore dominées par les maladies infectieuses et les carences nutritionnelles. En particulier, la méningite a été à l'origine de 20 % des décès dans cette tranche d'âge. La charge des maladies non transmissibles augmente régulièrement

avec l'âge, pour atteindre 26 % chez les enfants de 5 à 9 ans et 48 % chez les jeunes adolescents. Les décès dans cette catégorie ont été causés par l'épilepsie, les maladies cardiovasculaires et les tumeurs des tissus hématopoïétiques et lymphoïdes. La part des décès par accidents et causes violentes augmentait également avec l'âge, passant de 1,7 % chez les nourrissons, à 12 % chez les enfants de 1 à 4 ans, 18 % chez les enfants de 5 à 9 ans et 20 % chez les jeunes adolescents. Pour les enfants âgés de 5 à 14 ans, la plupart des morts violentes dans cette tranche d'âge étaient dues à des noyades, des brûlures et des accidents de la route. La mortalité était associée positivement à la pauvreté des ménages, au manque d'éducation du chef de famille et à la résidence en milieu rural.

Chez les adultes, afin d'étudier les maladies non transmissibles, une étude sur la prévalence et les facteurs de risque associés à l'hypertension artérielle (HTA) a été réalisée dans la population en 2013-2014, en même temps que le recensement initial. Les individus âgés de 15 ans et plus ont été soumis à un questionnaire et à deux mesures de la pression artérielle (PA) en position assise après 5 à 10 minutes de repos. Les hypertendus ont été définis comme les individus ayant la moyenne des mesures de la PA systolique supérieure ou égale à 140 mmHg ou la PA diastolique supérieure ou égale à 90mmHg ou ceux qui étaient sous traitements antihypertenseurs depuis au moins un mois. En milieu rural, 3 621 personnes ont été incluses. L'âge moyen était de 35,8±15,3 ans. La prévalence de l'HTA a été estimée à 27 % (IC95% [25,6-28,5]). Les facteurs de risques retenus étaient l'âge croissant et le fait d'avoir donné trois réponses positives ou plus aux habitudes et risques connus d'hypertension artérielle (les antécédents de PA systolique supérieur à 130mmHg ou PA diastolique supérieur à 80mmHg ; les antécédents familiaux d'HTA, une récente prise de poids, la sédentarité, le régime alimentaire salé, les habitudes tabagiques et alcooliques). En milieu urbain, l'âge moyen était de 36,1±15,1 ans. La prévalence a été estimée à 29,7 %(IC95% [28,3-31,1]). L'âge croissant, le fait d'avoir donné trois réponses positives ou plus aux habitudes et risques connus d'hypertension artérielle, et l'obésité, ont été les facteurs de risques retrouvés. Parmi ces individus hypertendus, seulement 1,7 % et 5,3 % avaient bénéficié d'une prise en charge médicale et de conseils hygiéno-diététiques depuis au moins un mois respectivement en milieu rural et urbain. L'HTA existe et se développe aussi en milieu rural, bien qu'elle soit nettement moins traitée. En conséquence, une épidémie majeure de maladies cardiovasculaires est à risque dans la population malgache qui connait un vieillissement démographique.

Après le projet sur la prévalence et les facteurs de risques de l'HTA, durant le deuxième semestre de 2014, une étude transversale sur le diabète a été conduite dans la cohorte. La population cible de ce projet était composée de la population adulte âgée de 20 ans et plus ayant résidée depuis au moins 5 ans à Madagascar et présente dans la base de données de la cohorte MHURAM. Il y a eu 1 424 individus qui ont été inclus et analysés dans ce projet de recherche. Afin d'étudier la survie des individus qui ont participé à l'un ou à l'autre de ces deux projets, nous avons rassemblé les données et nous les avons recherchés parmi les individus contrôlés lors du premier suivi de la cohorte MHURAM en 2016-2017. L'objectif de cette recherche était d'évaluer les risques de décès par maladie de l'appareil circulatoire (codes I00-I99 de la 10ème révision de la Classification internationale des maladies - CIM-10) ou de diabète (code E14), en sachant que les individus dans cette cohorte de population pouvaient mourir aussi d'une autre cause. Au final, les informations sur 8 294 individus ont pu être analysées. Dans le projet sur le diabète, parmi les 1 424 participants, 20 individus ont été identifiés comme diabétiques dont 3 seulement étaient déjà connus auparavant et 17 diagnostiqués pendant l'étude, soit une prévalence de 1,4 % (IC95% [0,9-2,2 %]). Et dans

l'ensemble de la population étudiée, parmi les 2 399 individus ayant été diagnostiqués comme étant diabétiques ou hypertendus au moment de l'enquête HTA ou diabète, 117 décès ont été enregistrés dont 63 % étaient des décès par maladies de l'appareil circulatoire chez des personnes antérieurement diagnostiquées. À partir de 10 mois de suivi, la probabilité de décès des individus ayant été diagnostiqués malades (HTA ou diabète) était plus élevée que pour les autres individus quelle que soit la cause de décès. Le risque de mourir d'une maladie de l'appareil circulatoire ou de diabète est de 3,4 ‰ (IC95%[1,6-6,6 ‰]) chez les individus ayant été diagnostiqués hypertendus ou diabétiques après une période de 10 mois, double (6,5 ‰) à 20 mois (IC95%[3,8-10,6 ‰]) et atteint 25,8 ‰ (IC95%[12,0-48,8‰]) à 50 mois de suivi ; tandis qu'elle est de 1,2 ‰ ((IC95%[0,6-2,5 ‰])) chez les autres participants à 10 mois, 2 ‰ (IC95%[1,1-3,5 ‰]) à 20 mois et 4 ‰ (IC95%[2,8-6,6 ‰]) à 50 mois. L'analyse de survie avec risques compétitifs a montré dans le modèle final que l'âge croissant et les antécédents personnels de diabète ou d'HTA étaient les facteurs de risques de décès par maladies de l'appareil circulatoire ou diabète. Les covariables : l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le niveau socio-économique, le type de résidence (urbain/rural), le tabagisme, l'alcoolisme, les antécédents familiaux de maladies cardiovasculaires ou de diabète, n'étaient pas associés au risque de mourir d'une maladie de l'appareil circulatoire ou de diabète. Ainsi, le risque de décès par maladie de l'appareil circulatoire ou diabète n'était pas différent selon le type de résidence à Moramanga, ce qui suggère que la prise en charge des maladies chroniques et non transmissibles pose toujours problème non seulement en milieu rural mais également en milieu urbain.

Ce travail de thèse avait pour objectif d'analyser la transition sanitaire en étudiant la mortalité et les causes de décès dans la cohorte de population établie par l'Institut Pasteur de Madagascar à Moramanga depuis une décennie. Notre hypothèse sur les inégalités de mortalité et de causes de décès selon le type de résidence a été vérifiée pour certaines causes de décès beaucoup plus chez les enfants que chez les adultes. La difficulté d'accès aux soins pour dépistage et prise en charge s'avère être l'un des principaux obstacles à la baisse de la mortalité, aussi bien chez les enfants que chez les adultes. L'insuffisance de la remise à niveau des personnels de santé notamment dans le domaine des maladies chroniques et non transmissibles est aussi un de ces obstacles.

ABSTRACT

Since the Second World War, most regions of the world have benefited from rapid progress in health, but this has been patchy in some regions, such as sub-Saharan Africa, with phases of stagnation or even decline in life expectancy. These deviations from the expected pattern of health transition may be due to the emergence of new epidemics, the resurgence of old diseases, political conflicts, and the deterioration of health services, whether or not linked to socio-economic conditions. In epidemiology and demography, the analysis of mortality and causes of death, which enables better identification of public health problems, is an essential step in the development of adequate health responses. However, in Madagascar, as in many developing countries, the system of civil registration and medical certification of deaths is not exhaust enough to generate nationally representative estimates of mortality by cause of death. The ambition of the thesis is to contribute to improving our knowledge of health changes in a statistically imperfect country by providing a detailed case study, the Moramanga district in Madagascar.

The MHURAM cohort, or Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar, was set up, to fill in the lack of reliable statistical data and to learn about the determinants and problems of infectious diseases and non-communicable diseases, particularly cardiovascular diseases in urban and rural areas. This population cohort, established in Moramanga, a district located at 112 km from the capital, Antananarivo, had about 70,000 inhabitants in 2014 spread over 3 communes: the urban commune and 2 rural communes. A census of the population in the study area was conducted between 2012 and 2014, followed by a first round of follow-up between 2016 and 2017 to update the demographic events that occurred in the cohort. Based on the verbal autopsies performed in the project, the probable causes of death were also collected. The cohort thus makes it possible to assess the burden of the various diseases and to measure the impact of epidemics in the Moramanga district. In addition, the cohort collect detailed data on the socio-demographic characteristics of individuals and households, as well as specific data such as blood pressure measurements in adults or the collection of biological samples to study the different epidemiological profiles in different population subgroups.

Between 2012 and 2017, the risk of dying before age 15 in the 0-14 age group was 68.1 per 1,000 live births. The distribution of causes of death is largely dominated by infectious, neonatal and nutritional diseases, which account for 79.5% of under-five deaths. Among infants, the main causes of death were sepsis and other infectious diseases of the newborn (30.2%), prematurity (16.1%), acute respiratory failure (14.1%) and intrapartum complications (13.2%). Among children aged 1 to 4 years, four categories of infectious diseases (acute respiratory failure, meningitis, diarrhoeal diseases and malaria) caused about half of the deaths (49%), while nutritional deficiencies caused about one death out of six (16.4%). Among children aged 5-9 years, the causes of death were still dominated by infectious diseases and nutritional deficiencies. Meningitis accounted for 19.9% of deaths in this age group. The burden of non-communicable diseases increases steadily with age, to reach 26.5% among children aged 5-9 years and 48.0% among young adolescents. Deaths in this category were caused by epilepsy, cardiovascular diseases and tumors of hematopoietic and lymphoid tissues. The share of violent deaths also increased with age, from 1.7% among infants, to 11.9% among children aged 1-4 years, 18.2% among children aged 5-9 years and 20% among young adolescents. For children aged 5-14 years, most violent deaths in this age group were due to

drowning, burns and traffic accidents. Mortality was positively associated with household poverty, lack of education of the head of household and rural residence.

Among adults, in order to study non-communicable diseases in the population, a study on the prevalence and risk factors associated with high blood pressure (HBP) was conducted in 2013-2014, at the same time as the census. Individuals aged 15 years and older participated in a questionnaire and 2 blood pressure (BP) measurements in a seated position after 5-10 minutes of rest. Hypertensive individuals were defined as those with average systolic BP measurements greater than or equal to 140 mmHg or diastolic BP greater than or equal to 90 mmHg or those who had been on antihypertensive medication for at least one month. In rural areas, 3621 individuals were included. The mean age was 35.8±15.3 years. The prevalence of hypertension was estimated to be 27% (95% CI [25.6-28.5]) among the rural population. Risk factors included increasing age and having 3 or more positive responses to known patterns and risks of high blood pressure (history of systolic BP greater than 130mmHg or diastolic BP greater than 80mmHg; family history of hypertension, recent weight gain, and sedentary lifestyle, salty diet, smoking and drinking habits). In urban areas, the mean age of the participants was 36.1±15.1 years old. The prevalence was estimated at 29.7% (95% CI [28.3-31.1]) among urban dwellers. Increasing age, having 3 or more positive responses to known high blood pressure habits and risks, and obesity were the risk factors found. Among these hypertensive individuals, only 1.7% and 5.3% had received medical management and dietary advice for at least one month in rural and urban areas respectively. Hypertension is highly prevalent in rural areas although it is significantly less treated. As a result, a major epidemic of cardiovascular diseases is at risk in Madagascar's progressively aging society.

After the research project on hypertension, in 2014, a cross-sectional diabetes study was conducted in the cohort. The target population of the project was composed of the adult population aged 20 years and having resided for at least 5 years in Madagascar and present in the MHURAM cohort database. There were 1424 individuals who were included and analyzed in this research project. In order to study the survival of people who participated in either of these two projects, we pooled the data and searched for them among the individuals visited during the first follow-up of the MHURAM cohort in 2016-2017. The objective of this research was to assess the risk of dying from diseases of the circulatory system (10th revision of the International Classification of Diseases ICD-10: I00-I99) or diabetes (E14), knowing that individuals in this population cohort could also die from another cause. Information from 8,294 individuals was analyzed. In the diabetes project, among the 1,424 participants, 20 were identified as diabetics, of whom only 3 were diagnosed previously and 17 were diagnosed during the study, giving a prevalence of 1.4% (95% CI [0.9-2.2%]). And in the entire study population, among the 2,399 individuals who were diagnosed as diabetic or hypertensive at the time of the HTA or diabetes survey, 117 deaths were recorded, 63.3% of which were deaths from diseases of the circulatory system. From 10 months of follow-up onwards, the risk of dying was higher for individuals diagnosed with circulatory system diseases (hypertension or diabetes) than for other individuals regardless of the cause of death. The risk of dying by circulatory system disease or diabetes was 3.4‰ (95% CI [1.6-6.6‰]) in people diagnosed with hypertension or diabetes after 10 months, then doubled (6.5‰) at 20 months (95% CI [3.8-10.6‰]) and reached 25.8‰ (95% CI [12.0-48.8‰]) at 50 months of follow-up ; while it is 1,2‰ ((95% CI [0.6-2,5‰]) among other participants at 10 months, 2‰ (95% CI [1.1-3,5‰]) at 20 months and 4‰ (95% CI [2.8-6,6‰]) at 50 months. The competitive risk survival analysis

showed as a final model that increasing age and personal history of diabetes or hypertension were the risk factors for death from circulatory system diseases or diabetes. The covariates: age, gender, education, socio-economic level, type of residence (urban/rural), smoking, alcoholism, family history of cardiovascular disease or diabetes were not associated with risk of death from circulatory disease or diabetes.

The aim of this thesis was to analyze the health transition by studying mortality and causes of death in the population cohort, established by the Pasteur Institute of Madagascar, in Moramanga for the past decade. Our hypothesis on inequalities in mortality and causes of death according to type of residence was verified for certain causes of death much more in children than in adults. Among the main obstacles to increase survival for both children and adults are the problem of access to health care to improve screening and treatment, and the insufficient training of health personnel, particularly for chronic and non-communicable diseases.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES LIEES A CE TRAVAIL DE THESE

ARTICLES

- R. Ratovoson, R. Randremanana, F. Rakotomanana, S.F Andriamandimby, R. Mangahasimbola, B. Masquelier, V. Richard, P. Piola, G. Pison and L. Baril. Cohort Profile: Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar. *Int J Epidemiol*. 2019 Dec 1;48(6): 1754-1755i. doi:10.1093/ije/dyz2015

- Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I, Rogier C, Piola P, Pacaud P. Hypertension, a Neglected Disease in Rural and Urban Areas in Moramanga, Mada- gascar. PLoS One. 2015;10(9):e0137408. doi:10.1371/journal.pone.0137408

- R. Ratovoson, B. Masquelier, T. Andriatahina, R. Mangahasimbola, Z. Andrianirina, G. Pison and L. Baril. Inequalities in cause-specific mortality in children and adolescents in the Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas, Madagascar. Int J Public Health. 2020; 65(6):781-790. doi: 10.1007/s00038-020-01409-z.

COMMUNICATIONS

- Ratovoson R, Masquelier B, Pison G. Démographie, mortalité et cause de décès dans l'observatoire de population de Moramanga, Madagascar. Séminaire de l'Ecole Doctorale ED 393 Pierre Louis de Santé Publique. 24 au 26 octobre 2016. St Malo. France (Poster)

- Ratovoson Rila, Masquelier Bruno, Pison Gilles. Différence entre zones urbaines et rurales sur les causes de décès à Madagascar. Séminaire de l'Ecole Doctorale ED 393 Pierre Louis de Santé Publique. 23 au 25 octobre 2017. St Malo. France (Poster)

- Ratovoson Rila, Masquelier Bruno, Pison Gilles. Urban-Rural mortality differentials in cause-specific mortality in Madagascar. Présenté à : XXVIII IUSSP International Population Conference. 29 October - 4 November 2017, Cape Town, South Africa (Poster)

- Ratovoson Rila, Masquelier Bruno, Rasoanomenjanahary Anjarasoa, Ravelo Arsène et Pison Gilles, 2019. La transition sanitaire dans les villes et en milieu rural à Madagascar : une analyse croisée des données d'enquêtes, d'état civil et de suivi démographique. Présenté à : Colloque international – 'Enjeux démographiques en Afrique. L'apport des données de recensement et d'état civil'. Campus Condorcet, Aubervilliers, France, 16–18 octobre 2019 (Communication orale)

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS 1
RESUME 3
ABSTRACT 7
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES LIEES A CE TRAVAIL DE THESE 11
SOMMAIRE 13
LISTE DES TABLEAUX 17
LISTE DES FIGURES 19
LISTE DES ABBREVIATIONS 21
Introduction Générale 25
Partie 1 : La transition sanitaire en Afrique subsaharienne 29
1. La transition démographique et la transition sanitaire en Afrique subsaharienne 29
2. L'importance grandissante des maladies non transmissibles et des décès violents dans la répartition des causes de décès. 32
3. Les spécificités des zones urbaines en matière de santé 33
4. Théories et schémas explicatifs de la mortalité chez les enfants et les adultes 36
   i. Schéma d'analyse de la mortalité des adultes et des enfants à Madagascar 36
   ii. Les autres théories et schémas explicatifs de la mortalité 40
5. Conclusion : l'utilité des données d'une cohorte à Madagascar 43
Partie 2 : La situation sanitaire à Madagascar 45
6. Contexte 45
   i. Localisation géographique 45
   ii. Situation socioculturelle 45
   iii. Economie 45
   iv. Démographie 46
   v. Urbanisation : 46
7. Situation sanitaire 47
   i. Politique de santé 47
   ii. Le système de santé s'alignant avec la subdivision administrative malgache 49
   iii. Les fragilités du système d'un pays toujours en proie à des crises et des épidémies 51
   iv. Situation malgache 51

Partie 3 : La population et les méthodes: la cohorte de population MHURAM Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar……...55

8. Les observatoires de population et de santé et les cohortes de population dans le monde…55

i. Les observatoires de population et de santé dans le réseau INDEPTH Network 55

ii. Les autres cohortes de population 57

9. La cohorte 'Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar' ou MHURAM project 1 59

i. L'intérêt de sa mise en place à Moramanga 59

ii. La population suivie dans la cohorte 62

iii. Les données collectées 63

iv. Les principaux résultats 70

v. Les forces et limites de la cohorte MHURAM 81

vi. Rôle de l'étudiant dans le projet de recherche 82

Partie 4 : La mortalité et les causes de décès des enfants de moins de 15 ans à Moramanga...84

10. Introduction 84

11. Méthodes 85

i. La collecte des données 85

ii. Les AV et l'interprétation des données des causes de décès 85

iii. Les caractéristiques sociodémographiques 85

iv. Analyses statistiques 86

12. Résultats 86

13. Discussion 91

Partie 5 L'étude de la morbidité à Moramanga : l'exemple de l'hypertension artérielle (HTA) chez les personnes âgées de 15 ans et plus 94

14. Introduction 94

15. Matériels et méthodes 94

i. La population et lieu d'étude 94

ii. Collecte de données 94

iii. Mesure de la pression artérielle et anthropométrie 95

iv. Échantillonnage 95

v. Analyses des données 95

vi. Déclaration éthique 96

16. Résultats 96
i. Caractéristiques de l'échantillon de l'étude 96
ii. Prévalence de l'HTA et traitement 97
iii. Facteurs de risque associés à l'HTA 98
17. Discussion 101
18. Conclusion 104
Partie 6 L'évolution de l'HTA et du diabète chez les adultes à Moramanga 105
19. Introduction 105
20. Matériels et méthodes 106
i. Population d'étude 106
ii. Les données prises en compte pour l'ensemble de la population 106
iii. Analyses des données 108
21. Résultats 110
i. Caractéristiques de la population étudiée 110
ii. Répartition de l'HTA et du diabète dans la population d'étude 112
iii. Analyses de survie avec risques compétitifs de la population 114
iv. Etat des lieux du diagnostic et de la prise en charge du diabète dans la zone d'étude d e Moramanga 117
22. Discussion 119
Conclusion générale et perspectives 123
BIBLIOGRAPHIE 127
ANNEXES 141
Annexe 1. Fiche d'établissement des causes de décès par les médecins 142
Annexe 2. Liste des chapitres de la Classification Internationale des Maladies (CIM) et des codes de la 10ème révision de la classification (CIM-10) 143
Annexe 3. Tableau comparatif de la population participant à l'enquête HTA et la population du recensement initial dans les communes rurales 144
Annexe 4. Les valeurs des incidences cumulées dans l'analyse de survie chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques 145
Annexe 5. L'intervalle de confiance à 95% des incidences cumulées et les courbes de l'incidence cumulée chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques 146
Annexe 6. Les courbes de l'incidence cumulée avec leur intervalle de confiance à 95% chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques 147
Annexe 7. Vérification de l'hypothèse de proportionnalité des SHR par les courbes des résidus de Schoenfeld. 148
Annexe 8. Autres projets de recherche conduits durant la période de la thèse et en tant que personnel de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) 149

Annexe 9. Financement du projet MHURAM 150
Annexe 10. Questionnaires utilisées pendant le recensements initial dans le projet MHURAM.....151
Annexe 11. Questionnaires utilisés pendant les suivis dans le projet MHURAM.....183
Annexe 12. Publications Scientifiques 209

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Évolution de quelques indicateurs de santé à Madagascar à partir des données disponibles. 52

Tableau 2. Informations collectées durant le recensement initial 65

Tableau 3. Informations collectées durant le suivi 66

Tableau 4. Les autres données collectées durant le recensement initial et le suivi 69

Tableau 5. Répartition de la population selon les caractéristiques des ménages en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014) 70

Tableau 6. Répartition de la population selon l'habitat en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014) 72

Tableau 7 Répartition de la population selon les caractéristiques des logements en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014) 72

Tableau 8. Répartition de la population selon les caractéristiques de l'eau utilisée pour boire en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014) 73

Tableau 9. Distance au point d'approvisionnement en eau de boisson des ménages recensés dans la cohorte MHURAM à l'exception de ceux qui utilisent de l'eau achetée en bouteille et possèdent un robinet privé (Moramanga 2012-2014). 73

Tableau 10. Répartition de la population selon les types de toilettes et de douches utilisées en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014. 74

Tableau 11. Répartition de la population selon la présence des ordures dans leur concession et leur mode d'évacuation en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014. 75

Tableau 12. Répartition de la population selon les biens possédés en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014.. 75

Tableau 13. Répartition de la population selon la possession d'animaux, de potager et de rizières en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014 76

Tableau 14. Répartition en % de la population des ménages de la cohorte MHURAM selon le groupe d'âge quinquennal, le sexe et le milieu de résidence au recensement initial. 77

Tableau 15. Répartition de la population selon les caractéristiques sociodémographiques en fonction du milieu de résidence des ménages de la cohorte MHURAM durant les passages 79

Tableau 16. Répartition en % de la population des ménages présents entre les passages 2012-2014 et 2016-2017 de la cohorte MHURAM selon le groupe d'âge quinquennal, le sexe et le milieu de résidence durant la période de suivi 2016-2017. 80

Tableau 17. Caractéristiques sociodémographique des enfants de moins de 15 ans au recensement initial, selon leur statut de survie à la fin du suivi 87

Tableau 18. Taux de mortalité par groupe d'âge chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017) 87

Tableau 19. Ratio des taux d'incidence (IRR) et les intervalles de confiance (CI 95%) en fonction des caractéristiques sociodémographiques inclus dans le modèle pour toutes causes de décès confondues chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017) 89

Tableau 20. Ratio du taux d'incidence (IRR) et intervalle de confiance (CI 95%) en fonction des caractéristiques sociodémographiques inclus dans le modèle pour les causes de décès spécifiques chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017) 90

Tableau 21. Caractéristiques sociodémographiques des participants à l'étude sur l'hypertension artérielle dans les zones urbaine et rurale de la cohorte MHURAM (2013-2014)..... 97

Tableau 22. Répartition des patients sous traitement antihypertenseur pendant au moins 1 mois en zone urbaine et rurale selon le niveau de la pression artérielle (2013-2014). 98

Tableau 23. Distribution des facteurs de risque connus et classification des risques dans les zones urbaine et rurale de la cohorte MHURAM 2013-2014. 98

Tableau 24. Facteurs de risque associés à l'hypertension artérielle (HTA) en milieu rural dans la cohorte MHURAM 2013-2014. 99

Tableau 25. Facteurs de risque associés à l'HTA en zone urbaine de la cohorte MHURAM 2013-2014.. 100

Tableau 26. Caractéristiques sociodémographiques des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon leur statut de survie à la fin du suivi 111

Tableau 27. Habitudes tabagiques et consommation d'alcool des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon leur statut de survie à la fin du suivi.....111

Tableau 28. Diagnostic d'hypertension artérielle et de diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète en 2014 112

Tableau 29. Répartition de l'HTA et du diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon son statut de survie à la fin du suivi 113

Tableau 30. Répartition des causes de décès regroupées par chapitre de la CIM-10 selon le sexe des décédés durant la période d'enquête HTA/Diabète et l'enquête de suivi 113

Tableau 31. Répartition des causes de décès dans la population âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète 114

Tableau 32. Risque de sous-distribution (SHR) et son intervalle de confiance IC95% pour les décès due à des maladies de l'appareil circulatoire (I00-I99) ou diabète (E14), de la population âgée de 15 ans et plus ayant participé à l'enquête sur le HTA..... 116

Tableau 33. Situation conduisant au dépistage de diabète selon les 11 professionnels de santé enquêtés dans la zone d'étude de la cohorte MHURAM à Moramanga. 117

Tableau 34. Traitements et suivi des patients diabétiques de types 1 et 2, déclarés par les professionnels de santé des 4 structures de la zone d'étude prenant en charge des patients diabétiques 118

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Espérance de vie à la naissance depuis 1950 à nos jours selon la répartition géographique dans le monde 30

Figure 2. Cadre pour l'analyse des facteurs de la mortalité infanto-juvénile et les principals relations les groupes de variables selon le modèle théorique de Garenne et Vimard 38

Figure 3. Schéma explicatif de la mortalité à Antananarivo selon le modèle de C. Regnard rajouté des facteurs de risque des maladies non transmissibles 39

Figure 4. Le modèle explicatif de la mortalité dans les pays en développement de Mosley et Chen..... 40

Figure 5. Le modèle de WH Mosley et L Chen modifié par M Barbieri 42

Figure 6. Croissance du PIB de Madagascar de 1961 à 2018..... 45

Figure 7. Pourcentage de la population vivant en zone urbain et rurale à Madagascar 47

Figure 8. Structure de la subdivision administrative malgache 49

Figure 9. Structure du système de santé malgache 49

Figure 10. Comparison of cause of death in Madagascar in 1990 and 2017 according to Global Burden of Disease 53

Figure 11. Cartographie des sites de surveillance démographique et de santé dans le monde 56

Figure 12. Le district de Moramanga avec les limites de ses communes 59

Figure 13. Localisation des 3 communes et des 30 fokontany ainsi que les centres de santé de base avec leur fokontany de rattachement dans la zone d'étude 62

Figure 14. Les différentes unités mises en place dans le concept de la cohort..... 63

Figure 15. Pyramide des âges de l'ensemble de la population de la cohorte au moment du recensement initial 2012-2014 77

Figure 17. Indicateur synthétique de fécondité durant la période de 2003-2014 en milieu urbain chez les femmes de 15 – 49 ans recensées dans la cohorte MHURAM (2012-2014)..... 78

Figure 18. Indicateur synthétique de fécondité durant la période de 2003-2014 en milieu rural chez les femmes de 15 – 49 ans recensées dans la cohorte MHURAM (2012-2014) 78

Figure 16. Pyramide des âges de la population en milieu rural (à gauche) et en milieu urbain (à droite) au moment du recensement initial à Moramanga (2012-2014)..... 78

Figure 19. Pyramide des âges de la population présente durant les 2 passages en milieu rural (à gauche) et en milieu urbain (à droite) à Moramanga (2012-2014 et 2016-2017)..... 81

Figure 20. Carte du temps de trajet d'un scénario de déplacement à pied dans la zone d'étude de Moramanga 2012-2013 81

Figure 21. Fraction de mortalité par cause spécifique, par groupe d'âge, chez les enfants âgés de 0-14 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017)..... 88

Figure 22. Fraction de mortalité par cause spécifique chez les enfants de moins de 5 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017) et selon les estimations de l'OMS pour Madagascar (pour 2015) 91
Figure 23. Exemple de figure montrant le processus stochastique à trois états pour les modèles à risques compétitifs (ici pour 2 causes de décès)..... 108
Figure 24. Diagramme des individus participants dans les projets HTA et/ou diabète et qui ont été retrouvés dans la base de données du suivi 2016-2017. 110
Figure 25. Antécédents personnels et familiaux de diabète ou d'HTA des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète 112
Figure 26. Courbe de l'incidence cumulée des risques concurrents de décès par maladies de l'appareil circulatoire et autres causes de décès pour la cohorte de population diagnostiquées hypertendues ou diabétiques et les autres. 115
Figure 27. Courbe d'incidence cumulée attendue pour le décès par maladies de l'appareil circulatoire ou diabète selon le statut d'antécédent personnel de diabète ou de HTA.....116

LISTE DES ABBREVIATIONS

AC : Agent Communautaire
ACP : Analyse en Composante Principale
AIC : Akaike Information Criterion
AV : Autopsie Verbale
BMH : Bureau Municipal d'Hygiène
BIC : Bayesian information criteria
CIM : Classification Internationale des Maladies
CIF : Cumulative Incidence Function
CSB : Centre de Santé de Base
CHRD : Centre Hospitalier de Référence du District
CHRR : Centre Hospitalier de Référence Régional
CHU : Centre Hospitalier Universitaire
CSMI : Centre de Santé Materno-Infantile
DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane
DRSP : Direction Régionale de la Santé Publique
EDS : Enquête Démographique et de Santé
ENSOMD : Enquête Nationale pour le Suivi des objectifs du Millénaire de Développement
ET : Ecart-type
GBD : Global Burden of Disease
GPS Global Positioning System
HTA : Hypertension artérielle
IDH : Indice de Développement Humain
IGME : Inter-agency Group for Child Mortality Estimation
IMC : Indice de Masse Corporelle
INDEPTH : International Network for the Demographic Evaluation of Populations and Their Health
INSTAT : Institut National des Statistiques
IPM : Institut Pasteur de Madagascar
IRA : Insuffisance respiratoire aigue
IRR : Incidence Rate Ratio
ISF : Indice Synthétique de Fécondité
MCEE : Maternal and Child Epidemiology Estimation
MHURAM : Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar

MICS : Multiple Indicator Cluster Survey
MSANP : Ministère de la Santé Publique
ODD : Objectifs de Développement Durable
OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONG : Organisme Non Gouvernementale
OPO : Observatoire de Population d'Ouagadougou
OR : Odds Ratio
PA : Pression Artérielle
PIB : Produit Intérieur Brut
PNB : Produit National Brut
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RN : Route Nationale
SHR : Subdistribution hazard ratio
SDSP : Service de District de Santé Publique
SIDA : Syndrome de l'Immunodéficience Acquise
SIG : Système d'Information Géographique
SSDS : Sites de surveillance démographique et de santé
SSM : Statistiques Sanitaires Mondiales
TAD : Tension Artérielle Diastolique
TAS : Tension Artérielle Systolique
TPI : Traitement Préventif Intermittent
VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

Introduction générale

Pendant longtemps, les questions de santé ayant le plus retenu l'attention des chercheurs et des institutions internationales concernant les pays à faible revenu en Afrique subsaharienne ont été les épidémies, les maladies infectieuses, les problèmes de santé maternelle et la malnutrition. Des travaux de recherche se sont intéressés à l'accès aux soins de santé primaire avec l'objectif d'éradiquer ces maladies et ces problèmes de santé. Les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) adoptés en 2000 l'illustrent bien avec une focalisation sur les maladies infectieuses, la malnutrition et la santé maternelle et périnatale. Or, les maladies non transmissibles ne sont pas seulement un problème de pays riches, elles concernent aussi les pays à revenu moyen et ceux à faible revenu. Ainsi, dans les Objectifs de Développement Durable (ODD) adoptés en 2015, la communauté internationale a étendu les enjeux sanitaires à la lutte contre les maladies non transmissibles et les violences.

Mais contrairement aux pays riches, l'Afrique subsaharienne n'a pas vaincu les maladies infectieuses comme le paludisme, le VIH, les maladies infantiles, faisant ainsi face à un double fardeau sanitaire. En outre, l'inégalité entre le milieu urbain et rural est flagrante. Les grandes villes représentent les centres et les moteurs de la vie économique, scientifique, politique et culturelle (1, 2). Les résidents des villes bénéficient de meilleures conditions de santé grâce à un meilleur accès aux offres de soins, à l'éducation, aux meilleures infrastructures et déplacements (1-3). Néanmoins, les modes de vie, par la sédentarité et les habitudes alimentaires et l'urbanisation contribuent à augmenter les risques de maladies cardio-vasculaires, qui constituent la principale cause de décès par maladies non transmissibles (4-6). Les habitants des villes décèderaient, par conséquent, moins fréquemment dans l'enfance à cause de maladies infectieuses mais plus souvent à l'âge adulte par maladies non transmissibles. La connaissance de la mortalité et des causes de décès permet de développer des politiques de santé adaptées pour chaque pays.

Dans les pays riches, la mortalité et les causes de décès sont facilement analysables grâce à la performance des systèmes de l'état civil. Dans beaucoup de pays à faible revenu, l'état civil reste lacunaire. Même si des efforts ont été entrepris pour améliorer l'état civil dans ces pays, ils restaient insuffisants (7). Définie comme étant la science qui étudie la fréquence et la distribution dans le temps et dans l'espace des problèmes de santé de la population, la discipline de l'épidémiologie va de pair avec la démographie. Pour pallier à ce manque d'informations sanitaires et démographiques, de nombreux chercheurs ont mis en place des observatoires de santé et de population dans de nombreux pays à faible et moyen revenu en Afrique et en Asie. Par définition, il s'agit d'une cohorte de population, délimitée sur un territoire donné, dont les informations collectées concernent l'ensemble de la population qui l'habite.

Comme les pays d'Afrique subsaharienne à faible revenu, Madagascar fait aussi face à ces problèmes. Beaucoup d'informations sur la population et sa santé sont basés sur des estimations ou des enquêtes issues des individus venant en consultation dans les formations sanitaires. De même, les causes de décès ne sont enregistrées que, quand l'individu est décédé dans une formation sanitaire ou quand il s'agit d'un citadin. En effet, seulement sept grandes villes de Madagascar disposent d'un système d'état civil qui enregistre les causes de décès (8).

Avec l'hypothèse que les citadins meurent plus de maladies non transmissibles, qu'en est-il des habitants du milieu rural ? Est-ce le fardeau des maladies non transmissibles ? Notamment les maladies cardio-vasculaires et le diabète ne sont-ils pas sous-diagnostiqués dans ces zones où l'accès aux soins est difficile? Et chez les enfants, on parle toujours des maladies infectieuses, mais est-ce qu'il n'existe pas aussi d'autres causes de décès auxquelles les résidents du milieu rural doivent faire face?

Pour répondre à ces questions, ce travail de thèse explore la transition sanitaire à partir de l'étude de la mortalité et des causes de décès dans une cohorte de population dans un district, celui de Moramanga, qui est localisé à deux heures de route de la capitale, Antananarivo à Madagascar. La zone d'étude comporte une commune urbaine et deux communes rurales parmi les 21 qui composent le district. Les maladies non transmissibles sont étudiées aussi bien chez les enfants que chez les adultes. Les inégalités entre milieu urbain et rural sont analysées pour les maladies non transmissibles particulièrement l'hypertension artérielle (HTA) et le diabète.

La première partie de la thèse est consacrée à la présentation du cadre de l'étude où la transition sanitaire en Afrique subsaharienne est documentée, puis l'importance des maladies non transmissibles et des violences dans les causes de décès; les spécificités des zones urbaines en matière de santé sont présentées avant de terminer sur les théories et schémas explicatifs de la mortalité chez les enfants et les adultes.

La deuxième partie décrit la situation sanitaire à Madagascar, dans divers contextes géographique, socioculturel, économique, démographique et l'urbanisation dans le pays.

Dans la troisième partie, nous décrivons les différentes cohortes de population dans le monde puis nous analysons la population de la cohorte à Moramanga, dénommée Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar ou MHURAM cohort, entre la période de recensement initial (2012-2014) et le premier suivi (2016-2017).

Par la suite, la mortalité et les causes de décès des enfants de moins de 15 ans sont explorées. Dans cette quatrième partie, les méthodes de collecte des causes de décès, en l'absence de l'enregistrement de l'état civil, dont les méthodes d'interprétation de l'autopsie verbale sont documentées.

La cinquième partie porte sur la morbidité des maladies non transmissibles chez les adultes âgés de 15 ans et plus. Les facteurs de risques de l'HTA en zone urbaine et rurale à Moramanga sont analysés.

Dans la sixième partie, l'évolution de cette maladie, et du diabète chez les adultes de la cohorte MHURAM sont analysées. Nous avons repris la liste des participants dans ces deux projets et nous avons étudié leur état de survie, lors du suivi de 2016-2017. Par la suite, nous avons étudié les facteurs de risque de décès par causes de maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète, en sachant que l'individu pourrait aussi mourir d'une autre cause. Une analyse de survie en présence d'évènements à risque concurrents, par la méthode de Fine et Gray a été utilisée pour explorer ces facteurs.

Dans la conclusion générale, les perspectives de la transition sanitaire à Moramanga sont discutées, ainsi que la nécessité d'approfondir les connaissances de la morbidité, les facteurs de risques des maladies non transmissibles et les obstacles à l'accès aux soins de la population de cette zone d'étude.

Remarque :

Certaines parties de la thèse sont des reprises avec adaptations d'articles déjà publiés :
- Partie 3 : La population et les méthodes : La cohorte de population MHURAM (Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar)
Publication correspondante : Ratovoson R, Randremanana R, Rakotomanana F, et al. Cohort Profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project). Int J Epidemiol. 2019;48(6):1754-1755i. doi:10.1093/ije/dyz215

- Partie 4 : La mortalité et les causes de décès des enfants de moins de 15 ans à Moramanga
Publication correspondante: R. Ratovoson, B. Masquelier, T. Andriatahina, R. Mangahasimbola, Z. Andrianirina, G. Pison and L. Baril. Inequalities in cause-specific mortality in children and adolescents in the Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas, Madagascar. Int J Public Health 2020; 65(6):781-790. doi:10.1007/s00038-020-01409-z.

- Partie 5 : L'étude de la morbidité des maladies non transmissibles à Moramanga : l'exemple de l'hypertension artérielle chez les personnes âgés de 15 ans et plus.
Publication correspondante : Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I, Rogier C, Piola P, Pacaud P. Hypertension, a Neglected Disease in Rural and Urban Areas in Moramanga, Madagascar. PLoS One. 2015;10(9):e0137408. doi:10.1371/journal.pone.0137408

Partie 1 : La transition sanitaire en Afrique subsaharienne

1 La transition démographique et la transition sanitaire en Afrique subsaharienne

Tous les pays connaissent ou ont connu une baisse de la mortalité et un allongement de la durée de vie. Cette évolution se fait souvent par étape, et on retrouve plus ou moins les mêmes phases dans les différents pays du monde. Ces différentes phases ont été formalisées dans la théorie de la «transition épidémiologique», développée par Abdel Omran (9), qui va de pair avec la transition démographique.

La transition démographique, se définit comme le passage d'un régime démographique caractérisée par une mortalité et une fécondité élevées qui s'équilibrent approximativement à un régime où la mortalité et la fécondité sont faibles et s'équilibrent également ; la mortalité diminuant avant la fécondité, il en résulte un accroissement démographique temporaire dû à un excédent de naissances sur le décès.

Selon Tim Dyson (10), cette phase de transition s'accompagne toujours de deux changements fondamentaux dans la composition de la population : d'une part, du fait de son accroissement, elle passe d'une structure à prédominance rurale à une structure essentiellement urbaine (c'est-à-dire au processus d'urbanisation), et d'autre part, une structure d'âge jeune qui sera de plus en plus remplacée par une structure d'âge avancée (c'est à dire le processus de vieillissement de la population).

La transition démographique a d'abord touché l'Europe et l'Amérique du Nord, puis elle s'est diffusée au reste du monde. Bien qu'universelle, ses modalités varient d'une région du monde à l'autre, notamment son calendrier et sa durée. Dans les pays à haut revenu, la transition démographique s'est étendue souvent sur plusieurs siècles tandis que dans les pays à bas et moyen revenu, elle semble prendre une allure différente.

Le modèle de la transition épidémiologique vise à décrire et expliquer la baisse de la mortalité qui provoque la transition démographique, notamment au regard de la répartition par cause des décès en se fondant sur l'expérience des pays à haut revenu, il distingue trois étapes (9) : dans la première étape, les taux de mortalité sont élevés et fluctuants, se traduisant par une espérance de vie entre 20 et 30 ans. En deuxième étape, les grandes épidémies diminuent, les maladies infectieuses ne constituent plus les principales causes de décès, la mortalité des enfants baisse, et l'espérance de vie se situe entre 40 et 55 ans. Dans la troisième étape, la mortalité attribuable aux maladies infectieuses cause une faible fraction des décès, par comparaison aux maladies non transmissibles et aux violences. L'espérance de vie franchit la barre des 70 ans.

Les pays d'Afrique et d'Asie ont montré un retard marqué au démarrage de leur transition. L'Afrique est un continent d'incertitudes où les discontinuités et les interruptions des tendances en matière de santé, de maladies et de mortalité reflètent la fragilité et l'instabilité persistantes des pays et la vulnérabilité des populations. L'Afrique, en particulier l'Afrique subsaharienne, reste la région du monde la plus en retard en termes d'amélioration de la santé et de longévité (11). En Afrique subsaharienne, la transition épidémiologique n'a commencé qu'après la Seconde Guerre mondiale, en grande partie grâce à des mesures de santé publique venant d'un soutien international (12). Puis, elle a évolué à un rythme irrégulier avec des phases de stagnation voire de recul

de l'espérance de vie. Alors que l'espérance de vie était d'environ 36 ans en Afrique subsaharienne et dans la région de l'Asie du Sud dans les années 1950-1955, elle a suivi une montée remarquable pour atteindre près de 70 ans actuellement pour l'Asie, contrairement à l'Afrique subsaharienne où une stagnation sans atteindre le niveau de 50 ans a été notée vers les années 1990 – 2000 pour remonter progressivement afin d'atteindre environ 61 ans dans la période actuelle (Figure 1) (13). Ces entorses au schéma attendu de la transition épidémiologique ont été provoquées par la propagation de l'épidémie du VIH-SIDA, mais également par d'autres facteurs tels que la résistance aux traitements du paludisme, à des conflits ou troubles politiques, à la dégradation des services sanitaires, liée ou non à celle des conditions socio-économiques, mêlant difficultés conjoncturelles aiguës et déficiences chroniques.

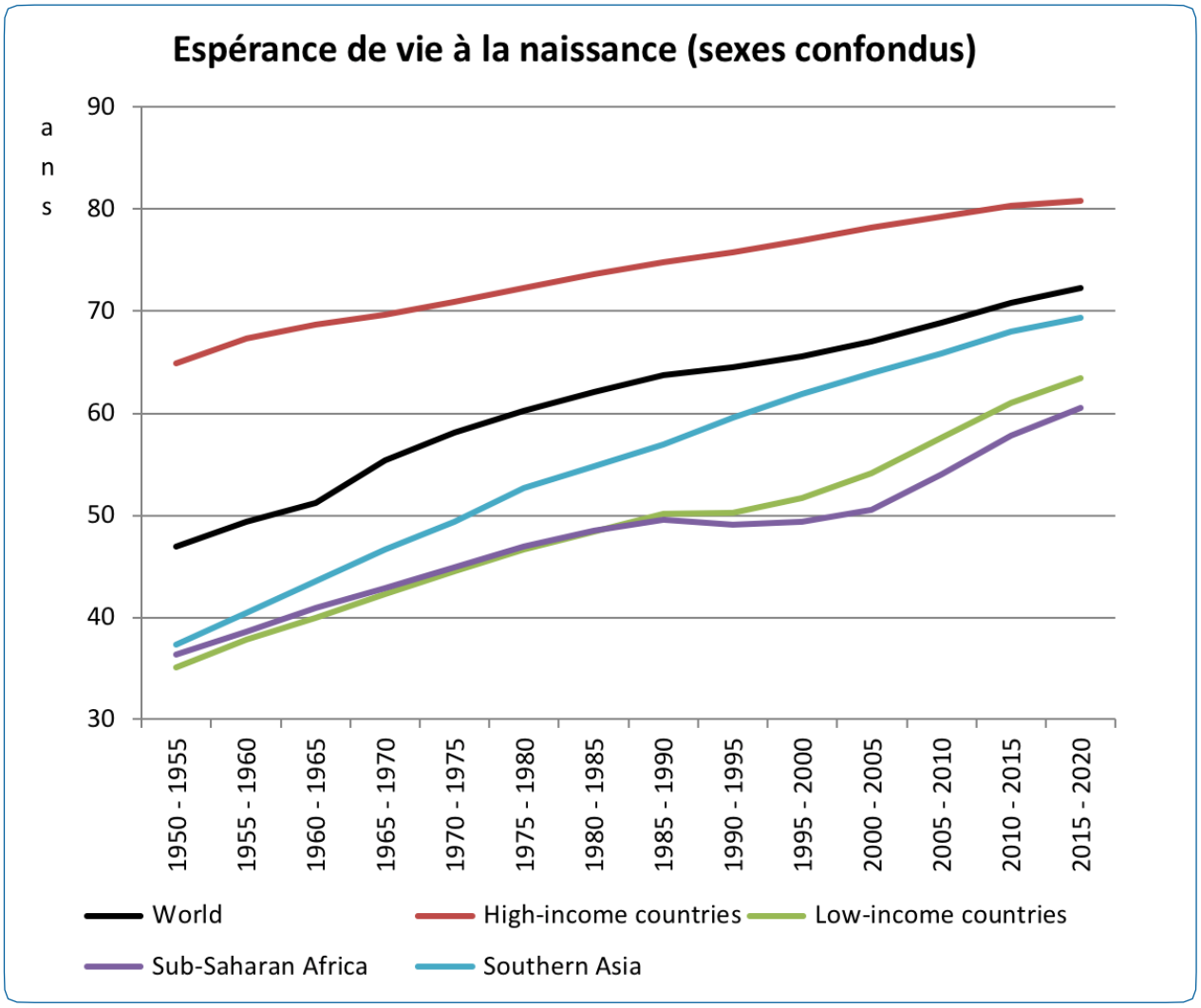


Figure 1 Espérance de vie à la naissance depuis 1950 à nos jours selon la répartition géographique dans le monde

(Source : Nations Unies. World Population Prospects 2019 (13))

Au-delà de la transition épidémiologique, d'autres auteurs ont développé le concept de 'la transition sanitaire' qui constitue, pas seulement une révision de la théorie d'Omran mais aussi un concept nouveau et distinct (14-16). Au schéma habituel se rajoute une quatrième étape qui tient

compte de l'amélioration de l'état de santé de la population grâce aux progrès dans la lutte contre les maladies vasculaires dans les pays riches (17). Une part importante des décès dans ce stade sont attribuables aux maladies dégénératives à un âge très avancé (18, 19). La transition sanitaire fait également référence aux diverses composantes associées à une série de changements simultanés de la santé de la population au cours du développement et à leurs implications dans les politiques et les programmes sociaux et sanitaires. Par exemple, la composante fonctionnelle représente le changement de l'état de santé fonctionnel (donc les capacités et les handicaps) de la population et la composante gérontologique représente la proportion croissante des personnes très âgées ayant des problèmes de santé connexes. La transition sanitaire est le dernier effort conceptuel réalisé par les chercheurs du domaine des sciences sociales et de la santé publique pour décrire et expliquer les transitions séculaires de la dynamique de la population et de la santé (11).

Toutefois, particulièrement pour la région africaine, selon les analystes, les données empiriques recueillies entre 1950 et 2010 montrent que les cadres de transition épidémiologique et sanitaire sont insuffisants pour établir une représentation complète des situations de l'Afrique. Les tendances régionales et nationales de l'évolution de la mortalité, de la fécondité, de la croissance démographique et de la structure des causes de décès en Afrique, soulignent que de nombreux pays africains suivent des chemins inédits par rapport aux expériences historiques des pays du Nord (11). En effet, les quelques études réalisées en Afrique subsaharienne, comme à Accra (20), en Afrique du Sud (21), et à Antananarivo (22) seraient plus en faveur d'une théorie en adéquation avec le modèle de la transition « polarisée prolongée » proposé par Frenk et al (23), avec une coexistence prolongée de maladies infectieuses et de maladies non transmissibles en tant que cause importante de morbidité et de mortalité, et l'impact polarisé de la double charge de mortalité et de morbidité selon le statut socio-économique. Les résultats de ces recherches révèlent que les populations riches sont plus exposées aux risques de maladies non transmissibles et que les communautés pauvres sont plus exposées aux risques de maladies infectieuses et au 'double fardeau' des maladies infectieuses et des maladies non transmissibles (20).

Prenons l'exemple de la mortalité des enfants, même si ce taux a fortement baissé, des différences entre régions persistent. Le taux de mortalité néonatale (taux de mortalité des enfants âgés de moins de 28jours) au niveau mondial a largement diminué de 39 décès pour 1000 naissances vivantes en 2000 à 19 décès en 2016 ; cependant, l'Afrique subsaharienne restait avec le taux le plus élevé à 28 décès pour 1000 naissances vivantes (24).

Et à l'intérieur des pays, les indicateurs de santé varient grandement selon les catégories sociales, les répartitions géographiques. A Madagascar, pour la mortalité infanto-juvénile, un écart s'est creusé avec le temps entre la capitale (Antananarivo) et le reste du pays. Si la probabilité de décéder avant d'atteindre son 5ème anniversaire (5Q0) était de 118,8 en 2001 pour l'ensemble du pays, elle était de 65,2 pour la capitale pour la même année, donnant un retard du pays dans son ensemble estimé à 11,2 ans par rapport à la capitale (25). En 2016, la mortalité infanto-juvénile était estimée à 59 ‰ pour l'ensemble du pays ; mais répartie selon le milieu de résidence, on retrouve un taux de 46 ‰ en milieu urbain contre 62 ‰ en milieu rural ; et selon les caractéristiques socio-économiques, le quintile le plus riche a un taux de 31 ‰ contre 78 ‰ chez les segments les plus pauvres (26).

Devant ces disparités, il apparait important de suivre les progrès sanitaires en désagrégeant les indicateurs de santé selon les catégories sociales, les régions ou les milieux de résidence. Cette désagrégation demeure l'une des principales aspirations des Objectifs de Développement Durable (ODD). Cet agenda reconnaît l'importance de disposer de données de qualité, actualisées et exactes, par niveau de revenu, sexe, âge, appartenance ethnique, ou emplacement géographique et d'autres caractéristiques propre de chaque pays.

2) L'importance grandissante des maladies non transmissibles et des décès violents dans la répartition des causes de décès)

La santé constitue une dimension essentielle des ODD. Treize cibles, spécifiques à l'objectif 3, ont été élaborées afin de permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge à l'horizon 2030. Les indicateurs liés à la santé, à savoir les indicateurs directement liés aux services de santé, aux risques environnementaux, professionnels, comportementaux ou métaboliques avec des liens de causalité établis avec la santé sont également présents dans 10 des 16 autres objectifs (49). Au total, 47 indicateurs sont liés à la santé à travers 28 cibles sur les 11 objectifs.

Les cibles sur les réductions du taux de mortalité maternelle et du taux de mortalité des enfants sont respectivement de réduire le taux mondial de mortalité maternelle au-dessous de 70 pour 100 000 naissances vivantes (cible 3.1) et ramener la mortalité néonatale à 12 pour 1 000 naissances vivantes au plus et la mortalité des enfants de moins de 5 ans à 25 pour 1 000 naissances vivantes au plus (cible 3.2). Des progrès ont été accomplis dans la réduction de certaines causes de mortalité infantile et maternelle, mais pour atteindre ces nouveaux objectifs, il sera nécessaire d'améliorer les soins de santé qualifiés. L'Afrique a réalisé des progrès louables, mais les résultats restent insuffisants car des millions d'enfants et de femmes continuent de mourir de causes évitables. Outre l'élimination de l'épidémie du VIH/SIDA et le paludisme déjà cités dans les Objectifs du Millénaire de Développement (OMD), d'autres maladies infectieuses ont été rajoutés comme la lutte contre la tuberculose, les maladies tropicales négligées, l'hépatite et les maladies transmises par l'eau (cible 3.3). Il s'agit ici des maladies infectieuses et parasitaires, regroupé dans la classe des maladies de la pauvreté qui englobe également la malnutrition et les problèmes de santé maternelle et périnatale et que nous allons regrouper dans la maladie du Groupe I (9).

Un ajout important dans l'agenda post-2015 a été l'objectif de réduire d'un tiers, par la prévention et le traitement, le taux de mortalité prématurée due à des maladies non transmissibles et promouvoir la santé mentale et le bien-être (cible 3.4). Cette intégration des maladies non transmissibles confirme qu'il ne s'agit plus d'un problème limité aux pays développés mais que les maladies non transmissibles sont déjà un problème de santé publique mondiale. La communauté internationale a pris acte de l'entrée des pays pauvres dans la troisième phase de la transition épidémiologique. L'OMS estimait, en 2015, que les maladies non transmissibles sont responsables de 70% des décès dans le monde (soit 40 millions), avec 27% de décès prématurés (décès survenus entre 30-70 ans), dont 80% surviennent dans les pays à faible revenu (50). Ces maladies non transmissibles ou maladies du Groupe II, englobent les maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies respiratoires et le diabète (9). Selon l'OMS, les décès dus au Groupe II devraient augmenter de 17% au cours de

la prochaine décennie dans le monde et d'ici 2030, la région africaine connaitra une croissance encore plus importante de 27%, soit 28 millions de décès supplémentaires, ce qui devraient dépasser les décès dus au Groupe I (50).

Un second ajout important dans les ODDs, en comparaison aux OMDs, concerne l'objectif de réduire de moitié les décès et blessures dus à des accidents de la circulation (cible 3.6). Les problèmes de santé causés par les accidents et violences constituent le Groupe III (9).

L'accès aux soins pour tous en matière de santé sexuelle et procréative (cible 3.7), la mise en place d'une couverture sanitaire universelle (cible 3.8) sont également parmi les cibles pour atteindre cet objectif global de vivre une vie saine et un bien-être à tous les âges. Mais l'accessibilité aux services de santé varie selon les milieux de résidence et la répartition géographique. Les populations urbaines bénéficient de conditions socioéconomiques plus favorables associées à une concentration des services de santé. A Madagascar, selon le rapport annuel 2015 du Ministère de la Santé Publique, Analamanga, la région qui couvre la capitale, dont la population représente 15% de la population générale, concentre le tiers des centres de santé de base (CSB) de niveau 2 du pays et la moitié des centres de santé privés (27). L'absence d'infrastructures aux normes, l'enclavement, la difficulté à scolariser les enfants constituent les principales raisons qui dissuadent les personnels de santé de s'installer dans les zones rurales (28).

3) Les spécificités des zones urbaines en matière de santé

Les grandes villes représentent les centres et les moteurs de la vie économique, scientifique, politique et culturelle (1, 2). Ainsi, les résidents des villes bénéficient généralement de meilleures conditions de santé grâce à un meilleur accès aux offres de soins, à l'éducation, aux opportunités d'emplois, ainsi qu'aux meilleures infrastructures (1-3).

En 2018, les pays les plus urbanisés restent des pays d'Amérique du nord (avec 82% de leur population vivant en milieu urbain), l'Amérique latine et les Caraïbes (81%) et l'Europe (74%). Bien que l'Afrique reste essentiellement rurale avec 43% de sa population vivant en zone urbaine, les projections montrent que l'urbanisation serait plus rapide en Asie et en Afrique que dans les autres régions du monde. Selon les Nations Unies, avec la croissance globale de la population mondiale, 2,5 milliards de personnes vivront en zone urbaine dont 90% seront départagés entre l'Asie et l'Afrique, d'ici 2050 (29). Dans ce contexte d'urbanisation rapide, les modes de vie urbains, caractérisés par la sédentarité et certaines habitudes alimentaires néfastes (régime trop riche en matière grasse et sucres) contribuent à augmenter les risques de maladies cardiovasculaires, qui constituent la principale cause de décès par maladies non transmissibles (4-6); déjà évidentes chez les adultes résidants dans les villes et les zones urbaines (30, 31).

De plus, contrairement aux pays occidentaux engagés dans la troisième phase de leur transition épidémiologique, en plus des maladies chroniques, l'Afrique fait aussi face à un problème de persistance des maladies du Groupe I aussi bien en milieu urbain que rural. Il y a d'abord l'émergence ou la réémergence de nouvelles maladies infectieuses, selon les pays. Si d'autres pays africains font face à l'épidémie du VIH/SIDA ou Ebola, Madagascar n'arrive pas à éradiquer certaines ma-

ladies négligées comme la peste ou la rage, même en milieu urbain (32). La résurgence de maladies antérieurement maitrisée y est aussi présente à cause de l'apparition des résistances, comme cela a été observé avec le cas de la tuberculose ou d'autres bactéries (33). Les villes peuvent être également à risque de paludisme par des sources importées venant des autres zones endémiques (34). Cette résurgence contribue à retenir de nombreux pays de l'Afrique subsaharienne encore au deuxième stade de la transition épidémique (18, 35). De plus, un certain nombre de facteurs structurels contribuent également à ralentir la réduction des maladies du groupe I, même en milieu urbain en Afrique subsaharienne. Malgré le fait que les offres de soins en santé sont concentrées en milieu urbain, les obstacles d'ordre financier continuent de se poser. La pauvreté de la population et l'absence d'assurance maladie pour la majorité des habitants constituent des obstacles majeurs à l'accès à l'ensemble des soins de santé primaire même pour les citadins (18).

Un troisième fardeau peut exister également : les décès par causes violentes et accidents sont présents dans les villes africaines avec la circulation qui a pris beaucoup d'ampleur en milieu urbain. Dans le monde, les traumatismes dus aux accidents de la circulation sont la 8ème cause de décès pour tous les groupes d'âge. La région de l'Afrique possède le taux de décès dus à des accidents de la circulation le plus élevé avec 26,6 pour 100 000 habitants selon le rapport de l'OMS 2018 (36) ; et les accidents de la circulation sont les principales causes de décès entre 5 et 29 ans (37).

Les études de ces différentes causes de décès s'avèrent difficiles en Afrique à cause du manque de données exhaustives pour la majorité des pays d'Afrique subsaharienne, en raison de l'incomplétude de l'enregistrement des décès à l'état civil. Afin de pallier à ce problème, des observatoires de population ont été créés dans de nombreux pays. Grâce à ces observatoires de population, les décès sont mieux enregistrés, car les passages répétés réduisent les risques d'omissions et permettent de faire des contrôles de qualité des données plus rigoureux. Apartir des enquêtes d'autopsies verbales réalisées dans ces observatoires, des causes probables de décès peuvent être connues dans la population qui fait l'objet du suivi. Ainsi, les résultats standardisés par âge, sexe et temps des données de 14 observatoires en Afrique subsaharienne et huit observatoires en Asie (donnant au total 111 910 décès sur 12 204 043 personnes-années de suivi) semblent montrer que les taux de mortalité des maladies non transmissibles sont relativement constants d'un site à l'autre, alors que les variations de la mortalité globale semblent liées à l'ampleur des causes infectieuses (38).

Une étude réalisée en milieu rural, à Mlomp au Sénégal, a également montré que les maladies non transmissibles étaient les causes prédominantes des décès chez les adultes âgés de 15 à 60 ans, le cancer et les maladies cardiovasculaires étaient les causes les plus fréquemment rencontrées (39). Dans les milieux ruraux, les facteurs comportementaux peuvent expliquer la prédominance des maladies non transmissibles, surtout chez les hommes. La consommation d'alcool, plus fréquente chez les hommes adultes, constitue un des facteurs de risque de l'hypertension, des affections hépatiques et peut participer à augmenter les décès par cause externe (violence et blessure). Dans cette étude, les auteurs ont montré la possibilité de l'existence d'une relation étroite des trois grands groupes (maladies infectieuses, maladies non transmissibles et causes externes) en milieu rural (39).

Le milieu rural subsaharien n'est donc pas épargné par les maladies non transmissibles. On pourrait s'attendre à ce que la transition sanitaire s'effectue dans les pays en développement, notamment ceux d'Afrique subsaharienne, de façon à peu près similaire à celle observée dans les pays

développés, avec le passage d'une forte mortalité causée par les maladies infectieuses à une mortalité plus basse et liée aux maladies chroniques et non transmissibles. Mais elle semble prendre un autre chemin, la transition semble plus proche du modèle polarisé prolongé de Frenk et al. (23) qu'à celui d'Omran (9). La coexistence de maladies infectieuses, de carence nutritionnelle et de maladies non transmissibles était déjà présente depuis la mise en place de services de santé spécialisés, mais elle n'a gagné en visibilité et en importance en matière de santé publique que quand les données sur la morbidité et la mortalité étaient accessibles. Une autre dimension de ce modèle réside également dans l'inégalité de la progression de la transition selon le niveau socio-économique. Ainsi, l'analyse des causes de décès doit permettre de préciser ce qu'il en est vraiment et d'élaborer des réponses adéquates.

4) Théories et schémas explicatifs de la mortalité chez les enfants et les adultes

L'étude de la mortalité reste complexe en raison de l'importance de sa composante biologique, des variables latentes et parfois inconnues entre l'exposition et l'origine de la maladie, ses manifestations cliniques et son issue éventuellement fatale (40). La mortalité intéresse traditionnellement deux disciplines :

- les sciences sociales par la démographie qui est focalisée sur la mesure du phénomène, les déterminants socio-économiques de son recul au niveau collectif, et les inégalités socio-économiques au niveau individuel ;
- et les sciences biomédicales qui analysent le processus biologique des maladies, et travaillant en amont, tentent de prévenir les maladies grâce aux développement des vaccins, soit en les traitant en suivant généralement la logique du modèle épidémiologique classique des maladies infectieuses par une action sur l'un des trois éléments de la triade agent pathogène-exposition-hôte (40) ou en étudiant les facteurs de risques associés aux maladies non transmissibles.

Pour les pays en développement, des schémas explicatifs sont apparus dans la littérature au début des années 1980. Il existe des modèles qui regroupent les décès des enfants et des adultes et d'autres modèles qui diffèrent selon les types de décès.

i. Schéma d'analyse de la mortalité des adultes et des enfants à Madagascar

Spécialement pour Madagascar, Corinne Régnard a proposé un schéma d'analyse pour son étude sur la mortalité dans la capitale, en relation avec la crise économique des années 1980, rassemblant le cadre pour l'ensemble de la population (les enfants et les adultes). Partant du modèle théorique de Magali Barbieri (Figure 5), trois déterminants proches (l'exposition au risque, la résistance et la thérapie) ont été utilisés et les facteurs socio-économiques ont été restructurés (41). Dans son analyse sur le contexte malgache, C. Regnard démontre 9 liaisons entre différents contextes qui interagissent pour expliquer la mortalité. Nous avons détaillé ici ces liaisons en le mettant à jour avec le contexte actuel de Madagascar qui n'est guère différent du contexte où l'auteur a élaboré son cadre.

- 1. Le contexte écologique : comme Madagascar reste un pays à prédominance rural, l'écologie a une influence importante sur la situation économique. La survenue des catastrophes climatiques (et autres crises écologiques) peuvent engendrer une dégradation de la situation économique à cause de la baisse de la production.
- 2. Le contexte politique : dans son modèle, elle parle de crises survenues dans les années 1980. Dans l'état actuel, ce contexte politique reste le même car Madagascar, en proie à des crises successives, a subi un dérèglement général de son économie, ayant conduit le pays dans un état de pauvreté extrême. Depuis son indépendance en 1960, la croissance économique a été plusieurs fois négative : Le PIB par habitant avait baissé de $853 en 1970 à $472 en 1996 (USD constants de 2010). Les crises ultérieures de 2002 et 2009 se sont également traduites par la chute du PIB par habitant ($428 en 2002 mais $482 en 2009 alors qu'il était de $516 l'année précédente) (42).

- 3. Le contexte politique a également une influence sur le système de santé. Les différents changements des gouvernements entrainent inexorablement une fragilité du système de santé à cause de l'absence de continuité entre les politiques de santé.

- 4, 5 et 6. Le contexte communautaire a un impact sur le système de santé dans la mesure où la perception de la médecine moderne détermine le comportement des gens en matière de recours. De même, le contexte communautaire influence aussi l'hygiène de vie, via l'exposition aux risques avec les maladies infectieuses, ou les comportements et le mode de nutrition pour les maladies non transmissibles augmentant ainsi le risque d'exposition aux maladies non transmissibles. Enfin, le contexte communautaire peut aussi influencer les valeurs au sein des ménages c'est-à-dire que face à la pression de la communauté, la prise de décision face à la maladie peut varier.

- 6. Le contexte communautaire conditionne l'attitude des mères face à la maladie.

- 7 et 8. La situation économique influe sur les caractéristiques individuelles et sur les ménages. Au niveau individuel, le niveau d'instruction peut influencer les comportements relatifs aux recours au soin, le niveau socio-économique élevé permet aussi de recourir à des soins de bonne qualité. Concernant les caractéristiques du ménage, le niveau socio-économique influence les conditions de vie des ménages.

- 9. Les autres liens ne sont pas spécifiques à Madagascar mais restent similaire à ceux exposés dans les autres modèles théoriques, c'est-à-dire, communs au contexte des pays en développement.

On peut ainsi voir que son schéma prend en compte la structure de celui de Garenne et Vimard, qui a été réalisé à partir de leurs expériences en Afrique. D'après Garenne et Vimard, en 1984, cinq groupes de variables expliquent les différents niveaux d'analyse de la mortalité.

- Les variables discriminantes sont constitués par la zone géographique (la région, le pays, le quartier), le développement économique (PNB par capita), le régime politique, les catégories sociales (ethnie, la profession, la religion, la nationalité, la famille et les origines pour les migrants) et l'habitat. Les variables discriminantes sont des variables qui n'ont pas d'effet direct sur la mortalité de l'enfant mais il est pratique pour étudier la mortalité différentielle ; contrairement aux variables indépendantes, à un niveau plus fin, qui peuvent être collectés directement lors des enquêtes et introduits dans les modèles.

- En aval se trouvent les variables intermédiaires, qui constituent la prédisposition de l'enfant, son environnement épidémiologique et les actions, au travers desquelles l'enfant va survivre ou va mourir d'une cause principale ;

- La variable déterminante qui est la cause de décès.

- La variable dépendante constituée par le niveau de mortalité (43).

Dans ce modèle (Figure 2), les auteurs étendent leur cadre bien au-delà des conditions socio-économiques et individuelles pour remonter jusqu'au contexte politique et écologique. Cependant, ils admettent que la liste de ces variables n'est pas exhaustive, et que des interactions peuvent exister entre elles.

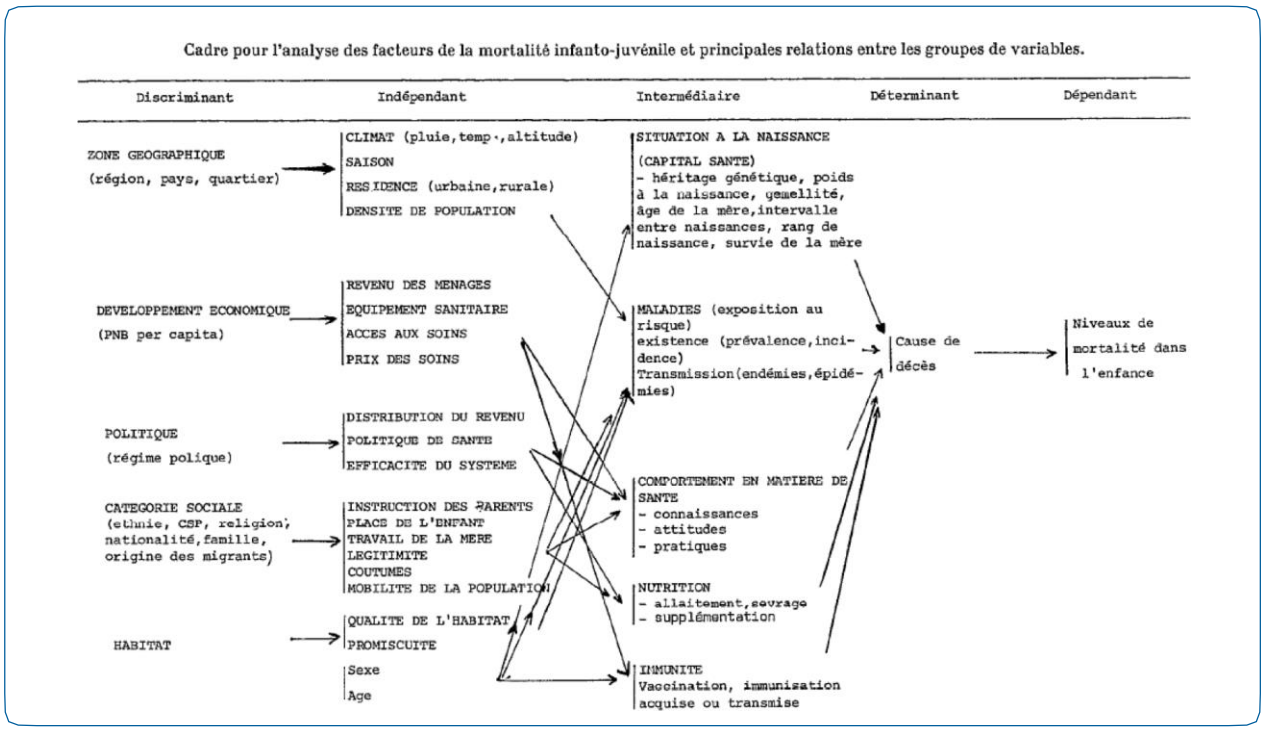


Figure 2 : Cadre pour l'analyse des facteurs de la mortalité infanto-juvénile et les principales relations les groupes de variables selon le modèle théorique de Garenne et Vimard

(Source : Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Sci. Hum.,vol. XX, n°2, 1984 (43))

Concernant la mortalité à Madagascar, le schéma de C. Regnard (Figure 3) cadre bien dans le contexte malgache où des crises économiques successives se sont déroulées, et le pays reste toujours en proie à différentes épidémies. Cependant, dans l'état actuel où les maladies non transmissibles prennent aussi une place importante dans les déterminants de la mortalité, l'exposition aux risques devrait aussi tenir compte de ce problème, c'est pourquoi nous avons modifié le schéma en mettant à jour certains contextes déjà présents et en rajoutant les caractéristiques qui pourraient être en rapport avec la transition sanitaire à Madagascar.

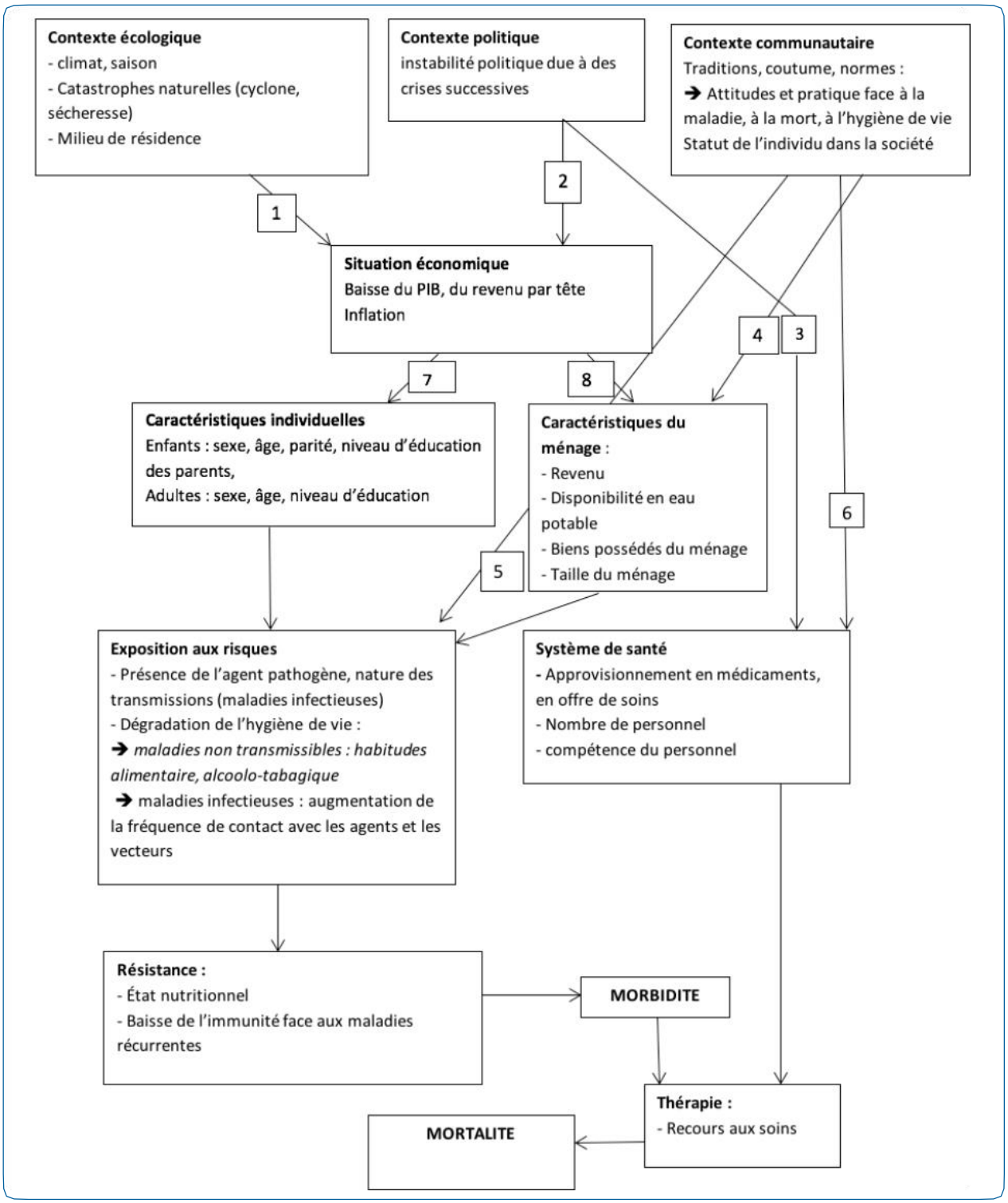


Figure 3 : Schéma explicatif de la mortalité à Antananarivo selon le modèle de C. Regnard rajouté des facteurs de risque des maladies non transmissibles

(Source : C. Regnard. Crise économique, santé et mortalité à Madagascar (41))

ii. Les autres théories et schémas explicatifs de la mortalité

❖ Le modèle de Henry Mosley et Lincoln Chen (44):

Mosley et Chen proposent un schéma général des relations existantes entre la mortalité des enfants, ses facteurs déterminants selon deux sous-ensembles : les facteurs socio-économiques (caractéristiques individuelles, équipement du ménage et caractéristiques de la communauté) et les déterminants proches (ou variables intermédiaires) qui sont eux-mêmes subdivisés en 5 groupes :

- Les facteurs maternels : l'âge de la mère au moment de l'accouchement, le rang de naissance de l'enfant et l'intervalle intergénésique
- Les contaminations par l'environnement : l'air, les aliments/ l'eau/les mains, les contacts cutanés/ le sol/ les objets inanimés, les vecteurs animés (insectes)
- Les carences nutritionnelles : calories, protéines, vitamines et minéraux
- Les blessures : accidentelles ou volontaires
- Les facteurs de contrôle individuel de la santé (44).

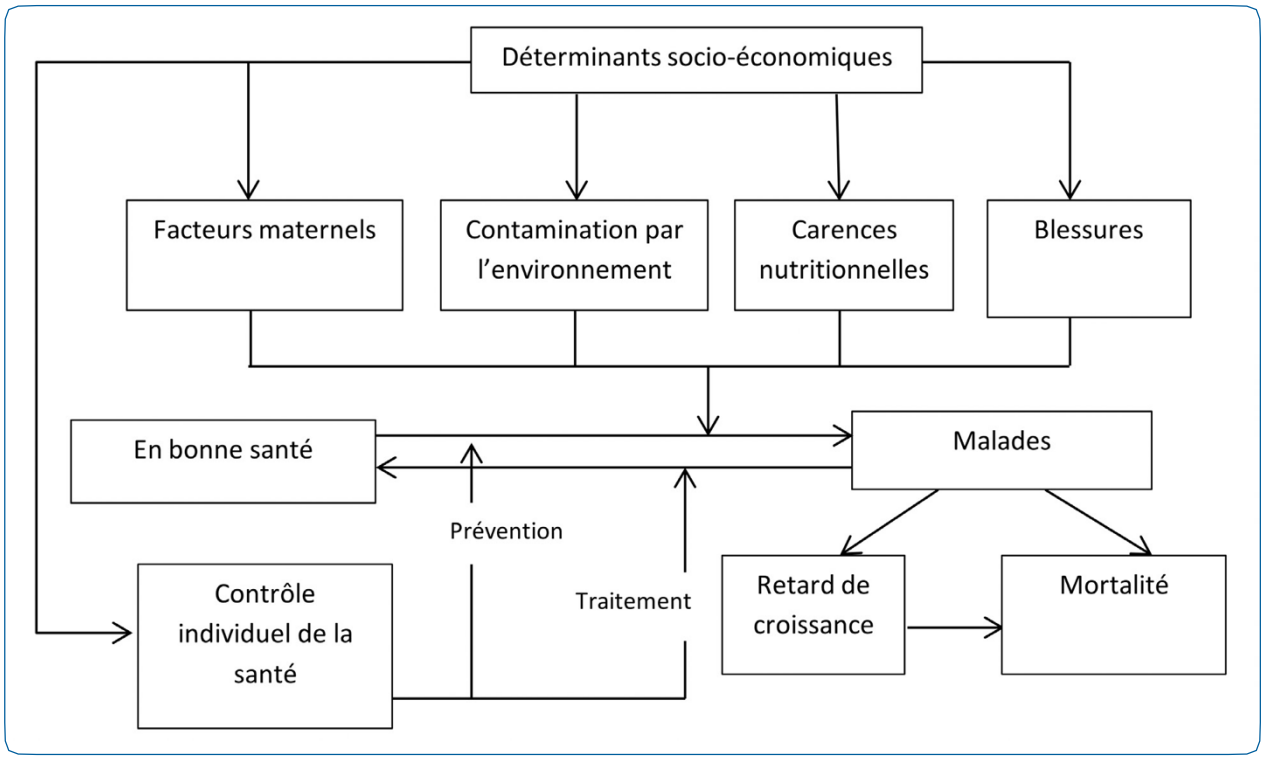


Figure 4 : Le modèle explicatif de la mortalité dans les pays en développement de Mosley et Chen
Source : Mosley WH and Chen CL, Population and Development Review, 1984 (44)

L'avantage de ce modèle réside dans sa mise en évidence de variables intermédiaires qui influencent le risque de morbidité puis de mortalité. Néanmoins, dans le modèle de Mosley et Chen, d'une manière générale, il y a un risque de confusion entre causes et facteurs de mortalité infantile. Les blessures sont traitées comme révélatrices d'un état de santé et non comme une cause de décès.

❖ Le modèle d'Alberto Palloni :

En prenant comme référence l'Amérique Latine, A. Palloni met l'accent sur l'égalité des chances dans son modèle de déterminants de la mortalité qui oppose les interventions horizontales, constituées par l'ensemble des actions publiques telles que l'amélioration de l'accès au système de santé et la sensibilisation de la population, à l'assainissement des infrastructures collectives (approvisionnement en eau potable, installations sanitaires), aux interventions verticales, qui constituent l'ensemble des moyens mis en œuvre pour éradiquer des maladies spécifiques à l'aide de moyens technologiques bien définis axés sur des méthodes préventives, curatives, ou sur les vecteurs ou les hôtes responsables de l'état morbide (vaccin, nouvel outil diagnostic, nouveau traitement plus efficace…) (45).

Ainsi, dans le schéma de Palloni, la baisse des niveaux de mortalité ne constitue pas uniquement le résultat d'interventions verticales, aussi massives et efficaces soient-elles, car leurs effets peuvent être provisoires. Le succès réside plus dans les interventions horizontales qui ont des effets durables, étant étroitement liées au développement économique et social. Les interventions horizontales représentent les conceptions mises en œuvre pour assurer un accès plus égalitaire et plus facile aux services médicaux. Le schéma de Palloni se présente alors comme un aide à l'élaboration des politiques de santé où les éléments sont constitués à partir de la vulnérabilité de la population afin de développer une politique sociale. Il comporte 3 niveaux d'action (40, 45):

- le niveau des politiques à travers les politiques sociales et les campagnes d'éducation et de sensibilisation des soins de santé (interventions horizontales) ;
- le niveau individuel ou collectif constitué par les caractéristiques individuelles de l'enfant (caractéristiques biologiques, comportementales et sociales, niveau d'instruction de la mère), les caractéristiques du ménage (niveau socio-économique, structure familiale) et le développement communautaire (écologie, accès aux soins et autres services publics) ;
- le troisième niveau qui constitue le niveau le plus proche de l'état morbide et basé sur le paradigme biomédical (exposition aux agents infectieux, immunité de l'enfant).

❖ Le schéma de Magali Barbieri

A partir du modèle de W.H Mosley et L. Chen, M. Barbieri a proposé certaines modifications nécessaires afin d'avoir une application plus concrète du modèle. Elle a abandonné les facteurs maternels et les blessures et a restructuré les 3 autres tout en gardant la distinction entre les facteurs socio-économique et les déterminants proches de la mortalité. Issu de la 'littérature épidémiologique, qui suggère que le processus menant au décès s'accomplit en 3 phases : le contact de l'enfant avec l'agent pathogène, le micro-organisme doit lutter contre la résistance opposée par son hôte, le recours à la thérapie lorsque la maladie s'est déclarée', Barbieri a donc mis en avant 3 catégories de déterminants proches :

- L'exposition au risque : déterminée par 2 facteurs :
  - La présence de l'agent pathogène dans l'environnement, forcément soumise aux conditions écologiques

- et la nature du contact entre l'agent et l'hôte
- La résistance, qui peut être :
  - Non spécifique : influencée par l'état de santé général, le statut nutritionnel et les antécédents médicaux de l'enfant
  - Spécifique : immunité active (production d'anticorps par le corps humain) ou passive (anticorps inoculés)
- La thérapie : qui peut assurer soit une guérison complète soit une rémission plus ou moins brève (41, 46).

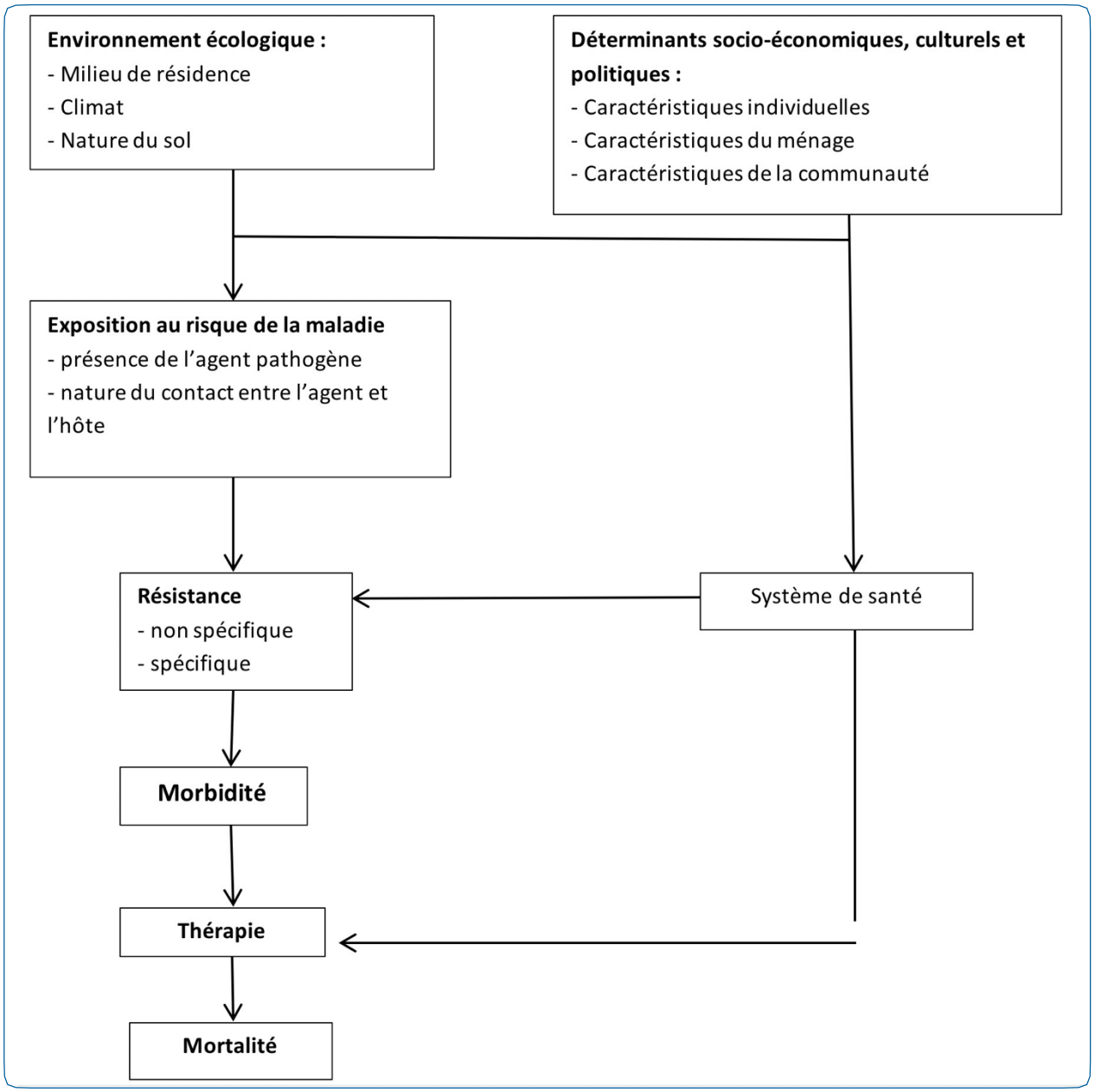


Figure 5. Le modèle de WH Mosley et L Chen modifié par M Barbieri.
Source : Régnard C, Population, 2003 & Barbieri M, Les dossiers du CEPED, 1991 (41, 46)

Le découpage des déterminants proches de la mortalité semble moins théorique, donc plus réaliste, que dans le modèle de Mosley et Chen. Ces déterminants reflètent les

mécanismes biologiques incontournables du processus de la mortalité. Toutefois, son application demeure difficile car les moyens d'identification et de mesure de ces trois déterminants s'avèrent difficiles notamment l'immunité active ou passive.

Toutes ces modèles sont utiles en théorie pour expliquer les différents mécanismes qui contribuent à l'évolution de la mortalité des enfants. Ils sont moins pertinents pour la survie des adultes. Ces premiers schémas ont été élaborés dans le but de mettre en place des politiques de santé adaptées pour les pays en développement qui visent surtout à réduire la mortalité infanto-juvénile.

5) Conclusion : l'utilité des données d'une cohorte à Madagascar

Le poids des maladies infectieuses et des maladies non transmissibles étaient déjà présents à Madagascar comme dans nombreux pays de l'Afrique subsaharienne et pas seulement en milieu urbain, comme les cas d'hypertension artérielle chez les adultes diagnostiqués en milieu rural (47, 48). Mais la désagrégation selon les différents caractéristiques comme l'âge, le sexe, le milieu de résidence, reste rare pour disposer d'un portrait de la situation sanitaire ; ce qui nécessite la disponibilité de ces données et des causes de décès dans ces zones. Afin d'étudier la disparité de la répartition de ces fardeaux dans les différents groupes sociaux du pays, des données tant sur la morbidité que sur la mortalité sont nécessaires. Néanmoins, ce besoin se heurte au manque de données épidémiologiques historiques disponibles et adéquates sur la santé, la morbidité et la mortalité par cause en Afrique.

Les estimations produites pour de nombreux pays africains sont des évaluations globales réalisées par des institutions ou des groupes de recherche internationaux, sur la base de modélisations mathématiques compliquées et de bases empiriques parfois minimes (18, 49). Il est peu probable que tous les pays d'Afrique subsaharienne parviennent à répondre aux normes mondiales de rapidité, d'exhaustivité et de qualité de données à partir de leurs systèmes d'information nationaux sur la santé au cours des 20 prochaines années (49). Le concept de transition sanitaire implique, non seulement le suivi de l'état de santé de la population mais aussi le changement des tendances, nécessitant donc des cycles de données à l'intérieur du pays, et qui devrait aussi tenir compte des ensembles spécifiques sous-nationaux, comme le milieu de résidence urbain/rural ou d'autres caractéristiques.

En général, les différentes données produites au niveau local des pays développés permettent facilement une désagrégation des indicateurs de santé au niveau sous-national, mais elles restent souvent incomplètes voire inexistantes dans les pays pauvres.

Les statistiques de l'état civil, grâce à l'enregistrement des naissances, des décès et de la situation maritale de leurs habitants, constituent la principale source de référence sur la mortalité et la fécondité au niveau local des pays. Il est impératif que chaque pays connaisse le nombre annuel de naissances et de décès ainsi que les principales causes de mortalité car les informations sur la natalité et la mortalité en fonction de l'âge, du sexe et de la cause forment la pierre angulaire de la planification en santé publique. Or, selon l'OMS, deux tiers des décès ne sont pas enregistrés au niveau mondial et près de la moitié des naissances ne sont pas enregistrées (50). Ainsi, en l'ab-

sence de comptage complet des décès et d'enregistrement de leurs causes, les gouvernements sont limités dans leur élaboration de politiques efficaces de santé publique, et ne peuvent pas mesurer exactement leur impact.

Les individus vivant en Afrique et en Asie sont les plus affectés par ce sous-développement des systèmes d'enregistrement. Beaucoup d'entre eux naissent et meurent sans laisser de traces dans aucun registre légal ou statistique officielle. Ce scandale d'invisibilité touche principalement les segments pauvres de la population qui, en plus de leur statut socio-économique fragile, ne peuvent accéder aux différents services publiques et juridiques (51). Malgré cette situation, les stratégies et politiques des pays africains et asiatiques confrontés à ce problème restent encore insuffisantes : soit très peu d'efforts ont été entrepris pour promouvoir ces dispositifs, soit des efforts ont été réalisés mais la performance pour disposer de données de meilleures qualité n'était pas atteinte (7, 18, 52).

Un autre moyen de disposer des informations sur la situation sanitaire comme la mortalité et les causes de décès réside dans les statistiques de santé d'un pays. Toutefois, avec les barrières géographiques, culturelles et financières, une fraction seulement de la population consulte ou se fait hospitaliser dans les centres de santé. La grande majorité des décès ne survient pas dans les formations sanitaires surtout dans les pays d'Afrique : seulement 29% des décès d'adultes surviennent à l'hôpital à Addis-Abeba (53), 51% en Zambie (54) et 64% au Botswana (55). Ceci introduit un biais de sélection important car de nombreux pays d'Afrique subsaharienne ne disposent pas de système performant pour enregistrer les causes de décès survenant en milieu communautaire, surtout dans les zones rurales. A Madagascar, un système de notification des décès existe, mais il n'est déployé que dans les grandes villes (22). A cette limitation s'ajoute aussi les habitudes culturelles où les migrants de la ville préfèrent rentrer dans leurs villages natals ruraux pour mourir (56).

Devant ces obstacles pour disposer d'informations sur la mortalité et les causes de décès dans les pays d'Afrique subsaharienne, il s'avère nécessaire d'avoir un dispositif de suivi des populations qui permet une collecte de données adaptée pour la population aussi bien en milieu urbain que rural. Un suivi longitudinal d'une population dans une zone délimitée, en milieu urbain et rural pourrait combler ce manque de données statistiques et permettrait également de connaitre les déterminants et les problèmes des maladies infectieuses et les maladies non transmissibles dans ces milieux. Une cohorte de ce type a été mise en place par l'Institut Pasteur de Madagascar à Moramanga, dans un district localisé à 2 heures de route de la capitale.

Partie 2. La situation sanitaire à Madagascar

6 Contexte

i. Localisation géographique

Madagascar, situé au large de la côte sud-est de l'Afrique, est parmi les plus grandes îles dans le monde après l'Australie, le Groenland, la Nouvelle-Guinée et Bornéo avec sa superficie de 587 295 km². Elle s'étire sur 1 600 km du nord au sud et sur 500 km d'est en ouest. Elle est entourée de plusieurs îles et archipels comme l'île de La Réunion et l'île Maurice, l'archipel des Comores et les Seychelles. Le canal de Mozambique la sépare du continent africain d'une distance de 400 km.

ii. Situation socioculturelle

Les diverses recherches effectuées sur Madagascar semblent confirmer le fait que l'origine du peuple malgache serait de l'archipel indonésien venu de l'est, de l'Afrique de l'est par le nord-ouest du canal de Mozambique et du peuplement arabe avec le commerce sur les côtes de Madagascar (57). Ces origines expliquent l'intense métissage de la population et la diversité de la culture malgache, aussi bien dans le domaine économique, les méthodes de la riziculture par exemple, que dans les domaines culturels et religieux, comme le culte des morts ou le rôle social du zébu qui symbolise la richesse.

Diverses religions sont librement pratiquées notamment les religions chrétienne et musulmane ainsi que les croyances traditionnelles.

Malgré cette origine diversifiée, la langue reste unique pour les dix-huit ethnies qui composent la population malgache.

iii. Economie

Depuis son indépendance en 1960, le pays a été frappé par quatre crises politiques (en 1972, 1991, 2002 et 2009). Ces crises successives ont fragilisé le système économique et ont conduit à un appauvrissement continu du pays.

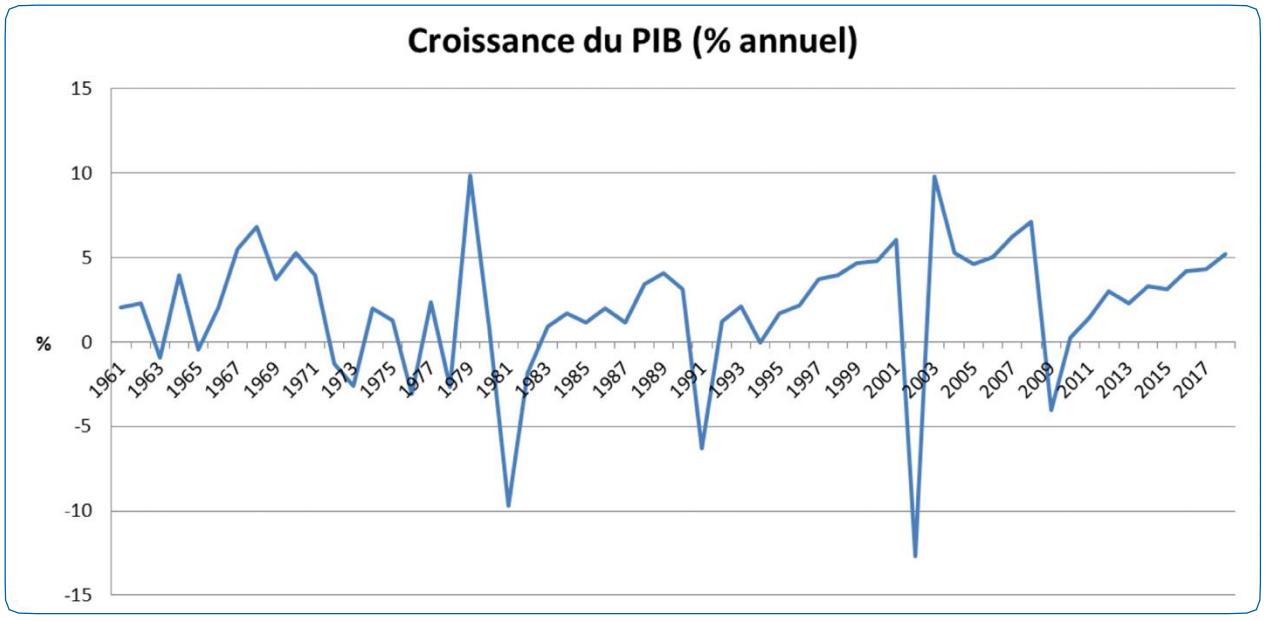


Figure 6 Croissance du PIB de Madagascar de 1961 à 2018

Source : Banque mondiale, 2019

Depuis 1960, la croissance économique a été plusieurs fois négative (Figure 6). Le PIB a été estimé à USD410 en 2016, ce qui classe Madagascar parmi les 10 pays les plus pauvres du monde (58). Madagascar est aussi parmi les pays les plus affectés par les catastrophes naturelles. Sur les 22 régions, 16 sont à risque de cyclones tropicaux, de sécheresse prolongées ou de graves inondations.

Par rapport à ceux des pays en développement, le niveau de l'IDH à Madagascar était de 0,512 contre 0,523 pour l'Afrique subsaharienne et de 0,717 pour le monde (58). Là encore, Madagascar se classe parmi les pays à développement humain faible et se trouve au 162ème rang sur 188 pays.

iv. Démographie

D'après les résultats provisoires du troisième recensement général de la population et de l'habitation à Madagascar, réalisé en 2018, 25 ans après le dernier (1993), la population serait de 25 680 342 habitants. Dans l'ensemble, le rapport de masculinité donne en moyenne 97 hommes pour 100 femmes. L'effectif des femmes est légèrement supérieur à celui des hommes aussi bien en rural qu'urbain. Il y aurait 20 676 428 habitants (80.5%) qui vivent en milieu rural. Madagascar compte environ 6 115 623 ménages donnant une moyenne de 4,2 individus par ménage dont 3,8 en milieu urbain et 4,3 en milieu rural (59).

La densité moyenne de la population est estimée à 43,7 habitants/ km² avec une variation allant de 7,6 hab/km² dans les régions du flanc ouest, puis une moyenne de 50 hab/km² dans les régions à l'est, et une forte densité au centre pouvant atteindre jusqu'à 210,3 hab/km² dans la région d'Analamanga (qui contient la capitale) (59).

Le taux de croissance annuelle moyenne a connu une hausse. Si entre 1975 et 1993, cet indicateur a été estimé à 2,67%, il a augmenté à 3,01% entre 1993 et 2018 (59).

La population malgache est caractérisée par sa jeunesse, les Nations Unies estiment à 41,6% la proportion d'enfants de moins de 15 ans, les jeunes entre 15 et 24 ans seraient de 20,4% de la population totale en 2015 (13).

Malgré une baisse à un rythme régulier, le taux de natalité brut reste encore élevé, estimé à 32,8 pour 1 000 habitants ; et l'indice de fécondité est de 4,1 enfants par femme en 2015 par les Nations Unies (13). Le taux brut de mortalité est estimé à 6,1 pour 1000 habitants.

Le taux de mortalité des enfants de moins de 5 ans a régulièrement baissé : il a été estimé à 109 ‰ naissances vivantes en 1995 (60) pour atteindre un taux estimé à 59 ‰ en 2016 (26). Sur la base des enquêtes démographiques et de santé (EDS 2008-2009), quand ce taux est réparti selon le milieu de résidence, un écart important est retrouvé entre le milieu urbain et rural avec respectivement un taux de 46 ‰ et de 62 ‰; et selon les caractéristiques socio-économiques, le quintile le plus riche a un taux de 31 ‰ contre 78 ‰ chez les segments les plus pauvres (26).

v. Urbanisation :

Le taux d'urbanisation à Madagascar devrait aussi compter une majorité de citadins, d'ici 2050, les Nations Unies estiment qu'il va atteindre 58% de la population malgache (Figure 7. Pourcentage de la population vivant en zone urbain et rurale à Madagascar) (29).

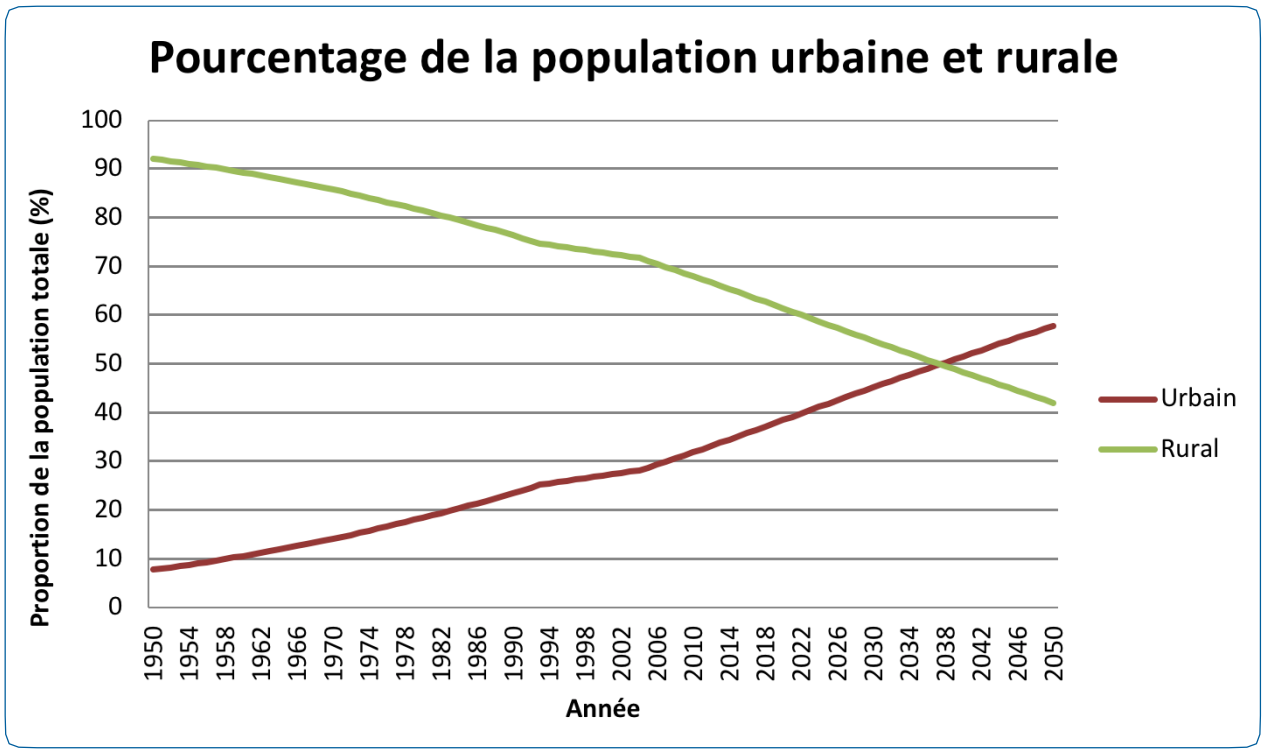


Figure 7 Pourcentage de la population vivant en zone urbain et rurale à Madagascar
Source : Nations Unies, DESA, Population Division

D'après les enquêtes de l'Institut National des Statistiques (INSTAT), le taux d'urbanisation était de 36% (8 050 305 habitants) dans 172 villes en 2014 (61). Toutefois, les résultats publiés ne reflètent pas la réalité des villes malgaches. Les données sont incomplètes et disparates ; des mises à jour, voire de nouvelles collectes, seraient nécessaires pour alimenter ces indicateurs. En effet, selon les résultats provisoires du dernier recensement général de la population en 2018, le taux d'urbanisation national serait de l'ordre de 23% si on se base sur la définition que le milieu urbain était constitué des 7 grands centres urbains et des 111 chefs-lieux districts (définition adoptée au lors du deuxième recensement en 1993) ; et si on se réfère à la Loi N°2014-020 du 27 septembre 2014 relative aux ressources des Collectivités territoriales décentralisées, aux modalités d'élections, le taux d'urbanisation serait de l'ordre de 19,5% (59). L'interprétation du taux d'urbanisation à Madagascar doit donc être faite avec précaution car son estimation varie selon les contextes. L'étude de la situation sanitaire et l'urbanisation reste donc un défi majeur pour les villes quand on ne dispose pas de données longitudinales et complètes de la population.

7 Situation sanitaire

i. Politique de santé

Avant 1880, les malgaches recourraient aux tradi-praticiens pour tous les problèmes de santé. A partir de 1880, le « Medical Missionary Academy » a été établi par la Mission Protestante Anglaise pour former la première Ecole de Médecine pour les malgaches.

La pratique de la médecine moderne a été initiée pendant la période coloniale où seulement une minorité a pu bénéficier de ces soins médicaux (62). Pourtant, de nombreuses infrastructures ont été mises en place : les chemins de fer, les réseaux routiers, l'école de médecine, des hôpitaux et pour la recherche en santé : l'Institut Pasteur de Madagascar (en 1898) pour le développement des vaccins contre la rage et la variole. Mais, la majorité des malgaches recourraient toujours aux tradi-praticiens. La création de l'Assistance Médicale Indigène (Ami) avait pour but d'informer et de convaincre la population malgache des avantages de la médecine moderne. L'évolution sanitaire du pays était tributaire de l'évolution de la politique menée par les directeurs de l'Ami au début du XXème siècle. L'Ami assurait l'offre de soins pour les indigènes, le service de la police sanitaire, et de l'hygiène. Les actions menées par cette organisation a conduit à une augmentation remarquable des recours aux soins par la population malgache allant de 90 000 malades en 1895 à 2 835 584 en 1930 (chiffres pour tout Madagascar) (62).

La santé de la population n'a cessé de s'améliorer grâce à l'introduction de la pénicilline et des autres antibiotiques à Madagascar vers la fin des années 1940. Les stratégies de lutte contre le paludisme par l'utilisation de la chloroquine, la chimioprophylaxie chez les enfants scolarisés et les campagnes d'aspersion intra-domiciliaire de DDT ont été également initiées vers les débuts des années 1950. Une baisse rapide de la mortalité a été notée depuis la fin des années 1940 (22).

Depuis l'indépendance en 1960, le domaine de la santé est géré par l'Etat. Selon les différentes stratégies politiques mises en place par les gouvernements qui se sont succédés, l'objectif principal restait toujours l'adoption du 'droit à la santé' comme le droit le plus légitime du peuple. Par exemple, dans le Plan de Développement du Secteur Santé établi en 2015, l'objectif à long terme était que 'l'ensemble de la population malgache est en bonne santé dans un environnement sain, ayant une vie meilleure et productive en 2030' (63). Certes, une amélioration de la situation sanitaire à Madagascar a été remarquée avec la baisse de la mortalité infanto-juvénile et la baisse de la prévalence de certaines maladies comme la lèpre et même l'éradication d'autre pathologie comme la poliomyélite depuis la fin de la colonisation. Mais le concept 'santé pour tous' qui consiste à avoir un niveau de santé acceptable de manière équitable partout reste encore difficile à Madagascar. Les soins de santé primaire ne sont accessibles que pour 60 à 70% de la population. Beaucoup de malades doivent encore marcher jusqu'à 10 kilomètres ou plus pour se faire soigner (64). En 2016, il existe encore des communes qui ne disposent pas de formations sanitaires (65). Et dans les formations sanitaires existantes, surtout dans le secteur public, l'insuffisance d'infrastructures fonctionnelles et de matériel suffisant pénalisent l'offre de services de santé de bonne qualité. Selon une étude du Ministère de la santé publique entre 2008-2015, aucun centre de santé de base (CSB) n'offre 100% des services de santé de base (santé maternelle et infantile, prise en charge des maladies infectieuses, disponibilité des médicaments essentiels, des vaccins). Certains services clés comme les accouchements encadrés par du personnel médical sont les moins disponibles. En effet, dans l'ensemble du pays, selon l'enquête EDS 2008-2009, seulement 44% des naissances se sont déroulées avec l'assistance de personnel de santé formé (60). L'ampleur des ruptures de stocks des médicaments est également importante dans ces formations sanitaires publiques (27).

ii. Le système de santé s'alignant avec la subdivision administrative malgache

Avant 2004, les 6 provinces (Antananarivo, Fianarantsoa, Tuléar, Toamasina, Mahajanga et Antsiranana), représentaient les plus grandes unités administratives du pays. Par la suite, de nouvelles délimitations ont été créées ; le pays a été reparti en régions, qui sont subdivisées en districts, eux-mêmes découpés en communes qui comportent à la base les 'fokontany' (quartier). A chaque échelon sont placés des représentants de l'Etat.

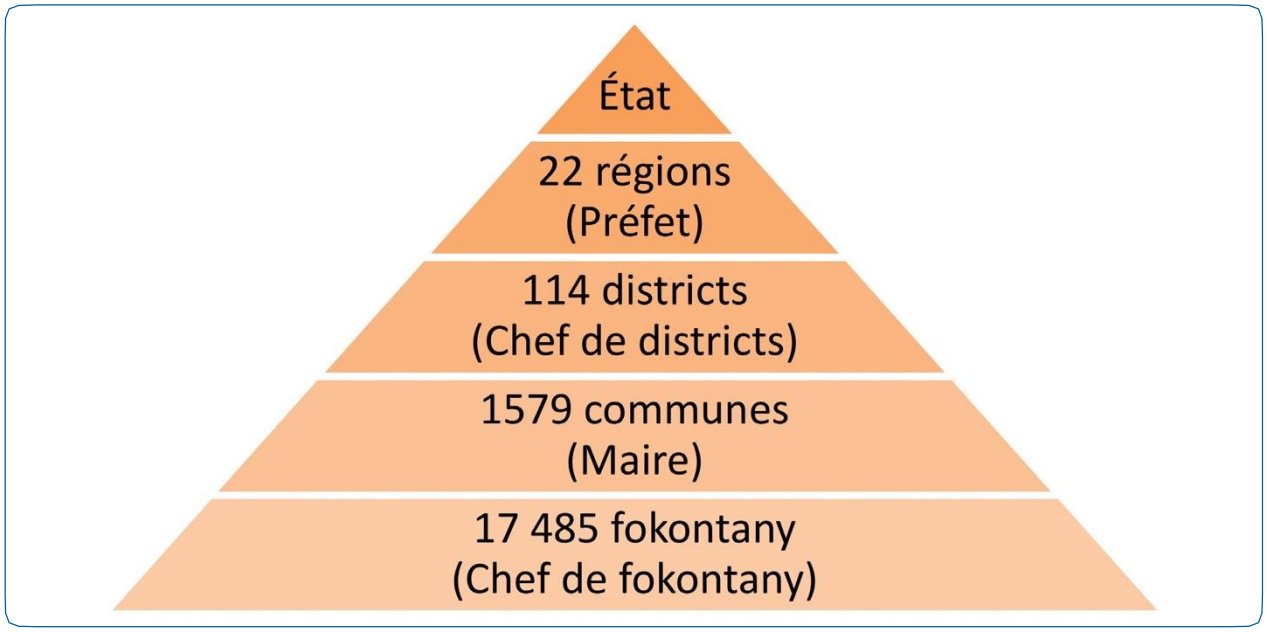


Figure 8 : Structure de la subdivision administrative malgache

La structure du système de santé à Madagascar suit la subdivision administrative basée sur un modèle de type pyramidal à 3 niveaux de responsabilité auxquels s'ajoutent à la base le niveau communautaire (66).

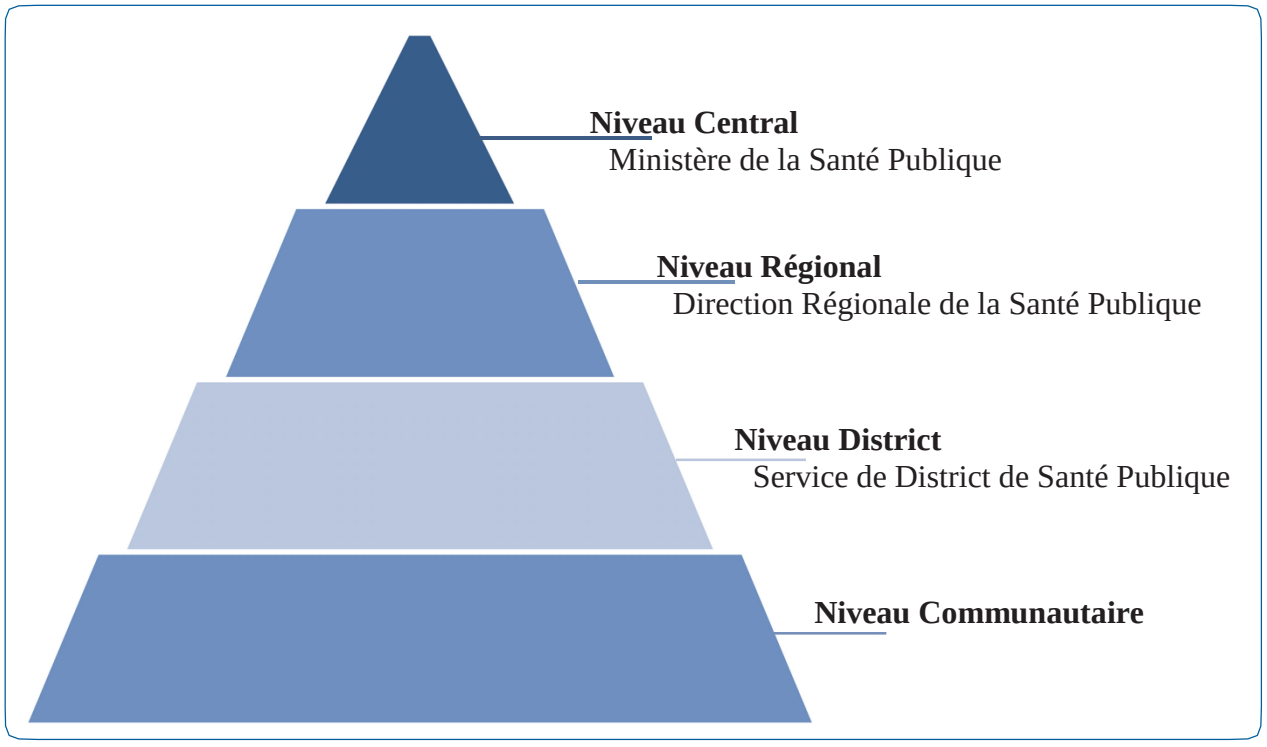


Figure 9 : Structure du système de santé malgache

Le niveau Central **« Ministère de la Santé Publique (MSANP) »** définit l'orientation globale et assure la coordination de la mise en œuvre de la Politique Nationale de Santé, le Programme de Développement de la Santé et les grands axes stratégiques. Il est organisé autour du cabinet du Ministre, du Secrétariat Général et diverses Directions rattachées.

Le niveau Régional ou intermédiaire : **« Direction Régionale de la Santé Publique (DRSP) »** coordonne l'exécution de la Politique Nationale de Santé et la mise en pratique au niveau de la région. Ainsi, il assure l'encadrement du niveau périphérique, sa supervision dans la mise en œuvre des divers programmes de santé et le déroulement des actions menées en partenariat avec les institutions d'appui technique et financier.

Le niveau District **« Service de District de Santé Publique (SDSP) »** constitue le niveau périphérique et assure la mise en œuvre des activités des programmes de santé définis par le MSANP. Le SDSP, dirigé par le Médecin Inspecteur, est le responsable de la coordination des programmes du district ; avec l'aide d'un Bureau de Santé du District dirigé par l'Equipe de Gestion du District (EMAD). Le SDSP est également en charge de la gestion rationnelle des ressources, la formation continue la supervision et le contrôle des agents de santé.

La structure des formations sanitaires au niveau du Ministère de la Santé Publique est articulée autour de ces niveaux. L'envergure des prestations est proportionnelle à celle de l'agglomération dans laquelle ils se trouvent (65) :

- au niveau central : 12 Centres Hospitaliers Universitaires (CHU) et 1 'Hopitaly Manara-Penitra' (il s'agit d'un hôpital construit durant la période de transition de 2009-2013 et qui est presque équivalent à un CHU mais n'offre pas tous les services de soins qui y existent);
- au niveau intermédiaire : 16 Centres Hospitaliers de Référence Régionaux (CHRR), 8 CHU et 7 HMP;
- au niveau périphérique : 157 Centres Hospitaliers de Référence du District (CHRD) dont 87 CHRD publics (55 CHRD1 et 32 CHRD2) et 70 CHRD privés (1CHD1 et 69 CHD2);
- 3206 Centres de Santé de Base (CSB) (2586 CSB publics et 620 CSB privés). Ces CSB assurent les soins de santé primaires.
- au niveau communautaire : représenté par les agents communautaires (AC) qui offrent des services promotionnels, préventifs et curatifs pour les enfants de moins de 5 ans.

Outre le secteur public avec les réseaux hospitaliers, les centres de santé, les instituts et les laboratoires nationaux rattachés au Ministère de la santé publique, le service public comprend également les services de santé des armées et les Bureaux Municipaux d'Hygiène (BMH) rattachés aux communes de sept principales grandes villes de Madagascar (Antananarivo, Antsirabe, Fianarantsoa, Tuléar, Antsiranana, Mahajanga, Toamasina). Le BMH, ouvert depuis 1916 pour Antananarivo, offre des consultations médicales gratuites pour la population, conduit des campagnes de vaccinations et surtout prend en charge les personnes atteintes de maladies infectieuses mortelles comme la peste. Le BMH d'Antananarivo est en charge depuis 1921 de la vérification à domicile des décès, historiquement pour les raisons associées au contrôle de la peste. De nos jours, des médecins sont chargés de se rendre à domicile pour rédiger une fiche de

constatation de décès à l'aide des informations fournies par la famille et des documents médicaux disponibles.

Dans le secteur privé, la population peut recourir aux soins auprès des formations sanitaires privées de base composées par les postes d'infirmerie, les postes d'accouchement, les cabinets médicaux et les dispensaires privés ; les réseaux hospitaliers privés (les cliniques et polycliniques). Ces établissements de soins peuvent être tenus par des prestataires confessionnels, des organisations sanitaires inter-entreprises ou des prestataires du privé libéral à but lucratif.

iii. Les fragilités du système d'un pays toujours en proie à des crises et des épidémies

La situation sanitaire de Madagascar, particulièrement les tendances de mortalité, face à ces crises successives a également montré des variations irrégulières. En effet, lors de la crise économique pendant la deuxième république, présidée par Didier Ratsiraka, il a été mis en évidence que les conséquences de la pénurie alimentaire avaient touché plus particulièrement les enfants dans la première année de leur vie. L'ensemble du territoire était touché mais la recrudescence de la mortalité infantile était différente selon le milieu de résidence, elle se manifestait de manière conjoncturelle en milieu urbain et plus endémique en milieu rural. Autrement dit, la mortalité infantile a connu une forte recrudescence en milieu urbain, mais durant la période de crise seulement, alors qu'en milieu rural, elle a connu une dégradation qui ne s'est pas arrêtée depuis la crise jusqu'à la fin de la période d'observation (41).

En étudiant la mortalité dans la capitale, la hausse de la mortalité a beaucoup plus touché les enfants entre un an et 4 ans révolus ; et chez les adultes, entre 15 et 65 ans, une hausse de la mortalité a été aussi observée depuis 1976 avec une accentuation marquée en 1983 pour atteindre son pic en 1986, la recrudescence du paludisme et les problèmes nutritionnels pourraient expliquer cette hausse (41).

Depuis 1986, on assiste à une baisse du niveau de mortalité associée à une augmentation progressive d'années en années de l'espérance de vie à la naissance. Les dernières crises politiques et économiques (de 2002 et 2009) semblent n'avoir pas eu d'impact très flagrant sur la survie de la population puisque l'espérance de vie a nettement augmenté pour atteindre 62,4 ans chez les hommes et 68,6 ans chez les femmes en 2012 alors qu'elle était de 46 ans chez les hommes en 1986 et 54 chez les femmes (22).

Outre les crises économiques, Madagascar fait aussi face à des épidémies de maladies négligées comme la peste (32) et des maladies évitables comme la rougeole.

iv. Situation malgache

- Indicateurs démographiques et de santé disponibles

D'après le rapport 2018 de l'OMS sur le suivi des ODD, Madagascar a connu quelques améliorations sur certains indicateurs et des stagnations sur d'autres en matière de santé. Depuis plusieurs années, les indicateurs disponibles pour Madagascar sont issus des enquêtes à large échantillon comme les Enquêtes Démographique et de Santé (4 enquêtes EDS se sont déroulées : 1992 - 1997 – 2003-2004 - 2008-2009) (60), l'Enquête Nationale pour le Suivi des Objectifs du Millénaire de

Développement (ENSOMD 2012-2013) (67), les enquêtes nationales sur la situation socio-démographique des ménages (MICS 2018)(26) ; et enfin, en 2018, 25 ans après le dernier recensement, Madagascar a pu réaliser son troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH III).

Tableau 1 Évolution de quelques indicateurs de santé à Madagascar à partir des données disponibles

Indicateur	Période 1 Avant 2005	Période 2 2005-2010	Période 3 2011-2015	Période 4 2016 - 2020
Taux de mortalité maternelle pour 100 000 naissances vivantes [Intervalle de confiance]	EDS 2003-2004 469 [286-653]	EDS 2008-2009 498 [402-594]	ENSOMD 2012-2013 478	MICS 2018 426
Accouchements assistés par du personnel de santé qualifié (%)	EDS 2003-2004 51	EDS 2008-2009 44	ENSOMD 2012-2013 44	-
Taux de mortalité des moins de 5 ans pour 1 000 naissances vivantes	EDS 2003-2004 94	EDS 2008-2009 72	ENSOMD 2012-2013 62	MICS 2018 59
Taux de mortalité néonatale pour 1 000 naissances vivantes	EDS 2003-2004 31	EDS 2008-2009 24	ENSOMD 2012-2013 26	MICS 2018 21
Probabilité de mourir d'une maladie cardiovasculaire, d'un cancer, du diabète ou d'une maladie coronarienne entre 30 et 70 ans (%)	-	-	-	SSM* 2018 (période 2016) 23
Taux de mortalité due à la circulation routière pour 100 000 habitants et par an	-	-	SSM* 2018 (période 2013) 28,4	-
Nombre de médecins pour 10 000 habitants	-	-	SSM* 2014 (période 2006 -2013) 1,6	-
Couverture vaccinale de base (3 doses de Diphtérie Tétanos Coqueluche Polio, 1 dose de Rougeole) chez les enfants de 12-23 mois (%)	-	EDS 2008-2009 44	ENSOMD 2012-2013 46	MICS 2018 41
Malnutrition : - Retard de croissance (taille/âge) en dessous de -2 écart-type (%)	EDS 2003-2004 48	EDS 2008-2009 50	-	MICS 2018 42

*SSM : Statistiques sanitaires mondiales, OMS (68, 69)

○ Évolution des causes de décès à Madagascar

En 2017, les auteurs de l'étude du Global Burden of Diseases (GBD) ont confirmé la situation de Madagascar étant en double charge de morbidité et de mortalité, comme ce qui est déjà rencontré dans la capitale (8, 22). Les maladies cardiovasculaires deviennent la principale cause de décès si elles étaient encore à la troisième place en 1990 ; de même, le cancer est remonté à la cinquième place. En outre, les maladies infectieuses notamment les infections respiratoires et les problèmes digestifs sont encore parmi les principales causes de décès.

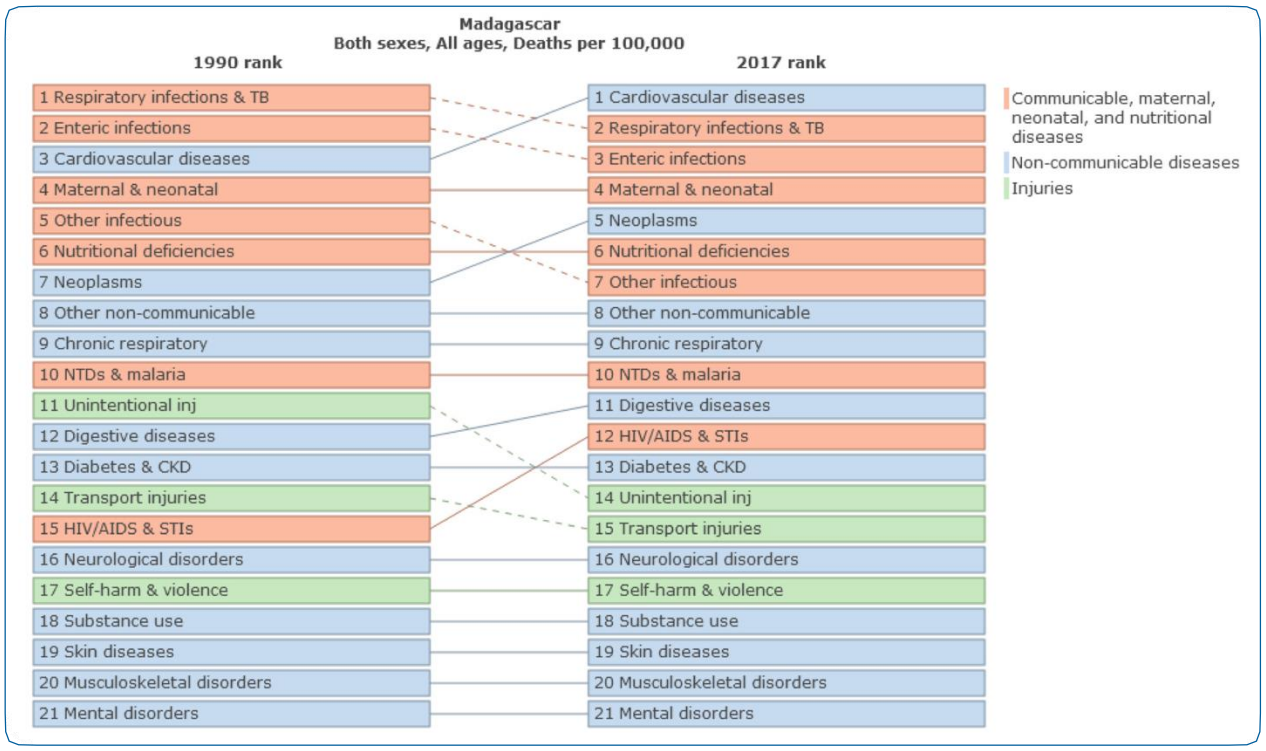


Figure 10: Comparison of cause of death in Madagascar in 1990 and 2017 according to Global Burden of Disease

Source: Institute for Health Metrics. GBD Compare. 2019 (70).

Partie 3. La population et les méthodes: la cohorte de population MHURAM Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar

8) Les observatoires de population et de santé et les cohortes de population dans le monde

i. Les observatoires de population et de santé dans le réseau INDEPTH Network

Les statistiques sur les naissances, les décès par âge, et leur cause représentent un élément essentiel pour la prise de décision en santé. Il existe des solutions qui fournissent des données pertinentes pour l'élaboration de ces politiques de santé, par exemple sur la mortalité infantile et juvénile ; toutefois, ces solutions s'avèrent toujours provisoires et elles ne sauraient remplacer les statistiques issues de systèmes d'état civil fonctionnels, continus et complets (71). La mise en place et la réalisation d'un registre complet de l'état civil exige un engagement et des investissements à long terme qui demeurent difficile dans les pays à faible revenu. La conséquence immédiate de ce problème est que l'élaboration des politiques de santé manque souvent de sa base factuelle essentielle, ce qui peut avoir pour effet de ne pas utiliser efficacement des ressources rares dans certains des pays les plus pauvres du monde (72).

Pour pallier à ce problème, de nombreux chercheurs ont mis en place des observatoires de santé et de population appelés également sites de surveillance démographique et de santé (SSDS) dans de nombreux pays en développement en Afrique et en Asie. Certains observatoires ont vu le jour depuis les années 1960-1970 (73-75). Chaque SSDS avait sa raison d'être spécifique mais ensemble, le but est de mettre en place une cohorte de population dans laquelle les naissances, les migrations, les décès et leur cause sont enregistrés exhaustivement dans une zone bien délimitée. En outre, elles visent également à recueillir des données épidémiologiques (risques, expositions et résultats) au sein d'une population définie sur une base longitudinale (72). Les SSDS se basent sur trois concepts fondamentaux :

- en suivant l'évolution démographique par le biais des taux de fécondité, des taux de mortalité, des migrations, de la morbidité,
- et à travers la surveillance des nouvelles menaces pour la santé,
- et enfin en évaluant les interventions politiques, les stratégies et les programmes de santé sur les communautés.

Ces sites sont les mieux placés pour fournir des informations qui permettent aux décideurs de prendre des décisions éclairées et d'adapter leurs programmes aux nouvelles conditions (76).

En 1998, un Réseau appelé 'The International Network for the Demographic Evaluation of Population and their Health' ou INDEPTH Network, a été fondé afin de regrouper les centres de recherche en santé et en population qui exploitent ces SSDS dans les pays en développement. Le site est composé de 42 centres de recherche en santé membres qui observent à travers 49 sites les événements de vie de plus de trois millions huit cents personnes dans 19 pays en Afrique, Asie et Océanie (figure 8). Depuis sa création, et dans un monde en quête de réponses à la pauvreté et au

sous-développement, le réseau produit les données nécessaires pour étudier et résoudre les plus grands problèmes sociaux des pays en développement (76).

Figure 11 Cartographie des sites de surveillance démographique et de santé dans le monde
Source : INDEPTH Network (77)

Si ces sites ont été établis le plus fréquemment dans les pays où les naissances, les décès et les causes de décès ne sont pas enregistrés rendant difficile pour les décideurs de ces pays de répondre aux besoins réels de leur population ; leur limite se trouve dans leur coût qui reste extrêmement élevé aussi bien en terme de temps que de ressources.

ii. Les autres cohortes de population

Dans certains pays, des cohortes de population ont été également mises en place qui ne sont pas incluses dans le réseau INDEPTH Network. Ces cohortes sont majoritairement localisées dans les pays développés afin de disposer de plateforme adéquate pour des recherches épidémiologiques qui veulent étudier l'évolution d'un phénomène populationnel dans le temps (l'incidence d'une maladie). Les cohortes permettent également des analyses épidémiologiques qui tiennent compte aux mieux des phénomènes liés au temps (séquence temporelle exposition-effet, effet génération, effet période). De nombreuses cohortes existent à l'échelle internationale, nous présentons ici quelques exemples illustratifs :

- *la cohorte de population norvégienne née entre 1967-2012*. Le registre de naissances, le registre des causes de décès et des enquêtes cardiovasculaires ont été reliés pour étudier la relation entre le poids à la naissance et les maladies cardiovasculaires des parents. La cohorte a examiné l'association entre le poids à la naissance des enfants et la mortalité due aux maladies cardiovasculaires chez les parents, les tantes et les oncles. Les auteurs ont montré que le poids à la naissance était associé aux variables comportementales, en particulier le tabagisme, et une génétique liée aux facteurs de risque connu des maladies cardiovasculaires chez les parents et chez les tantes ou oncles. Le poids à la naissance était inversement associé à la mortalité due aux maladies cardiovasculaires des parents et parents proches (78).

- *la cohorte 'The Ageing Trajectories of Health – Longitudinal Opportunities and Strategies project (ATHLOS)':* qui est un projet multicentrique concernant 38 pays (incluant aussi bien des pays développés que des pays en développement) regroupant 17 projets longitudinaux avec plus de 411 000 individus. Dans son ensemble, la cohorte visait à mieux comprendre l'impact du vieillissement sur la santé et à proposer des interventions cliniques et de santé publique opportunes pour optimiser et promouvoir le vieillissement en bonne santé (79).

- *l'Etude Longitudinale Française depuis l'Enfance ou ELFE* qui étudie l'histoire des enfants nés en France métropolitaine en 2011 jusqu'à l'âge de 20 ans. Cette cohorte aborde les multiples aspects de la vie de l'enfant sous l'angle des sciences sociales, de la santé et de l'environnement (80, 81).

- *la cohorte 'i-Share'* qui étudie la santé des étudiants en France. La cohorte est axée sur plusieurs champs de recherche : le stress, les infections sexuellement transmissibles, la santé mentale, les conduites à risque et les accidents, et la neuro-imagerie. La cohorte vise à inclure 2 millions d'étudiants en France depuis sa mise en place il y a 6 ans (82).

- *les cohortes 'Gazel' et sa suite 'Constances':* la cohorte 'Gazel', en France était un suivi épidémiologique qui a inclus 15 000 hommes et 5500 femmes agents de l'EDF-GDF, âgés de 35 à 50 ans lors de sa mise en place en 1989. Ces employés volontaires étaient suivi de façon prospective jusqu'à leur décès. L'échantillon était très diversifié sur le plan socio-économique et

géographique, et elle contenait des participants vivant aussi bien en milieu rural qu'en milieu très urbanisé dans toute la France. La cohorte a été initiée dans le but de favoriser la réalisation d'études épidémiologiques portant sur des thèmes variés entre autres les déterminants socio-professionnels de consommation d'alcool (83), les facteurs de risques cardiovasculaires (84).

La cohorte 'Constances' quant à elle, est aussi une cohorte épidémiologique française qui suit une population âgée de 18 à 69 ans à l'inclusion. Cette cohorte s'appuie sur 2 dispositifs existant à l'échelle nationale française : les Centres d'examens de santé de la Sécurité sociale (CES) et les bases de données nationales de l'Assurance maladie, de la Caisse nationale d'Assurance vieillesse (Cnav) et du Centre d'épidémiologie des causes de décès. Le tirage au sort se fait à partir de la base de données de la Cnav et l'inclusion est réalisée quand les personnes viennent en consultation dans un des 21 CES. Il s'agissait de recruter 200 000 individus tirés au sort, depuis la fin de 2012, parmi les assurés du régime général de la sécurité sociale et pendant une durée de 5 ans (85, 86). Comme la cohorte 'Gazel', les thématiques étudiées par cette cohorte restent aussi très diversifiées, axées sur les facteurs professionnels et sociaux, les maladies chroniques et le vieillissement. Ainsi, elle étudie les maladies cardiovasculaires comme les facteurs de risque de l'hypertension artérielle (87, 88), l'association entre les accidents vasculaires cérébraux et les longues heures de travail (89).

Dans ces cohortes, contrairement à celles des membres du réseau INDEPTH Network, le suivi des populations entre dans le cadre de diverses thématiques épidémiologiques, des sciences sociales, et de l'environnement. Elles sont initiées généralement dans les pays avancés où les lacunes de l'état civil n'est plus un problème. Toutefois, exceptionnellement, des cohortes qui sont en dehors du réseau INDEPTH, peuvent aussi exister dans les pays à faible revenu comme Madagascar. En effet, trois cohortes y existent :

- (1) *la cohorte MAHERY-Antongil 'Madagascar Health and Environmental Research-Antongil study'* a été créée en 2004 pour évaluer la valeur nutritionnelle des fruits de mer pour la population côtière malgache vivant le long de la baie d'Antongil dans le district de Maroantsetra dans la région d'Analanjirofo. Il s'agit d'une cohorte prospective dans une région rurale et éloignée de la forêt tropicale humide du nord-est de Madagascar pour comprendre la contribution des aliments sauvages (en particulier la viande sauvage) à la protection du bien-être nutritionnel des populations locales. La cohorte a permis également de comprendre la dynamique interactive entre la chasse, l'apport alimentaire, l'état nutritionnel, le microbiome fécal humain et l'incidence des parasites intestinaux, des agents pathogènes zoonotiques et du paludisme. Initialement 2 cohortes ont été mises en place : la Cohorte 1 était axée sur la santé des pré-adolescents et la Cohorte 2 a été élargie à tous les individus au sein des ménages. En 2013, deux communes ont été concernées par la cohorte, il y avait 160 ménages dans la commune près de Makira Natural Park et 157 ménages dans la commune localisée à 10km à l'ouest (90). Par la suite, le projet a été étendu dans cinq communes en incluant des différentes stratégies de gouvernance, 225 ménages et 1031 individus dont l'alimentation, les stratégies d'acquisition des ressources, les pratiques de pêche et d'agriculture et d'autres indicateurs sociaux, démographiques et économiques ont été évalués (91).

- (2) *la cohorte IHOPE 'Ifanadiana Health Outcomes and Prosperity longitudinal Evaluation'* qui a été établie pour améliorer les normes d'évaluation de l'impact des interventions de renforcement du système de santé. En 2014, elle a été mise en place au début d'une nouvelle interven-

tion de renforcement du système de santé visant à établir un district sanitaire modèle dans une zone rurale localisée dans la région du sud-est de Madagascar, Ifanadiana. La cohorte a inclus 1600 ménages avec 8310 individus en baseline dans le district d'Ifanadiana dans la région de Vatovavy-Fitovinany (92).

- (3) *la cohorte MHURAM 'Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar'* qui a été établie en 2012 pour être une plateforme de recherche clinique pour l'Institut Pasteur de Madagascar (93). Les détails de cette cohorte sera développée dans la section suivante.

9) La cohorte 'Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar' ou MHURAM project 1

i. L'intérêt de sa mise en place à Moramanga

• Moramanga : site d'étude

Moramanga est un district rattaché administrativement à la région d'Alaotra-Mangoro qui est composée de 5 districts (Ambatondrazaka, Moramanga, Amparafaravola, Anosibe an'Ala et Andilamena). La région contient près de 5% (1 255 514 habitants) de la population totale de Madagascar selon les résultats provisoires du RGPH III avec une densité moyenne de 43,7 hab/km² en 2018 (59).

Le district de Moramanga est localisé à 112 km à d'Antananarivo à la frontière entre la zone côtière Est et les hauts plateaux, et caractérisé par un relief ouvert prenant la forme d'une cuvette. Moramanga comprend 21 communes réparties en 175 'fokontany' (pour rappel : la plus petite limite administrative). Le district est situé à une latitude 18°57'S ; longitude 48°13' E ; et à une altitude moyenne de 900 mètres. Il a un climat globalement chaud et humide avec un hi-

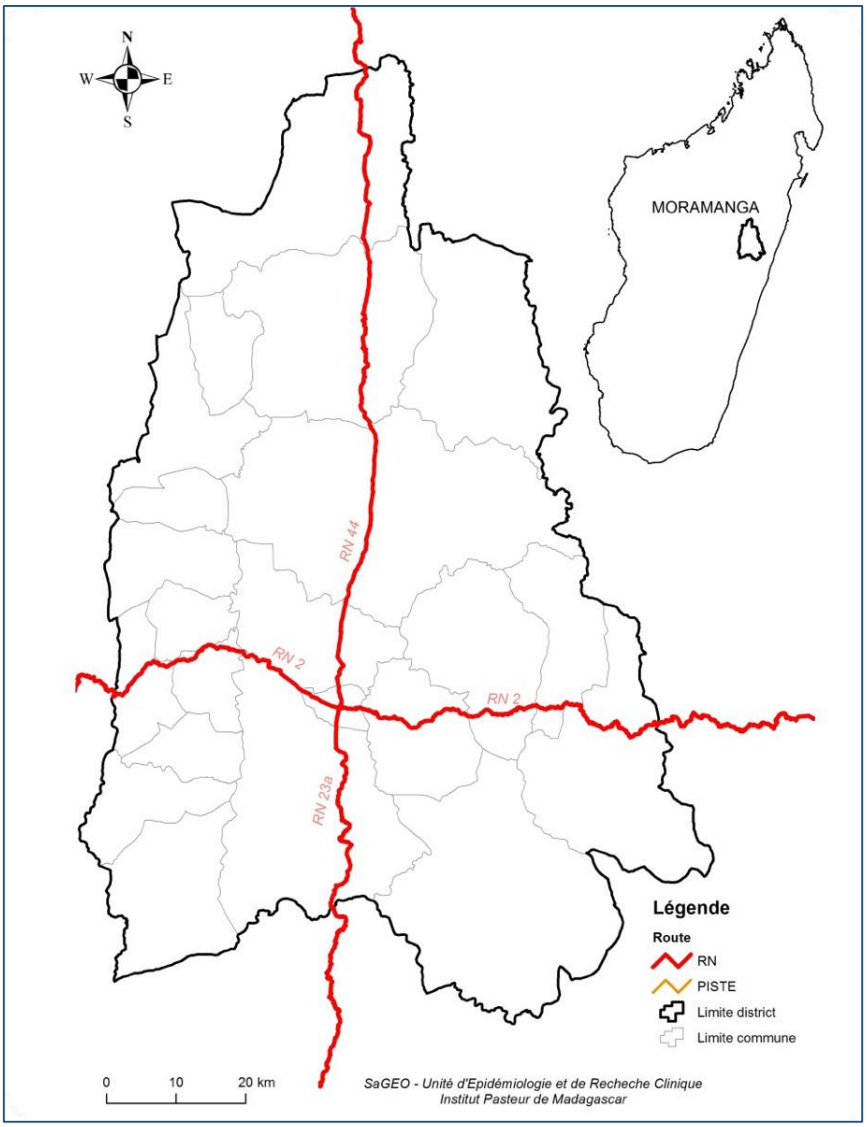


Figure 12) Le district de Moramanga avec les limites de ses communes

1 Cette section est une reprise avec adaptations de l'article déjà publié : Ratovoson R, Randremanana R, Rakotomanana F, et al. Cohort Profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project). Int J Epidemiol. 2019;48(6):1754-1755i. doi:10.1093/ije/dyz215

ver assez frais type tropical d'altitude. Zone de grandes forêts naturelles ou issues de reboisements intensifs, Moramanga dispose de sociétés d'exploitation forestière. Depuis près d'une décennie, une grande société d'exploitation minière 'Ambatovy' y a été implantée, qui exploite le nickel et le cobalt (94).

La ville de Moramanga est une zone carrefour entre la capitale et la ville de Toamasina qui est la première ville portuaire à l'Est par la Route Nationale RN2, par la RN 44 au nord qui conduit vers le grenier de riz de Madagascar dans le district d'Ambatondrazaka, et la route d'intérêt provincial 23A.

À travers son patrimoine culturel, Moramanga se distingue des autres districts par son histoire marquée par l'insurrection malgache en 1947 pour l'indépendance de Madagascar. Des monuments ont été érigés comme une stèle commémorative dans la commune urbaine ainsi que le musée de la gendarmerie, fondé en 1967 qui abrite aussi divers vestiges de la tradition malgache.

Le district est doté au total d'un CHRD de niveau II, 50 CSB publiques (29 CSB II et 21 CSB I) et 15 CSB privés.

• Contexte et objectifs :

Selon les estimations du GBD, les maladies cardiovasculaires représentent la première cause de décès à Madagascar, comme ce qui est déjà retrouvé dans la capitale, Antananarivo (6, 22). Cependant, à Madagascar, les données sur le fardeau des maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies non transmissibles dans les zones rurales et dans les zones urbaines en dehors de la capitale restent rares. La cohorte MHURAM a été mise en place d'une part, pour combler le manque de données statistiques fiables et d'autre part, pour connaitre les déterminants et les problèmes des maladies infectieuses et les maladies non transmissibles notamment les maladies cardiovasculaires dans les zones urbaines et rurales. A travers la réalisation d'autopsies verbales dans le projet, les causes probables de décès sont collectées, ainsi, la cohorte permet d'évaluer le poids des différentes maladies et également de mesurer l'impact de certaines épidémies dans la zone d'étude. La cohorte permet de recueillir également des données détaillées sur les caractéristiques socio-démographiques des individus et des ménages, ainsi que des données spécifiques telles que des mesures de la pression artérielle chez les adultes ou des échantillons biologiques afin de faire la lumière sur les différents profils épidémiologiques dans différents sous-groupes de population.

Plusieurs objectifs combinant les différents volets démographique et épidémiologique ont été émis pour justifier la mise en place de cette cohorte :

- fournir des données de base longitudinales sur les caractéristiques démographiques, socio-économiques, environnementales et de santé de la population des villages dans la zone d'étude ;
- documenter à des intervalles réguliers tous les indicateurs démographiques, tels que les naissances, les décès, les immigrations et émigrations, ainsi que l'issue des grossesses et les causes de décès ;
- étudier la transition épidémiologique et sanitaire et l'évolution de la santé reproductive de la population ;

- offrir une plateforme pour les recherches, les formations et les évaluations de programmes de santé.

• Historique de la cohorte

Depuis plusieurs années, l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) a réalisé plusieurs recherches dans le district de Moramanga :

En 1995, Moramanga, étant situé sur la marge des hautes terres, à la jonction entre une zone tropicale humide côtière (zone de transmission favorable du paludisme) et une zone de haute altitude plus sèche (transmission du paludisme à basse altitude), était un site épidémiologique typique pour étudier le paludisme (95). Une cohorte a été mise en place de juillet 1996 à juin 2005 dans un village nommé Saharevo, situé dans la commune rurale d'Ambohibary à Moramanga. Cette cohorte a permis d'étudier l'épidémiologie du paludisme dans les zones intermédiaires (96). Et depuis 2013, des huttes expérimentales ont été également mis en place dans ce village et dans un autre, Ambohitranivo, toujours dans la commune d'Ambohibary pour étudier l'efficacité et la nocivité des insecticides et comprendre les comportements des moustiques vecteurs du paludisme en sachant que 4 moustiques vecteurs (Anopheles funestus, A. mascarensis, A. gambiae et A. arabiensis) circulent dans cette zone (97).

En 2007, suite à l'épidémie de chikungunya dans la région de l'Océan Indien, un réseau de sites de surveillance sentinelle a été mis en place par l'IPM en collaboration avec le Ministère de la Santé. La méthodologie de cette surveillance était fondée sur des données recueillies auprès des médecins travaillant dans les CSB qui rapportent le sexe, l'âge, la date et l'heure de la visite, et les symptômes de chaque nouveau patient chaque semaine, en utilisant des formulaires standardisés. L'originalité du système réside dans le fait que les médecins rapportaient également des données au moins une fois par jour, pendant les jours ouvrables le nombre de cas de fièvre, le nombre de cas de paludisme confirmés par test de diagnostic rapide, les cas de grippe, de syndromes arboviraux ou de maladies diarrhéiques, par téléphone cellulaire grâce à des messages SMS cryptés. Le Centre de Santé Materno-Infantile (CSMI) et le CHRD II de Moramanga ont été parmi les premiers sites qui ont collaboré dans ce réseau de sites sentinelles des fièvres (98).

En 2008, l'IPM a réalisé une étude sur les maladies diarrhéiques dans 14 districts de Madagascar, incluant Moramanga. Une étude cas-témoin a été conduite afin de déterminer la prévalence et la pathogénicité des entéropathogènes bactériens, viraux et protozoaires chez des enfants de moins de 5 ans. Les résultats de cette étude ont révélé que les Giardia lamblia étaient plus fréquents dans la région Ouest, Trichomonas intestinalis et Entamoeba histolytica dans la région Est (99). A la suite de cette étude, en 2010, deux études, un cas-témoin en milieu hospitalier et une étude de cohorte en milieu communautaire ont été mises en place à Moramanga afin d'étudier les maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de 5 ans dans cette région, particulièrement dans deux villages (Ampitambe et Befotsy) de la Commune rurale d'Ambohibary (100, 101).

D'autres études transversales ont été conduites dans le district de Moramanga, comme en 2009, l'étude sur le portage de *Leptospira sp.* chez les petits mammifères, qui a montré un taux d'infection avec résultats PCR positifs plus élevés à Moramanga (54%) que dans les autres districts de Madagascar (Toliara 48%, Mahajanga 47%, Toamasina 14%, Antsiranana 8.5%) ($p<0,001$) (102). Et en 2011, une étude sur la leptospirose humaine dans le district de Moramanga a montré une prévalence de 2,9% (intervalle de confiance IC95 %: [1.9%-4.7%]) suggérant

ainsi la perte de son statut de prévalence faible de la leptospirose parmi les îles de l'océan Indien (103).

En 2012, la cohorte MHURAM a été mise en place lorsque l'enquête longitudinale communautaire sur les maladies diarrhéiques auprès des enfants de moins de 5 ans a été étendue à l'ensemble de la population. Les raisons de son extension ont été multiples : en premier lieu, l'emplacement de Moramanga et les données socio-démographiques ont suggéré que le profil de la population pourrait être représentatif de la diversité urbain/rural de l'île. Et grâce aux diverses recherches qui ont permis de déployer une bonne collaboration avec les autorités locales et avec la population, le projet a été développé pour être une plateforme pour la réalisation de projets de recherche sur des études en milieu communautaire et/ou hospitalier aussi bien concernant les maladies infectieuses que les maladies non transmissibles. Le projet se voulait donc être comme une cohorte qui, d'une part, répondait aux besoins des pays en développement où l'état civil et les statistiques sont imparfaits, et d'autre part, se présentait comme les cohortes des pays développés où des maladies spécifiques peuvent être étudiées et surveillées durant une longue période.

Ainsi, au moment de la réalisation du recensement initial de la population concernée dans la zone d'étude, diverses études y ont été nichées : une étude sur la malnutrition chez les enfants âgés de moins de 5 ans (104) ; l'hypertension artérielle et leurs facteurs de risque chez les individus âgés de 15 ans et plus (47) qui sera développée dans la partie suivante.

ii. La population suivie dans la cohorte

La cohorte est constituée par l'ensemble des habitants de 30 fokontany qui composent les 3 communes parmi les 21 du district : la commune urbaine de Moramanga qui comprend 13 fokontany ; la commune rurale d'Ambohibary avec 12 fokontany ; la commune rurale d'Ampasimpotsy avec 5 fokontany. Le choix de ces communes a été basé sur la consultation des registres du Centre de Santé Mater-

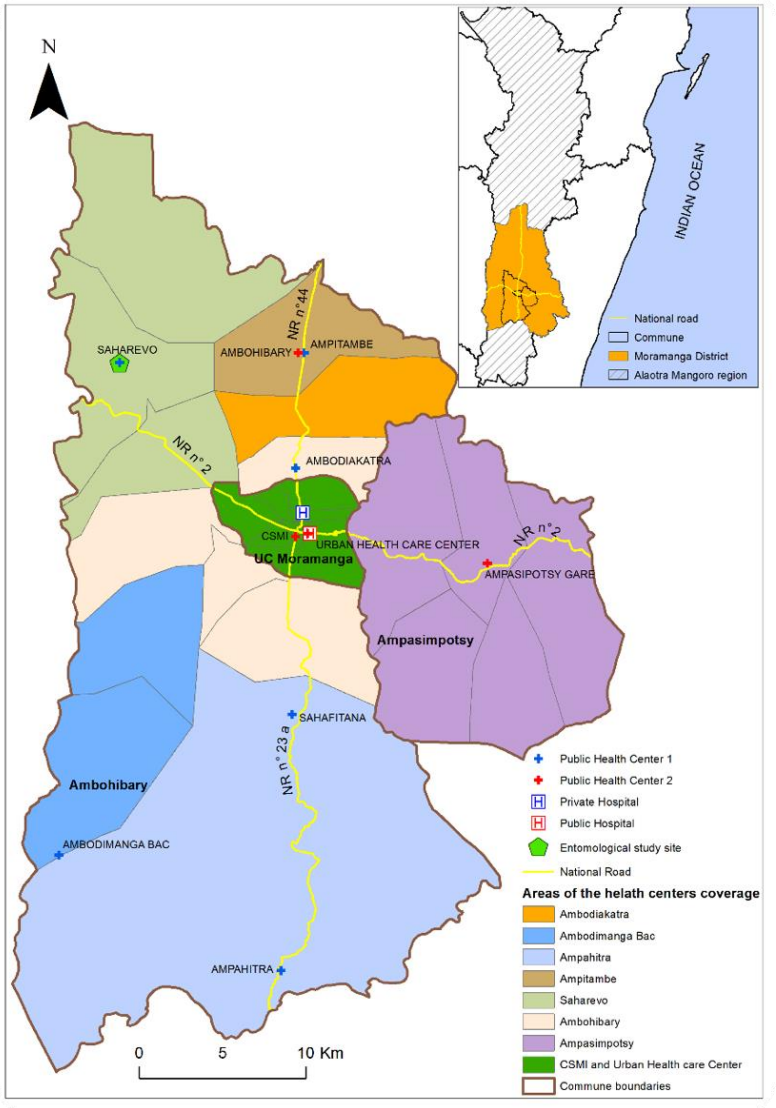


Figure 13 : Localisation des 3 communes et des 30 fokontany ainsi que les centres de santé de base avec leur fokontany de rattachement dans la zone d'étude
(Figure reprise de la publication dans International Journal of Epidemiology (105))

no-Infantile (CSMI) de la Commune Urbaine de Moramanga. Les habitants des fokontany de ces communes sont les plus nombreux à venir soit en consultation, soit pour les vaccinations des enfants, soit pour le planning familial dans ce centre. Au total, les 3 communes sont couvertes par 9 centres de santé de base publics, 6 centres de santé privés et 2 hôpitaux dont le CHRDII, avec 13 lits pédiatriques et 63 lits pour les adultes et un hôpital privé tenu par des sœurs catholiques (avec 28 lits d'hospitalisation) (figure 13).

Au recensement initial, les données de 16 789 ménages et 71 587 habitants, représentant 24% de la population du district de Moramanga ont été collectées. Par la suite, un suivi de cette population a été réalisé en 2016-2017 afin d'avoir une mise-à-jour des évènements démographiques de la population. Une étude ancillaire a été faite en même temps que les enquêtes (en 2016-2017, il s'agissait d'étudier la faisabilité de la mise en place d'un essai vaccinal contre l'Hépatite B chez les nouveau-nés).

Toutes les constructions dans les 30 fokontany ont été enregistrées par GPS au moment du recensement initial, les nouvelles constructions ont été également enregistrées lors du suivi de la population.

iii. Les données collectées

Voulant à la fois enregistrer les informations sur les événements démographiques et la situation sanitaire des habitants de la zone d'étude, beaucoup de données ont été collectées depuis le recensement initial et lors du suivi de la population.

• Informations collectées durant le recensement initial :

En plus des informations collectées durant le recensement initial, toutes les constructions dans les zones d'études ont été enregistrées par GPS. La collecte d'information est basée autour de trois axes principaux : le ménage, l'individu et leur habitation. Le ménage représente l'unité d'enquête et doit contenir des individus membres et est localisé dans une construction. Et vice-versa, une construction définie comme une habitation doit contenir au moins un ménage avec ses membres.

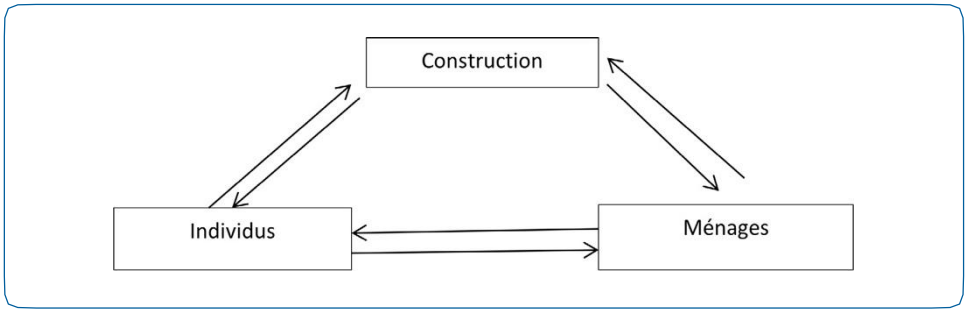


Figure 14 : Les différentes unités mises en place dans le concept de la cohorte

Le ménage est, de base, composée de groupes d'individus appelés membres du ménage, apparentés ou non, qui vivent habituellement sous le même toit, partagent leurs ressources (comme la nourriture) et reconnaissent l'autorité d'une seule et même personne comme chef de ménage.

Les individus sont classés selon leur statut de résidence en résident ou visiteur. Un résident est défini comme une personne qui vit habituellement dans le ménage depuis au moins 6 mois, a dormi dans le ménage la nuit précédant l'enquête ou a l'intention de rester dans le ménage pendant au

moins 6 mois. Ceux qui ne sont pas des résidents sont classés comme visiteurs, il s'agit des personnes ayant dormi dans le ménage la nuit précédant l'enquête mais qui n'y vivent pas habituellement et qui s'y trouvent depuis moins de 6 mois. Les principales informations des résidents étaient collectées à partir d'un seul répondant : le chef du ménage, sa femme ou son mari. Et en fonction de l'âge des membres du ménage, des questions spécifiques étaient posés (Tableau 2. Informations collectées durant le recensement initial) : des données nutritionnelles pour les femmes en âge de procréer et les enfants de moins de 5 ans dans les ménages, des caractéristiques de la grossesse pour les femmes enceintes, un historique complet des naissances de toutes les femmes en âge de procréer, la situation vaccinale et l'allaitement pour tous les enfants de moins de 5 ans. Concernant ces questions spécifiques, surtout pour les femmes enceintes, il est recommandé que les questions soient posées à la femme directement.

Les informations sur les caractéristiques sociodémographiques du ménage étaient également collectées auprès du chef du ménage ou de sa femme. Les variables recueillies ont d'abord été évalués en vue de leur inclusion dans les analyses ; les données ont été divisés selon leur type de résidence rural/urbain. Les variables catégorielles ont été transformées en variables dichotomiques selon un critère économique (le ménage paie ou non pour en disposer) afin de permettre leur inclusion dans une analyse en composante principale (ACP).

Tableau 2 Informations collectées durant le recensement initial

	Informations collectées	Caractéristiques
Construction	Latitudes et longitudes Adresse de la maison	
	Type de construction	Bâtiment administratif, habitation, formation sanitaire, bâtiment pour logement collectif ou temporaire, lieu de culte, lieu d'animation ou d'enseignement, lieu de commerce ou entreprises privées, associations ou organisme non gouvernemental (ONG)
	Construction contenant les ménages (habitation)	Nombre de ménages résidants dans la maison Matériau principal constituant les murs de la maison Matériau principal constituant le toit de la maison
	Construction dédiée pour les formations sanitaires	Nom de la structure de soins, Type de structure, Capacité à réaliser des accouchements
Ménages	Composition du ménage	Liste des résidents et des visiteurs dans le ménage Leur âge et sexe
	Date d'installation du ménage	
	Information sur le chef de ménage	Nom, Région, district et commune d'origine Religion
	Caractéristiques de l'habitat	Niveau et type de l'habitat, Statut d'occupation, Nombre de pièces au total et pour dormir Matériau principal constituant le sol Mode d'éclairage, Disponibilité du réseau électrique Source d'eau potable Type de latrine utilisé Disponibilité d'un local pour se laver
	Patrimoine et biens possédés	Possession de maison en location, de rizière, de rizière en location, de potagers ou vergers, Autres biens : télévision, radio, machine à coudre, réfrigérateur, téléphone, ordinateur, internet, véhicules motorisées, bicyclette Animaux domestiques, animaux de basse-cour et animaux d'élevage
	Sécurité alimentaire	Budget alloué à la préparation des repas, Nombre de mois par an où le riz est acheté Nombre de repas pris par jour pendant la période de soudure
	Alimentation	Type de repas pris par jour pour les mères et les enfants de moins de 5 ans
	Paludisme	Campagne d'aspersion intradomicilaire, utilisation de moustiquaires, quantité de moustiquaires possédées
	Accès aux soins	En cas de : maladie, de planning familial, de consultation prénatale et en cas d'accident
Individus : tout âge	Informations sur l'individu	Nom et prénoms Date de naissance Date et motif d'arrivée dans le ménage Ethnie Niveau d'éducation le plus haut atteint Statut d'occupation Statut marital Relation avec le chef de ménage
Pour les femmes de 12 à 49 ans	Fertilité	Liste des enfants nés vivants, leur sexe, date de naissance, gémellarité, survie, date de décès si l'enfant n'a pas survécu
Pour les femmes enceintes	Information sur la grossesse au moment de l'enquête	Date des dernières règles, visite prénatales, prévention du paludisme par traitement préventif intermittent (TPI)
Pour les enfants d'âge inférieur à 5 ans	Statut vaccinal	Vaccination à jour selon le Programme Elargi de Vaccination (BCG, Diphtérie, Tétanos, Coqueluche, polio, Hepatite B, Haemophilus Influenza B, rotavirus, rougeole)
	Allaitement	Durée de l'allaitement

• Informations collectées depuis le suivi 2016-2017 :

Au cours du premier suivi de 2016-2017, les informations ont été mises à jour sur toutes les grossesses, les décès, les départs et les arrivées de nouveaux individus survenus depuis le recensement initial. Pour les grossesses, des détails concernant l'issue de la grossesse (naissance vivante ou mort-né) ont été enregistrés, et pour les naissances vivantes, des informations ont été recueillies sur la date de naissance, le sexe de l'enfant, le poids, le lieu de naissance, le statut de survie et la durée de l'allaitement (Tableau 3. Informations collectées durant le suivi). Les ménages recensés précédemment et les nouveaux ménages dans les 30 fokontany étaient visités par les enquêteurs, qui avaient été formés à utiliser les mêmes procédures que celles du recensement initial pour inter- viewer les chefs de ménages ou les adultes vivant dans la maison. Si aucun habitant n'était présent, les informations ont été demandées aux voisins si les membres du ménage vivaient toujours dans la maison. Dans ce cas, les enquêteurs s'y sont rendus au maximum trois fois au cours de la période de collecte des données, après quoi le ménage a été inscrit comme ménage non-répondant jusqu'au prochain suivi. Si les voisins ont répondu que les membres du ménage avaient déménagé mais vivaient toujours dans la zone d'étude, plus d'informations (date et motif du départ) sont demandées et les enquêteurs essaient de rechercher les membres du ménage à leur nouvelle résidence.

Au cours de ce suivi, la composition du ménage recueillie précédemment a été revérifiée et toutes les nouvelles informations ont été recueillies notamment sur les liens avec le chef de ménage (Tableau 3. Informations collectées durant le suivi).

Pour les nouveaux ménages rencontrés lors de ce premier suivi, un questionnaire basé sur les informations collectées lors du recensement initial a été effectué. Les nouveaux ménages sont définis comme les ménages nouvellement arrivés dans la zone d'étude après la période du recensement de 2012-2014. On appelle nouveau ménage également, les ménages créés à partir d'individus issus des ménages déjà recensés précédemment mais qui les ont quittés pour en créer de nouveaux. Les nouvelles constructions ont été également enregistrées par GPS.

Concernant les décès, les ménages où un décès a été signalé comme ayant eu lieu entre la date de recensement initial et la date de premier suivi ont été revisités pour des autopsies verbales afin de déterminer les causes probables de décès.

Tableau 3 Informations collectées durant le suivi

	Informations collectées	Caractéristiques
Pour les nouveau-nés arrivés depuis la dernière visite	Histoire de l'accouchement	Prématurité, Date et lieu de naissance, Survie à la naissance,
	Identification de l'enfant à la naissance	Mode de l'accouchement, Anthropométrie, allaitement Relation avec le chef de ménage
Décès	Information sur le décédé Cause de décès	Date et lieu de décès Autopsie verbale
Migrations	Information sur le départ d'individus ou l'arrivée de nouveaux individus	Date de départ ou d'arrivée Type de migration (interne ou en dehors de la zone), Raison de la migration
Chez les femmes enceintes	Information sur la grossesse au moment de l'enquête	Date des dernières règles, visite prénatales, prévention du paludisme par traitement préventif intermittent (TPI)
Chez les femmes ayant accouchées entre les 2 passages	Issues des grossesses	Date de l'accouchement ou de la fausse-couche, issue (naissance, mort-né, fausse couche ou avortement), type de l'accouchement (unique, gémellaire)
Chez les enfants de moins de 5 ans	Statut vaccinal Allaitement	Date de vaccination Durée de l'allaitement en cas de sevrage

• Les autopsies verbales

L'autopsie verbale (AV) reste une technique, utilisée surtout dans les pays en développement où l'enregistrement des données de l'état civil est peu performant, et où le certificat médical de décès est limité voire inexistant pour déterminer la cause de décès. Méthode connue depuis le XVIIème siècle et formalisée depuis les années 1950 dans les premiers observatoires de population (106), l'autopsie verbale constitue un outil généralement utilisé dans 2 circonstances : pour réaliser une surveillance démographique et pour les enquêtes épidémiologiques sur la mortalité.

Il s'agit de poser une série de questions à la personne qui s'est occupée du décédé avant son décès. L'OMS a élaboré une série de questionnaires standardisés d'autopsie verbale qui permet de recueillir les signes, les symptômes et les anomalies et tout antécédent médical du décédé (107). Ce questionnaire de l'OMS a été adapté pour le contexte malgache.

Le questionnaire se répartit en 3 formes selon l'âge du décédé :

- chez les moins de 4 semaines,

- chez les nourrissons âgés de 4 semaines aux enfants âgés de 14 ans,

- et enfin chez les individus âgés de 15 ans et plus.

L'autopsie verbale comporte les étapes suivantes :

i. Recensement du décès. Il a été obtenu à partir du recensement et des passages dans les ménages recensés et revisités par la suite ;

ii Interrogatoire de l'entourage de la personne décédée : un délai raisonnable de 2 mois après le décès a été établi afin de respecter le deuil de la famille tout en s'assurant d'un souvenir suffisamment récent. Des enquêteurs spécialement formés pour l'AV ont interrogé le membre du ménage qui s'était occupé du décédé avant sa mort en utilisant un questionnaire d'autopsie verbale téléchargeable sur le site (108). Le choix de la personne à enquêter est primordial car elle est vraisemblablement la plus adéquate à fournir la description la plus fiable et la plus précise des signes et des symptômes importants survenus avant le décès. Il n'est pas rare, au cours d'une AV, que le répondant demande à d'autres membres du ménage ou de la famille de l'aider à répondre aux questions.

iii. Etablissement du diagnostic primaire : Les AV complètes sont envoyées auprès de deux médecins généralistes pour les 15 ans et plus et auprès de deux pédiatres pour les enfants de moins de 15 ans. Le diagnostic primaire est posé indépendamment par cette méthode de double lecture à travers l'établissement d'un certificat de décès (en annexe) basé sur le modèle international de certificat médical de la cause de décès en suivant les normes de l'AV selon les recommandations de l'OMS dans la CIM-10. Ce diagnostic primaire appelé cause initiale de décès se définit comme la maladie ou le traumatisme qui a déclenché l'évolution morbide conduisant directement au décès, ou comme les circonstances de l'accident ou de la violence qui ont entraîné le traumatisme mortel (109).

iv. Confirmation diagnostique : Elle est apportée par un médecin tiers dont le rôle est de valider si les deux diagnostics des deux médecins sont identiques ou de formuler une sorte de compromis lorsque les 2 diagnostics sont voisins et/ou compatibles. En cas de divergence entre les deux diagnostics primaires, la réponse aux questionnaires d'autopsie verbale est envoyée auprès d'un autre médecin pour établir un troisième diagnostic primaire,

si deux des diagnostics primaires sont identiques, une cause probable de décès est obtenue, sinon, la cause de décès est classée 'indéterminée' (110).

Grâce à cette méthode, chaque cas est analysé individuellement, et les questions ouvertes contenues dans le questionnaire sont lues et analysées. De plus, le médecin résidant dans la zone d'étude connait mieux les problèmes de santé donc les causes de décès dans sa région. L'inconvénient principal réside dans le coût et le long processus de cette méthode. Dans les pays d'Afrique subsaharienne où le nombre de médecin est déjà très limité notamment dans les zones rurales et enclavées, les détourner de leur fonction de dispensateur de soins pour l'établissement de certificat médical de décès peut impacter considérablement sur l'offre des soins.

v. Classification des causes de décès

Il existe différents outils pour l'interprétation des autopsies verbales (111):

- la détermination des causes par des médecins qui ont été formés au préalable à l'établissement des causes sous-jacentes de décès (109). Dans l'établissement de la cause, les médecins utilisent le modèle international de certificat médical de décès (en annexe) qui permet d'appliquer les règles pour le choix de la cause initiale de décès définies par l'OMS dans la Classification Internationale des Maladies Xème édition (CIM-10). L'OMS définit la cause initiale de décès comme 'la maladie ou le traumatisme qui a déclenché l'évolution morbide conduisant directement au décès ou comme les circonstances de l'accident ou de la violence qui ont entrainé le traumatisme mortel' (109). Il s'agit de la maladie, de l'événement ou des circonstances en l'absence desquels l'individu ne serait pas mort.

- L'utilisation de logiciel pour assigner automatiquement les causes de décès :

  - ❖ SmartVA et Tariff: SmartVA constitue une application mettant en œuvre la méthode Tariff. Il s'agit d'une méthode développée par Population Health Metrics Research Consortium (PHMRC) depuis 2013. La méthode Tariff calcule un ensemble de score pour chaque pair maladie-symptôme, interprété comme un z-score qui indique la relation entre chaque symptôme et chaque cause (112). Cette méthode comprend un questionnaire long dont les données obtenues ont été utilisées pour comparer les méthodes connues d'analyses automatiques des AV entre elles (111). Mais dans le cadre de l'enregistrement à l'état civil, l'application de l'AV nécessite un questionnaire aussi court que possible. Ainsi, le PHMRC a réduit de 50% le questionnaire en identifiant les questions non informatives (113) et a également réalisé d'autres améliorations à la méthode dans la version 2.0 de l'algorithme Tariff. Le logiciel SmartVA, contenant le questionnaire complet et la version abrégée ainsi que Tariff 2.0 est disponible sur le site http://www.healthdata.org/verbal-autopsy/tools.
  - ❖ InSilicoVA : est un algorithme statistique qui présente les distributions de probabilités et les résumés de ces distributions pour chaque fraction de mortalité par cause spécifique et la probabilité de chaque cause pour chaque décès (112, 114). La version actuelle prend en compte la version du questionnaire 2012 de l'AV de l'OMS. Un logiciel libre et gratuit avec le code source, mettant en œuvre InSilicoVA est disponible pour le langage

de programmation statistique R sur le site https://CRAN.R-project.org/package=InSilicoVA

- ❖ InterVA : est issue du développement du théorème de Bayes pour l'interprétation des données des AV. Un groupe d'experts de cliniciens a examiné et réajusté le modèle pour son amélioration (112). Pour chaque décès, InterVA rapporte des estimations ponctuelles de 3 causes ayant les plus fortes probabilités, selon un seuil fixé. Si ce seuil n'est pas dépassé, la cause est considérée comme 'indéterminée' (115). A l'heure actuelle, le logiciel est à son 5ème modèle (InterVA-5) qui est aligné avec le questionnaire 2016 de l'OMS (116). Les détails, les codes sources et compilés exécutables sont disponibles sur le site http://www.interva.net.

D'autres méthodes sont également utilisées à la différence que ces dernières prennent en compte plusieurs causes de décès:

- ❖ Random Forest : utilise la procédure de 'forêt aléatoire' qui est une méthode statistique de classification basée sur les arbres ramifiés. La stratégie est basée sur un processus d'apprentissage à partir d'un ensemble de référence correspondant à des causes connues avec les symptômes (117).
- ❖ King-Lu : est une procédure statistique complexe qui généralise les approches d'analyses des causes multiples. Elle vise à fournir une répartition des décès par cause à partir d'une répartition des signes et symptômes dans la population (118).

- Les autres données collectées durant le recensement initial ou durant le suivi :

Durant le recensement initial, des données sur des maladies spécifiques ont été collectées. Entre autre, les informations sur l'hypertension artérielle et ses facteurs de risque chez les individus âgés de 15 ans et plus (résultats présentés dans la partie suivante) et chez les enfants de moins de 5 ans, une étude sur la malnutrition (104). Durant le suivi de 2016-2017, une étude sur la faisabilité d'une vaccination à la naissance contre l'hépatite B a été conduite en rajoutant une série de questions chez les femmes enceintes et chez les femmes ayant données naissance depuis 12 mois avant le suivi.

Tableau 4 Les autres données collectées durant le recensement initial et le suivi

Population	Informations collectées	Caractéristiques
Chez les enfants de moins de 5 ans	Sur la malnutrition	Taille, poids, périmètre brachial Echantillon de selles pour analyses parasitologiques
	Sur les maladies diarrhéiques	Taille, poids Echantillon de selles pour analyses virologiques, microbiologiques et parasitologiques
Pour l'étude sur la vaccination néonatale contre l'Hépatite B : chez les femmes âgées de 12 à 54 ans	En cas de grossesse survenue dans les 12 mois avant l'enquête de suivi : - si aucune consultation prénatale n'a été réalisée - Information sur le dépistage de l'Hépatite B, la prise en charge - si la femme n'a pas accouché dans une formation sanitaire - Consultation post-natale	 Raison de la non réalisation Raison de la non réalisation

iv. Les principaux résultats

- Le recensement initial de 2012-2014

Caractéristiques des ménages

Beaucoup d'informations ont été collectées sur le ménage au moment du recensement initial, allant du type d'habitat, les biens possédés et le patrimoine, les principales sources d'eau utilisées, l'existence des installations sanitaires aux caractéristiques de la population et à la composition des ménages.

Durant le recensement initial, 16 789 ménages ont été enregistrés résidant dans les 3 communes. Le tableau suivant représente la répartition de la population selon leur statut de résidence : le milieu urbain représenté par la commune urbaine de Moramanga (9445 ménages) et le milieu rural par les deux communes rurales d'Ampasimpotsy (1738 ménages) et d'Ambohibary (5606 ménages), donnant au total 7344 ménages. La population est majoritairement urbaine avec 56,3% de la population résidant dans la commune urbaine de Moramanga. La taille moyenne des ménages est de 4,1 personnes, allant de 3,9 en milieu urbain contre 4,4 en milieu rural. L'année médiane d'installation du ménage dans la zone d'étude est plus ancienne en milieu rural (2005) qu'en milieu urbain (2009). Ceci pourrait expliquer aussi l'origine des chefs de ménages qui sont majoritairement de la région (82,1%) pour le milieu rural, tandis qu'en milieu urbain, malgré une prédominance des autochtones, 19,5% sont des migrants issus de la capitale et le reste venant des autres régions (17,6%).

Une caractéristique similaire entre les 2 milieux de résidence urbain/rural demeure la religion du chef de ménage. En effet, comme l'ensemble des malgaches, la religion de la population de Moramanga est prédominée largement par la religion chrétienne avec 44% se déclarant catholique, 37% de religion protestante et autre religion chrétienne à 17%, les 2% restants se partagent la religion musulmane et les autres sans religion particulière.

Tableau 5 : Répartition de la population selon les caractéristiques des ménages en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014)

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,3)	7 344	(43,7)
Nombre moyen d'individus par ménage [min-max]	4,1	[1-20]	3,9	[1-17]	4,4	[1-20]
Année médiane d'installation du ménage dans la zone (1er quantile Q1 – 3ème quantile Q3)	2008 [1999-2011]		2009 [2002-2012]		2005 [1996-2010]	
Caractéristique du chef de ménage						
Région d'origine *						
Alaotra Mangoro:	11 968	(71,3)	5 936	(62,8)	6 032	(82,1)
Analamanga	2 476	(14,7)	1 846	(19,5)	630	(8,6)
Autres régions	2 345	(14,0)	1 663	(17,6)	682	(9,3)
Religion **						
Chrétienne	16 451	(98,1)	9 330	(98,9)	7 121	(97,1)
Autres	311	(1,9)	101	(1,1)	210	(2,9)

* 54 valeurs manquantes ; ** 27 non répondants ;

✓ Type d'habitat

En milieu rural, la plupart des ménages sont propriétaires de leur maison (79%) tandis qu'en milieu urbain, les ménages se départagent entre propriétaire (45,6%) et locataire (40,4%). En ville, l'habitat se départage entre appartement (38,8%) et maison individuelle (59,2%) tandis qu'en milieu rural, la majorité des habitats est constituée par une maison de type individuelle (86,4%) ; il y a plus de cabanons en ville (3,8%) qu'en milieu rural, ceci pourrait être expliqué par la prolifération des bidonvilles due à la croissance démographique (migration, exode rural …) comme dans la plupart des villes à Madagascar.

Le nombre de pièces pour dormir reste assez similaire pour les 2 milieux, la plupart des individus dans les ménages, respectivement 60,1% et 63,9% en urbain et rural dorment dans une seule pièce ; et 8,8% des ménages possèdent 3 pièces pour dormir en ville contre 4,2% en milieu rural.

Comme type de sol, 75,8% des ménages en ville ont un revêtement en ciment, contre 41,7% en milieu rural, et 32,5% utilisent directement la terre ou du sable, 14,5% couvrent leur sol par des végétaux ou des bois ramassés.

Pour la cuisine, peu de ménages disposent d'une pièce spécifique dans la maison, seulement 21,2% en ville et 16,3% en milieu rural. La pièce pour dormir sert également pour la cuisine dans 47,3% de cas en milieu rural, cette situation est visible aussi en ville mais de moindre fréquence (19,1%). Environ 30% des ménages aussi bien en ville que dans le milieu rural utilisent un abri spécifique à l'extérieur de la maison ; et le fait de cuisiner à l'extérieur sans abri ou dans la rue est plus fréquente en ville (26,9%) qu'en milieu rural (6,2%), reflétant le développement des habitats précaires qui conduit à la bidonvilisation de la commune urbaine de Moramanga.

Concernant le logement, ses caractéristiques peuvent refléter le niveau de bien-être des ménages. Des différences persistent également entre le milieu urbain et rural. En milieu rural, seulement 6,8% des ménages avaient accès à l'électricité comme moyen d'éclairage habituel alors qu'en milieu urbain, 63% en disposent ; Les ménages du milieu rural utilisent plus fréquemment le pétrole lampant (81,6%) quand ils ne disposent pas d'électricité. Les ménages du milieu urbain utilisent soit du pétrole lampant (23,8%) soit de la bougie (17,1%) ; d'autres types d'éclairages comme l'ampoule avec chargeur solaire ou des lampes avec des piles peuvent être également utilisés et plus fréquemment en milieu rural.

Concernant les combustibles, la majorité des ménages utilisent soit du charbon de bois achetés (81,9% des ménages du milieu urbain) soit du bois ou charbon ramassé (79,5% des ménages du milieu rural).

Tableau 6 Répartition de la population selon l'habitat en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014)

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Statut d'occupation*						
Propriétaire	10 108	(60,2)	4 307	(45,6)	5 801	(79,0)
Locataire	4 286	(25,5)	3 814	(40,4)	472	(6,4)
Logé à titre gratuit	2 369	(14,0)	1 322	(14,0)	1 047	(14,3)
Autres (logement temporaire)	23	(0,3)	1	(0,0)	22	(0,3)
Type d'habitat						
Appartement	4299	(25,6)	3660	(38,8)	639	(8,7)
Maison individuelle	11930	(71,1)	5588	(59,2)	6342	(86,4)
Pièces dans une maison avec plusieurs ménages (cuisine ou salle d'eau commune)	277	(1,6)	196	(2,1)	81	(1,1)
Cabanon	282	(1,7)	1	(0,0)	281	(3,8)
Autres (sans domicile fixe…)	1	(0,0)	0	(0,0)	1	(0,0)
Pièces utilisées pour dormir**						
1 chambre	10348	(61,8)	5667	(60,1)	4681	(63,9)
2 chambres	5267	(31,4)	2928	(31,1)	2339	(31,9)
3 chambres ou plus	1140	(6,8)	832	(8,8)	308	(4,2)
Type de sol						
Carrelage	305	(1,8)	259	(2,7)	46	(0,6)
Parquet	703	(4,2)	587	(6,2)	116	(1,6)
Ciment	10224	(60,9)	7163	(75,8)	3061	(41,7)
Vinyl	275	(1,6)	182	(1,9)	93	(1,3)
Planche en bois acheté	813	(4,8)	476	(5,0)	337	(4,6)
Terre/sable	3032	(18,1)	648	(6,9)	2384	(32,5)
Végétaux ou bois ramassés	1155	(6,9)	88	(0,9)	1067	(14,5)
Autres (étoffe en jute, natte de jonc…)	282	(1,7)	42	(0,4)	240	(3,3)
Lieu de cuisine						
Dans une pièce spécifique à l'intérieur	3203	(19,1)	2003	(21,2)	1200	(16,3)
Dans une pièce commune à l'intérieur	5277	(31,4)	1806	(19,1)	3471	(47,3)
A l'extérieur dans un abri	5237	(31,2)	3026	(32,0)	2211	(30,1)
A l'extérieur dans la cour ou la rue	2995	(17,8)	2540	(26,9)	455	(6,2)
Autres (véranda, couloir…)	77	(0,5)	70	(0,7)	7	(0,1)

* 3 valeurs manquantes ** 8 valeurs manquantes

Tableau 7 Répartition de la population selon les caractéristiques des logements en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014)

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Moyen habituel d'éclairage						
Utilise de l'électricité	6 448	(38,4)	5948	(63,0)	500	(6,8)
Utilise du pétrole lampant	8243	(49,1)	2250	(23,8)	5993	(81,6)
Utilise de la bougie	2302	(13,7)	1613	(17,1)	689	(9,4)
Autre éclairage	1190	(7,1)	398	(4,2)	792	(10,8)
Combustible						
Gaz bouteille	37	(0,2)	31	(0,3)	6	(0,1)
Electricité	73	(0,4)	65	(0,7)	8	(0,1)
Pétrole	51	(0,3)	31	(0,3)	20	(0,3)
Charbon de bois acheté	9129	(54,4)	7738	(81,9)	1391	(18,9)
Bois acheté	477	(2,8)	405	(4,3)	72	(1,0)
Bois ou charbon ramassé	7001	(41,7)	1163	(12,3)	5838	(79,5)
Autres combustibles	21	(0,1)	12	(0,1)	9	(0,1)

✓ Eau de boisson

Une situation préoccupante du milieu rural réside dans le fait que peu de ménages disposent de l'eau potable : seulement 0,7% des ménages ont accès à un approvisionnement en eau de type : eau en bouteille, robinet privé ou borne fontaine, contre 49% en milieu urbain. A la question sur le traitement de l'eau de boisson, 81,7% des ménages en milieu urbain affirment traiter l'eau avant de le boire contre 73,9% en milieu rural. La majorité utilise l'ébullition (93,9% dont 92,6% en milieu urbain et 95,8% en milieu rural), à l'exception des ménages qui utilisent de l'eau en bouteille ou possèdent des robinets privés

Tableau 8 : Répartition de la population selon les caractéristiques de l'eau utilisée pour boire en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans le projet MHURAM (Moramanga 2012-2014)

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Approvisionnement en eau de boisson						
Achetée et scellée (bouteille)	21	(0,1)	20	(0,2)	1	(0,0)
Robinet privé	1163	(6,9)	1159	(12,3)	4	(0,1)
Borne fontaine publique	3559	(21,2)	3512	(37,2)	47	(0,6)
Puits privé	1379	(8,2)	880	(9,3)	499	(6,8)
Puits collectifs	5654	(33,7)	3347	(35,4)	2307	(31,4)
Forage privé	14	(0,1)	0	(0)	14	(0,2)
Pompe publique d'origine indéterminée	42	(0,3)	7	(0,1)	35	(0,5)
Cours d'eau	3120	(18,6)	144	(1,5)	2976	(40,5)
Source	1493	(0,1)	274	(2,9)	1219	(16,6)
Mare / recueil d'eau de pluie	120	(0,7)	5	(0,1)	115	(1,6)
Autre approvisionnement						
Robinet partagé	103	(0,6)	95	(0,0)	8	(0,1)
Livraison par un camion-citerne	93	(0,6)	0	(0)	93	(1,3)
Rizière, vallée…	28	(0,2)	2	(0,1)	26	(0,4)
Traitement des eaux de boisson						
Oui	13 139	(78,3)	7716	(81,7)	5423	(73,9)
Oui, par ébullition	12344	(93,9)	7148	(92,6)	5196	(95,8)
Oui, par ajout de chlore	1 665	(12,7)	1257	(16,3)	408	(7,5)
Oui, par filtrage à travers un linge	85	(0,6)	50	(0,6)	35	(0,6)

La distance au point d'approvisionnement en eau de boisson ne diffère pas, la majorité des ménages s'approvisionne à une distance de moins de 15 minutes.

Tableau 9 : Distance au point d'approvisionnement en eau de boisson des ménages recensés dans la cohorte MHURAM à l'exception de ceux qui utilisent de l'eau achetée en bouteille et possèdent un robinet privé (Moramanga 2012-2014)

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Distance au point d'approvisionnement en eau de boisson						
Moins de 5 minutes	8624	(55,4)	5078	(61,6)	3546	(48,5)
Entre 5 et 10 minutes	4334	(27,8)	2010	(24,4)	2324	(31,8)
Entre 10 et 15 minutes	1539	(9,9)	662	(8,0)	877	(12,0)
Entre 15 et 30 minutes	857	(5,5)	346	(4,2)	511	(7,0)
Plus de 30 minutes	211	(1,4)	153	(1,9)	58	(0,8)

✓ Toilettes, douche et hygiène

L'accès à des toilettes avec chasse d'eau (mécanique ou seau avec réserve) est rare, avec une fréquence faible (moins de 1%) en milieu rural contre 3,3% en milieu urbain. La plupart des ménages de la commune urbaine de Moramanga utilise des fosses perdues (119). Et en milieu rural, on est obligé de constater que plus de 34% des ménages qui y vivent ne disposent pas de toilettes et effectue leur besoin dans la nature.

De même, peu de ménages disposent de pièce spécifique pour la douche (4,6% en urbain et 1,3% en rural). Près de 66% des ménages en milieu rural vont dans les rivières, les mares ou les cours d'eau pour se laver.

Tableau 10 : Répartition de la population selon les types de toilettes et de douches utilisées en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural)		Milieu urbain		Milieu rural	
	n (%)		n (%)		n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Toilettes						
Toilettes avec chasse d'eau*, intérieures privées	380	(2,3)	314	(3,3)	66	(0,9)
Toilettes avec chasse d'eau*, intérieures communes	120	(0,7)	78	(0,8)	42	(0,6)
Latrines creusées, extérieures individuelles	4525	(27,0)	2518	(26,7)	2007	(27,3)
Latrines creusées, extérieures communes	9063	(54,0)	6372	(67,5)	2691	(36,6)
Autres (utilise les toilettes du voisin, des toilettes publiques…)	63	(0,4)	32	(0,3)	31	(0,4)
Dans la nature	2625	(15,6)	118	(1,2)	2507	(34,1)
Toilette avec chasse d'eau à l'extérieur	13	(0,1)	13	(0,1)	0	(0)
Douche						
Intérieur, pièce spécifique (salle d'eau)	532	(3,2)	439	(4,6)	93	(1,3)
Intérieur sans pièce spécifique (cuisine...)	57	(0,3)	39	(0,4)	18	(0,2)
Extérieur abris spécifique	5845	(34,8)	5140	(54,4)	705	(9,6)
Extérieur sans abris (dans la cour)	5062	(30,2)	3464	(36,7)	1598	(21,8)
Rivière, mare ou cours d'eau	5243	(31,2)	332	(3,5)	4911	(66,9)
Autre (utilise la douche du voisin, ou la douche publique…)	50	(0,3)	31	(0,3)	19	(0,3)
Présence de savon dans le ménage						
Pour la lessive	10660	(63,5)	6444	(68,2)	4216	(57,4)
Pour la toilette	12780	(76,1)	8060	(85,3)	4720	(64,3)

*chasse d'eau = mécanique ou seau + réserve

Lors de l'entretien, nous avons demandé aux enquêteurs de constater la présence des ordures dans la concession. Près de 34% présentaient des ordures dans leur cour. A propos de l'évacuation des ordures, les ménages en ville utilisent en général la collecte ou les dépôts effectués par la commune urbaine (61,8%), ou bien ils incinèrent leurs ordures sur place. Par-contre, en milieu rural, nombreux sont les ménages qui n'ont pas de mode d'évacuation fixe (43,5%) ; ce qui pourrait expliquer la présence d'ordures plus fréquente dans les concessions en milieu rural (45,8%).

La ville de Moramanga manque d'infrastructures d'assainissement. Les décharges publiques officielles respectant les normes requises ne couvrent pas le besoin de la commune urbaine. Le système de collecte et de traitement des déchets solides reste défaillant (119). Ainsi, que ce soit en milieu urbain ou rural, les déchets ménagers peuvent être jetés dans la nature, ou déposés dans des décharges sauvages ou stockés et incinérés dans des fosses individuelles.

Tableau 11 : Répartition de la population selon la présence des ordures dans leur concession et leur mode d'évacuation en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Présence d'ordures dans la concession						
Ordures présentes	5788	(34,5)	2421	(25,6)	3367	(45,8)
Mode d'évacuation des ordures						
Collecte de la ville	2729	(16,3)	2299	(24,3)	430	(5,9)
Dépôt dans une fosse de la ville	6254	(37,3)	3539	(37,5)	2715	(37,0)
Dépôt sur la route	194	(1,2)	111	(1,2)	83	(1,1)
Incinération sur place	3183	(19,0)	2458	(26,0)	725	(9,9)
Pas de mode d'évacuation fixe	3955	(23,6)	765	(8,1)	3190	(43,5)
Autres (dans la cour, lieu imprécis…)	262	(1,6)	224	(2,4)	38	(0,5)
Changement en engrais	204	(1,2)	47	(0,5)	157	(2,1)

Au vu de ces informations collectées, beaucoup d'amélioration restent encore à faire pour permettre aux ménages dans les communes de la zone d'étude de vivre dans un logement décent, particulièrement pour les communes rurales.

✓ Patrimoine et bien possédés

Le niveau socio-économique des ménages a été évalué à partir des biens possédés. On peut constater que plus de 70% des ménages possèdent un poste radio ; près de 10% ont une machine à coudre. Concernant les moyens de transport, 3% déclarent posséder une voiture, 6% une motocyclette ou scooter et 39,7% ont une bicyclette, avec une proportion plus élevée en urbain (45%) qu'en milieu rural (35%). Peu de ménage déclarent avoir un camion (1,1%), être en possession de tracteur (0,7%) et de charrette à zébus (1,8%), qui sont un peu plus nombreux en milieu rural. La possession de maison ou appartement en location reste également faible (5,5%).

Tableau 12 : Répartition de la population selon les biens possédés en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Biens possédés dans le foyer						
Radio	12 797	(74,3)	7274	(77,1)	5203	(70,9)
Machine à coudre	1731	(10,3)	1243	(7,4)	488	(2,9)
Véhicules	498	(3,0)	377	(4,0)	121	(1,6)
Moto	1102	(6,6)	855	(9,1)	247	(3,4)
Bicyclette	6663	(39,7)	3346	(45,2)	3317	(35,4)
Camion	190	(1,1)	82	(0,9)	108	(1,5)
Tracteur	116	(0,7)	15	(0,2)	101	(1,4)
Charrette à zébus	298	(1,8)	26	(0,3)	272	(3,7)
Maisons ou appartement en location	918	(5,5)	757	(8,8)	161	(2,2)

D'autres informations comme la possession de télévision, de téléphone portable, la disponibilité d'un accès à internet, la possession de réfrigérateur ont été demandées, mais beaucoup de données manquantes ont été constaté pour ces biens surtout en milieu rural.

Avec une population à majorité vivant de l'agriculture, des informations sur la possession de rizières, de vergers/potagers, des animaux d'élevage des animaux de basse-cour et des animaux domestiques ont été également collectées.

Tableau 13 Répartition de la population selon la possession d'animaux, de potager et de rizières en fonction du milieu de résidence des ménages recensés dans la cohorte MHURAM au recensement initial de 2012-2014

Caractéristiques	Ensemble (urbain et rural) n (%)		Milieu urbain n (%)		Milieu rural n (%)	
Ménages	16 789		9 445	(56,2)	7 344	(43,7)
Possession d'animaux, de potager et de rizière						
Animaux domestiques (chiens, chats, oiseaux, autres)	4882	(29,3)	2170	(23,0)	2706	(37,4)
Animaux de basse-cour (Poulets, oies, canards, pintades, lapins)	8605	(51,0)	5302	(34,5)	3255	(72,2)
Animaux d'élevage (Vache/zébus, porcs, moutons, chèvres)	3219	(19,3)	1164	(12,4)	2055	(28,5)
Potagers/vergers (fruits, légumes, tubercules, légumineuses, autres)	9884	(58,9)	3278	(34,7)	6606	(90,0)
Rizières	7580	(45,1)	2146	(22,7)	5434	(74,0)
Rizières en location	574	(3,4)	265	(2,8)	309	(4,2)

Ces informations sur le patrimoine et les biens possédés ont été utilisées pour construire le niveau socio-économique de chaque ménage. Une analyse en composante principale a été réalisée pour sélectionner les variables les plus indicatrices afin d'obtenir un score permettant de classer les ménages en séparant selon le milieu de résidence (rural/urbain)(120).

Les variables catégorielles ont été regroupées et transformées en variables dichotomiques selon un critère économique (le fait d'être payant ou non) pour permettre leur inclusion dans une analyse en composante principale. Pour pouvoir être discriminante entre les ménages, les variables ont été retenues si leur modalité dominante présentait une fréquence inférieure ou égale à 80% dans le sous-groupe de population selon leur milieu de résidence. Une fois le score par chaque variable générée à partir de l'analyse en composante principale, on a attribué à chaque ménage un score pour chaque bien et on a fait la somme de tous les scores obtenus pour avoir le score par ménage. Chaque sous-groupe de population a été ensuite divisé en quintile correspondant à un niveau 1 (le plus bas supposé être le plus pauvre) à 5 (le plus haut supposé être le plus riche). Les sous-groupes ont été par la suite rassemblés pour obtenir le niveau socio-économique de la population entière (120).

Structure de la population

Dans les 16 789 ménages enregistrés lors du recensement initial, on a enregistré 71 587 résidant dans les 3 communes. Un individu est qualifié de résident (contrairement à visiteur) quand il est reconnu comme membre d'un ménage ; ayant résidé habituellement dans le ménage depuis au moins 6 mois, a dormi dans le ménage la nuit précédant l'enquête et/ou a l'intention de rester dans le ménage pendant au moins 6 mois (au cas où la personne habite le ménage depuis moins de 6 mois).

Les enfants âgés de moins de 15 ans représentent 41% de la population ; les individus de 15 à 49 ans constituent presque la moitié (49%). Les personnes âgées entre 50 et 64 ans sont de 7,5% et la proportion des personnes âgées de 65 ans et plus est assez faible (2,4%). Les mêmes structures se reflètent en milieu urbain et rural, avec un peu plus d'enfants en milieu rural qu'en urbain, respectivement 13,2% vs 15,7% pour les moins de 5 ans et 12,5% vs 15,5% pour les enfants âgés de 5 à 9 ans.

Tableau 14 : Répartition en % de la population des ménages de la cohorte MHURAM selon le groupe d'âge quinquennal, le sexe et le milieu de résidence au recensement initial

Groupes d'âge	Ensemble			Milieu urbain			Milieu rural		
	M	F	Ens	M	F	Ens	M	F	Ens
<5	7,2	7,2	14,4	6,6	6,5	13,2	7,7	8,0	15,7
5-9	7,1	6,8	13,9	6,4	6,0	12,5	7,8	7,7	15,5
10-14	6,5	6,4	12,9	5,9	6,1	12,1	7,1	6,7	13,8
15-19	5,4	5,8	11,2	5,5	6,2	11,7	5,2	5,4	10,6
20-24	4,4	5,0	9,4	4,5	5,5	10,0	4,2	4,4	8,6
25-29	3,5	3,7	7,2	3,9	4,1	8,0	3,0	3,3	6,3
30-34	3,6	3,4	7,0	3,8	3,8	7,5	3,3	3,0	6,3
35-39	3,1	2,9	6,1	3,2	3,1	6,3	3,0	2,8	5,8
40-44	2,4	2,3	4,7	2,4	2,4	4,9	2,3	2,2	4,5
45-49	1,8	1,7	3,5	1,8	1,7	3,5	1,8	1,7	3,5
50-54	1,5	1,6	3,1	1,6	1,7	3,3	1,4	1,5	2,9
55-59	1,3	1,3	2,6	1,3	1,4	2,7	1,3	1,3	2,5
60-64	0,9	0,9	1,8	0,9	1,0	1,9	0,9	0,7	1,6
65-69	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	0,4	0,5	0,9
70-74	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,6
75-79	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4
≥ 80	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,5
Effectif	35573	36014	71587	18681	19292	37973	16892	16722	33614
Total	49,7	50,3	100,0	49,2	50,8	100,0	50,3	49,7	100,0

M = Masculin ; F = Féminin ; Ens = ensemble

La pyramide des âges de la population présente une allure régulière avec une base élargie qui se rétrécit rapidement à mesure que l'âge avance, reflétant une population jeune.

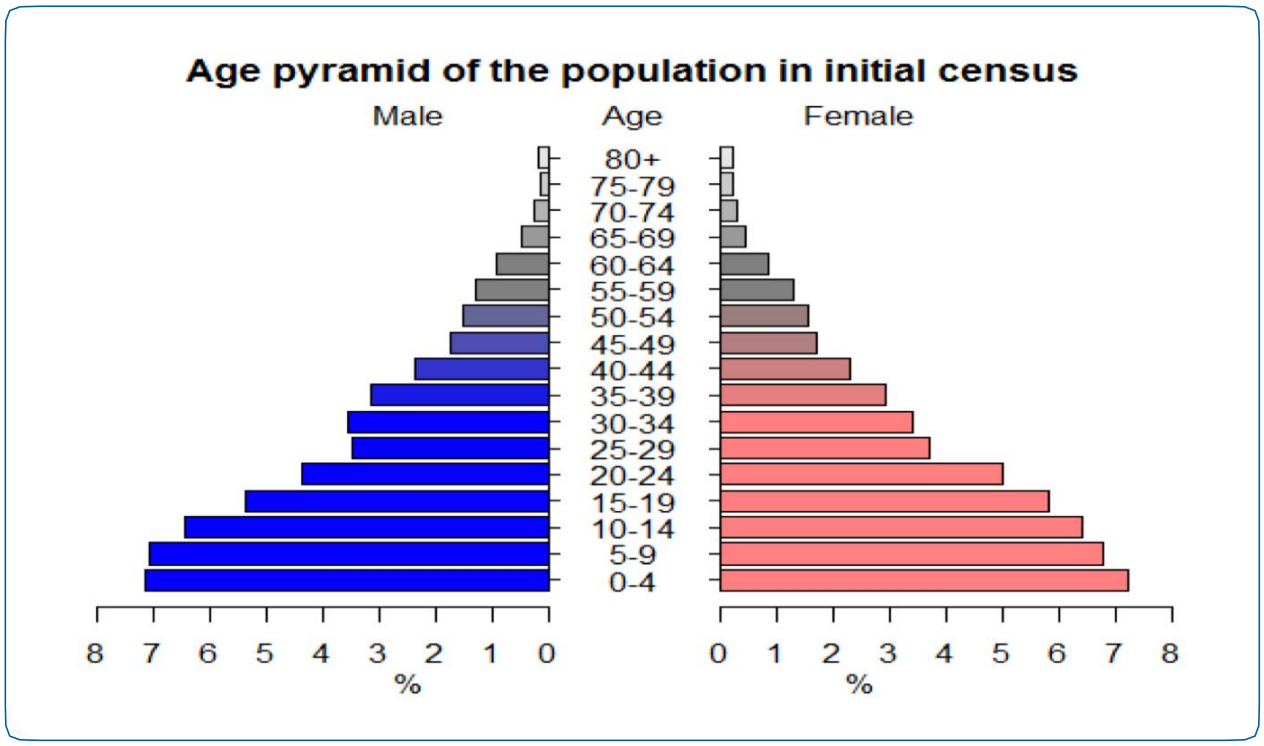


Figure 15 : Pyramide des âges de l'ensemble de la population de la cohorte au moment du recensement initial 2012-2014

Que ce soit en milieu urbain ou rural, les pyramides des âges de la population restent assez régulières avec une répartition par sexe de la population équilibrée.

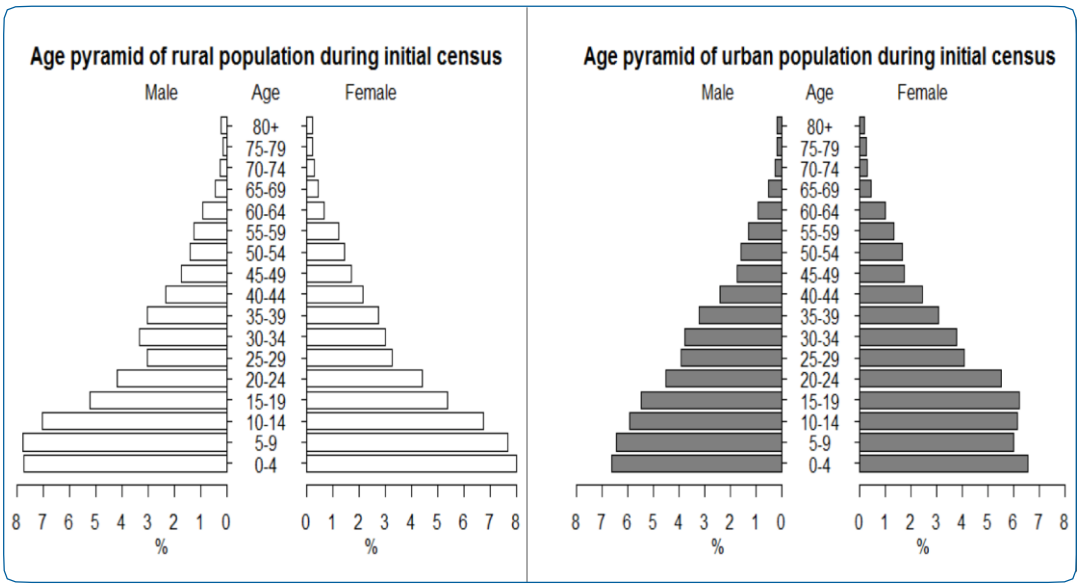


Figure 16 Pyramide des âges de la population en milieu rural (à gauche) et en milieu urbain (à droite) au moment du recensement initial à Moramanga (2012-2014)

Fécondité chez les femmes de 15-49 ans

L'enquête durant le recensement initial a permis de disposer de la fécondité des femmes de 15 à 49 ans dans la zone d'étude. Au cours de l'entretien auprès des ménages, pour chaque femme âgée de 15 à 49 ans rencontrée, les enquêteurs posaient les questions relatives au nombre total d'enfants nés vivants. Puis ils reconstituaient l'historique complet de ses naissances, en commençant par la plus ancienne, le sexe de l'enfant, sa date de naissance, le type de grossesse (simple ou multiple) et sa survie au moment du recensement. Pour les enfants décédés, les enquêteurs enregistraient l'âge au décès et la cause supposée de décès.

Les figures suivantes montrent la fécondité des femmes de 15 à 49 ans recensées à Moramanga entre l'année 2003 et 2014 selon le milieu de résidence. Comme dans l'ensemble du pays, la fécondité reste nettement plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain sur les 10 dernières années avant le recensement. L'indice synthétique de fécondité (ISF) pour les 10 ans précédant l'enquête est de 3,3 naissances par femme vivant en milieu urbain contre 5,1 naissances par femme vivant en milieu rural. Dans l'ensemble, l'ISF à Moramanga est estimé à 4,1 enfants par femme, légèrement inférieure à l'estimation nationale qui est de 4,8 selon les dernières enquêtes EDS 2008-2009 (60).

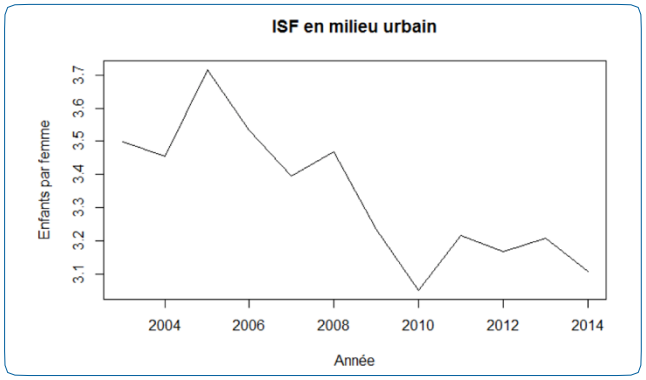


Figure 17 Indicateur synthétique de fécondité durant la période de 2003-2014 en milieu urbain chez les femmes de 15 – 49 ans recensées dans la cohorte MHURAM (2012-2014)

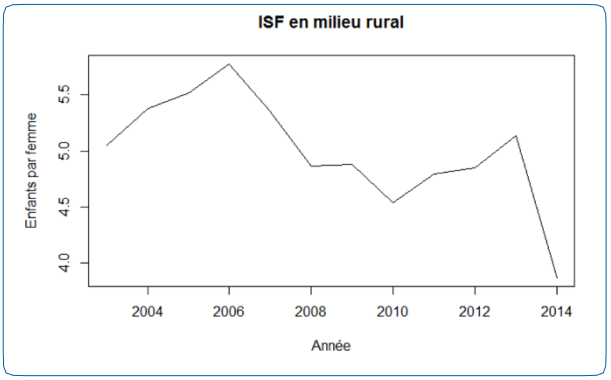


Figure 18 Indicateur synthétique de fécondité durant la période de 2003-2014 en milieu rural chez les femmes de 15 – 49 ans recensées dans la cohorte MHURAM (2012-2014)

- Le suivi de la population de 2016-2017

Caractéristiques des ménages

De juillet 2016 à décembre 2017, tous les ménages qui ont été enregistrés lors du recensement initial ont été listés et les enquêteurs devaient les revisiter pour mettre à jour les événements démographiques survenus entre les passages.

Selon les informations obtenues durant cette période de suivi, la différence entre le milieu urbain et rural persiste. En effet, la proportion de ménages qui disposent de l'électricité varie entre le milieu de résidence : plus de 60% des ménages en ville ont accès à l'électricité alors qu'elle est de moins de 7% en milieu rural.

Concernant l'approvisionnement en eau de boisson, la plupart des ménages en ville se partagent entre l'utilisation des bornes fontaines publiques, les puits collectifs et la possession de robinets privés dans la maison tandis que les ménages en milieu rural utilisent plus fréquemment les cours d'eau, les puits collectifs et les eaux de source.

A propos des toilettes et latrines, il y a plus de ménages qui utilisent des latrines creusées à l'extérieur et d'usage commun en ville. Ces résultats renforcent encore l'importante prolifération des bidonvilles déjà constaté au moment du recensement initial. Dans certains quartiers de la commune urbaine de Moramanga, près de 65% des ménages vivent dans des habitats précaires et non structurés (119). La situation est encore plus grave en milieu rural, plus de 30% des ménages déclarent aller dans la nature, similaire à ce qui a été retrouvé lors du recensement initial. Nos résultats laissent montrer une absence d'amélioration de l'assainissement des communes de Moramanga entre ces périodes.

Tableau 15 : Répartition de la population selon les caractéristiques sociodémographiques en fonction du milieu de résidence des ménages de la cohorte MHURAM durant les passages

Caractéristiques des ménages	Ménages totaux enregistrés en 2014 ou en 2016		Ménages présents en 2014 et en 2016		Ménages présents en 2014 mais n'ont pas participé en 2016		Nouveaux ménages recensés en 2016	
Nombre total des ménages	17 300		11 207		5582		511	
	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural
Nombre total de ménages	9665	7635	5161	6046	4284	1298	220	291
Nombre moyen d'individus par ménage	3,9	4,4	4,3	4,6	3,5	3,6	3,1	3,4
% des ménages qui disposent de l'électricité	62,9	6,8	64,5	6,2	61,1	9,9	59,5	6,5
% des ménages en approvisionnement en eau de boisson								
Achetée et scellée	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	-	-
Robinet privé	12,3	0,1	12,2	0,0	12,3	0,1	13,2	0,0
Borne fontaine publique	36,9	0,7	35,7	0,7	39,0	0,4	24,1	1,4
Puits privés	9,2	6,6	11,7	6,9	6,5	6,4	4,5	2,1
Puits collectifs	35,9	31,4	34,2	30,4	36,9	36,2	55,0	30,6
Forage privé	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	-	-
Pompe publique d'origine indéterminée	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1	0,8	0,0	2,4
Cours d'eau	1,5	39,5	1,7	39,7	1,2	35,4	0,9	51,5
Source	2,9	16,4	3,3	17,0	2,4	14,9	2,3	11,7
Mare / recueil d'eau de pluie	0,1	1,0	0,1	1,1	0,0	0,7	-	-
Autres	1,1	3,7	0,9	3,7	1,3	4,5	0,0	0,3
Caractéristiques des toilettes (%)								
Toilettes avec chasse d'eau*, intérieures privées	3,3	0,9	2,9	0,5	3,8	2,2	2,3	1,4
Toilettes avec chasse d'eau*, intérieures communes	0,8	0,6	0,8	0,5	0,8	0,7	0,9	0,7
Latrines creusées, extérieures individuelles	26,5	26,9	32,2	27,7	20,0	24,9	18,6	17,9
Latrines creusées, extérieures communes	67,7	36,9	62,7	36,0	73,2	39,8	78,2	44,3
Autres (utilise les toilettes du voisin, des toilettes publiques…)	0,5	0,6	0,2	0,6	0,8	0,7	-	-
Dans la nature	1,2	34,2	1,2	34,6	1,3	31,8	0,0	35,7

Caractéristiques de la population suivie

Durant le deuxième passage (2016-2017), 11 207 ménages parmi 16 789 recensés ont été retrouvés et les informations des individus membres de ces ménages ont été mises à jour dans la zone d'étude. Il y a eu 3799 ménages qui ont été déclarés partis de leur habitation par le voisinage ou le chef du fokontany mais non retrouvés dans la zone d'étude et 1 783 ménages n'étaient pas reconnus par le voisinage et ne disposent que les informations du recensement initial.

Parmi les 51 611 individus membres des ménages qui ont été retrouvés, 28 873 étaient des résidents du milieu rural et 22 738 habitants en milieu urbain.

Tableau 16 : Répartition en % de la population des ménages présents entre les passages 2012-2014 et 2016-2017 de la cohorte MHURAM selon le groupe d'âge quinquennal, le sexe et le milieu de résidence durant la période de suivi 2016-2017

Groupes d'âge	Ensemble			Milieu urbain			Milieu rural		
	M	F	Ens	M	F	Ens	M	F	Ens
<5	6,9	7,0	13,9	5,9	5,9	11,9	7,6	7,9	15,5
5-9	7,3	7,0	14,3	6,6	6,2	12,8	7,8	7,7	15,6
10-14	7,0	6,8	13,8	6,5	6,5	13,0	7,3	7,0	14,3
15-19	5,5	5,6	11,1	5,6	6,0	11,5	5,4	5,3	10,7
20-24	4,1	4,4	8,6	4,1	4,6	8,8	4,1	4,3	8,4
25-29	3,0	3,3	6,2	3,2	3,5	6,6	2,8	3,1	5,9
30-34	3,3	3,2	6,5	3,4	3,6	7,0	3,1	2,9	6,0
35-39	3,0	3,0	6,1	3,1	3,4	6,4	3,0	2,8	5,8
40-44	2,4	2,4	4,8	2,5	2,7	5,2	2,3	2,2	4,5
45-49	1,8	1,9	3,7	1,9	2,1	3,9	1,8	1,8	3,6
50-54	1,6	1,8	3,4	1,8	2,1	3,8	1,5	1,5	3,0
55-59	1,5	1,4	2,9	1,6	1,7	3,3	1,3	1,3	2,6
60-64	1,1	1,0	2,0	1,2	1,3	2,5	1,0	0,7	1,6
65-69	0,6	0,6	1,1	0,7	0,6	1,3	0,5	0,5	1,0
70-74	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,8	0,3	0,3	0,6
75-79	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,6	0,2	0,2	0,4
≥ 80	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4
Effectif	25607	26004	51611	11106	11632	22738	14501	14372	28873
Total	49,6	50,4	100,0	48,8	51,2	100,0	50,2	49,8	100,0

M = Masculin ; F = Féminin ; Ens = ensemble

La pyramide des âges de la population présente entre les deux passages montre une allure régulière avec une base élargie qui se rétrécit rapidement à mesure que l'âge avance, reflétant toujours une population jeune (Figure 19. Pyramide des âges de la population présente durant les 2 passages en milieu rural (à gauche) et en milieu urbain (à droite) à Moramanga (2012-2014 et 2016-2017).) sans grande différence avec la population présente durant le recensement. La structure par âge de la population reste régulière, mais avec une population moindre retrouvée en urbain qu'en rural. De ce fait, la structure par sexe a changé légèrement, il y avait plus d'hommes que de femmes retrouvés en milieu urbain (50,2% vs 49,8%).

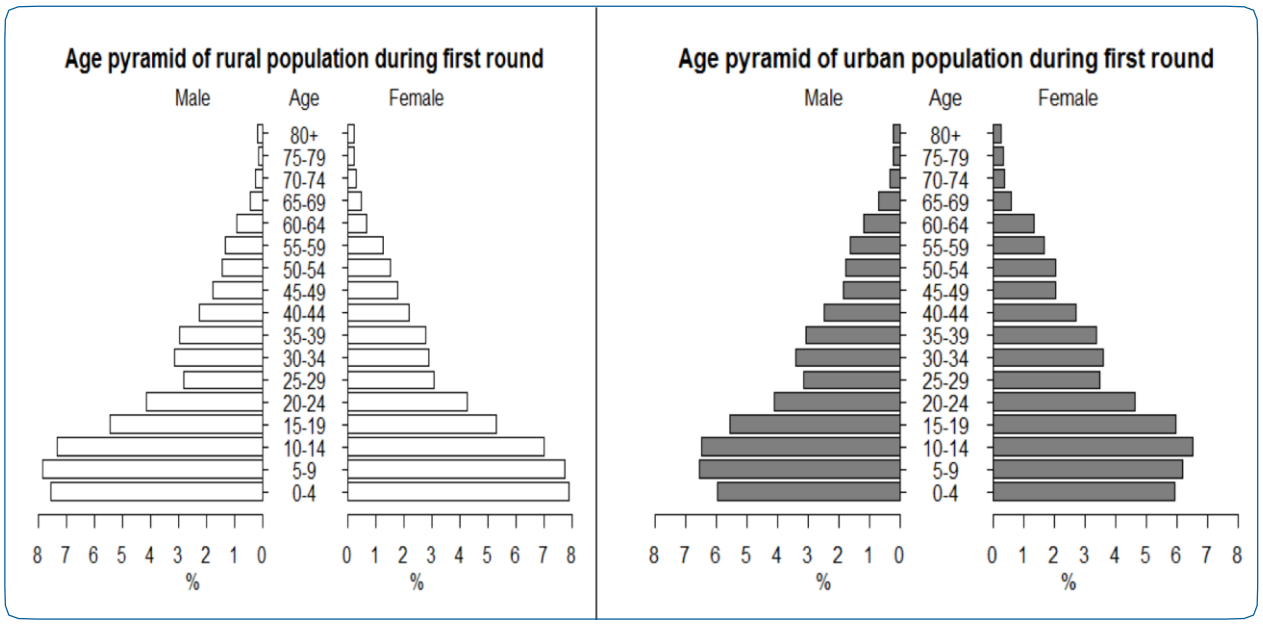


Figure 19 Pyramide des âges de la population présente durant les 2 passages en milieu rural (à gauche) et en milieu urbain (à droite) à Moramanga (2012-2014 et 2016-2017)

v. Les forces et limites de la cohorte MHURAM

Un des principaux atouts de la cohorte de Moramanga demeure sa situation géographique et sa taille. Elle peut fournir un large échantillon de population suivie et diversifiée, grâce à la présence de population urbaine et rurale dont les caractéristiques diffèrent énormément. Il offre un cadre d'échantillonnage solide et une infrastructure physique qui permet de soutenir divers types de projets de recherche, y compris les essais cliniques. Situé à 112 km de Moramanga, les laboratoires de l'IPM sont relativement proches pour les analyses biologiques.

Sous son aspect géographique, la zone d'étude couvre une grande zone également diversifiée avec des zones facilement accessible et des villages très enclavées nécessitant plus de 2 heures de déplacement à pied. En effet, d'après une enquête réalisée en 2013, avec une vitesse de marche de 4km/h, les habitants de la partie nord de la zone d'étude doivent parcourir à pied entre 60 et 180 minutes de trajet pour rejoindre le centre de santé le plus proche. Ce temps de trajet est encore plus élevé dans la partie sud, du fait de la rareté des centres de santé. Une partie de la population doit parcourir jusqu'à 5 heures de temps de trajet pour recourir aux soins auprès du centre de santé le plus proche (121).

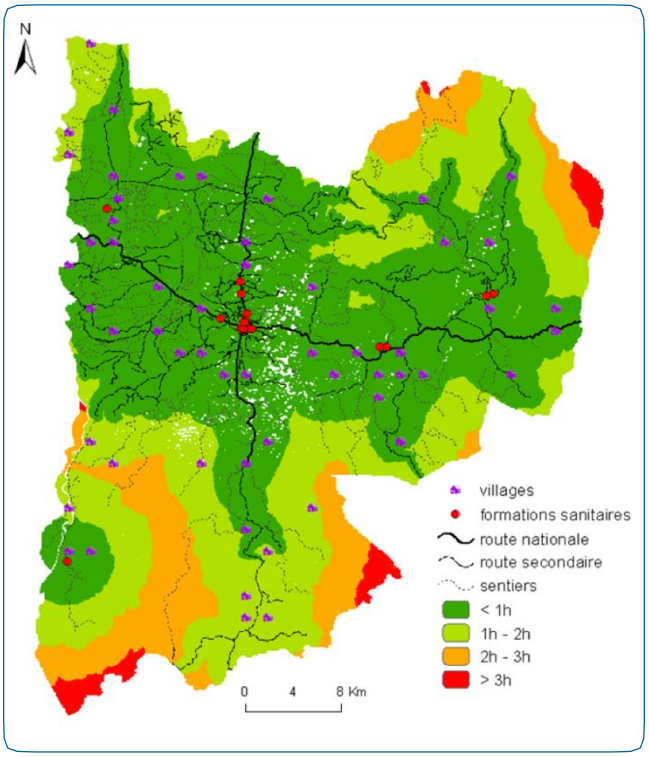


Figure 20 Carte du temps de trajet d'un scénario de déplacement à pied dans la zone d'étude de Moramanga 2012-2013

Source : Ihantamalala FA et al. (122).

La cohorte permet également d'offrir une plateforme où les chercheurs de diverses thématiques peuvent conduire des travaux scientifiques variés. En santé publique, elle peut soutenir la recherche sur les maladies infectieuses et les maladies non transmissibles de toutes les tranches d'âge.

Un autre point fort demeure l'étroite collaboration avec les établissements de santé du district de Moramanga ; disposant d'un Centre Hospitalier de Référence du District de niveau (CHRDII), il dispose également d'un service de Pédiatrie et équipé de laboratoire dont la forte collaboration a été encouragée par les divers projets de recherche.

Par contre, la principale faiblesse de la cohorte réside dans le cout élevé de la surveillance d'une population de taille aussi importante ; d'où la nécessité constante de rechercher des financements extérieurs.

Le risque de lassitude de la population suivie constitue également un point négatif. Pour pallier à ce problème, certains projets se déroulant dans la zone d'étude ont compensé leurs participants en distribuant des produits de première nécessité (céréales, huile, savon, sucre…) ou le versement d'une indemnité pour le déplacement ou le temps dépensé à l'enquête. Et durant le recensement initial, pendant les collectes des données sur terrain, un personnel paramédical a été spécialement recruté pour accompagner les agents de terrain afin de fournir des soins primaires aux personnes malades rencontrés dans les ménages.

vi. Rôle de l'étudiant dans le projet de recherche

Le projet MHURAM a été initialement mis en place en tant que système de surveillance démographique et de santé en 2010. Durant la mise en place dans deux villages pilote de la commune d'Ambohibary, en 2010, j'ai participé à la collecte des données pour le projet sur les diarrhées infantiles chez les enfants âgés de moins de 2 ans. Une partie de ce projet a constitué mon projet de Master en épidémiologie.

Après le départ de la démographe, responsable du projet de surveillance démographique et de santé à Moramanga, initialement prévu dans 4 communes du district, j'ai repris le projet en devenant la coordinatrice à partir de septembre 2012. Pour pouvoir faire le recensement initial de la zone d'étude, j'ai recruté l'équipe de terrain composé de 20 enquêteurs, 3 superviseurs et 1 contrôleur. Une fois que l'étude sur l'hypertension artérielle a été nichée dans le projet à Moramanga, en 2013, en même temps que le recensement s'est déroulé, j'ai rajouté d'autres personnels de terrain donnant au total 38 enquêteurs, 5 superviseurs et 1 contrôleur. Avec l'aide du gestionnaire du site de recherche à Moramanga et du data manager, nous avons assuré toute la co- ordination de ce projet, à savoir, les visites de courtoisie auprès de toutes les autorités hiérarchiques à Moramanga pour la mise en place, la formation de l'équipe pour le bon déroulement du projet, la compréhension des questionnaires, le recueil et l'envoi des données à partir des tablettes, et la procédure de nettoyage des données. Ainsi, avec la mesure de l'HTA dans la population d'étude, le recensement a duré environ 14 mois (du 25 octobre 2012 au 31 janvier 2014).

A partir de février 2014, grâce au financement reçu de l'USAID pour le projet sur le dépistage de la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans, le recensement des ménages a pu être poursuivi jusqu'en mai 2014. Nous avions voulu revisiter les ménages recensés avant 2014 pour un premier

mis-à-jour mais seulement les ménages contenant des enfants de moins de 5 ans ont été revisités, certains ménages ont été déclarés partis de la maison où ils étaient recensés mais n'a pas pu être retrouvé dans la zone durant la période d'enquête. Il y avait donc dans nos données sur les 3 communes du district de Moramanga, des ménages avec une date de début et une date de dernière visite remplies et d'autres qui étaient avec une date de début seulement. A partir du mois d'Aout à Décembre 2014, avec un financement interne de l'IPM, un projet de recherche sur le diabète et ses facteurs de risques a été réalisé. J'ai recruté 15 enquêteurs et encadré une étudiante en Master.

En 2016, avec le financement reçu par la Fondation TOTAL sur une étude portant sur l'évaluation de la faisabilité d'une vaccination des nouveau-nés contre l'hépatite B, nous avions voulu revisiter tous les ménages recensés en 2012-2014. J'ai élaboré la demande d'amendement au protocole du projet en expliquant les modifications faites dans le projet : (1) la réduction de la zone d'étude en 3 communes au lieu de 4 initialement, (2) la modification du questionnaire d'autopsie verbale en version 2014 (initialement nous avons utilisé la version 2009 lors du passage en 2014), (3) la modification des passages réguliers tous les 2 ans. Le système de surveillance démographique et de santé a été changé en cohorte de population. L'amendement a été obtenu le 26 mai 2016 (amendement n°60/MSANP/CE). J'ai donc recruté une nouvelle fois l'équipe de terrain composé de 14 enquêteurs et 3 superviseurs.

Durant le premier semestre 2018, grâce au financement octroyé par l'Institut national d'études démographiques, nous avions pu finaliser les autopsies verbales (AV) des décès enregistrés à la fin de 2017, en poursuivant le contrat des enquêteurs dédiés aux enquêtes d'AV.

De septembre 2012 à 2018, j'ai assuré la coordination du projet MHURAM. Depuis l'amendement du protocole, le recrutement de tous l'équipe de terrain, la formation des enquêteurs, la validation des masques de saisie (du recensement initial, du suivi, et de l'autopsie verbale), au data management notamment le nettoyage des données. J'ai également été impliqué dans l'identification des futurs collaborateurs du projet, la préparation et le suivi du budget.

J'ai mis à jour les procédures mis en place dans la phase pilote 2010, et j'ai mis à jour également les procédures nécessaires pour la réalisation pratique du projet avec l'aide des chercheurs de l'Ined (Professeur Gilles Pison).

Pour les études ancillaires au projet, j'ai écrit le protocole de l'étude sur l'hypertension artérielle. J'ai soumis le protocole au Comité National d'Ethique. J'ai également assuré le recrutement de l'équipe de terrain, la formation des enquêteurs et la validation du masque de saisie. J'ai réalisé les analyses statistiques et la rédaction de l'article.

Pour l'étude sur le dépistage de la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans, j'ai aidé dans la coordination de l'équipe de terrain.

D'autres études se sont aussi déroulées dans la zone de Moramanga où j'ai été l'investigateur principal entre le recensement initial et le passage 2016-2017. Réalisée en collaboration avec Claire Videau (étudiante en Master II Santé Publique Spécialité Santé Internationale, ISPED), j'ai participé à la soumission du protocole, au recrutement de l'équipe de terrain et à leur formation, à la supervision du recueil des données. J'ai été aussi impliquée dans son encadrement.

Partie 4. La mortalité et les causes de décès des enfants de moins de 15 ans à Moramanga[2]

10 Introduction

A Madagascar, malgré un contexte caractérisé par des crises politiques successives, une croissance économique limitée et un taux élevé de malnutrition infantile, des progrès remarquables ont été effectués en matière de prévention de la mortalité infantile au cours des 30 dernières années (42). Madagascar fait partie des 62 pays qui ont atteint les OMD qui était de réduire le taux de mortalité infanto-juvénile à deux tiers entre 1990 et 2015 (123). Dans le programme des ODD, le nouvel objectif est de réduire le taux de mortalité à moins de 25 décès avant l'âge de 5 ans pour 1000 naissances vivantes et la mortalité néonatale à moins de 12 pour 1000 naissances vivantes. En 2018, le taux de mortalité infanto-juvénile était de 54 ‰ (124), si ce rythme est maintenu, le pays devrait atteindre la cible de l'ODD en 2038. Cette baisse de la mortalité a été également impressionnante chez les enfants âgés au-dessus de 5 ans; le risque de décès des enfants plus âgés et des jeunes adolescents de 5 à 14 ans a été réduit de 70%, passant de 41‰ en 1990 à 12‰ en 2018 (124). Malgré cette diminution, 45 000 décès ont été encore estimés chez les enfants avant d'atteindre l'âge de 5 ans en 2018, et 8000 décès sont survenus dans la tranche d'âge de 5 à 14 ans (124), ce qui correspond à un décès d'enfant ou de jeune adolescent toutes les 10 minutes.

D'énormes disparités dans les taux de mortalité persistent également entre les différents segments de la population. Selon l'enquête EDS 2008-2009, le quotient de mortalité infanto-juvénile était de deux fois plus élevé dans les ménages du quintile le plus pauvre (106 ‰) que dans les ménages du quintile le plus riche (48 ‰) (60). D'importantes inégalités en matière de survie des enfants ont également été observées selon le niveau d'éducation de la mère et du milieu de résidence.

Pour accélérer les progrès en matière de survie des enfants et afin de réduire les inégalités de santé, il est nécessaire de mieux comprendre les pathologies sous-jacentes qui contribuent le plus directement aux décès. Cependant, le système d'enregistrement et de certification médicale des décès n'est pas suffisamment exhaustif à Madagascar pour générer des estimations représentatives au niveau national de la mortalité par cause. Dans la capitale et les autres grandes villes, les décès sont enregistrés dans les centres de santé, et les médecins attribuent une cause de décès sur la base d'entretiens avec les proches ou à partir des informations médicales disponibles, ce qui permet une évaluation détaillée de la charge de morbidité (125). Toutefois, une partie importante des enfants et des adolescents malgaches est concentrée dans les zones rurales, où les enregistrements des principales causes de décès demeurent rares voire inexistantes. La mortalité toutes causes confondues peut être estimée avec une relative précision, car Madagascar a mené plusieurs enquêtes démographiques avec l'historique des naissances au cours des dernières décennies, dont une enquête EDS en 2008-2009 et une enquête nationale de suivi des OMD en 2012-2013 (67). En 2018, le troisième recensement national de la population a été effectué, après une longue période intercensitaire de 25 ans. Ces enquêtes et recensements ont permis de recueillir des informations sur les décès des moins de 5 ans, mais aucune donnée sur les causes. Or, lorsque les décès ne sont pas comptabilisés et que les causes ne sont pas enregistrées, le gouvernement a une capacité limitée à concevoir des politiques de santé publique efficaces et à mesurer leur impact (126).

2 Cette partie est une reprise avec adaptations d'un article qui va apparaitre dans International Journal of Public Health

Dans cette partie, nous allons décrire les taux de mortalité et les schémas de cause de décès chez les enfants de moins de 15 ans, sur la base de données prospectives recueillies entre le recensement initial de 2012-2014 et le premier suivi (2016-2017). Les informations sur les causes de décès ont été déterminées par des AV (127). Les objectifs de cette recherche est de déterminer les principales causes de décès chez les enfants de moins de 15 ans, puis d'étudier les déterminants sociodémographiques de la mortalité et, enfin, nous analyserons comment les différentes causes de décès façonnent les inégalités de la probabilité de survie des enfants.

11 Méthodes

i. La collecte des données

Cette étude a été basée sur les informations recueillies sur les enfants vivant dans les ménages enregistrés lors du recensement initial et lors du premier suivi (2016-2017). Tous les ménages où un décès a été signalé entre ces deux passages ont été revisités par des enquêteurs préalablement formés pour mener une enquête d'AV en utilisant les questionnaires de l'OMS version 2014 (127), traduits en malgache.

ii. Les AV et l'interprétation des données des causes de décès

Chaque questionnaire a été lu indépendamment par deux pédiatres pour les décès d'enfants de moins de 15 ans et par deux médecins généralistes pour les autres groupes d'âge afin d'attribuer une cause probable de décès (128). Si le même diagnostic était posé, celui-ci était validé comme la cause probable de décès. En cas de divergence entre les deux médecins, un troisième médecin procédait à une lecture supplémentaire pour donner son diagnostic. Si deux diagnostics sur trois correspondaient, on lui attribuait la cause probable. Sinon, la cause a été classée comme "indéterminée" (128, 129).

Les causes ont été codées en utilisant la Classification Internationale des Maladies, 10ème révision (CIM-10) et classées en 4 groupes sur la base des catégories utilisées par l'OMS et le groupe d'experts "Maternal and Child Epidemiology Estimation" (MCEE) (130). Le premier groupe est constitué par les maladies infectieuses, les affections périnatales et nutritionnelles, contenant notamment les maladies diarrhéiques, les méningites, le paludisme, les infections respiratoires aiguës (IRA), la prématurité, les complications intra-partum, la septicémie et autres infections du nouveau-né, les carences nutritionnelles et les autres causes infectieuses. Le deuxième groupe est constitué des maladies non transmissibles. Par ailleurs, nous avons fait la distinction entre les anomalies congénitales et les autres causes. Le troisième groupe était représenté par les accidents et causes externes et le quatrième groupe rassemblait les causes mal définies ou inconnues. La liste des chapitres et des codes CIM-10 correspondants est fournie en annexe.

iii. Les caractéristiques sociodémographiques

L'analyse en composante principale (ACP) a été élaborée pour évaluer les niveaux de vie des ménages. Les variables incluses proviennent du recensement initial et concernent les matériaux utilisés pour la construction des logements, les types d'installations sanitaires, l'accès à l'eau potable et d'autres biens tels que les équipements électroniques, les véhicules, les rizières et le bétail. Nous avons extrait la première composante de l'ACP et divisé les scores en terciles. Pour 1,1% des enfants inclus dans l'analyse, il manquait des valeurs à certaines des variables utilisées pour con-

struire le niveau socio-économique, nous avons assigné ces enfants au tercile moyen. Les données recueillies sur les niveaux d'éducation étaient de mauvaise qualité, de nombreuses valeurs étant manquantes, probablement en raison d'une certaine réticence des personnes interrogées à déclarer leur niveau d'éducation et d'une trop grande précision requise dans les niveaux de diplôme. Nous avons donc choisi d'identifier les adultes qui n'avaient jamais été à l'école à partir d'une question sur la fréquentation scolaire actuelle ou passée. Comme les enfants ne vivent pas toujours avec leur père ou leur mère, nous avons conservé le niveau d'éducation du chef de famille dans les covariables.

iv. Analyses statistiques

A partir des dates de naissance, des dates de décès des enfants décédés et des dates d'enquête, nous avons reparti les décès et les personnes-années de suivi en quatre groupes d'âge différents : les nourrissons (moins d'un an), les jeunes enfants (1-4 ans), les enfants plus âgés (5-9 ans) et les jeunes adolescents (10-14 ans). Les taux de mortalité ont été estimés et convertis en risques de décès exprimés en probabilités (${}_nq_x$) (131). Les erreurs types pour les probabilités de la table de survie ont été obtenues à partir de la formule de Chiang (132). Des modèles de régression de Poisson ont été utilisés pour estimer les ratios du taux d'incidence (Incidence Rate Ratio ou IRR). Notre hypothèse est que le nombre de décès, toutes causes confondues, suivait une distribution de Poisson, le logarithme du temps d'exposition étant introduit comme paramètre de décalage. Une variation du paramètre d'échelle a été acceptée pour tenir compte d'une éventuelle surdispersion. Le critère d'information d'Akaike (AIC) a été utilisé pour la sélection pas-à-pas descendante des variables du modèle final. Le modèle complet comprend comme covariables le groupe d'âge et le sexe des enfants, le niveau d'éducation et la religion du chef de ménage, le niveau socio-économique, la taille du ménage et le type de résidence. Sur la base des valeurs de l'AIC, nous avons exclu la religion du chef de famille et la taille du ménage. Le modèle final sélectionné pour tous les groupes d'âge et toutes les causes de décès confondues a été réutilisé pour chaque groupe d'âge séparément, afin de comparer les ratios des taux d'incidence (IRR) entre les groupes d'âge pour la mortalité toutes causes confondues. Puis ce modèle final a été utilisé à nouveau pour chaque catégorie de causes séparément, en ajustant sur les groupes d'âge. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel statistique R (version 3.5.2) (133, 134).

12 Résultats

Au total, 31 078 enfants ont été inclus ; 90,1% d'entre eux avaient moins de 15 ans au moment du recensement initial, tandis que 9,9% sont nés entre le recensement et le premier suivi ; 47,1% des enfants résidaient dans la commune urbaine de Moramanga (Tableau 17). Les deux tiers d'entre eux vivaient dans des ménages de plus de 4 membres. Un enfant sur 15 (6,6 %) a un chef de famille qui n'a jamais été à l'école. Entre les deux séries de collecte de données, 301 enfants sont morts avant d'atteindre l'âge de 15 ans. Le sexe, le milieu de résidence, le niveau socio-économique et la taille du ménage ainsi que le niveau d'éducation du chef de ménage ont tous été associés significativement au décès dans les analyses bivariées.

Tableau 17 Caractéristiques sociodémographique des enfants de moins de 15 ans au recensement initial, selon leur statut de survie à la fin du suivi

Caractéristiques		Vivants N=30 777		Décédés N=301		Total N=31 078		p
		n	%	n	%	n	%	
Age au recensement initial								<0,01
Nés durant la période de suivi		2981	9,7	83	27,6	3064	9,9	
	0 – 4 ans	9814	31,9	152	50,5	9966	32,1	
	5 – 9 ans	9407	30,6	46	15,3	9453	30,4	
	10 – 14 ans	8575	27,9	20	6,6	8595	27,7	
Sexe								<0,01
	Masculin	15425	50,1	174	57,8	15599	50,2	
	Féminin	15352	49,9	127	42,2	15479	49,8	
Type de résidence								<0,01
	Rural	16197	52,6	231	76,7	16428	52,9	
	Urbain	14580	47,4	70	23,3	14650	47,1	
Niveau socio-économique								<0,01
	1er tercile (le plus bas)	10695	34,7	126	41,9	10821	34,8	
	2ème tercile (moyen)	10687	34,7	123	40,9	10810	34,8	
	3ème tercile (le plus élevé)	9395	30,5	52	17,3	9447	30,4	
Nombre de personnes composants le ménage								<0,01
	4 personnes ou moins	10350	33,6	135	44,9	10466	33,7	
	Plus de 4 personnes	20427	66,4	166	55,1	20612	66,3	
Niveau d'éducation du chef de ménage								<0,01
	Jamais scolarisé	2003	6,5	46	15,3	2049	6,6	
	Ayant été scolarisé	28774	93,5	255	84,7	29029	93,4	
Religion du chef de ménage								0,07
	Christianisme	30088	97,7	289	96,0	30371	97,7	
	Non-Christianisme	689	2,2	12	4,0	707	2,3	

Note: 17 enfants ont été enregistrés lors du recensement initial dans le groupe d'âge 10-14. Ils ont atteint leur 15ème anniversaire puis décèdent avant le passage du premier suivi. Ils ont été classés parmi les vivants dans ce groupe car ils ont atteint leur 15ème anniversaire.

Le Tableau 18 présente les indices synthétiques de mortalité pour chaque sexe. Le risque de mourir avant 15 ans était de 58,4 pour 1000 naissances vivantes chez les filles (IC95 % : 57,7-59,0) et de 77,6 pour 1000 naissances vivantes chez les garçons (76,9-78,4). Les risques de décès étaient les plus élevés au cours de la première année de vie, à 31,2‰ (25,5-37,0) et les plus faibles chez les enfants âgés de 10 à 14 ans, à 6,4‰ (5,9-6,8). La mortalité chez les enfants plus âgés et les jeunes adolescents ($_5q_5$) représentait environ un tiers du risque de mourir au cours des cinq premières années de vie.

La sex-ratio de la mortalité augmente avec l'âge allant de 1,1 chez les nourrissons à 2,3 chez les adolescents de 10 à 14 ans. La différence entre la mortalité masculine et féminine était statistiquement significative dans tous les groupes d'âge après le premier anniversaire.

Tableau 18 Taux de mortalité par groupe d'âge chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017)

Quotient de mortalité	Garçons ‰ (IC95 %)	Filles ‰ (IC95 %)	Ensemble ‰ (IC95 %)	Sex ratio
infantile ($_1q_0$)	33,0 (24,6-41,4)	29,5 (21,6-37,4)	31,2 (25,5-37,0)	1,12
juvénile ($_4q_1$)	23,6 (22,1-25,2)	19,0 (17,6-20,4)	21,3 (20,3-22,3)	1,24
infanto-juvénile ($_5q_0$)	55,8 (53,9-57,8)	48,0 (46,2-49,7)	51,9 (50,6-53,2)	1,16
Probabilité de décéder avant son 10ème anniversaire chez les enfants de 5 ans ($_5q_5$)	14,4 (13,5-15,3)	7,1 (6,5-7,8)	10,8 (10,2-11,4)	2,03
Probabilité de décéder avant son 15ème anniversaire chez les enfants âgés de 10 ans ($_5q_{10}$)	8,8 (8,1-9,6)	3,9 (3,4-4,4)	6,4 (5,9-6,8)	2,28
Probabilité de décéder avant son 15ème anniversaire ($_{15}q_0$)	77,6 (76,9-78,4)	58,4 (57,7-59,0)	68,1 (67,6-68,6)	1,33

Les différences croissantes entre les sexes en matière de probabilité de survie reflètent l'évolution des schémas de causes de décès au fur et à mesure que les enfants grandissent. Les fractions de mortalité par cause spécifique obtenues à partir de l'AV sont présentées dans la Figure 21. Fraction de mortalité par cause spécifique, par groupe d'âge, chez les enfants âgés de 0-14 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017). Pour obtenir ces fractions de mortalité par cause spécifique, les causes inconnues et mal définies ont été réparties proportionnellement entre les catégories des groupes I et II. Ils représentaient 7,8 % des décès de nourrissons, 18,8 % des décès d'enfants âgés de 1 à 4 ans, 14,5 % des décès d'enfants âgés de 5 à 9 ans et 13,3 % des décès de jeunes adolescents. Chez les nourrissons, les principales causes de décès étaient la septicémie et les autres maladies infectieuses du nouveau-né (30,2%), la prématurité (16,1%), l'insuffisance respiratoire aigüe (IRA) (14,1%) et les complications intra-partum (13,2%). Chez les enfants âgés de 1 à 4 ans, quatre catégories de maladies infectieuses (IRA, méningite, maladies diarrhéiques et paludisme) ont causé environ la moitié des décès (49 %), tandis que les carences nutritionnelles ont causé environ un décès sur six (16,4 %). Chez les enfants âgés de 5 à 9 ans, les causes de décès étaient encore dominées par les maladies infectieuses et les carences nutritionnelles. En particulier, la méningite a été à l'origine de 19,9% des décès dans cette tranche d'âge. La charge des maladies non transmissibles augmente régulièrement avec l'âge, pour atteindre 26,5 % chez les enfants de 5 à 9 ans et 48,0 % chez les jeunes adolescents. Les décès dans cette catégorie ont été causés par l'épilepsie, les maladies cardiovasculaires et les tumeurs des tissus hématopoïétiques et lymphoïdes. La part des décès par accidents et causes violentes a également augmenté avec l'âge, passant de 1,7 % chez les nourrissons, à 11,9 % chez les enfants de 1 à 4 ans, 18,2 % chez les enfants de 5 à 9 ans et 20 % chez les jeunes adolescents. Les noyades, les accidents de la route et les brûlures représentent les trois premières causes de cette catégorie.

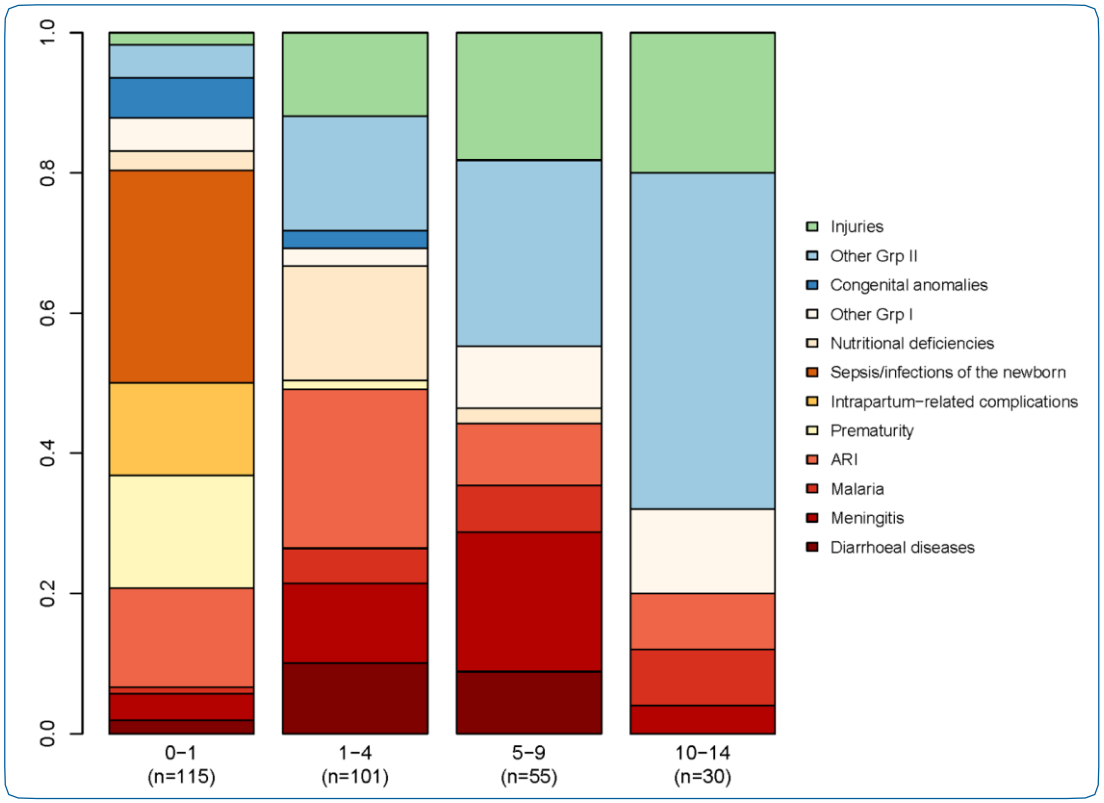


Figure 21. Fraction de mortalité par cause spécifique, par groupe d'âge, chez les enfants âgés de 0-14 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017)

Le Tableau 19 présente les ratios des taux d'incidence (IRR) du modèle final pour la mortalité toutes causes confondues, les groupes d'âge étant inclus parmi les covariables dans le modèle 1 et utilisés comme variable de stratification dans les modèles suivants (modèles 2-5).

En considérant tous les groupes d'âge confondus, les IRR révèlent un avantage important pour les filles, estimés à 0,72 (IC95 % : 0,55-0,94) après ajustement par les autres covariables, mais cet avantage n'est significatif que chez les enfants plus âgés et les jeunes adolescents dans les modèles stratifiés par âge. Le fait d'avoir comme chef de famille un adulte qui a été à l'école a bénéficié aux survies des enfants et cet avantage était significatif dans le modèle global et les modèles stratifiés en dessous de 5 ans. Les enfants nés dans les ménages du tercile le plus élevé connaissaient également des taux de mortalité plus faibles, ce qui était significatif dans le modèle global (IRR : 0,66 (IC95 % : 0,44-0,96)) et pour la mortalité infantile (IRR : 0,669 (IC95 % : 0,379, 0,960)). Les enfants de la commune urbaine avaient des taux de survie bien plus élevés que leurs homologues ruraux. Cet avantage urbain était significatif dans tous les modèles stratifiés par âge. Les IRR suggèrent que les enfants tirent davantage profit de la vie en milieu urbain en vieillissant.

Tableau 19. Ratio des taux d'incidence (IRR) et les intervalles de confiance (IC95 %) en fonction des caractéristiques sociodémographiques inclus dans le modèle pour toutes causes de décès confondues chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorteMHURAM (2012-2017)

Ratio du taux d'incidence (IRR)	(1) Tous les groupes d'âge confondus	(2) 0-1	(3) 1-4	(4) 5-9	(5) 10-14
Infantile (1-4 ans)	0,170*** (0,124 - 0,231)				
Enfants plus âgés (5-9 ans)	0,070*** (0,048 - 0,101)				
Jeunes adolescents (10-14 ans)	0,043*** (0,026 - 0,067)				
Sexe (= féminin)	0,725** (0,555 – 0,944)	0,903 (0,676 – 1,204)	0,797 (0,487 - 1,293)	0,487** (0,271 -0,842)	0,440* (0,153- 1,111)
Chef de ménage ayant été scolarisé	0,542*** (0,379 – 0,800)	0,550** (0,367 – 0,856)	0,542* (0,289 -1,112)	0,564 (0,275 - 0,842)	0,488 (0,162 -2,001)
Niveau socio-économique = moyen (2e tercile)	1,033 (0,773 – 1,379)	1,208 (0,882 – 1,658)	0,963 (0,563 – 1,633)	0,609 (0,320 - 1,126)	1,787 (0,655–5,577)
Niveau socio-économique = le plus élevé (3etercile)	0,660** (0,445 – 0,960)	0,669* (0,379 – 0,960)	0,617 (0,285 - 1,233)	0,703 (0,345 – 1,368)	0,695 (0,149-2,794)
Milieu de résidence (= Urbain)	0,503*** (0,363 – 0,687)	0,652** (0,462 – 0,906)	0,470** (0,251 - 0,833)	0,463** (0,236 - 0,855)	0,239** (0,048–0,772)
Constante	0,085*** (0,056 - 0,126)	0,067*** (0,043 - 0,101)	0,015*** (0,007 - 0,027)	0,008*** (0,004 - 0,016)	0,004*** (0,001 -0,013)
Nombre total de décès	301	113	103	55	30
Durée de suivi (personne-années)	71340	3519	19079	25371	23420

*Note: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01*

Note explicative pour les covariables : Référence

Groupe d'âge : Nourrisson (moins de 1 an), Sexe : Masculin, Niveau d'éducation du chef de ménage : A fréquenté l'école, Niveau socio-économique : Le plus faible (1er tercile), Type de résidence : Rural (les 2 communes rurales : Ambohibary et Ampasimpotsy)

Les IRR obtenus pour la mortalité par causes spécifiques sont présentés dans le Tableau 20, ainsi que les IRR pour la mortalité toutes causes confondues à des fins de comparaison (colonne 1). Dans toutes les catégories de causes, le taux de mortalité diminue au fur et à mesure que les enfants grandissent, mais cette baisse est plus marquée pour les causes associées au groupe I (les maladies infectieuses, néonatales et nutritionnelles). Les taux de mortalité dus à ces causes chez les jeunes adolescents sont environ 70 fois inférieurs à ceux des nourrissons, ce qui reflète le poids élevé des affections néonatales dans ce groupe de causes. En revanche, les IRR pour les groupes d'âge ne sont pas statistiquement significatifs lorsqu'on considère les décès de causes externes (groupe III). Comme indiqué précédemment, les garçons courent un risque plus élevé de mourir, mais la ventilation par catégorie de causes indique que cela est principalement dû aux maladies non transmissibles (groupe II) et à des causes inconnues ou mal définies. L'IRR selon le sexe était le plus bas pour les décès de causes externes et violentes, mais il n'est pas significatif, probablement en raison du faible nombre de décès.

L'avantage de survie des enfants nés dans le tercile le plus riche, observé dans la mortalité toutes causes confondues, est déterminé par les conditions néonatales, infectieuses et nutritionnelles (reflétant peut-être un accès plus faible aux services de santé) et aussi par les causes inconnues et mal définies. Enfin, l'avantage de survie des enfants vivant dans la zone urbaine n'est pas significatif si l'on considère les maladies non transmissibles et les causes externes.

Tableau 20. Ratio du taux d'incidence (IRR) et intervalle de confiance (IC95 %) en fonction des caractéristiques sociodémographiques inclus dans le modèle pour les causes de décès spécifiques chez les enfants de moins de 15 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017)

Ratio du taux d'incidence (IRR)	(1) Toutes causes	(2) Groupe I	(3) Groupe II	(4) Groupe III	(5) Inconnues & mal définies
Infantile (1-4 ans)	0,170***	0,114***	0,297***	1,097	0,396***
	(0,124 – 0,231)	(0,085 – 0,151)	(0,132 – 0,705)	(0,103 – 129,1)	(0,222 – 0,736)
Enfants plus âgés (5-9 ans)	0,070***	0,039***	0,168***	0,711	0,131***
	(0,048 – 0,101)	(0,026 – 0,057)	(0,070 – 0,414)	(0,060 – 85,07)	(0,063 – 0,267)
Jeune adolescent (10-14 ans)	0,043***	0,014***	0,182***	0,488	0,075***
	(0,026 – 0,067)	(0,007 – 0,025)	(0,075 – 0,450)	(0,027 – 61,74)	(0,029 – 0,176)
Sexe (= féminin)	0,725**	0,898	0,515**	0,429	0,597**
	(0,555 – 0,944)	(0,696 – 1,157)	(0,272 - 0,935)	(0,073 – 1,825)	(0,365 – 0,956)
Chef de ménage ayant été scolarisé	0,542***	0,547***	0,509	0,432	0,659
	(0,379 – 0,800)	(0,387 – 0,795)	(0,230 – 1,321)	(0,077 – 5,326)	(0,354 – 1,349)
Niveau socio-économique = moyen (2e tercile)	1,033	1,092	1,554	0,867	0,576**
	(0,773 – 1,379)	(0,827 – 1,444)	(0,793 – 3,147)	(0,171 – 4,133)	(0,334 – 0,967)
Niveau socio-économique = le plus élevé (3e tercile)	0,660**	0,682**	1,113	0,368	0,462**
	(0,445 – 0,960)	(0,463 – 0,984)	(0,483 – 2,512)	(0,020 – 2,698)	(0,221 – 0,888)
Milieu de résidence (= Urbain)	0,503***	0,449***	0,657	1,019	0,287***
	(0,363 – 0,687)	(0,323 – 0,984)	(0,332 - 1,239)	(0,129 - 4,576)	(0,140 – 0,534)
Constant	0,085***	0,062***	0,006***	0,002***	0,009***
	(0,056 – 0,126)	(0,042 – 0,090)	(0,002 – 0,017)	(0,000 – 0,025)	(0,004 – 0,018)
Nombre total de décès	301	181	50	30	40
Durée de suivi (personne-années)	71340	71340	71340	71340	71340

*Note: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01*

13 Discussion

Notre étude a mis en évidence un taux de mortalité élevé chez les enfants et les jeunes adolescents de 0 à 14 ans dans le district de Moramanga. Le risque de décès dans la tranche d'âge 0-14 ans était de 68,1 pour 1000 naissances vivantes (IC95 % : 67,6-68,6). Cela équivaut à peu près à un enfant sur 15 qui meurt avant d'avoir atteint l'âge de 15 ans. Les taux de mortalité diminuaient rapidement avec l'âge, mais le risque de mourir entre 5 et 15 ans restait encore à 17,1‰ (IC95 % : 16,7-17,5). Les taux de mortalité observés dans la cohorte MHURAM étaient proches des estimations nationales de l'Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (IGME) des Nations Unies (124). En 2015, l'estimation nationale du taux de mortalité infanto-juvénile était de 58,1 (IC90 %: 47,1-70,8), contre 51,9 (IC95 % : 50,6-53,2) dans la cohorte. L'estimation nationale du risque de décès dans le groupe d'âge 5-14 ans était de 13,2 (IC90 % : 8,1-20,1), contre 17,1 (IC95 % : 16,7-17,5) dans la cohorte.

La distribution des causes de décès est largement dominée par les maladies infectieuses, néonatales et nutritionnelles. Cette catégorie de causes représente 79,5 % des décès d'enfants de moins de 5 ans. Ce chiffre est conforme aux statistiques de l'OMS, qui fixent ce pourcentage à 81,2% des décès de moins de cinq ans en 2015 au niveau national [17]. Cependant, il existe des différences notables avec les estimations de l'OMS lorsqu'on considère les sous-catégories de cause (Figure 22). En particulier, le paludisme semble causer une plus grande proportion de décès au niveau national (8,6%) que dans la cohorte (2,7%). Ce résultat est attendu car Moramanga est situé à la marge des hautes terres centrales où le niveau de transmission du paludisme reste faible et instable (135). De façon plus surprenante, on constate une grande fraction de décès attribués à la méningite dans la cohorte (7,0%), contrairement à l'estimation de l'OMS (2,7%). La répartition des décès entre les complications intra-partum et les septicémies et autres infections du nouveau-né diffère également entre les deux sources d'estimations, bien que dans l'ensemble ces deux catégories expliquent une part comparable des décès des moins de cinq ans (19% dans la cohorte MHURAM, 25% dans les estimations de l'OMS). De tels écarts par rapport aux estimations de la mortalité par cause basées sur des modèles nécessitent des études supplémentaires sur les AV à Madagascar afin d'élargir les preuves de la charge de morbidité, par exemple dans d'autres cohortes établies dans le pays (136).

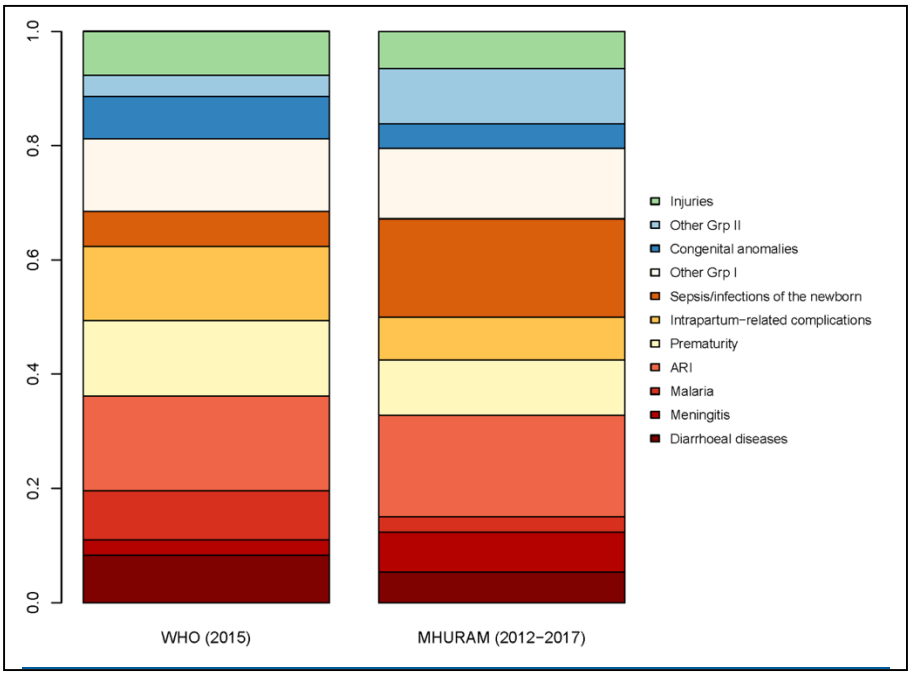


Figure 22. Fraction de mortalité par cause spécifique chez les enfants de moins de 5 ans dans la cohorte MHURAM (2012-2017) et se- lon les estimations de l'OMS pour Madagascar (pour 2015)

Source: WHO, MCEE-WHO methods and data sources for child causes of death 2000-2017 (137)

Les maladies transmissibles et les problèmes nutritionnels sont également responsables d'une proportion importante des décès au-delà de l'âge de 5 ans (47 %). Des stratégies et interventions efficaces et abordables ont été déjà mis en place pour la plupart des maladies infectieuses et elles devraient être étendues pour s'assurer qu'elles bénéficient également aux enfants plus âgés et aux jeunes adolescents (138). Toutefois, il s'avère qu'il est également essentiel de s'attaquer aux problèmes des accidents et causes externes et des maladies non transmissibles chez les enfants âgés de 5 à 14 ans. La plupart des morts violentes dans cette tranche d'âge sont dues à des noyades, des brûlures et des accidents de la route. La littérature sur les noyades dans les pays à faibles et moyens revenus suggère que le fait d'être un garçon, d'avoir moins de 17 ans et de vivre en milieu rural sont les principaux facteurs de risque (139). Les stratégies préventives comprennent la couverture des puits, la clôture des fossés et des étangs, l'organisation de cours de natation dans les écoles primaires notamment dans les écoles publiques et la sensibilisation aux risques de noyade.

Le constat que les maladies non transmissibles représentent un part important des décès à Madagascar n'est pas nouveau. A Antananarivo, les maladies non transmissibles représentent déjà plus de la moitié des décès (8). D'autres études ont également mis en évidence les problèmes des maladies non transmissibles dans les zones rurales chez les adultes (47, 48). Cependant, notre étude est l'une des premières à quantifier la charge des maladies non transmissibles chez les enfants à Madagascar. Dans l'ensemble, la charge de la mortalité due aux accidents et aux maladies non transmissibles exige des investissements dans des stratégies de santé publique allant au-delà de celles qui ont historiquement ciblé les principales causes chez les enfants de moins de 5 ans (140).

Nos résultats montrent que les ménages en milieu urbain enregistrent des taux de mortalité infantile inférieurs à ceux des ménages vivant en milieu rural à Moramanga. Cette covariable était la seule à être significative dans tous les modèles stratifiés par âge. Cet avantage urbain semblait s'accroître à mesure que les enfants grandissaient, et se limitait aux maladies infectieuses, périnatales et nutritionnelles ou à des conditions inconnues et mal définies. Cet avantage urbain a été régulièrement observé en Afrique subsaharienne (141, 142). Comme notre modèle a déjà été ajusté sur le niveau socio-économique des ménages et le niveau d'instruction, cet avantage reflèterait probablement un meilleur accès aux infrastructures de santé. Madagascar compte actuellement un médecin dans le secteur public pour 10 500 habitants, un infirmier pour 8 400 habitants et une sage-femme pour 15 000 habitants (27). Environ 90% des centres de santé de base sont gérés par une seule personne (143). Outre une surcharge de travail importante, affectant à la fois la motivation et la qualité des soins dispensés par les agents de santé, le manque d'équipement et l'isolement lié à l'insécurité posent également des problèmes supplémentaires dans les zones rurales.

Nous avons également constaté une association positive entre le niveau d'instruction des chefs de famille et la probabilité de survie des enfants. Chez les enfants de moins d'un an, c'était le meilleur indicateur de la probabilité de survie, et chez les enfants âgés de 1 à 4 ans, le deuxième indicateur le plus important. Ce résultat correspond à la plupart des publications montrant les effets protecteurs de l'éducation des parents (144-146), bien que des travaux récents suggèrent que le rôle de l'éducation parentale dans la santé de l'enfant s'est considérablement atténué au cours des dernières décennies (147, 148). Dans notre étude, l'association entre la mortalité de l'enfant et l'éducation du chef de famille n'était significative que pour les décès dus à des maladies infectieuses, périnatales et nutritionnelles, et n'a pas été retrouvée au-delà de 5 ans.

Enfin, nous avons observé que le rapport de masculinité de la mortalité augmentait avec l'âge, en relation avec les changements de la contribution de la cause du décès. Les garçons nouveau-nés ont généralement un poids à la naissance plus élevé que les filles en moyenne, mais ils sont plus susceptibles de naître prématurément, ils sont moins résistants aux infections, et le fardeau des malformations congénitales et des affections respiratoires est plus lourd chez eux (149); Cela pourrait expliquer pourquoi le taux de mortalité infanto-juvénile est plus élevé chez les garçons. L'IGME des Nations Unies estime le rapport de masculinité des enfants de moins de 5 ans à 1,18 à Madagascar, un chiffre qui correspond à notre propre estimation dans la cohorte (1,16). Au fur et à mesure que les enfants grandissent, la part des décès dus aux maladies infectieuses diminue, et la proportion de décès due aux accidents et causes externes augmente. En conséquence, le rapport garçons/filles sur la mortalité augmente également. Dans cette cohorte, les taux de mortalité dus à des causes externes étaient plus de deux fois plus élevés chez les garçons, bien que la sex-ratio ne soit pas significative.

Notre étude présentait quelques limites. Premièrement, les causes indéterminées ou mal définies représentent une fraction importante de tous les décès (13,3 %). Pour cette raison, nous avons décidé de les redistribuer entre les causes acceptables pour les résultats descriptifs, mais nous les avons traités séparément dans les régressions pour la mortalité par cause spécifique. Les taux de mortalité dus à des conditions inconnues et mal définies étaient plus élevés dans les ménages les moins riches et en zone rurale. Cela pourrait affecter nos conclusions, par exemple, si elles proviennent de manière disproportionnée d'un seul groupe de causes (par exemple, les maladies non transmissibles). Une autre source d'imprécision peut provenir de la validité des données de l'autopsie verbale. Comme l'AV s'appuie sur des informations fournies par les parents proches ou la personne qui était présente au moment de la survenue de la maladie qui a conduit au décès, leurs réponses peuvent être sujettes à des biais de mémorisation ou à des préjugés culturels. Cependant, les AV demeurent actuellement le seul moyen de compenser l'absence de certification médicale systématique des décès dans les pays où l'état civil est déficient comme à Madagascar. Une troisième limite est liée à la mauvaise qualité des données sur les niveaux d'éducation, qui nous a obligés à utiliser les informations sur la fréquentation scolaire passée du chef de ménage. Comme la collecte de données est en cours depuis octobre 2019 pour le passage suivant, des informations plus détaillées sur le niveau d'éducation pourront être disponibles pour des études ultérieures.

Malgré ces limites, notre étude contribue à enrichir les connaissances sur les schémas des causes de décès et les disparités dans les probabilités de survie des enfants à Madagascar. À notre connaissance, il s'agit de la première étude qui a fait l'état des causes de décès chez les enfants de 0 à 14 ans en communauté. Dans cette cohorte d'enfants, seuls 9% des décès de moins de 15 ans ont été déclarés à l'état civil, et 53% des décès se sont produits à domicile, échappant ainsi aux statistiques des établissements de santé. Ces proportions indiquent que le "scandale de l'invisibilité" (150), où des gens meurent sans entrer dans les statistiques officielles, constitue encore une triste réalité à Madagascar.

Partie 5. L'étude de la morbidité à Moramanga : l'exemple de l'hypertension artérielle (HTA) chez les personnes âgées de 15 ans et plus[3]

14 Introduction

Les maladies cardiovasculaires restent un problème de santé publique majeur à l'échelle mondiale, qui touche aussi bien les pays développés que les pays en développement (151). Environ 80% des décès dans les pays à revenu faible et moyen sont dus à des complications de l'hypertension artérielle (HTA) (152). Au cours des dernières décennies, l'HTA est devenue le cinquième facteur de risque de dégradation de la santé dans les pays en développement (153). Avec l'évolution des modes de vie et de l'urbanisation, de nombreux pays africains connaissent aujourd'hui une prévalence croissante de l'HTA (154-165). Madagascar n'a pas été épargnée par ce problème. Les recherches effectuées à Antananarivo ont montré que la capitale est déjà confrontée à un double fardeau de maladies infectieuses et de maladies non transmissibles, y compris les maladies cardio-vasculaires (22, 125). La plupart des études sur l'hypertension artérielle ont été menées dans des établissements de santé à Madagascar (166, 167) pour estimer sa prévalence, mais très peu a été réalisée en communauté, tant en milieu urbain que rural (48). Notre étude visait à estimer la prévalence et à identifier les facteurs de risque de l'hypertension chez les adultes âgés de 15 ans et plus dans les zones urbaine et rurale à Moramanga.

15 Matériels et méthodes

i. La population et lieu d'étude

Une étude transversale a été menée auprès d'individus âgés de 15 ans et plus dans la zone d'étude de la cohorte MHURAM (la commune urbaine et les 2 communes rurales). L'étude a été réalisée durant la période de recensement initial.

ii. Collecte de données

En plus du questionnaire utilisé pour le recensement initial, les participants à l'enquête sur l'HTA ont également été soumis à un autre questionnaire standardisé sur la mesure et les facteurs de risque de l'HTA. L'administration du questionnaire et la mesure de la pression artérielle (PA) ont été effectuées par des enquêteurs formés, de février à mai 2013 pour la population vivant en milieu rural et d'août 2013 à janvier 2014 pour la population vivant dans la commune urbaine.

La collecte de données a été effectuée tous les jours, y compris les week-ends et les soirs où les gens étaient plus susceptibles d'être retrouvés à leur domicile.

3 Il s'agit d'une reprise avec adaptations d'un article déjà publié Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I, Rogier C, Piola P, Pacaud P. Hypertension, a Neglected Disease in Rural and Urban Areas in Moramanga, Madagascar. PLoS One. 2015;10(9):e0137408. Published 2015 Sep 10. doi:10.1371/journal.pone.0137408

iii. Mesure de la pression artérielle et anthropométrie

La pression artérielle a été mesurée à l'aide d'un tensiomètre numérique automatisé, OMRON M3, avec des brassards de taille appropriée. Deux mesures de la tension artérielle ont été prises après 5 minutes de repos et à au moins 5 minutes d'intervalle. La moyenne de deux lectures de la tension artérielle systolique (TAS) et de la tension artérielle diastolique (TAD) a été utilisée pour décrire la tension artérielle de chaque participant. L'HTA a été définie comme une TAS moyenne ≥ 140 mmHg ou une TAD moyenne ≥ 90 mmHg (168). L'auto-déclaration de prise de médicaments antihypertenseurs prescrits par un médecin au cours des quatre semaines précédant l'enquête a également été définie comme un sujet hypertendu. La déclaration de ces patients traités pendant au moins un mois a été vérifiée à partir des carnets de santé ou de la présence de médicaments au moment de l'enquête.

Les mesures anthropométriques n'étaient pas disponibles dans les zones rurales. La taille et le poids n'ont été enregistrés que dans les zones urbaines. La taille a été mesurée à 0,1 cm près après retrait des chaussures. Le poids a été mesuré au kilogramme près après retrait des chaussures et des vêtements lourds. L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé pour déterminer la fréquence de l'obésité (≥30 kg/m²) en milieu urbain.

iv. Échantillonnage

Cette étude sur l'HTA a eu lieu en même temps que le recensement dans les communes rurales. Quatre fokontany sur 5 ont été inclus dans la commune rurale d'Ampasimpotsy et 3 fokontany sur 12 dans la commune rurale d'Ambohibary. Dans la commune urbaine, l'étude a eu lieu à la fin du recensement de chaque fokontany pour permettre l'échantillonnage aléatoire des participants. Pour chaque fokontany, du milieu urbain, la taille de l'échantillon a été calculée en posant l'hypothèse d'une prévalence égale à 22 %, avec un niveau de confiance à 95 % et une précision de 0,04. La population des fokontany variait de 957 à 4529 habitants. Avec les 13 fokontany du milieu urbain, le nombre de participants variait de 289 à 378 par fokontany. Les 13 fokontany ont tous été inclus pour le milieu urbain.

v. Analyses des données

Les données ont été recueillies sur des tablettes par des enquêteurs préalablement formés. Comme la méthode utilisée en milieu urbain et rural n'était pas similaire, nous avons mené les analyses séparément. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel R sur trois niveaux : descriptif, bivarié et multivarié (169).

Pour le calcul des facteurs de risque, nous avons additionné le nombre de réponses positives aux facteurs de risque connus pour l'HTA (les antécédents de PA supérieure à 130 mmHg pour la TAS ou supérieure à 80 mmHg pour la TAD, les antécédents familiaux d'HTA, la prise récente de poids, la sédentarité, les habitudes alimentaires salés, les habitudes alcoolo-tabagique). Cette évaluation des risques a été classée en 3 groupes : risque élevé si plus de trois réponses positives, risque modéré si 2-3 réponses positives, et risque faible si aucune ou une seule réponse positive. Les caractéristiques de l'habitat et les biens des ménages recueillis lors du recensement ont été utilisés pour évaluer le statut socio-économique en utilisant l'analyse des composantes principales (120, 170). Dans les zones rurales, le nombre de chambres, la possession d'animaux de ferme (poulets,

canards et bétail), et la possession de terres à cultiver (jardins, vergers) et de charrette ont été inclus. En zone urbaine, les caractéristiques de l'habitat (nombre de chambres, type de sol, éclairage, combustible utilisé pour la cuisine, type de toilettes, approvisionnement en eau potable), les biens du ménage (possession de radio, télévision, téléphone portable, réfrigérateur, machine à coudre, véhicule à moteur) et la possession d'animaux (poulet et chien) ont été inclus. Les coefficients ont été calculés en utilisant la valeur de la première composante principale et des scores ont été obtenus sur la valeur codée des variables mentionnées. Les ménages ont été classés en 5 classes par quintile (120, 170) [23].

Les moyennes et les écarts types (ET) ont été calculés pour les variables quantitatives et les proportions pour les variables catégorielles. Le test du chi-carré et le test exact de Fisher ont été utilisés pour l'analyse bivariée. Le p-value < 0,05 a été considérée comme statistiquement significative.

Les variables explicatives associées à une p-value inférieure à 0,15 ont été analysées par régression logistique pour étudier les facteurs de confusion. Un modèle de régression logistique multivarié a été utilisé avec sélection pas-à-pas descendantes des variables non significatives, le statut de l'HTA étant la variable dépendante. Les p-value < 0,05 dans le modèle final ont été considérées comme statistiquement significatives.

vi. Déclaration éthique

Le consentement éclairé écrit du participant a été obtenu avant son inclusion à l'étude sur l'HTA. L'étude a été approuvée par le Comité d'éthique du Ministère de la Santé publique de Madagascar (n° 020-MSANP/CE - 08/02/2013). Pour les individus de moins de 18 ans, un consentement éclairé écrit a été obtenu des parents ou des tuteurs au nom des mineurs participant à l'étude.

16 Résultats

i. Caractéristiques de l'échantillon de l'étude

En milieu rural, 3708 personnes ont été retrouvées à leur domicile et ont accepté de participer à l'étude. Quatre-vingt-sept (2,3 %) personnes ont été exclues de l'analyse à cause de données manquantes. Dans la commune urbaine, 4025 personnes ont accepté de participer à l'étude et les données de 4010 personnes (99,6 %) ont été analysées. Tant en milieu urbain que rural, les femmes ont été davantage incluses car elles avaient plus de probabilité d'être retrouvées à leur domicile que les hommes. Sur les 3621 analysés en zone rurale, 53,6 % étaient des femmes et 56,2 % des 4010 en zone urbaine.

En zone rurale, l'âge moyen et l'écart-type des participants étaient de 35,8±15,3 ans, l'âge maximum était de 100,3 ans et l'intervalle interquartile allait de 23,2-45,6 ans. Parmi les participants vivant en zone rurale, 75,4 % avaient une activité avec un revenu continu, 2,3 % étaient retraités ou en incapacité de travailler, et 4,5 % étaient étudiants, 13,2 % étaient des femmes ou des hommes au foyer et 4,5 % étaient sans emploi.

En zone urbaine, l'âge moyen des participants était de 36,1±15,1 ans, l'âge maximum était de 100,6 ans et l'intervalle interquartile allait de 23,5-46,0 ans. Parmi les participants, 52,7 % avaient

une activité, 6,1 % étaient à la retraite ou en mesure de travailler, 13,6 % étaient étudiants, 22,3 % étaient des femmes/hommes au foyer et 5,3 % étaient sans emploi.

Le Tableau 21 illustre les caractéristiques démographiques et cliniques de la population étudiée dans les zones rurale et urbaine.

Tableau 21 Caractéristiques sociodémographiques des participants à l'étude sur l'hypertension artérielle dans les zones urbaine et rurale de la cohorte MHURAM (2013-2014)

Caractéristiques sociodémographiques	Rural (N=3621)		Urbain (N=4010)	
Sexe				
Homme	1679	(46,4%)	1756	(43,8%)
Femme	1942	(53,6%)	2254	(56,2%)
Âge (en années)				
15-17	317	(8,8%)	321	(8,0%)
18-25	779	(21,5%)	842	(21,0%)
26-35	886	(24,5%)	1032	(25,7%)
36-45	701	(19,4%)	766	(19,1%)
46-55	464	(12,8%)	491	(12,2%)
56-65	300	(8,3%)	369	(9,2%)
Plus de 65 ans	174	(4,8%)	189	(4,7%)
Occupation				
Activité à revenu continu	2728	(75,3%)	2114	(52,7%)
Sans emploi	162	(4,5%)	213	(5,3%)
Les femmes et les hommes au foyer	479	(13,3%)	895	(22,3%)
Étudiants	166	(4,6%)	547	(13,6%)
Retraité ou invalide (pour une autre raison...)	83	(2,3%)	241	(6,1%)
Inconnu	3	(0,0%)	-	
Éducation				
Jamais scolarisé	311	(8,6%)	98	(2,4%)
Scolarisé antérieurement	3148	(86,9%)	3368	(84,0%)
Actuellement scolarisé	162	(4,5%)	544	(13,6%)
Situation matrimoniale				
Célibataire	706	(19,5%)	941	(23,5%)
Marié	1747	(48,2%)	1970	(49,1%)
En cohabitation	730	(20,2%)	612	(15,3%)
Divorcé	211	(5,8%)	206	(5,1%)
Séparé	56	(1,5%)	75	(1,9%)
Veuf	170	(4,7%)	205	(5,1%)
Inconnu	1	(0,0%)	1	(0,0%)
Niveau socio-économique*				
1 quintile (le plus bas)	616	(17,0%)	749	(19,0%)
2e quintile	663	(18,3%)	748	(18,9%)
3e quintile (Moyen)	710	(19,6%)	755	(19,1%)
4e quintile	772	(21,3%)	841	(21,3%)
5e quintile (le plus élevé)	860	(23,8%)	858	(21,7%)

Note : *59 valeurs manquantes en zone urbaine.

ii. Prévalence de l'HTA et traitement

Comme les méthodes utilisées en milieu urbain et rural n'étaient pas similaires, la prévalence de l'hypertension dans chaque zone a été calculée séparément. Elle était de 27,0% (979/3621) [IC95 % :25,6%-28,5%] en zone rurale et de 29,7% (1191/4010) en zone urbaine [IC95 % :28,3%-31,1%]. Les patients sous traitement antihypertenseur pendant au moins un mois étaient de 5,4% (64/1191) [IC95 % :4,1%-6,8%] dans en milieu urbain et seulement de 1,7% (17/979) [IC95 % :1,0%-2,8%] dans les communes rurales. Selon le niveau de PA, 31,3% (20/64) et 47,1% (8/17) des patients ayant reçu un traitement antihypertenseur pendant au moins 1 mois respectivement dans les zones urbaines et rurales avaient une PA très élevée (Tableau 22).

Tableau 22 Répartition des patients sous traitement antihypertenseur pendant au moins 1 mois en zone urbaine et rurale selon le niveau de la pression artérielle (2013-2014)

Niveau de la TA	Rural			Urbain		
	Sous traitement		Total	Sous traitement		Total
	N	(%)		N	(%)	
Non hypertendu (TAS < 140 mm Hg et TAD < 90 mm Hg)	3	(17,6%)	2645	14	(21,9%)	2833
TAS [140-150] mm Hg ou TAD [90-100] mm Hg	4	(23,5%)	471	10	(15,7%)	538
TAS]150-180] mm Hg ou TAD]100-110] mm Hg	2	(11,8%)	375	20	(31,2%)	408
TAS > 180 mmHg ou TAD > 110 mm Hg	8	(47,1%)	130	20	(31,2%)	231
Total	17	(100%)	3621	64	(100%)	4010

iii. Facteurs de risque associés à l'HTA

Facteurs de risque connus

Afin d'estimer le niveau de risque, nous avons additionné le nombre de réponses positives aux questions sur l'exposition aux facteurs de risque connus de l'HTA (les antécédents de pression artérielle supérieure à 130 mmHg pour la pression artérielle systolique ou supérieure à 80 mmHg pour la pression artérielle diastolique, les antécédents familiaux d'HTA, la prise récente de poids, la sédentarité, les habitudes alimentaires salés, le tabagisme, et la consommation d'alcool). Le niveau de risque a été classé en 3 groupes ordinaux : risque élevé si plus de trois réponses positives, risque modéré si 2-3 réponses positives, et risque faible si aucune ou une seule réponse positive (Tableau 23).

Tableau 23. Distribution des facteurs de risque connus et classification des risques dans les zones urbaine et rurale de la cohorte MHURAM 2013-2014

Facteurs de risque de l'HTA	Rural			Urbain		
	Hypertendus		Total	Hypertendus		Total
	n	(%)		n	(%)	
Antécédents de TAS>130mmHg ou du TAD>80mmHg	253	(50,3%)	503	561	(61,4%)	913
Antécédents familiaux d'HTA	381	(26,8%)	1422	698	(33,3%)	2093
Prise récente de poids	184	(24,1%)	765	352	(30,6%)	1152
Sédentarité	76	(29,5%)	258	164	(31,7%)	518
Habitude alimentaire salé	262	(25,5%)	1029	290	(26,7%)	1087
Habitude de fumer	130	(30,6%)	425	206	(32,8%)	628
Consommation d'alcool	229	(29,9%)	766	190	(38,9%)	489
Estimation du risque						
- Faible	*494*	*(24,3%)*	*2035*	*387*	*(21,2%)*	*1822*
- Modéré	*433*	*(30,2%)*	*1435*	*669*	*(34,9%)*	*1915*
- Elevé	*52*	*(34,4%)*	*151*	*135*	*(49,6%)*	*272*

En milieu rural

Nous n'avons pas trouvé d'association statistiquement significative ni entre l'HTA et le sexe ni le niveau socio-économique. Par contre, la prévalence de l'HTA augmente avec l'âge. En analyse bivariée, les personnes âgées de 36 à 45 ans avaient deux fois plus de risque d'être hypertendues que celles âgées de 18 à 25 ans (odds ratio brut OR=2,11 [IC95 %:1,64-2,74]) et le risque des personnes âgées de plus de 65 ans était 10 fois plus élevé (OR=10,6 [IC95 %:7,39-15,47]) (Tableau 24). La situation matrimoniale, le statut d'occupation et le niveau d'instruction étaient également associés significativement à l'HTA (p<0,001).

En évaluant les risques par les réponses positives aux questions sur l'exposition aux facteurs de risque connus de l'HTA, la prévalence augmentait avec le nombre de réponses positives : par rapport à un risque faible (aucune ou une réponse positive), l'OR était égal à 1,64 [IC95 % :1,15-2,31] pour les personnes qui avaient plus de 3 réponses positives.

En analyse multivariée, l'âge croissant, la situation matrimoniale, l'exposition aux facteurs de risque connus et la présence de maux de tête au réveil ont été associés significativement avec l'HTA (Tableau 24). Ajustées à d'autres covariables, les personnes âgées étaient plus susceptibles d'avoir une tension artérielle élevée que les jeunes adultes entre 18 et 25 ans avec un OR ajusté (ORa=11,81 [IC95 % :7,79-18,07]). Les célibataires présentaient un risque de TA élevé plus important que les personnes mariées, indépendamment des autres facteurs (ORa=1,61 [IC95 % 1,20-2,17]).

Tableau 24 : Facteurs de risque associés à l'hypertension artérielle (HTA) en milieu rural dans la cohorte MHURAM 2013-2014

	Participants hypertendus n	(%)	Total N	p	OR	IC95 %	ORa	IC95 %
Age (en années)				<0,0001				
15-17	27	(8,5%)	317		0,52	0,33-0,79	0,45	0,28-0,71
18-25	118	(15,1%)	779		1	-	1	-
26-35	184	(20,8%)	886		1,47	1,14-1,89	1,61	1,23-2,14
36-45	192	(27,4%)	701		2,11	1,63-2,73	2,36	1,77-3,16
46-55	179	(38,6%)	464		3,52	2,68-4,62	4,05	2,99-5,51
56-65	165	(55,0%)	300		6,85	5,08-9,26	7,76	5,56-10,90
Plus de 65 ans	114	(65,5%)	174		10,64	7,39-15,47	11,81	7,79-18,07
Sexe				0,67				
Homme	460	(27,4%)	1679					
Femme	519	(26,7%)	1942					
Occupation*				<0.0001				
Activité à revenu continu	761	(27,9%)	2731		1	1		
Sans emploi	32	(19,8%)	162		0,637	0,42-0,93		
Femmes et hommes au foyer	121	(25,3%)	479		0,875	0,69-1,09		
Étudiants	16	(9,9%)	162		0,284	0,16-0,46		
Retraité ou invalide	47	(56,0%)	84		3,288	2,12-5,12		
Éducation				<0,0001				
Jamais scolarisé	109	(35,0%)	311		1	1		
Scolarisé antérieurement	854	(27,1%)	3148		0,69	0,541-0,884		
Actuellement scolarisé	16	(9,9%)	162		0,20	0,112-0,349		
Situation matrimoniale**				<0,0001				
Célibataire	116	(16,4%)	706		1	1	1	-
Marié	469	(26,8%)	1747		1,87	1,49-2,35	0,62	0,46-0,83
En cohabitation	200	(27,4%)	730		1,91	1,49-2,45	0,77	0,56-1,06
Divorcé	81	(38,4%)	211		3,17	2,25-4,46	1,01	0,67-1,51
Séparé	15	(26,8%)	56		1,86	0,97-3,40	0,62	0,30-1,20
Veuf	97	(57,1%)	170		6,76	4,71-9,75	0,89	0,56-1,41
Niveau socio-économique				0,6				
1er quintile (bas)	162	(26,3%)	616					
2è quintile	183	(27,6%)	663					
3e quintile (moyen)	177	(24,9%)	710					
4e quintile	214	(27,7%)	772					
5e quintile (élevé)	243	(28,3%)	860					
Niveau de risque				0,0001				
Faible	494	(24,3%)	2035		1	1	1	-
Modéré	433	(30,2%)	1435		1,35	1,15-1,57	1,38	1,17-1,62
Elevé	52	(34,4%)	151		1,64	1,14-2,31	1,67	1,14-2,42
Vertiges				0,66				
Oui	497	(27,4%)	1815					
Non	482	(26,7%)	1806					
Acouphènes				0,4				
Oui	515	(27,7%)	1862					
Non	464	(26,4%)	1759					
Mal de tête au réveil				0,006				
Oui	362	(29,9%)	1209		1	1	1	-
Non	617	(25,6%)	2412		0,80	0,69-0,93	0,81	0,69-0,96
Epistaxis				0,4				
Oui	110	(25,3%)	435					
Non	869	(27,3%)	3186					
Diabète				0,16#				
Oui	8	(44,4%)	18					
Non	227	(25,9%)	878					
Inconnu	744	(27,3%)	2725					

Notes : *3 valeurs manquantes, *1 valeur manquante, #test fisher exact.

Milieu urbain

La prévalence de l'HTA augmente aussi avec l'âge. Une association statistiquement significative a été trouvée entre l'HTA et les covariables suivantes en analyse bivariée : le statut d'occupation, l'éducation, la situation matrimoniale, le statut socio-économique, les réponses positives à des risques connus, le diabète et l'IMC. Aucune association significative entre la PA élevée et d'autres variables telles que le sexe et des signes cliniques comme les étourdissements, les acouphènes, les céphalées et l'épistaxis n'a été observée (Tableau 25). En milieu urbain, les personnes âgées de 36 à 45 ans présentaient un risque cinq fois plus élevé d'être hypertendues que celles âgées de 18 à 25 ans (OR=5,58 [IC95 % :4,25-7,39]). Les personnes qui ont déclaré ne pas être diabétiques avaient un risque plus faible d'HTA (OR=0,35 [IC95 % :0,19-0,62]). Dans l'analyse multivariée, l'âge croissant, les réponses positives aux questions sur l'exposition à des facteurs de risque connus et l'obésité ont été associées à l'HTA (Tableau 25). Ajustés sur l'âge et les facteurs de risque de l'HTA, les participants obèses étaient plus susceptibles d'être hypertendus que les autres (ORa=2,45 [IC95 %:1,56-3,86]).

Tableau 25 Facteurs de risque associés à l'HTA en zone urbaine de la cohorte MHURAM 2013-2014

	Participants hypertendus n	(%)	Total N	p	OR	IC95 %	ORa	IC95 %
Âge (en années)				<0,0001				
15-17	20	(6,2%)	301		0,65	0,38-1,06	0,71	0,41-1,16
18-25	78	(9,3%)	764		1	1	1	-
26-35	198	(19,2%)	1032		2,32	1,76-3,09	2,24	1,69-2,99
36-45	278	(36,3%)	766		5,58	4,25-7,39	5,19	3,94-6,91
46-55	239	(48,7%)	491		9,29	6,96-12,51	8,75	6,52-11,86
56-65	232	(62,9%)	369		16,59	12,17-22,83	16,37	11,91-22,73
Plus de 65 ans	146	(77,2%)	189		33,26	22,22-50,73	37,54	24,81-57,92
Sexe				0,14				
Homme	543	(30,9%)	1756					
Femme	648	(28,7%)	2254					
Statut d'occupation*				<0.0001				
Activité à revenu continu	672	(31,8%)	2114		1	1		
Sans emploi	41	(19,2%)	213		0,51	0,35-0,72		
Femmes et hommes au foyer	276	(30,8%)	895		0,96	0,80-1,13		
Étudiants	46	(8,4%)	547		0,19	0,14-0,26		
Retraité ou invalide	156	(64,7%)	241		3,94	2,98-5,22		
Éducation				<0,0001				
Jamais scolarisé	38	(38,8%)	98		1	1		
Scolarisé antérieurement	1109	(32,9%)	3368		0,775	0,51-1,18		
Actuellement scolarisé	44	(8,1%)	544		0,139	0,08-0,23		
Situation matrimoniale*				<0,0001				
Célibataire	124	(13,2%)	941		1	1		
Marié	678	(34,4%)	1970		3,46	2,81-4,28		
En cohabitation	162	(26,5%)	612		2,37	1,82-3,08		
Divorcé	88	(42,7%)	206		4,91	3,51-6,86		
Séparé	20	(26,7%)	75		2,39	1,36-4,07		
Veuf	119	(58,0%)	205		9,12	6,53-12,79		
Niveau socio-économique**				0,001				
1er quintile (bas)	218	(29,1%)	749		1	1		
2è quintile	195	(26,1%)	748		0,858	0,68-1,07		
3e quintile (moyen)	200	(26,5%)	755		0,877	0,70-1,09		
4e quintile	264	(31,4%)	841		1,114	0,89-1,38		
5e quintile (élevé)	294	(34,3%)	858		1,269	1,02-1,56		
Niveau de risque				<0,0001				
Faible	387	(21,2%)	1822		1	1	1	-
Modéré	669	(34,9%)	1915		1,99	1,72-2,30	2,07	1,75-2,44
Elevé	135	(49,6%)	272		3,65	2,80-4,75	3,47	2,58-4,67

	Participants hypertendus n	(%)	Total N	p	OR	IC95 %	ORa	IC95 %
Vertiges				0,231				
Oui	443	(28,6%)	1550					
Non	748	(30,4%)	2460					
Acouphènes				0,159				
Oui	460	(31,1%)	1481					
Non	731	(28,9%)	2529					
Mal de tête au réveil				0.9				
Oui	351	(29,5%)	1189		1	1	1	-
Non	840	(29,8%)	2821		0,80	0,69-0,93	0,81	0,69-0,96
Epistaxis				0,9				
Oui	136	(29,4%)	463					
Non	1055	(29,7%)	3547					
Diabète				0,0001				
Oui	28	(56,0%)	50		1	1		
Non	359	(30,8%)	1167		0,35	0,19-0,62		
Inconnu	804	(28,8%)	2793		0,32	0,17-0,55		
IMC***				<0,0001				
Oui	56	(57,1%)	98		3,26	2,17-4,91	2,45	1,56-3,87
Non	1135	(29,0%)	3910		1	1	1	-

Note : *1 valeur manquante;**59 valeurs manquantes ; ***2 valeurs manquantes

17 Discussion

À notre connaissance, cette étude serait la première étude sur l'HTA en communauté à Madagascar. Dans cette étude sur les adultes âgés de 15 ans et plus menée dans le district de Moramanga, plus d'un quart de la population ont présenté une HTA. Nous avons décidé d'inclure les personnes âgées de 15 ans et plus, considérant que c'est à partir de cet âge que les patients ne sont plus considérés comme des enfants, autrement dit, ils ne sont plus admis dans le service pédiatrique mais dans les services de médecine interne pour adultes de l'hôpital de Moramanga.

La prévalence que nous avons trouvée dans les zones rurale (27,0%) et urbaine (29,7%) correspond aux études menées en Afrique sub-saharienne qui montrent une prévalence de l'hypertension allant de 20% à 50% (151, 154, 155, 158, 165, 171). Toutefois, cette comparaison doit être faite avec précaution car les groupes d'âge utilisés sont différents selon les études. La plupart des études épidémiologiques montrent que la prévalence de l'HTA reste plus élevée en milieu urbain qu'en milieu rural d'un même pays. Notre résultat se rajoute aux études antérieures montrant que la prévalence de l'HTA en Afrique subsaharienne est similaire à celle des pays développés (151, 160). Il est absolument nécessaire de changer la notion dogmatique selon laquelle les principaux problèmes de santé dans les pays en développement sont uniquement les maladies infectieuses et les maladies non transmissibles demeurent les problèmes des pays développés (153, 172).

En outre, parmi les personnes classées comme hypertendues, nous avons constaté des taux de thérapie très faibles (5,4% en milieu urbain et 1,7% en milieu rural). La conscientisation pour le traitement de l'HTA et le contrôle optimal de la tension artérielle n'est pas évident dans les pays en développement (151, 173, 174). La majorité des personnes souffrant d'HTA ne connaissaient pas sa tension artérielle. Même parmi les personnes sous traitement, très peu avaient une tension artérielle inférieure à 140/90 mmHg (17,6% en milieu rural et 21,9% en milieu urbain). Une enquête menée en Tanzanie a montré que seulement 1% des patients hypertendus avaient une tension

artérielle inférieure à 140/90 mmHg (175). Ce manque de sensibilisation à l'HTA peut être dû à une faille dans le système de santé comme dans la plupart des pays subsahariens (164). Dans la zone d'étude, à la date de l'enquête, seulement cinq centres de santé de base publique prennent en charge la population des 2 communes rurales. Le niveau de sensibilisation, de traitement et de contrôle de l'HTA reste alarmant dans les pays en développement (153). L'une des raisons peut être la disponibilité des instruments de base tels qu'un tensiomètre simple et fonctionnel, principalement dans les endroits éloignés comme dans les zones rurales. De plus, le personnel de santé a l'habitude de se concentrer sur les plaintes les plus dramatiques des nombreux patients venant en consultation pour des maladies infectieuses, de problèmes obstétricaux ou de traumatismes avant de penser à l'HTA (153). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, déjà en 2008, le taux de mortalité par cause de maladies non transmissibles était près de deux fois plus élevé que celui des maladies infectieuses à Madagascar (706 contre 408/100 000 hab.); les maladies cardiovasculaires et le diabète étaient responsables des décès de 289/100 000 adultes âgés de 30 à 70 ans (176). Ces informations suggèrent que la gestion de l'HTA demeure difficile, en particulier dans les régions rurales éloignées. Ce faible niveau de sensibilisation associé à une forte prévalence de la maladie nécessite le dé veloppement de stratégies appropriées et rentables pour la prévention et le traitement de l'HTA (172).

De plus, la présente étude a révélé que la prévalence de l'HTA chez les personnes âgées de 36 ans et plus reste élevée (27,4% en milieu rural et 36,3% en milieu urbain). Ce résultat confirme d'autres études montrant que l'HTA touche de plus en plus les jeunes des pays en développement (164, 177). Comme le montrent d'autres résultats de recherche, le risque d'hypertension artérielle augmente avec l'âge (151, 154, 155, 158, 164, 165). Une étude prospective menée en Tanzanie a révélé que les maladies liées à l'hypertension artérielle représentaient 15 % de tous les décès et que la moitié d'entre eux survenaient chez des patients de moins de 65 ans (178). Il est évident que l'absence de soins appropriés de l'hypertension dans les pays à revenu faible contribue de manière significative à la modification de l'espérance de vie et de la productivité.

Dans la présente étude, la prévalence de l'HTA était plus élevée chez les citadins et les personnes obèses. Les zones urbanisées sont favorables au développement de l'obésité (179). Bien que Moramanga se trouve à plus de 100 km de la capitale, les résultats de l'étude ont montré que l'obésité est également présente dans cette région. L'obésité est attribuée à des changements dans les habitudes alimentaires et l'activité physique qui sont le résultat de l'urbanisation et des changements sociétaux (180). Les sous-produits des économies en croissance qui sont déversés sur le marché à des prix plus bas et la prolifération des transports motorisés abordables contribuent à l'augmentation progressive de l'obésité dans les zones urbaines (153). En outre, la hausse de l'obésité est également alimentée par la disponibilité massive des produits alimentaires de type "fast-foods" à des prix abordables, ainsi que les produits riches en graisses, huiles et glucides hautement raffinés servis dans la plupart des restaurants et des fast-foods des zones urbaines (181). De plus, les espaces ouverts, comme les parcs et les propriétés publiques, sont progressivement remplacés par de nouveaux bâtiments et parkings. Les jeunes qui avaient l'habitude de parcourir de longues distances à pied ou à vélo pour se rendre au travail, dans les champs agricoles ou dans les villes semi-rurales s'habituent au transport motorisé, ce qui augmente encore le risque d'obésité (153).

En milieu rural, notre étude n'a pas montré d'association significative entre le sexe et l'HTA. Cependant, les sujets mariés étaient plus protégés contre les TA élevées que les autres. Une expli-

cation de cet effet protecteur de la situation matrimoniale serait qu'en plus de lui-même, il y aurait aussi sa femme ou son mari qui prendrait soin de la personne. D'autres études ont montré l'influence du statut marital sur les facteurs de risque cardiovasculaire (182, 183).

Tant en milieu rural qu'en urbain, les personnes les plus exposées à des facteurs de risque connus (antécédents personnels d'hypertension, antécédents familiaux d'hypertension artérielle, prise de poids récente, sédentarité, habitude alimentaire salé, habitudes de consommation d'alcool) étaient plus susceptibles d'être hypertendues. Les réponses obtenues à ces questions peuvent être influencées par les résultats de la mesure de la PA, mais pour éviter cela, nous avons recommandés aux enquêteurs de ne donner les résultats de la PA de la personne interrogée qu'à la fin de l'entretien. Nos résultats suggèrent que l'hypertension artérielle n'a pas épargné les zones rurales de Madagascar. Il est urgent d'améliorer les connaissances des gens sur les facteurs modifiables de l'hypertension artérielle, c'est-à-dire l'éviction d'un mode de vie sédentaire et l'habitude de manger sainement. Dans certaines régions en développement comme en Afrique, en raison de l'absence de capacité de réfrigération, de fortes concentrations de sel sont utilisées pour la préparation et la conservation des aliments. Cette habitude pourrait aussi avoir contribué au développement de l'hypertension artérielle (153, 179).

Un des avantages de cette étude est la taille importante de l'échantillon, tant en milieu rural qu'en milieu urbain. Toutefois, elle présente certaines limites. Le poids a été pris en zone urbaine et rurale, mais la taille n'a été mesurée qu'en zone urbaine pour des raisons logistiques. L'échantillon n'était pas strictement représentatif, pour le milieu rural, plus de femmes et plus de personnes âgées ont été trouvées à la maison, la répartition par village diffère également (Tableau en annexe 3 comparant la structure de la population d'étude avec le recensement initial dans les communes rurales). Il est important de tenir compte de cette limite avant de généraliser les résultats de cette étude à d'autres populations. Pour des raisons pragmatiques, les deux mesures de la pression artérielle ont été effectuées à une seule occasion, ce qui pourrait surestimer la prévalence de l'hypertension (174). Cependant, selon des études réalisées avec le même processus, cela devrait avoir des effets minimes sur les résultats concernant la comparaison au sein de l'échantillon (164, 174, 184).

Afin de ne pas surcharger le recensement de la population, certains facteurs de risque (rapport taille-hanche, enquête sur l'alimentation) n'ont pas été étudiés lors de cette première étude dont l'objectif principal était d'estimer la prévalence de l'hypertension artérielle dans la communauté de Moramanga. D'autres études s'avèrent nécessaires pour étudier plus profondément les facteurs de risque des maladies cardiovasculaires.

18 Conclusion

Les facteurs de risque qui ont été trouvés dans cette étude ne diffèrent pas des autres recherches sur l'HTA. L'hypertension artérielle est très répandue chez les habitants des zones rurales et urbaines de la région de Moramanga. Une épidémie majeure de maladies cardiovasculaires pourrait être anticipée dans la société malgache qui vieillit progressivement. Il s'agit d'un problème de santé publique majeur. Des lignes directrices pour la prévention de l'hypertension artérielle, des mesures de sensibilisation et des changements dans les modes de vie sont nécessaires. Ces mesures permettraient de réduire la prévalence de l'hypertension artérielle. Enfin, des études supplémentaires sont nécessaires pour révéler le fardeau caché de l'HTA à l'échelle nationale.

Partie 6. L'évolution de l'HTA et du diabète chez les adultes à Moramanga

19 Introduction

Les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2 restent étroitement liés car ils partagent des facteurs de risque communs tels que l'HTA, le tabagisme, la sédentarité. D'une part, les maladies cardiovasculaires représentent la première cause de réduction de l'espérance de vie des personnes diabétiques de type 2 (185). D'autre part, le diabète est une maladie non transmissible grave qui multiplie par 2 voire 3 le risque de développer des maladies cardiovasculaires (186). A l'échelle mondiale, chez la population adulte, la prévalence du diabète, standardisée selon l'âge, a presque doublé depuis 1980, passant de 4,7 % à 8,5 % (187). Au cours de la dernière décennie, la prévalence du diabète a augmenté plus rapidement dans les pays à revenu faible ou intermédiaire que dans les pays riches (187). Et cette tendance pourrait continuer sur plusieurs années en Afrique subsaharienne si des mesures ne sont pas prises pour améliorer le dépistage et la prise en charge pour qu'il n'évolue pas vers les complications sévères voire le décès. La Fédération Internationale du Diabète (IFD) estime que dans cette région, la population atteinte de diabète augmentera de 156% entre 2017 et 2045, alors que cette élévation sera seulement de 16% pour l'Europe (188).

Dans les pays en développement, une faible priorité est accordée au dépistage du diabète. Dans la plupart des cas, la prise en charge reste insuffisante. Sur le continent africain, qui compte de nombreux pays à revenu faible avec des zones rurales étendues, le pourcentage de cas non diagnostiqués est estimé à 69% (188). La plupart de ces pays à revenu faible, comme Madagascar, dispose d'un politique ou d'une stratégie nationale pour le diabète mais leur mise en œuvre reste insuffisante (189). En dehors des grandes villes où la sensibilisation et le dépistage est accessible surtout lors de la journée mondiale du diabète, la documentation du diabète dans la communauté reste très faible en particulier dans les zones rurales.

De même, la prévalence de l'HTA augmente dans le monde entier, en particulier dans les pays à revenu faible. En 2013, selon la Société internationale de l'hypertension (ISH), environ 40 % des personnes de plus de 25 ans souffrent d'hypertension dans le monde et deux tiers d'entre elles vivent dans les pays à revenu faible et intermédiaire (190).

Le diabète et l'HTA constituent les principaux risques cardiovasculaires entraînant des lésions des organes cibles tels que le cerveau, le cœur et les reins.

Ainsi, comme les poids du diabète et de l'HTA restent inconnus dans la communauté, ses complications demeurent aussi difficilement mesurables. Dans les zones où les causes de décès ne sont pas enregistrées, la mortalité attribuable à ces maladies demeurent difficile à estimer, quand le décès ne survient pas dans une formation sanitaire.

Durant le deuxième semestre de 2014, une étude transversale sur le diabète sous deux volets différents a été conduite dans la cohorte à Moramanga, dans le cadre d'un stage pour l'obtention de diplôme de Master en Santé Internationale d'une étudiante de l'Institut de Santé Publique, Epidémiologie et Développement (ISPED Bordeaux). Les objectifs étaient d'évaluer la prévalence du diabète

et de ses facteurs associés au sein de la population de Moramanga, puis de réaliser un état des lieux de la prise en charge de ces patients diabétiques dans les formations sanitaires à Moramanga (191, 192). Un échantillon de personnes a été tiré au sort parmi la base de données du recensement initial de la population âgée de plus de 20 ans. Des mesures de la glycémie ont été réalisées et un questionnaire standardisé a été administré aux individus participants. Parallèlement, un questionnaire standardisé a été également administré aux personnels de santé impliqués dans la prise en charge des patients diabétiques dans la zone. Quelques résultats de cette étude sont retranscrits dans cette partie.

A partir des données du premier suivi en 2016-2017, nous avons pu mettre à jour le statut de survie des participants dans ce projet, ainsi que des participants dans le projet sur le dépistage de l'HTA à Moramanga décrite dans la partie précédente. Les objectifs de cette partie sont d'étudier les tendances de survie et d'identifier les facteurs de pronostiques de décès par cause cardiovasculaire ou de diabète dans cette sous-population de la cohorte à Moramanga.

20) Matériels et méthodes

i. Population d'étude

La population concernée par cette recherche est composée de la population qui a participé au dépistage du diabète ou de l'hypertension artérielle.

- Projet sur l'hypertension artérielle : décrite dans la partie précédente

La participation était volontaire dans 8 fokontany durant le recensement dans les communes rurales de Moramanga. Pour la commune urbaine, un tirage au sort aléatoire a été fait dans les 13 fokontany de la commune urbaine. Pour rappel, les données de 7631 individus âgés de 15 ans et plus, 3621 en rural et 4010 en urbain, ont été incluses et analysées dans ce projet.

- Projet sur le diabète

La population cible de ce projet était composée de la population adulte âgée de 20 ans et plus ayant résidé depuis au moins 5 ans à Madagascar et présente dans la base de données de la cohorte MHURAM. La taille de l'échantillon de ce projet a été estimée avec une précision Δ de 1%, un intervalle de confiance à 95% et une prévalence attendue à 3,33% (estimation de la Fédération Internationale du Diabète en 2013 pour Madagascar), le nombre minimum de répondant était de 1237. Afin de tenir compte d'éventuels refus et des absences, un total de 1560 individus a été prévus dans la population. Au final, les données de 1424 individus ont été incluses et analysés dans ce projet.

- Ensemble de la population dans les 2 projets

Afin d'étudier la survie des individus qui ont participé à l'un ou à l'autre de ces deux projets, nous avons rassemblé les données et nous les avons recherchées parmi les individus visités lors du premier suivi de la cohorte MHURAM en 2016-2017.

ii. Les données prises en compte pour l'ensemble de la population

Les données incluses dans cette partie regroupent les informations dont les questions posées étaient identiques et collectées dans les deux projets :

○ les données sociodémographiques des participants :
  ▪ le sexe et l'âge ont été redemandés pour vérification,
  ▪ le niveau d'éducation, le type de résidence ont été repris à partir de la base de données du recensement initial ;
  ▪ le niveau socio-économique : déjà établi à partir des données collectées sur le patrimoine et les biens possédés et utilisé dans les analyses sur l'HTA décrites dans la partie précédente ;

○ les facteurs comportementaux au moment de l'enquête:
  ▪ la consommation de tabac :
  - Dans le projet sur l'HTA, elle a été évaluée d'après la déclaration des répondants sur le fait de fumer régulièrement (cigarettes, cigares ou pipe) au moment de l'enquête ; La consommation de tabac non fumé (à priser ou à chiquer notamment), n'a pas été mesurée.
  - Dans le projet sur le diabète : la consommation de tabac fumé a été quantifiée en paquets-année (PA) : nombre de paquet par jour multiplié par le nombre d'années de consommation. Puis les participants ont été classés en 5 catégories : aucun tabagisme, tabagisme léger : 1 à 5 PA, tabagisme moyen : 6 à 11 PA, tabagisme lourd : 12 à 23 PA, tabagisme très lourd : 24 PA ou plus.
    Dans notre étude, les individus qui ne fumaient pas régulièrement dans le projet HTA et les individus classés dans les catégories : aucun tabagisme et tabagisme léger ont été regroupés comme non consommateur régulier, les autres ont été rassemblés dans les consommateurs réguliers de tabac.
  ▪ la consommation d'alcool :
  - Dans le projet sur l'HTA, les participants ont été demandés sur leur consommation régulière d'alcool ;
  - Dans le projet sur le diabète, la consommation d'alcool a été évaluée dans les 12 derniers mois avant l'enquête. Elle a été répartie en: pas de consommation dans les 12 derniers mois, moins d'une fois par mois dans les 12 derniers mois, 1 à 3 jours par mois, 1 à 4 jours par semaine, 5 à 6 jours par semaine et consommation quotidienne.
  - Dans notre analyse, les individus qui ne consommaient pas régulièrement d'alcool dans le projet HTA ont été regroupés avec les individus qui n'avaient pas de consommation dans les 12 derniers mois ou avaient moins d'une fois par mois. Les autres ont été rassemblés dans les consommateurs d'alcool.

○ les données concernant le diabète et l'HTA :
  ▪ le statut connu comme étant diabétique ou hypertendu; un individu est défini comme diabétique si, au moment de l'enquête :
  - il était sous traitement antidiabétique, ou il a été diagnostiqué diabétique dans les 12 derniers mois avec une mesure de la glycémie à domicile ≥ 2 g/l, le carnet de santé à l'appui dans les 2 cas ;
  - il a été reconnu comme diabétique (glycémie à jeun ≥ 1,26g/l ou Hyperglycémie provoquée par voie orale HGPO ≥ 2g/l ou Hémoglobine glyquée HbA1c ≥ 6,5%)

Un individu est défini comme hypertendu à partir de la définition utilisé dans le projet décrit précédemment (L'HTA a été définie comme une TAS moyenne ≥ 140

mmHg ou une TAD moyenne ≥ 90 mmHg (168). L'auto déclaration de prise de médicaments antihypertenseurs prescrits par un médecin au cours des quatre semaines précédant l'enquête a également été définie comme un sujet hypertendu. La déclaration de ces patients traités pendant au moins un mois a été vérifiée à partir des carnets de santé ou de la présence de médicaments au moment de l'enquête.)

- les antécédents personnels de diabète ;
- les antécédents familiaux de diabète ou d'HTA.

Les informations utilisées à partir des données du premier suivi de 2016-2017 sont :

- l'état de survie au moment de l'enquête;
- en cas de décès : la cause si l'autopsie verbale a été faite.

iii. Analyses des données

• Les incidences cumulées en analyses de survie avec risque compétitifs

L'évènement d'intérêt de notre étude est constitué par le décès dont la cause probable est une maladie de l'appareil circulatoire ou le diabète (notons cause 1 par exemple) en sachant que l'individu peut mourir d'autre cause (cause 2) (Figure 23. Exemple de figure montrant le processus stochastique à trois états pour les modèles à risques compétitifs (ici pour 2 causes de décès). Cette situation correspond à l'analyse de survie en présence d'évènements à risque concurrents, dont le modèle de référence le plus adapté est l'approche de Fine et Gray (193).

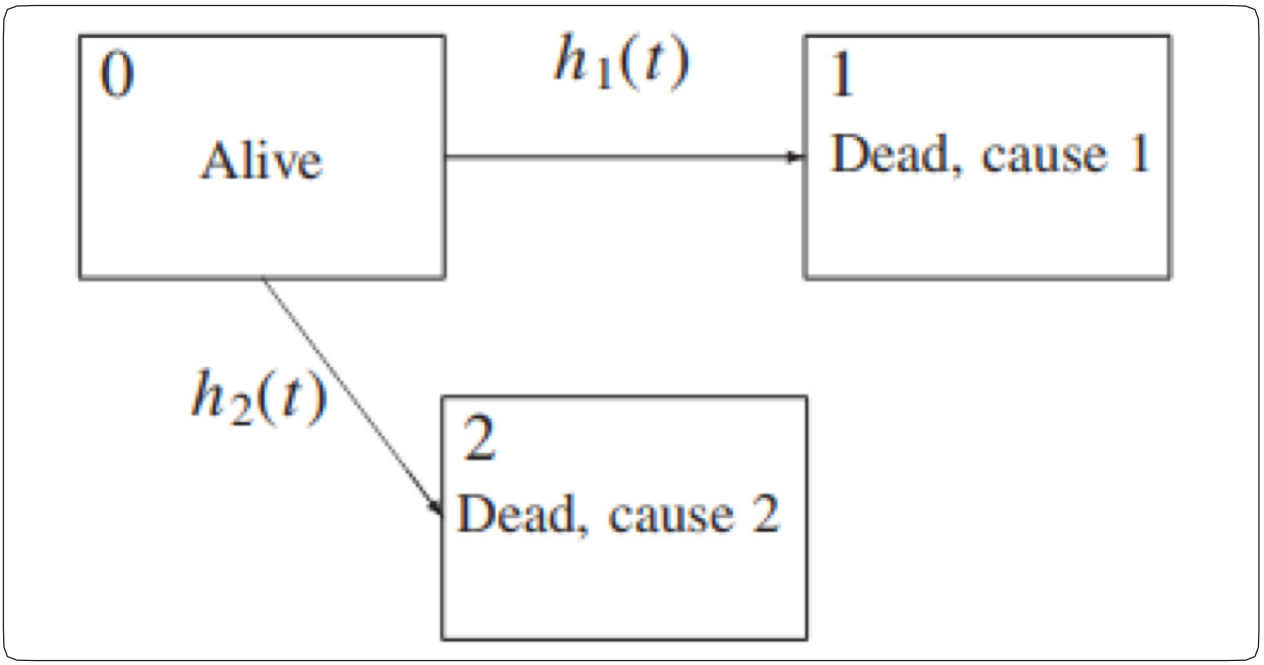


Figure 23. Exemple de figure montrant le processus stochastique à trois états pour les modèles à risques compétitifs (ici pour 2 causes de décès)

Source : Andersen et al. (194)

Pour rappel, dans l'analyse de survie, on étudie le temps d'apparition de l'événement (dont le décès). La probabilité F(t) de mourir avant le temps t, est présentée sous la fonction de distribution cumulative également nommée en épidémiologie 'fonction d'incidence cumulée' (cumulative incidence function (CIF)). La probabilité F(t) peut être estimée comme la fréquence relative des

temps de survie inférieurs à t si le temps avant le décès a été observé pour chacun des individus dans l'échantillon (195).

Le concept qui correspond au taux dans l'analyse de survie est caractérisée par la fonction de risque ou 'hazard ratio *[h(t)]'* qui fournit une description dynamique du risque instantané d'apparition de l'événement étudié (le décès) jusqu'au temps t. La fonction de risque cumulée [H(t)] représente *[h(t)]* ajouté au cours du temps de 0 à t. Contrairement à *h(t)*, H(t) n'a pas d'interprétation probabiliste simple. Toutefois, la courbe de $\widehat{H}$(t) par rapport à t peut fournir des informations utiles quand la pente se rapproche de *h(t)* (194). La fonction de survie $\hat{S}\ (t)$ peut être estimée de manière non paramétrique à l'aide de l'estimateur de Kaplan-Meier. En absence de risques concurrents, il existe une correspondance unidirectionnelle entre S(t) et H(t), qui s'exprime selon les relations suivantes :

$$S(t) = e^{-H(t)} \text{ et } F(t) = 1 - e^{-H(t)} \text{ (194)}$$

En présence de risques concurrents, la CIF ne peut pas être directement lié à la fonction de risque cumulée. Contrairement au modèle de Cox habituellement utilisé en analyse de survie dans une cohorte, on ne soustrait pas des sujets à risque les personnes ayant présenté un événement concurrent. Si on prend l'exemple de la Figure 23 avec 1= événement d'intérêt et 2= événement concurrent, la fonction d'incidence cumulée (CIF), définit comme la probabilité de subir l'événement d'une cause r (r=1…k et k est le nombre d'évènements concurrents) jusqu'à un temps t, peut alors s'écrire :

$$F_r(t) = = \int_0^t S(s) * h_r\,(s) * ds\ pour\ r\ =\ 1 \ldots k$$

où $S(s) = e^{-H_1(s)-H_2(s)}$ est la fonction de survie au temps s et est déterminé par l'événement d'intérêt (codé=1) et l'événement concurrent (codé=2) et $h_r(s)$ le taux de risque spécifique à la cause r (196). Ce dernier s'écrit également par certains auteurs comme $\lambda_r\ (t)$ où pour un événement r :

$$\lambda_{\mathrm{r}}(\mathrm{t}) = \lim_{\Delta \mathrm{t} \to 0} \frac{\Pr(t \le T < t + \Delta t, R = r | T \ge t\ \cup (T \le t \cap R \ne r))}{\Delta \mathrm{t}}$$

$$\lambda_{\mathrm{r}}(\mathrm{t}) = -\frac{d}{dt} \log(1 - I_r(t))$$

où $I_r(t) = F_r(t) = \Pr(T \le t, R = r)$ représente la fonction d'incidence cumulée pour un événement *(r=1,…,k)* (197).

La courbe de la fonction d'incidence cumulée est utilisée pour représenter la survenue de tous les évènements au cours du temps. Le test de Gray a été donc utilisé pour la comparaison des fonctions d'incidences cumulées entre les groupes (198).

- Le modèle de régression et sélection des variables en analyse de survie avec risques compétitifs

Pour chaque variable explicative, le modèle de Fine et Gray permet d'obtenir un hazard ratio (appelé risque de sous-distribution ou subdistribution hazard ratio (SHR)), qui va exprimer de façon non biaisée le lien entre cette variable et l'événement d'intérêt (199).

La méthode de Fine et Gray a adopté un modèle semi paramétrique de proportionnalité des risques pour le SHR d'un événement r pour un sujet avec un vecteur covariable X selon la formule suivante :

$$\lambda_r(t|X) = \lambda_{r0}(t)\exp(\beta_r^T X)$$

où λ_{r0}(t) est le SHR de base de la cause r et β_r le vecteur de coefficients des covariables.

Le critère d'information Bayésien (Bayesian information criteria (BIC)) a été utilisé pour la sélection des variables dans le modèle final (200). Le modèle complet comprend comme covariables l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le niveau socio-économique, le type de résidence,

le tabagisme, l'alcoolisme, les antécédents personnels de diabète, les antécédents familiaux de maladies cardiovasculaires ou de diabète. Le modèle final a été obtenu sur la base de la plus petite valeur de BIC obtenue.
L'hypothèse de proportionnalité des SHR dans le modèle final a été vérifiée à l'aide des graphiques des résidus de Schoenfeld : les résidus devraient présenter une moyenne constante dans le temps.

- Estimation attendue du CIF basé sur le modèle final

Pour une cause r, la valeur attendue du CIF peut être calculée comme suit :

$$\widehat{I_r}(t) = 1 - \exp(-\widehat{H_r}(t))$$

x où $\hat{H}_r(t)$ est le risque de sous-distribution cumulé (SHR) estimé pour l'événement d'intérêt obtenu pour une valeur de covariable spécifique (201).
Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R® (134) à l'aide des packages survival et cmprsk, et les fonctions *CumIncidence* et *crr* élaborées par Scrucca et al (197, 201).

21) Résultats :

Parmi les 9055 données obtenues à partir des 2 projets (respectivement 7631 et 1424 individus dans le projet HTA et diabète), 301 ont participé dans les 2 projets, les informations recueillies durant le projet diabète (enquête plus récente) ont été conservées pour ces individus. Le flowchart de la Figure 24 (Diagramme des individus participants dans les projets HTA et/ou diabète et qui ont été retrouvés dans la base de données du suivi 2016-2017) détaille les individus inclus dans cette analyse. Au final, les données de 8294 individus ont été utilisées.

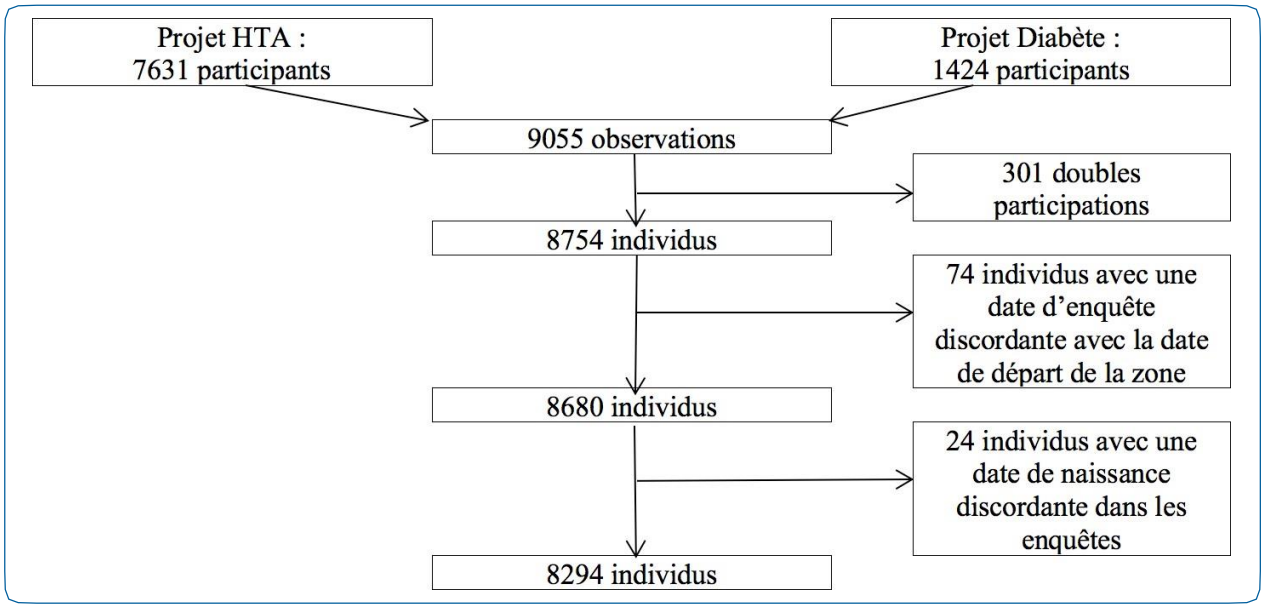


Figure 24) Diagramme des individus participants dans les projets HTA et/ou diabète et qui ont été retrouvés dans la base de données du suivi 2016-2017)

i. Caractéristiques de la population étudiée

Parmi les 8294 individus, l'âge moyen des participants était de 36,5 ans (ET=15,2), avec un âge minimum de 15 ans et un maximum de 100,1 ans. Une différence significative a été mis en évidence entre les décédés et les vivants selon la moyenne d'âge, dans le groupe des décédés, l'âge moyen était de 57,3 ans (ET=19,1) et chez les individus vivants, l'âge moyen était de 36 ans (ET=14,8) ($p<0,001$). Plus de 54% étaient des femmes (4501 participantes), et il y avait plus de population vivant en milieu urbain (4380 individus soit 52,8%). Une personne sur 10 (10,1%) n'a jamais été

scolarisée. Entre les périodes de collecte de données (en posant comme baseline : la date de l'enquête HTA ou diabète), 208 individus étaient décédés. L'âge, le sexe, et le niveau d'éducation ont été associés significativement au décès dans les analyses bivariées.

Tableau 26 Caractéristiques sociodémographiques des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon leur statut de survie à la fin du suivi

Caractéristiques	Vivants N=8086		Décédés N=208		Total N=8294		p
	n	%	n	%	n	%	
Sexe							<0,001
Masculin	3674	45,4	119	57,2	3793	45,7	
Féminin	4412	54,6	89	42,8	4501	54,3	
Type de résidence							0,11
Rural	3804	47,0	110	52,9	3914	47,2	
Urbain	4282	53,0	98	47,1	4380	52,8	
Niveau socio-économique							0,69
1er quartile (le plus bas)	1868	23,5	46	22,4	1914	23,5	
2ème quartile (bas)	2012	25,3	59	28,8	2071	25,4	
3ème quartile (élevé)	2012	25,3	52	25,4	2064	25,3	
4ème quartile (le plus élevé)	2046	25,8	48	23,4	2094	25,7	
Niveau d'éducation							0,02
Jamais scolarisé	806	10,0	31	14,9	837	10,1	
Ayant été scolarisé	7278	90,0	177	85,1	7455	89,9	

Concernant les habitudes tabagiques et la consommation d'alcool, ces facteurs n'ont pas été associés significativement au décès (Tableau 27. Habitudes tabagiques et consommation d'alcool des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon leur statut de survie à la fin du suivi).

Tableau 27 Habitudes tabagiques et consommation d'alcool des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon leur statut de survie à la fin du suivi

Facteurs de risques de maladies cardiovasculaires et diabète	Vivants N=8086		Décédés N=208		Total N=8294		p
	n	% (IC95 %)	n	% (IC95 %)	n	% (IC95 %)	
Consommation régulier de tabac	985	12,2 (11,5-12,9)	27	13,0 (8,9-18,5)	1012	12,2 (11,5-12,9)	0,81
Consommation régulier d'alcool	1352	16,7 (15,9-17,5)	37	17,8 (13,0-23,8)	1389	16,7 (15,9-17,5)	0,75

Les antécédents personnels de HTA ou diabète ne sont pas associés significativement au décès (p=0,10). Toutefois, on constate que parmi ceux qui ont déclarés avoir des antécédents de HTA ou diabète, 6% sont décédés dans la population contre 2,8% chez ceux qui n'ont pas d'antécédents de HTA ni diabète et 2,4% chez ceux dont leurs antécédents restent inconnus (Figure 25. Antécédents personnels et familiaux de diabète ou d'HTA des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète). Concernant les antécédents familiaux de diabète ou d'HTA, il y avait plus de décès dans la population qui n'avait pas d'antécédent familial (3%) que dans la population qui en avait (1,9%) ou qui n'en connaissait pas (1,9%) (p=0,01).

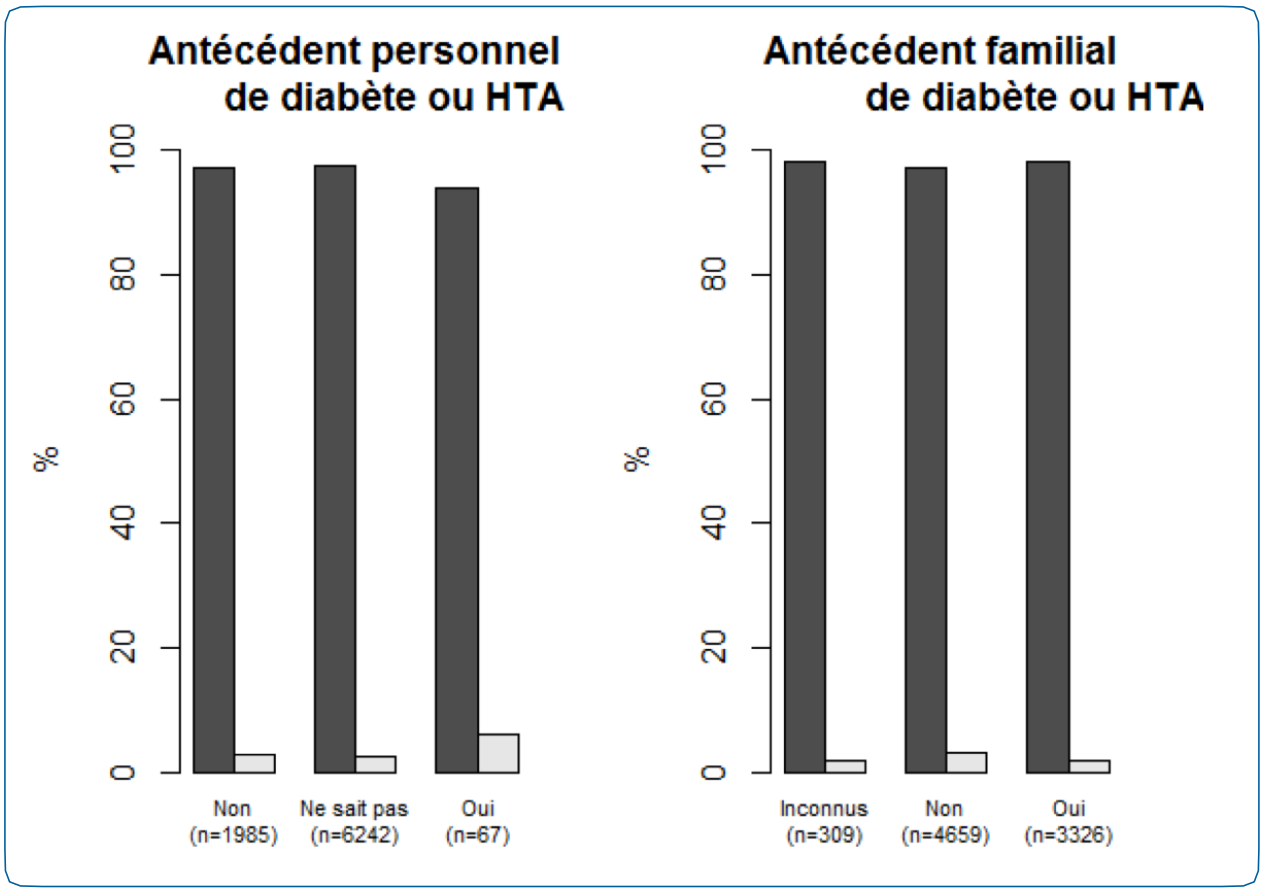


Figure 25⧫ Antécédents personnels et familiaux de diabète ou d'HTA des individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète

ii. Répartition de l'HTA et du diabète dans la population d'étude

Parmi les 8294 participants dans le projet HTA et/ou diabète, il y avait 2393 individus diagnostiqués hypertendus dont 14 étaient aussi diagnostiqués diabétiques et 6 diabétiques avec une TA normalisée au moment de l'enquête. Au total, il y avait donc 2399 individus ayant été diagnostiqués comme étant diabétique ou hypertendu parmi la population (Tableau 28. Diagnostic d'hypertension artérielle et de diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète en 2014).

Tableau 28⧫ Diagnostic d'hypertension artérielle et de diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète en 2014

Présence d'hypertension artérielle*	Non hypertendu N=5897		Hypertendu N=2393		Total N=8294	
	n	%	n	%	n	%
Présence de diabète						
oui	6	30,0	14	70,0	20	100
non	894	69,5	392	30,5	1290	100
Inconnus**	4997	71,5	1987	28,5	6984	100

Note : * 4 statuts inconnus pour l'HTA ; ** ces individus n'ont pas participé à l'enquête sur le diabète.

Parmi les individus qui ont participé dans l'enquête HTA et/ou diabète, le Tableau 29(Répartition de l'HTA et du diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA

et/ou diabète, selon son statut de survie à la fin du suivi) montre les individus diagnostiqués comme hypertendus ou diabétiques au moment de l'enquête. Parmi les individus notés décédés lors du suivi 2016-2017, et parmi les individus diagnostiqués comme hypertendus, 4,9% étaient décédés contre seulement 1,9% dans la population non hypertendue ; et parmi les diabétiques, 5% étaient décédés parmi les sujets diagnostiqués.

Tableau 29 Répartition de l'HTA et du diabète parmi les individus âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète, selon son statut de survie à la fin du suivi

Présence d'hypertension artérielle ou de diabète	Vivants N=8086		Décédés N=208		Total N=8294	
	n	%	n	%	n	%
HTA*						
Présence	2276	95,1	117	4,9	2393	100
Absence	5806	98,5	91	1,5	5897	100
Diabète						
Présence	19	95,0	1	5,0	20	100
Absence	1269	98,4	21	1,6	1290	100
Inconnus**	6798	97,3	186	2,7	6984	100

Note : *4 statuts inconnus ; ** ces individus n'ont pas participé à l'enquête sur le diabète

Parmi les 208 décès, 177 ont fait l'objet d'une autopsie verbale (AV). Les causes de décès ont été classées selon la CIM-10 avec les catégories à 3 caractères (202). Dans la présente analyse, à cause du nombre peu élevé des décès et les causes identifiées, un regroupement selon les chapitres du code CIM-10 a été fait. La principale cause de décès retrouvée dans la population est constituée par les maladies de l'appareil circulatoire qui concernent plus fréquemment les femmes (31,5%) que les hommes (22,7%). Chez les hommes, les autres principales causes sont les causes externes et traumatismes (15,1%) et les maladies de l'appareil digestif tandis que chez les femmes, ce sont les causes externes et traumatismes (9%) et les maladies respiratoires (7,9%) (Tableau 30. Répartition des causes de décès regroupées par chapitre de la CIM-10 selon le sexe des décédés durant la période d'enquête HTA/Diabète et l'enquête de suivi).

Tableau 30 Répartition des causes de décès regroupées par chapitre de la CIM-10 selon le sexe des décédés durant la période d'enquête HTA/Diabète et l'enquête de suivi

Causes de décès regroupées par chapitre de la CIM-10	Homme N=119		Femme N=89		Total N=208	
	n	%	n	%	n	%
Certaines maladies infectieuses et parasitaires (A00-B99)	9	7,6	2	2,2	11	5,3
Tumeurs (C00-D48) ou maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire (D50-D89)	5	4,2	6	6,7	11	5,3
Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (E00-E90)	2	1,7	3	3,4	5	2,4
Troubles mentaux et du comportement (F00-F99)	5	4,2	0	0,0	5	2,4
Maladies de l'appareil circulatoire (I00-I99)	27	22,7	28	31,5	55	26,4
Maladies de l'appareil respiratoire (J00-J99)	10	8,4	7	7,9	17	8,2
Maladies de l'appareil digestif (K00-K93)	12	10,1	2	2,2	14	6,7
Maladies de l'appareil génito-urinaire (N00-N99)	0	0,0	2	2,2	2	1,0
Grossesse, accouchement et puerpéralité (O00-O99)	0	0,0	2	2,2	2	1,0
Causes mal définies et inconnues (R95-R99)	15	12,6	14	15,7	29	13,9
Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externes (S00-T98) ou causes externes de morbidité et de mortalité (V01-Y98)	18	15,1	8	9,0	26	12,5
Pas d'information (AV non effectuée)	16	13,4	15	16,9	31	14,9

Les maladies de l'appareil circulatoire sont dominées par les maladies cérébrovasculaires (I60-I69) (22/55), les autres formes de cardiopathies (I30-I52) (21/55), les maladies hypertensives (I10-I15) (7/55) et les cardiopathies ischémiques (I20-I25) (3/55). Les deux décès restants ont été diagnostiqués comme maladies des artères (I70-I79) et des veines (I80-I89).

Les causes de décès des cinq individus décédés dans le groupe de maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques ont tous été diagnostiqué comme le diabète (E14).

Au total, il y eu donc 60 décès par maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète parmi les 208 décès.

iii. Analyses de survie avec risques compétitifs de la population

Parmi les 2399 individus ayant été diagnostiqués comme étant diabétiques ou hypertendus dans la population, 117 décès ont été enregistrés dont 38 de maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète, 42 d'autres causes et 37 de causes inconnues. Autrement dit, 63,3% des décès par maladies de l'appareil circulatoire sont issues de personnes antérieurement diagnostiquées comme hypertendues ou diabétiques. Pour les autres causes, 61,7% des causes qui étaient indéterminées et 47,7% des autres causes étaient des individus diagnostiqués malades (HT ou diabète) au moment de l'enquête HTA ou diabète (Tableau 31. Répartition des causes de décès dans la population âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète).

Tableau 31 : Répartition des causes de décès dans la population âgés de 15 ans et plus ayant participé au projet HTA et/ou diabète

Caractéristiques de l'individu	Causes de décès							
	Maladies de l'appareil circulatoire (I00-I99) ou diabète (E14) n=60		Autres causes n=88		Causes indéterminées n=60		Total N=208	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Hypertendus ou diabétiques	38	63,3	42	47,7	37	61,7	117	56,2
Autres	22	36,7	46	52,3	23	38,3	91	43,8

Les courbes de l'incidence cumulée qui représentent la survenue des décès au cours du temps est représentée sur la figure 26. La comparaison de ces courbes de l'incidence cumulée des individus diagnostiqués hypertendus ou diabétiques et des autres individus montrent une différence statistique pour les décès dus à une maladie de l'appareil circulatoire ou diabète (codée 1) ($p<0,0001$), une différence statistiquement significative également pour les autres causes de décès (codée 2) ($p=0,0001$) et les décès de causes indéterminées (codée 9) ($p<0,0001$). A partir de 10 mois de suivi, la probabilité de décès des individus ayant été diagnostiqués malades (HT ou diabète) était plus élevée que pour les autres individus ('Others') quelle que soit la cause de décès. Autrement dit, les incidences cumulées des décès des personnes qui n'ont pas été diagnostiquées comme hypertendues ou diabétiques ('Others'), même pour une cause de maladies de l'appareil circulatoire (I00-I99) ou de diabète (E14) restent plus faibles que l'incidence cumulée des décès des personnes diagnostiquées hypertendues ou diabétiques. Le risque de décès par cause de maladie de l'appareil circulatoire ou de diabète, est de 3,4‰ chez les individus ayant été diagnostiqués hypertendus ou diabétiques après une période de 10 mois, double (6,5‰) à 20 mois et atteint 25,8‰ à 50 mois de suivi ; tandis qu'elle est de 1,2‰ chez les autres participants à 10 mois, 2‰ à

20 mois et 4‰ à 50 mois. Les valeurs des incidences cumulées avec leurs intervalles de confiances à 95% et les courbes de l'incidence sont présentées en annexe.

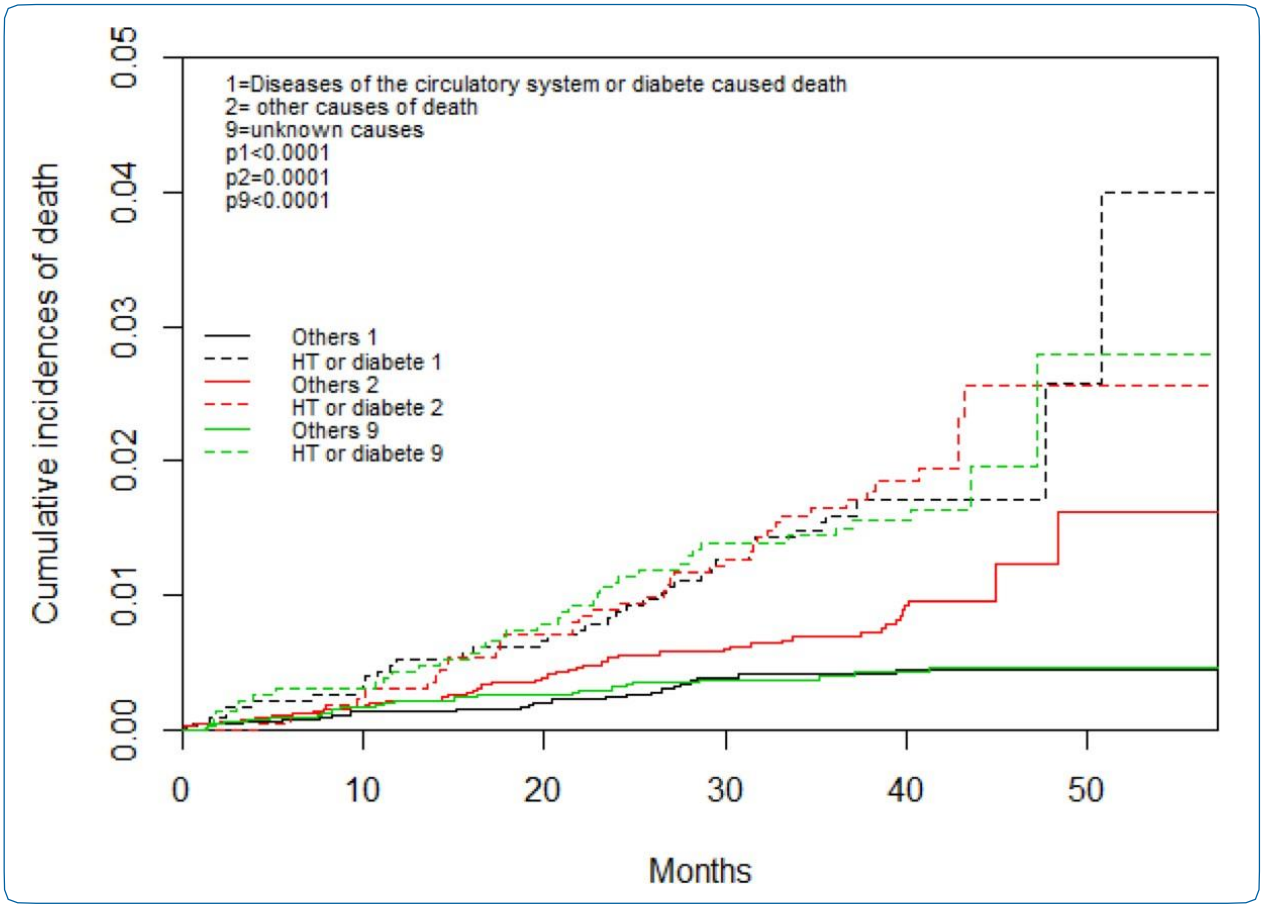


Figure 26 : Courbe de l'incidence cumulée des risques concurrents de décès par maladies de l'appareil circulatoire et autres causes de décès pour la cohorte de population diagnostiquées hypertendues ou diabétiques et les autres

Pour les analyses de régressions, les données manquantes sur le niveau socio-économique, le niveau scolaire et le tabagisme ont été enlevées, donnant au final 8140 individus analysés.

Le modèle complet comprend comme covariables l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le niveau socio-économique, le type de résidence, le tabagisme, l'alcoolisme, les antécédents personnels de diabète ou d'HTA, les antécédents familiaux de maladies cardiovasculaires ou de diabète (BIC=1012,42). Le modèle final a montré que l'âge croissant et les antécédents personnels de diabète ou d'HTA étaient les facteurs de risques de décès par maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète (BIC=928,22).

Ainsi, il n'a pas été mis en évidence d'association statistiquement significative entre le risque de décès par différentes causes et le niveau socio-économique, le milieu de résidence et le niveau d'éducation et le sexe des participants. Le risque de décès n'était également pas significativement différent selon les habitudes alcoolo-tabagiques au moment de l'enquête. Les antécédents familiaux de maladies (HTA ou diabète) n'avaient pas d'influence sur le risque de décès. Toutefois, il a été mis en évidence que, ajusté sur l'âge, le fait d'avoir eu un antécédent personnel d'HTA ou de diabète augmente le risque de décès par maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète (SHR=3,26 IC95 % [1,01-10,56]).

Tableau 32. Risque de sous-distribution (SHR) et son intervalle de confiance IC95 % pour les décès due à des maladies de l'appareil circulatoire (I00-I99) ou diabète (E14), de la population âgée de 15 ans et plus ayant participé à l'enquête sur le HTA

Variables	Modèle initial			Model final		
	SHR	IC95 %	p-value	SHR	IC95 %	p-value
Age	1,09	1,07-1,10	<0,001	1,08	1,07-1,10	<0,001
Niveau socio-économique			0,78			
1er quartile (le plus bas)	1	-				
2ème quartile	0,91	0,42-1,96				
3ème quartile	0,97	0,47-2,02				
4ème quartile	0,71	0,33-1,49				
Niveau d'éducation			0,16			
A été scolarisé	1	-				
Jamais scolarisé	0,54	0,22-1,28				
Milieu de résidence			0,97			
Urbain	1	-				
Rural	1,01	0,58-1,77				
Sexe			0,7			
Hommes	1	-				
Femmes	1,11	0,65-1,87				
Consommation de tabac			0,31			
Non	1	-				
Oui	1,51	0,68-3,38				
Consommation d'alcool			0,59			
Non	1	-				
Oui	0,81	0,37-1,75				
Antécédents familiaux de diabète ou HTA			0,2			
Non	1	-				
Inconnus	2,52	0,70-9,01				
Oui	0,74	0,41-1,35				
Antécédents personnels de diabète ou HTA			0,036			0,035
Non	1	-				
Inconnus	0,73	0,41-1,31		0,76	0,43-1,36	
Oui	3,40	1,01-11,48		3,26	1,01-10,56	

En prenant en compte le model final, la courbe dans la figure suivante montre la valeur du CIF attendu pour la variable : antécédent personnel de diabète ou HTA. Le CIF est significativement plus élevé pour les individus qui ont déclaré avoir eu un antécédent personnel de diabète ou HTA au moment de l'enquête sur l'HTA ou le diabète. Ainsi, sans surprise, on peut prédire qu'à mesure que le temps avance, les personnes ayant eu des antécédents personnels de diabète ou de HTA seront plus nombreux à décéder de maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète.

L'hypothèse de proportionnalité des SHR retenus dans le modèle final a été vérifiée à partir des courbes des résidus de Schoenfeld présentées en annexe 7.

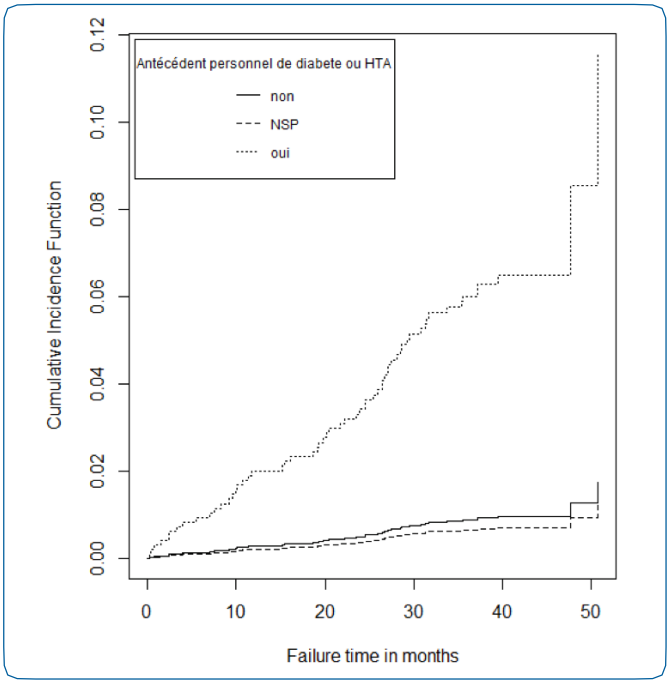


Figure 27 Courbe d'incidence cumulée attendue pour le décès par maladies de l'appareil circulatoire ou diabète selon le statut d'antécédent personnel de diabète ou de HTA

iv. Etat des lieux du diagnostic et de la prise en charge du diabète dans la zone d'étude de Moramanga

Cette partie est un résumé des enquêtes faites dans le cadre du stage effectué en 2014 par l'étudiante, Claire Videau, déjà cité dans les chapitres précédents, pour l'obtention du diplôme de Master en Santé Publique (191).

Les professionnels de santé qui ont participé étaient composés de 6 médecins et 5 paramédicaux dans 11 formations sanitaires dont 9 publiques et 2 privées. Les médecins étaient les responsables de la structure pour les cinq formations sanitaires localisées en milieu urbain, les 6 autres en milieu rural étaient tenues par un médecin, et cinq paramédicaux.

- État des lieux des pratiques de dépistage et diagnostic du diabète

Sur les 11 structures de santé enquêtées, seulement trois disposaient d'au moins un glucomètre fonctionnel, ainsi que des bandelettes, et des lancettes. Dans ces trois centres de santé, tous situés en milieu urbain, le diagnostic de diabète par mesure de la glycémie capillaire peut être réalisé à toutes heures d'ouverture. Dans deux de ces centres, le test peut être répété pour confirmation du diagnostic quand le patient dispose des moyens pour payer. Les autres centres de santé ne disposant pas de glucomètres dirigent leurs patients vers l'hôpital (n=6) ou un laboratoire (n=2) en cas de suspicion de diabète.

En milieu urbain, deux laboratoires étaient capables de mesurer la glycémie sur sang veineux ; mais aucun centre de santé localisée dans la zone d'étude n'avait la possibilité de réaliser des dosages de l'hémoglobine glyquée.

Les situations conduisant à réaliser un dépistage ou référer le patient vers un laboratoire pour un dépistage du diabète ont été demandés et présentés dans le tableau suivant selon les 11 professionnels de santé.

Tableau 33 : Situation conduisant au dépistage de diabète selon les 11 professionnels de santé enquêtés dans la zone d'étude de la cohorte MHURAM à Moramanga

Situation conduisant au dépistage de diabète	Déclaré par n professionnels de santé	Cité spontanément par n professionnels de santé
Présence de polyurie/polydipsie	10	8
Présence de plaies ou autres complications du diabète	9	5
Présence d'antécédents familiaux de diabète	9	3
Obésité ou surpoids	6	2
Hypertension artérielle	5	3

- État des lieux des pratiques de prise en charge du diabète

Sur les 11 professionnels de santé enquêtés, 3 ont déclaré ne jamais avoir reçu de patients diabétiques depuis leur prise de poste dans la structure de santé jusqu'à la date de l'enquête. Sept avaient reçu au moins 1 patient sur la dernière année. Et parmi eux, 4 avaient reçu au moins 1 patient sur le dernier mois.

Aucun des professionnels de santé interrogés n'avait connaissance des recommandations publiées en 2013 par le Ministère de la Santé. À part un médecin, représentant de l'Association Malgache contre le Diabète à Moramanga, qui avait reçu des formations de la part de celle-ci, la pratique

des cinq autres médecins dépendait uniquement de leur formation initiale et de leurs recherches personnelles.

Tous les professionnels de santé interrogés ont déclaré donner des conseils hygiéno-diététiques s'ils recevaient un patient diabétique en consultation. Dans six formations sanitaires (cinq en milieu rural et un en urbain), le professionnel de santé informerait le patient des règles hygiéno-diététiques, et le référerait à l'hôpital de Moramanga, que ce soit pour la prise en charge initiale ou le suivi. Ces professionnels de santé ne connaissaient pas le protocole de prise en charge d'un patient diabétique.

Dans une autre formation sanitaire localisée en milieu rural, le professionnel de santé donnerait les conseils hygiéno-diététiques, et référerait le patient à l'hôpital pour la prise en charge initiale. Il réaliserait lui-même le suivi du patient, par la suite, en prescrivant les mêmes médicaments que l'hôpital, « en cas de crise », c'est-à-dire si le patient présentait des symptômes ou des complications du diabète. Ce professionnel de santé ne connaissait pas non plus les protocoles de prise en charge d'un patient diabétique.

Enfin, les quatre centres de santé restant prenaient en charge des patients diabétiques. Le tableau suivant résume les traitements et le suivi des patients diabétiques, tels que déclarés par les professionnels de santé dans ces structures.

Tableau 34 : Traitements et suivi des patients diabétiques de types 1 et 2, déclarés par les professionnels de santé des 4 structures de la zone d'étude prenant en charge des patients diabétiques

Structure de santé	Diabète de type 1		Diabète de type 2	
	Prise en charge	Suivi	Prise en charge	Suivi
Formation sanitaire publique 1	Insuline rapide à doses faibles - Augmentation progressive des doses - Insuline lente ou intermédiaire si stabilisation de la glycémie	Tous les 3 mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds	Règles hygiéno-diététiques seules pendant 2 semaines - Si glycémie non stabilisée : metformine, ou sulfamide hypoglycémiant	Tous les 6 mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds
Formation sanitaire privée 1		Tous les mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds	- Règles hygiéno-diététiques seules - Si ''cas grave'' : Sulfamide - Si glycémie non équilibrée ; rajout de metformine	Tous les mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds - Réfère à l'hôpital si cas difficile à équilibrer
Formation sanitaire publique 2	- Glibenclamide ou Madeglucyl®* - Ne prescrit jamais d'insuline	Tous les 1 à 3 mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle	- Glibenclamide ou Madeglucyl®* - Ne prescrit jamais d'insuline	Tous les 1 à 3 mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle
Formation sanitaire privée 2	- Insuline intermédiaire, dose en fonction de la valeur de la glycémie	Tous les mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds et des dents -Bilan rénal / hépatique / lipidique tous les ans - Bilan ophtalmologique si baisse de la vue	- Règles hygiéno-diététiques seules - Si glycémie très élevée : Glibenclamide 2.5mg/j - Insuline si échec du traitement ou si présence de plaies	Tous les mois - Mesure de la glycémie - Mesure de la tension artérielle - Examen des pieds et des dents -Bilan rénal / hépatique / lipidique tous les ans - Bilan ophtalmologique si baisse de la vue

* Madeglucyl® : antidiabétique d'origine végétale (Eugénia jambolana)

(Source : (191))

22 Discussion

Nos études sur l'évolution des patients diagnostiqués hypertendus ou souffrant de diabète sont parmi les rares études réalisées à Madagascar sur une cohorte d'adultes concernant les maladies non transmissibles. Le développement de projets de recherche incluant des dépistages actifs et des suivis dans la communauté du diabète et des maladies cardiovasculaires demeure rare dans les pays à revenu faible comme Madagascar. Or, pour un pays dont la population est encore jeune et dont l'espérance de vie est stable voire d'allure croissante (60), la charge de ces affections laisse présager des taux élevés de morbidité et de mortalité prématurée liés aux maladies cardiovasculaires à l'avenir.

Dans le projet sur le diabète, 20 individus ont été identifiés comme diabétiques dont 3 seulement étaient déjà connus et 17 diagnostiqués pendant l'étude, soit une prévalence de 1,4% (IC95 % [0,9-2,2%]) dans l'échantillon de la population ayant participé (1424 individus). La prévalence dans notre échantillon est inférieure à celle estimée pour Madagascar par la Fédération Internationale du Diabète (IFD) qui était de 3% (188). La prévalence estimée par l'IFD a été obtenue avec des données des pays similaires à Madagascar, et des données qui pouvaient être disponibles à Madagascar, basées essentiellement sur les données des patients venant en consultation dans les formations sanitaires, donc des personnes qui ont déjà des manifestations cliniques voire des complications. La prévalence que nous avons trouvé dans la population au moment du dépistage pourrait refléter une population qui ne présente pas encore de complications, donc n'ont pas de raisons d'aller consulter. Une étude réalisée à Antananarivo sur le dépistage du risque podologique chez les diabétiques de type 2 a montré que plus de 73% des patients inclus avaient déjà une microalbuminurie ≥ 30 mg/l en faveur d'une néphropathie diabétique, ce qui pourrait révéler non seulement une mauvaise prise en charge de la maladie mais également un retard de dépistage (203).

Nous n'avons pas pu mettre en évidence une association significative entre les habitudes alcoolo-tabagiques et le risque de décès par maladie de l'appareil circulatoire ou de diabète. Cette association n'a pas été retrouvée également parmi les facteurs de risque de diabète lors de l'enquête de dépistage en 2014 (191, 192). Il est probable que la faible quantité de population dans notre échantillon contribuerait à ce résultat : sur les 20 personnes diagnostiquées diabétiques, 4 étaient des fumeurs, une proportion presque similaire dans la population non diabétique (261/1387 individus soit 18,8%). Dans la littérature, le type de résidence pouvait être aussi associé aux comportements des individus par rapport au tabagisme. Une étude réalisée au Cambodge a suggéré que le milieu urbain peut être négativement associé au tabagisme. Ceci pourrait s'expliquer d'une part, par le fait que les jeunes en milieu rural commencent à fumer plus tôt que les jeunes du milieu urbain, l'éducation pourrait contribuer à cette initiation tardive chez les citadins ; et d'autre part, le prix moyen d'un paquet de cigarettes serait plus cher en milieu urbain, en raison de la diversité des grandes marques disponibles. Et enfin, les zones d'interdictions de fumer et leur application seraient plus fréquentes et contrôlées en milieu urbain qu'en milieu rural (204). Cependant, d'autres études, notamment en Afrique subsaharienne, montre que les comportements à risque se développent plus en milieu urbain du fait d'un moindre contrôle social, d'un développement socio-économique permettant d'accéder plus facilement aux produits type tabac et alcool. Une étude réalisée dans l'Observatoire de Population d'Ouagadougou (OPO) a montré que les individus les plus à risque de fumer étaient les hommes relativement jeunes, en union, pauvres, actifs, ayant un niveau d'instruction correspondant au primaire et natifs de la ville (205). De même, pour la

consommation d'alcool, dans de nombreuses sociétés africaines, sa production, est longtemps restée locale et sa consommation régulée dans le cadre de fêtes et cérémonies traditionnelles (206). Sur la côte Est de Madagascar, la production locale issue de la fermentation de sève de palmier ou à base de canne à sucre reste la plus répandue. Et il est difficile de connaître précisément la dose d'alcool dans une boisson produite traditionnellement. Mais depuis ces dernières décennies, la gamme de boissons disponibles s'est élargie avec l'importation de produits industriels. D'une part, les déclarations sur un comportement plus ou moins condamné socialement peuvent être sous-estimées, en particulier pour les personnes dont la religion ne recommande pas voire interdit la consommation d'alcool (205). D'autre part, l'évaluation des consommations de tabac et d'alcool était différente dans les deux projets, les différences entre les hommes et les femmes n'ont pas pu être étudiés (surtout pour le tabac), ainsi que les contraintes économiques et sociales qui peuvent influencer les habitudes alcoolo-tabagiques. Des investigations plus approfondies seraient nécessaires pour étudier ces fac- teurs d'exposition sur la survie de la population dans la cohorte.

Dans notre étude, le risque de décès par une maladie de l'appareil circulatoire ou de diabète n'était pas différent selon le type de résidence. Dans l'étude sur l'HTA, il faut se rappeler que la méthodologie était différente en milieu urbain et rural. Si en milieu urbain, un tirage au sort aléatoire a été fait par fokontany, en milieu rural, le dépistage a été proposé chez les participants présents dans leur foyer au moment du passage du recensement initial. Et dans l'étude sur le diabète, le type de résidence n'était pas lié au risque d'être diabétique. De plus, une étude réalisée en milieu rural au nord-est de Madagascar, révèle que le diabète constitue déjà aussi un problème en zone rurale et il est toujours accompagné d'un mauvais contrôle de la glycémie et l'existence non négligeable de diabète auto-immun de type 1. Et l'isolement géographique en milieu rural peut prédisposer aux complications de diabète auto-immun non diagnostiqué, tandis que la pauvreté dans les zones urbaines contribue à augmenter le risque de diabète de type 2 (207). En outre, le niveau socio-économique, que ce soit la pauvreté ou la richesse, influence l'hygiène alimentaire des ménages entrainant le développement des maladies cardiovasculaires. En effet, les ménages pauvres ne peuvent pas maintenir une alimentation saine à cause d'une ressource insuffisante conduisant ainsi à des carences nutritionnelles. Quant aux ménages aisés, particulièrement en milieu urbain, imitant les pays développés, ils s'orientent de plus en plus vers les restaurations rapides dont l'apport en graisse, sucre et viande sont plus évidentes (208).

On aurait pu s'attendre à ce que les antécédents familiaux d'HTA ou de diabète soient associés au risque de décès par maladies cardiovasculaires ou diabète, mais cela n'a pas été mis en évidence. Puisque la majorité des cas de diabète identifiés au moment de l'étude n'étaient pas diagnostiqués, donc ne connaissaient pas leur statut, et par conséquent ils ne recevaient ni conseils hygiéno-diététiques, ni traitement médicamenteux. Il est probable que les antécédents familiaux étaient aussi mal connus et sous-estimés dans cette population.

Par contre, il a été mis en évidence que les antécédents personnels de diabète ou d'HTA étaient un facteur de risque de décès par maladies cardiovasculaires ou diabète. Même si on n'a pas pu déterminer si ces antécédents ont été déclarés par un personnel médical, on peut supposer que l'individu avait connaissance de signes évocateurs de diabète ou d'HTA pour avoir répondu positivement à cette question. Ce qui laisse penser que, malgré ces signes, soit la maladie (HTA ou diabète) n'a pas

été diagnostiquée, soit elle l'a été mais malgré cela, elle n'a pas été prise en charge correctement. Les personnes qui avaient des antécédents de diabète ou d'HTA pouvaient être déjà diagnostiqués et prises en charge auparavant. Dans l'étude sur l'HTA, seulement 5,4% et 1,7% des hypertendus connus respectivement en milieu urbain et rural étaient sous traitement antihypertenseur pendant au moins un mois. Et dans les deux études réalisées, en 2014, une fois le diagnostic établi, les participants ont été référés auprès des centres de santé. Pour le diabète, le frais de la première consultation a été pris en charge par le projet. La non-adhérence au traitement des maladies chroniques comme l'HTA ou le diabète reste un problème difficile à résoudre dans le monde. Des patients souffrant de maladies chroniques déclarent que leur santé s'était améliorée, ils ne se sentent plus malades et par conséquent, ils ne viennent plus en consultation médicale, devenant ainsi des perdues de vue (209). Par ailleurs, une méta-analyse de 25 études chez les adultes hypertendus, réalisées dans 15 pays a révélé que la non-observance aux traitements antihypertenseurs touchait 45% des patients hypertendus et 31% des patients hypertendus présentant des comorbidités sur 12603 sujets inclus. Et près de 62% de ces non-observances ont été constatées chez la population africaine (210). Il est intéressant de noter également dans cette méta-analyse que la non-observance était encore plus importante (83,7%) chez les patients dont l'HTA n'était pas contrôlée (210). Or, la littérature qui porte sur la réduction de la TA pour la prévention des maladies cardiovasculaires et des décès montre qu'une baisse de 10 mmHg de la pression artérielle systolique chez les patients hypertendus pouvait réduire de 27% les risques d'accident vasculaire cérébral, de 28% le risque de développer une insuffisance cardiaque, de 25% le risque de maladies coronarienne et de 13% le risque de mortalité toutes causes confondues (211).

Concernant la prise en charge à Moramanga, l'état des lieux de la prise en charge du diabète dans la zone d'étude a révélé qu'aucun des professionnels du milieu rural ne prenait en charge le diabète. Et pour les centres en milieu urbain qui le réalisaient, les connaissances et pratiques étaient différentes selon le personnel de santé. En effet, un manque de formation des personnels de santé paraît également un problème puisque la pratique de la majorité de ces professionnels de santé concernant le diabète dépendait uniquement de leur formation initiale ; Par la suite, leurs connaissances dépendaient des recherches personnelles pour approfondir leurs connaissance et être à jour sur la prise en charge du diabète (191). De même, aucun laboratoire dans la zone d'étude ne réalisait le dépistage du diabète par hémoglobine glyquée ; ce qui renforce encore le manque considérable des moyens de contrôle et de prise en charge du diabète dans cette zone.

Un autre obstacle à la prise en charge de ces maladies chroniques, est aussi le fait que, dans les pays d'Afrique subsaharienne où les maladies infectieuses et d'autres problèmes de santé restent encore parmi les principaux motifs de consultation, le personnel de santé a l'habitude de se concentrer sur les plaintes des patients pour les maladies infectieuses, les problèmes obstétricaux ou les traumatismes avant de penser à l'HTA ou le diabète (153).

Il est évident que notre étude comporte des limites. Notre population présente une quantité importante de décès avec des causes indéterminées. Nous les avons traités séparément dans les analyses. Les caractéristiques sociodémographiques telles que le sexe, le niveau socio-économique, et le niveau de scolarisation n'étaient pas associés au risque de décès dans notre population. Les résultats du deuxième suivi devraient permettre de confirmer ces premières observations. Malgré cela, notre étude conserve toute sa valeur en raison de la rareté des informations sur les causes de décès

en milieu communautaire. En effet, à notre connaissance, aucun registre des maladies chroniques n'est disponible pour les districts en dehors des grandes villes comme Moramanga afin de décrire le diabète et l'HTA dans une cohorte aussi large. Et enfin, la stratégie de recrutement utilisée notamment au cours de l'étude sur l'HTA en milieu rural a pu avoir partiellement conduit à un biais de sélection de notre population. Toutefois, la prévalence retrouvée dans cette étude correspondait aux prévalences des autres études menées en Afrique subsaharienne (151, 154, 155, 158, 165, 171).

Néanmoins, dans cette étude, nous avons pu étudier pour la première fois les risques de décès des patients hypertendus ou diabétiques chez les adultes à Madagascar en mettent en évidence le fardeau du diabète et de l'HTA dans la communauté. Sans suivi médical et en absence d'une bonne observance au traitement de ces maladies chroniques, les individus qui avaient des antécédents ou présentaient des signes évocateurs de diabète ou d'HTA avaient plus de risque de décéder. Une bonne information, éducation et communication des patients restent toujours nécessaire pour conscientiser les patients à une meilleure observance des traitements et un suivi médical régulier. Le système de santé malgache devrait aussi renforcer régulièrement les connaissances des professionnels de santé sur la prise en charge des maladies chroniques et non transmissibles.

Conclusion générale et perspectives

En épidémiologie, l'évaluation d'un problème de santé commence généralement par la connaissance de la mortalité attribuable à ce problème. L'insuffisance de données sur la mortalité et les causes de décès représente un obstacle important pour connaitre les vrais besoins en santé publique d'un pays permettant d'élaborer des bonnes stratégies et politique de santé (50). Le meilleur moyen pour un pays de produire des statistiques sur la mortalité et les causes de décès est de se doter d'un système officiel exhaustif d'enregistrement de l'état civil et en enregistrant également les causes de décès. Or, comme dans beaucoup d'autres pays en Afrique, à Madagascar, les naissances et les décès ne sont pas tous enregistrés à l'état civil, en particulier en milieu rural. En voulant établir une cohorte de population à Moramanga, comme celles établies dans plusieurs pays d'Afrique et d'Asie, le recrutement des ménages au recensement initial dans la cohorte MHURAM avait pour ambition d'être exhaustif dans la zone d'étude. La surveillance démographique permettait d'étudier les tendances en matière de fécondité et de mortalité de la population, tandis que la surveillance sanitaire, avec la connaissance des causes de décès et les études ancillaires nichées dans la cohorte renseignait sur les différents indicateurs de santé de la population.

Les informations recueillies lors du recensement initial ont révélé que l'indice synthétique de fécondité à Moramanga est estimé à 4,1 enfants par femme, légèrement inférieur à l'estimation nationale qui est de 4,8 selon les dernières enquêtes EDS 2008-2009 (60). Comme dans l'ensemble du pays, la fécondité était plus élevée en milieu rural (5,1 naissances par femme) qu'en milieu urbain (3,3 naissances par femme) sur les 10 dernières années avant le recensement.

Concernant la mortalité chez les enfants de moins de 15 ans, les taux de mortalité observés dans notre cohorte étaient assez proches des estimations nationales de l'IGME (124). En 2015, l'estimation nationale du taux de mortalité infanto-juvénile était de 58,1 (IC90 %: 47,1-70,8), contre 51,9 (IC95 %: 50,6-53,2) dans la cohorte. Dans le groupe des enfants de 5-14 ans, l'IGME avait estimé un risque de décès de 13,2 (IC90 % : 8,1-20,1), contre 17,1 (IC95 % : 16,7-17,5) dans la cohorte.

Les indicateurs démographiques dans la cohorte MHURAM n'est pas loin des estimations nationales, ce qui nous renforce dans l'objectif de disposer d'une plateforme représentative des milieux urbain et rural à Madagascar.

Concernant les indicateurs de santé, estimés à travers les diverses études réaliséees dans la zone d'étude, certains résultats montrent des résultats approximatifs des autres études conduites à Madagascar, ou dans d'autres régions d'Afrique subsaharienne, telle que l'HTA. La prévalence chez les adultes à Moramanga, dans les zones rurales (27,0%) et urbaines (29,7%) correspond aux résultats des études menées en Afrique subsaharienne qui montrent une prévalence de l'hypertension allant de 20% à 50% (151, 154, 155, 158, 165, 171). Cependant, pour l'estimation du diabète, la prévalence retrouvée dans notre échantillon était en dessous de l'estimation de l'IFD. Alors que, après le premier suivi de la cohorte, les résultats ont révélé que les sujets ayant déclarés avoir des antécédents de diabète ou d'hypertension artérielle avaient le plus de risque de décéder de maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète. Et sans surprise, l'incidence cumulée des

participants ayant été diagnostiqués comme hypertendu ou diabétique étaient aussi les plus élevés parmi les décès de maladies de l'appareil circulatoire ou de diabète. Ces résultats laissent penser que le diagnostic et la prise en charge de l'HTA ou du diabète demeurent encore insuffisants dans la zone d'étude.

En ce qui concerne les enfants, les maladies infectieuses demeurent encore un grand problème dans la tranche d'âge des moins de 5 ans. Les causes de décès sont largement dominées par les maladies infectieuses, néonatales et nutritionnelles qui représentent 79,5 % des causes de décès des enfants de cette tranche d'âge. Le type de résidence joue encore un rôle important dans les risques et la gestion des maladies infectieuses chez ces enfants. Les enfants du milieu rural sont plus à risque de décéder que les enfants vivant en milieu urbain. Par-contre, cet avantage de survie des enfants citadins n'est pas significatif si l'on considère les maladies non transmissibles et les causes externes.

Chez les enfants âgés de 5 à 14 ans, les décès par maladies infectieuses étaient encore présents entre l'âge de 5 et 9 ans. Puis au-delà, les maladies non transmissibles et les causes externes ont prédominés les principales causes de décès. L'épilepsie était parmi les principales causes de décès par maladies non transmissibles et les noyades et les accidents de la route pour les causes externes. A notre connaissance, notre étude était la première à analyser les causes de décès chez les enfants de moins de 15 ans en milieu communautaire à Madagascar.

Ce travail de thèse avait pour objectif d'analyser la transition sanitaire en étudiant la mortalité et les causes de décès dans la cohorte de population, établie par l'IPM, à Moramanga depuis une décennie. Notre hypothèse sur les inégalités de la mortalité et des causes de décès selon le type de résidence a été vérifiée pour certaines causes de décès beaucoup plus chez les enfants que chez les adultes. Parmi les principaux obstacles aussi bien chez les enfants que chez les adultes pour une meilleure survie s'avère le problème d'accès aux soins de la population pour une meilleure dépistage et prise en charge, et l'insuffisance de remise à niveau des personnels de santé notamment pour les maladies chroniques et non transmissibles.

En santé publique, l'accès aux soins pour la gestion des maladies non transmissibles reposent sur deux actions essentielles : le dépistage et le traitement. Le rythme auquel les personnes atteintes de maladies non transmissibles non diagnostiquées, reconnaissent leur statut, en devenant diagnostiquées repose sur les méthodes de recours au dépistage. Or, la décision de se faire dépister est aussi influencée par différents facteurs : la sensibilisation au dépistage, sa disponibilité, le cout et l'expérience vécue pendant le dépistage (208). La sensibilisation et la demande de dépistage restent influencées par les informations et les éducations sur les maladies non transmissibles. L'offre de dépistage dépendrait ensuite de cette demande, de la conviction des personnels de santé, et l'incitation du système de santé à dépister les patients. Et enfin, le caractère invasif du dépistage peut affecter l'expérience des personnes qui l'ont subi, ce qui, par le biais du 'bouche à oreille', peut affecter la probabilité que d'autres personnes s'y soumettent aussi (208). Une fois le diagnostic fait, d'autres facteurs influencent sur le temps moyen d'évolution de la maladie vers une forme compliquée. L'adhérence au traitement constitue un de ces facteurs qui, elle-même dépend de la qualité des médicaments, de leur disponibilité, le coût du traitement (208). Il est nécessaire d'évaluer aussi la qualité du conseil hygiéno-diététique reçu, et l'accès géographique aux centres de santé. Une des perspectives de ce travail de thèse serait de fournir une modélisation de ces déterminants et

systèmes comme approche pour construire un consensus efficace dans la gestion des maladies non transmissibles dans les pays à faible revenu comme Madagascar, à partir d'un suivi de ces patients souffrant de maladies non transmissibles.

Une autre perspective sera aussi la mise en correspondance de l'entière population de la cohorte MHURAM avec les registres d'hospitalisation de l'hôpital de Moramanga, en débutant par certains services comme la médecine et la pédiatrie. A long terme, toutes les informations des patients seront reliées aux données de la cohorte en temps réel. Par la suite, une mise en relation avec le service de vaccination dans les centres de santé de base, permettront de synchroniser dans les deux sens la situation sur la vaccination des enfants à Moramanga.

Au niveau national, la loi 2018/027 a été adoptée par l'Assemblée Nationale et le Sénat pour améliorer l'état civil à Madagascar. Elle introduit la gratuité de l'enregistrement des actes de l'état civil et le prolongement des délais ouverts aux citoyens pour cet enregistrement. Elle promet également la mise en place d'une base de données numériques des naissances et adoptions, des décès et des mariages. Chaque centre d'état civil disposerait de l'ensemble des actes de l'état civil entièrement numérisés, facilement accessible auprès des Centres Nationales de l'état civil. Ainsi, comme dans les pays développés, à chaque personne sera attribué, dès sa naissance, un numéro unique d'identification qui le suivra jusqu'à son décès. Une fois établi, ce numéro d'identification unique pourrait aussi être utilisé dans les formations sanitaires publiques afin de relier les données de santé. Toutefois, beaucoup d'obstacles devraient être relevés avant que cette loi soit effective, à commencer par la conscientisation de la population à déclarer les événements à l'état civil.

BIBLIOGRAPHIE

1. Leon DA. Cities, urbanization and health. International journal of epidemiology. 2008 Feb;37(1):4-8. PubMed PMID: 18187525.

2. Montgomery MR. Urban poverty and health in developing countries. Population Bulletin. 2009;64(2).

3. Lankoande BY. Monitoring adult mortality by type of residence in the absence of death registration: a perspective from Burkina Faso. International Journal of Population Studies. 2016;2(1):21-37.

4. Danaei G, Singh GM, Paciorek CJ, Lin JK, Cowan MJ, Finucane MM, et al. The global cardiovascular risk transition: associations of four metabolic risk factors with national income, urbanization, and Western diet in 1980 and 2008. Circulation. 2013 Apr 09;127(14):1493-502, 502e1-8. PubMed PMID: 23481623. Pubmed Central PMCID: 4181853.

5. Tibazarwa KB, Damasceno AA. Hypertension in developing countries. The Canadian journal of cardiology. 2014 May;30(5):527-33. PubMed PMID: 24786443.

6. Global Burden of Disease Cancer C, Fitzmaurice C, Allen C, Barber RM, Barregard L, Bhutta ZA, et al. Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. JAMA oncology. 2017 Apr 1;3(4):524-48. PubMed PMID: 27918777. Pubmed Central PMCID: 6103527.

7. AbouZahr C, de Savigny D, Mikkelsen L, Setel PW, Lozano R, Nichols E, et al. Civil registration and vital statistics: progress in the data revolution for counting and accountability. Lancet. 2015 Oct 3;386(10001):1373-85. PubMed PMID: 25971224.

8. Masquelier B, Pison G, Rakotonirina J, Rasoanomenjanahary A. Estimating cause-specific mortality in Madagascar: an evaluation of death notification data from the capital city. Popul Health Metr. 2019 Jul 29;17(1):8. PubMed PMID: 31357994. Pubmed Central PMCID: 6664726.

9. Omran A.R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. The Milbank Quaterly. 1971;83(4):731-57.

10. Dyson T. Population and development: The demographic transition: Zed Books Ltd; 2010. 268 p.

11. Kuate Defo B. Demographic, epidemiological, and health transitions: are they relevant to population health patterns in Africa. Global Health Action. 2014;7:22443.

12. Riley C. J. The Timing and Pace of Health Transitions around the World. Population and Development Review. 2005;31(4):741-64.

13. United Nations. World Population Prospects 2019 2019 [October 25, 2019]. Available from: https://population.un.org/wpp/

14. Caldwell JC. Population health in transition. Bulletin of the World Health Organization. 2001;79(2):159-60.

15. Kuate Defo B. Beyond the 'transition' frameworks: the cross-continuum of health, disease and mortality framework. Global Health Action. 2014;15(7):24804.

16. Vallin J, Mesle F. Convergences and divergences in mortality: a new approach to health transition. Demographic Research. 2004;S2(2).

17. Omran A.R. The epidemiologic transition theory revisited thirty years later. World Health Stat Q. 1998;51:99-119.

18. Rossier C, Soura B. A, Duthé G. Inégalités de santé à Ouagadougou. Grandes Enquêtes, editor. Paris: Ined; 2019.

19. Olshanky SJ, Ault AB. The fourth stage of the epidemic transition: the age of delayed degenerative diseases. The Milbank Quaterly. 1986;64(3):355-91.

20. Agyei-Mensah S, de-Graft Aikins A. Epidemiological transition and the double burden of disease in Accra, Ghana. Journal of urban health : bulletin of the New York Academy of Medicine. 2010 Sep;87(5):879-97. PubMed PMID: 20803094. Pubmed Central PMCID: 2937133.

21. Kahn K, Garenne ML, Collinson MA, Tollman SM. Mortality trends in a new South Africa: hard to make a fresh start. Scandinavian journal of public health Supplement. 2007 Aug;69:26-34. PubMed PMID: 17676500. Pubmed Central PMCID: 2825807.

22. Masquelier B, Waltisperger D, Ralijaona O, Pison G, Ravélo A. The epidemiological transition in Antananarivo, Madagascar: an assessment based on death registers (1900-2012). Glob Health Action. 2014;7:23237.

23. Frenk J, Bobadilla J, Sepùlveda J, Cervantes M. Health transition in middle-income countries: new challenges for health care. Health Policy Plan. 1989;4(1):29-39.

24. United Nations. Progress towards the Sustainable Development Goals: Report of the Secretary-General UN, 2018.

25. Waltisperger D, Delaunay V. Evolution de la mortalité des enfants et des mères à Madagascar: l'échénace 2015. In: Gastineau B, Gubert F, Robilliard A-S, Roubaud F, editors. Madagascar face au défi des objectifs du millénaire pour le développement. Marseille: Institut de Recherche pour le Développement; 2010. p. 335.

26. UNICEF Madagascar, INSTAT Madagascar. Multiple Indicator Cluster Survey 6. UNICEF Madagascar, 2018.

27. Lang E, Saint-Firmin P, Olivetti A, Rakotomalala M, Dutta A. Analyse du système de financement de la santé à Madagascar pour guider de futures réformes, notamment la CSU. Washington, DC: Palladium, 2018.

28. UNICEF Madagascar. L'enfance à Madagascar: UNE PROMESSE D'AVENIR. Analyse de la situation de la mère et de l'enfant. Antananarivo: UNICEF, 2014.

29. United Nations. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision2018.

30. Masquelier B, Waltisperger D, Ralijaona O, Pison G, Ravelo A. The epidemiological transition in Antananarivo, Madagascar: an assessment based on death registers (1900-2012). Global health action. 2014 Dec;7(1):23237. PubMed PMID: 28672606.

31. Mberu BU, Haregu TN, Kyobutungi C, Ezeh AC. Health and health-related indicators in slum, rural, and urban communities: a comparative analysis. Global health action. 2016 Jan;9(1):33163. PubMed PMID: 28156876.

32. Randremanana R, Andrianaivoarimanana V, Nikolay B, Ramasindrazana B, Paireau J, Ten Bosch QA, et al. Epidemiological characteristics of an urban plague epidemic in Madagascar, August-November, 2017: an outbreak report. The Lancet Infectious diseases. 2019 May;19(5):537-45. PubMed PMID: 30930106. Pubmed Central PMCID: 6483974.

33. Ramarokoto H, Ratsirahonana O, Soares JL, Ravaosolo J, Ravololonandriana P, Rakotoarisaonina A, et al. First national survey of Mycobacterium tuberculosis drug resistance, Madagascar, 2005-2006. The international journal of tuberculosis and lung disease : the official journal of the International Union against Tuberculosis and Lung Disease. 2010 Jun;14(6):745-50. PubMed PMID: 20487614.

34. Ihantamalala FA, Herbreteau V, Rakotoarimanana FMJ, Rakotondramanga JM, Cauchemez S, Rahoilijaona B, et al. Estimating sources and sinks of malaria parasites in Madagascar. Nature communications. 2018 Sep 25;9(1):3897. PubMed PMID: 30254280. Pubmed Central PMCID: 6156502.

35. Caselli G, Vallin J. Les variations géographiques de la mortalité. synthèse DAe, editor. Paris: INED; 2002.

36. Organisation Mondiale de la Santé. Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2018: résumé. Genève: OMS, 2018.

37. World Health Organization. Road traffic injuries Geneva: WHO; 2018.
Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries.

38. Streatfield PK, Khan WA, Bhuiya A, Alam N, Sie A, Soura AB, et al. Cause-specific mortality in Africa and Asia: evidence from INDEPTH health and demographic surveillance system sites. Glob Health Action. 2014;7(1654-9880 (Electronic)). eng.

39. Duthé G, Pison G. Adult mortality in a rural area of Senegal: Non-communicable diseases have a large impact in Mlomp. Demographic Research. 2008;19(37):1419-48.

40. Caselli G, Vallin J, Wunsch G. Les déterminants de la mortalité. INED ed. fondamentaux CMet, editor. Paris: INED; 2002. 478 p.

41. Régnard C. Crise économique, santé et mortalité à Madagascar. Populations, editor. Paris: L'Harmattan; 2003.

42. World Bank. World bank data 2019 [cited 2019].
Available from: http://databank.worldbank.org/data/home.aspx

43. Garenne M, Vimard P. Un cadre pour l'analyse des facteurs de la mortalité des enfants. Cah ORSTOM. 1984;XX(2):305-10.

44. Mosley WH, Chen CL. An analytical framework for the study of Child survival in developing countries. Population and Development Review. 1984;10(Supplement):25-45.

45. Palloni A. Santé et lutte contre la mortalité en Amérique Latine. In: INED, editor. La lutte contre la mort. cahier n°108. Paris: INED; 1985. p. 447-73.

46. Barbieri M. Les déterminants de la mortalité des enfants dans le tiers monde. Les dossiers du CEPED. 1991.

47. Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I, Rogier C, Piola P, Pacaud P. Hypertension, a Neglected Disease in Rural and Urban Areas in Moramanga, Madagascar. PloS one. 2015;10(9):e0137408. PubMed PMID: 26355997. Pubmed Central PMCID: 4565657.

48. Manus MB, Bloomfield GS, Leonard AS, Guidera LN, Samson DR, Nunn CL. High prevalence of hypertension in an agricultural village in Madagascar. PloS one. 2018;13(8):e0201616. PubMed PMID: 30114223. Pubmed Central PMCID: 6095505.

49. Byass P, de Savigny D, Lopez AD. Essential evidence for guiding health system priorities and policies: anticipating epidemiological transition in Africa. Glob Health Action. 2014;7:23359. PubMed PMID: 24848653. Pubmed Central PMCID: 4028905.

50. World Health Organization. Civil-registration: why counting births and deaths is important? 2014 [cited 2019 14/03/2019]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/civil-registration-why-counting-births-and-deaths-is-important.

51. Hlavac M. stargazer: Well-Formatted Regression and Summary Statistics Tables. R package version 5222018.

52. Mikkelsen L, Phillips DE, AbouZahr C, Setel PW, de Savigny D, Lozano R, et al. A global assessment of civil registration and vital statistics systems: monitoring data quality and progress. Lancet. 2015 Oct 3;386(10001):1395-406. PubMed PMID: 25971218.

53. Anteneh A, Araya T, Misganaw A. Factors associated with place of death in Addis Ababa, Ethiopia. BMC palliative care. 2013 Mar 26;12:14. PubMed PMID: 23530478. Pubmed Central PMCID: 3616966.

54. Chisumpa VH, Odimegwu CO, De Wet N. Adult mortality in sub-saharan Africa, Zambia: Where do adults die? SSM - population health. 2017 Dec;3:227-35. PubMed PMID: 29349220. Pubmed Central PMCID: 5769069.

55. Lazenby M, Ma T, Moffat HJ, Funk M, Knobf MT, McCorkle R. Influences on place of death in Botswana. Palliative & supportive care. 2010 Jun;8(2):177-85. PubMed PMID: 20307368.

56. Lankoande B, Duthe G, Soura A, Pison G. Returning home to die or leaving home to seek health care? Location of death of urban and rural residents in Burkina Faso and Senegal. Glob Health Action. 2018;11(1654-9880 (Electronic)). eng.

57. Ramiandrasoa F. Atlas historique du peuplement de Madagascar. FTM, editor. Antananarivo1975.

58. Programme des Nations Unies pour le Développement. Rapport National sur le Développement Humain Madagascar 2018. Madagascar: PNUD, 2018.

59. Institut National des Statistiques Madagascar. Troisième recensement général de la population et de l'habitation (RGPH-3) Rapport provisoire. Antananarivo: INSTAT, 2019.

60. Institut National de la Statistique, ICF Macro. Enquête Démographique et de Santé de Madagascar 2008-2009. Antananarivo Madagascar: INSTAT et ICF Macro, 2010.

61. MEPATE, OAT, FNU, INSTAT Madagascar. Indicateurs des villes de Madagascar. Antananarivo: INSTAT, 2015.

62. Helisoa O. Evolution de la politique sanitaire à Madagascar au début du XXème siècle. Madagascar Revue de Géographie. 1985;46:89-94.

63. Ministère de la Santé Publique. Plan de Développement du Secteur Santé. Madagascar: MinSanP; 2015. 195 p.

64. World Health Organization. Primary health care: back to basics in Madagascar. Bulletin of the World Helth Organization. 2008;86(6):417-96.

65. Ministère de la Santé Publique. Annuaire des statistiques du secteur santé de Madagascar. MinSanP; 2016. p. 108.

66. Ministère de la Santé Publique. Plan de Développement du Secteur Santé. Antananarivo: 2015.

67. Institut National des Statistiques. Enquête nationale pour le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar. INSTAT, 2013.

68. World health statistics. 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: 2018.

69. Organisation Mondiale de la Santé. Statistiques sanitaires mondiales 2014: OMS; 2014 [cited 2020 09/03/2020]. Available from: https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/fr/.

70. Institute for Health Metrics. GBD Compare: IHME; 2019 [cited 2019 07/11/2019].

71. AbouZahr C, Cleland J, Coullare F, Macfarlane SB, Notzon FC, Setel P, et al. The way forward. Lancet. 2007 Nov 24;370(9601):1791-9. PubMed PMID: 18029003.

72. Sankoh O, Byass P. The INDEPTH Network: filling vital gaps in global epidemiology. International journal of epidemiology. 2012 Jun;41(3):579-88. PubMed PMID: 22798690. Pubmed Central PMCID: 3396316.

73. Delaunay V, Douillot L, Diallo A, Dione D, Trape JF, Medianikov O, et al. Profile: the Niakhar Health and Demographic Surveillance System. International journal of epidemiology. 2013 Aug;42(4):1002-11. PubMed PMID: 24062286. Pubmed Central PMCID: 3781002.

74. Alam N, Ali T, Razzaque A, Rahman M, Zahirul Haq M, Saha SK, et al. Health and Demographic Surveillance System (HDSS) in Matlab, Bangladesh. International journal of epidemiology. 2017 Jun 1;46(3):809-16. PubMed PMID: 28637343.

75. Pison G, Douillot L, Kante AM, Ndiaye O, Diouf PN, Senghor P, et al. Health & demographic surveillance system profile: Bandafassi Health and Demographic Surveillance System (Bandafassi HDSS), Senegal. International journal of epidemiology. 2014 Jun;43(3):739-48. PubMed PMID: 24836327.

76. INDEPTH Network. About us Accra Ghana: INDEPTH Network; [cited 2019 13/11/2019]. Available from: http://www.indepth-network.org/about-us.

77. Réseau INDEPTH. Offrir une meilleure information sanitaire - Promouvoir des meilleurs politiques de santé - Le passé, le présent & le futur - Résumé Opérationnel. In: INDEPTH Network, editor. Accra, Ghana: Secrétariat du INDEPTH; 2015.

78. Shaikh F, Kjolllesdal MK, Carslake D, Stoltenberg C, Davey Smith G, Naess O. Birthweight in offspring and cardiovascular mortality in their parents, aunts and uncles: a family-based cohort study of 1.35 million births. International journal of epidemiology. 2019 Jul 20. PubMed PMID: 31325357.

79. Sanchez-Niubo A, Egea-Cortes L, Olaya B, Caballero FF, Ayuso-Mateos JL, Prina M, et al. Cohort Profile: The Ageing Trajectories of Health - Longitudinal Opportunities and Synergies (ATHLOS) project. International journal of epidemiology. 2019 Aug 1;48(4):1052-3i. PubMed PMID: 31329885. Pubmed Central PMCID: 6693815.

80. Institut national d'études démographiques. Etude Longitudinale Française depuis l'Enfance. Paris: Ined; 2019 [cited 2019 13/11/2019]. Available from: https://www.elfe-france.fr/

81. Charles MA, Thierry X, Lanoe JL, Bois C, Dufourg MN, Popa R, et al. Cohort Profile: The French National cohort of children ELFE: birth to 5 years. International journal of epidemiology. 2019 Nov 20. PubMed PMID: 31747017.

82. Université de Bordeaux, Université de Paris Saclay. i-share [cited 2019 15/11/2019]. Available from: http://www.i-share.fr/.

83. Goldberg M, Chastang JF, Leclerc A, Zins M, Bonenfant S, Bugel I, et al. Socioeconomic, demographic, occupational, and health factors associated with participation in a long-term epidemiologic survey: a prospective study of the French GAZEL cohort and its target population. American journal of epidemiology. 2001 Aug 15;154(4):373-84. PubMed PMID: 11495861.

84. Ribet C, Lang T, Zins M, Bingham A, Ferrieres J, Arveiler D, et al. Do cardiovascular risk factors in men depend on their spouses' occupational category? European journal of epidemiology. 2001;17(4):347-56. PubMed PMID: 11767960.

85. INSERM UVSQ. Constances: Cohorte épidémiologiques en population France: Inserm Uvsq; 2019 [cited 2019 15/11/2019]. Available from: https://www.constances.fr/.

86. Zins M, Goldberg M, team C. The French CONSTANCES population-based cohort: design, inclusion and follow-up. European journal of epidemiology. 2015 Dec;30(12):1317-28. PubMed PMID: 26520638. Pubmed Central PMCID: 4690834.

87. Cherfan M, Vallee A, Kab S, Salameh P, Goldberg M, Zins M, et al. Unhealthy behavior and risk of hypertension: the CONSTANCES population-based cohort. Journal of hypertension. 2019 Nov;37(11):2180-9. PubMed PMID: 31584898.

88. Neufcourt L, Deguen S, Bayat S, Paillard F, Zins M, Grimaud O. Geographical variations in the prevalence of hypertension in France: Cross-sectional analysis of the CONSTANCES cohort. European journal of preventive cardiology. 2019 Aug;26(12):1242-51. PubMed PMID: 30971123.

89. Fadel M, Sembajwe G, Gagliardi D, Pico F, Li J, Ozguler A, et al. Association Between Reported Long Working Hours and History of Stroke in the CONSTANCES Cohort. Stroke. 2019 Jul;50(7):1879-82. PubMed PMID: 31216962.

90. Golden CD, Anjaranirina EJG, Fernald LCH, Hartl DL, Kremen C, Milner DA, Jr., et al. Cohort Profile: The Madagascar Health and Environmental Research (MAHERY) study in north-eastern Madagascar. International journal of epidemiology. 2017 Dec 1;46(6):1747-8d. PubMed PMID: 29040632. Pubmed Central PMCID: 5837654.

91. Golden CD, Borgerson C, Rice BL, Allen LH, Anjaranirina EJG, Barrett CB, et al. Cohort Description of the Madagascar Health and Environmental Research-Antongil (MAHERY-Antongil) Study in Madagascar. Frontiers in nutrition. 2019;6:109. PubMed PMID: 31428615. Pubmed Central PMCID: 6690017.

92. Khim N, Kim S, Bouchier C, Tichit M, Ariey F, Fandeur T, et al. Reduced impact of pyrimethamine drug pressure on Plasmodium malariae dihydrofolate reductase gene. Antimicrobial agents and chemotherapy. 2012 Feb;56(2):863-8. PubMed PMID: 22123682. Pubmed Central PMCID: 3264216.

93. Ratovoson R, Randremanana R, Rakotomanana F, Andriamandimby SF, Mangahasimbola R, Masquelier B, et al. Cohort profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project). International journal of epidemiology. 2019 Oct 24. PubMed PMID: 31665291.

94. Ambatovy. Ambatovy 2019 [cited 2019 29/11/2019].

95. Mouchet J, Blanchy S, Rakotonjanabelo A, Ranaivoson G, Rajaonarivelo E, Laventure S, et al. [Epidemiological stratification of malaria in Madagascar]. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar. 1993;60(1-2):50-9. PubMed PMID: 8192542. Stratification epidemiologique du paludisme a Madagascar.

96. Rabarijaona LP, Randrianarivelojosia M, Raharimalala LA, Ratsimbasoa A, Randriamanantena A, Randrianasolo L, et al. Longitudinal survey of malaria morbidity over 10 years in Saharevo (Madagascar): further lessons for strengthening malaria control. Malaria journal. 2009 Aug 6;8:190. PubMed PMID: 19660116. Pubmed Central PMCID: 3224923.

97. Randriamaherijaona S, Raharinjatovo J, Boyer S. Durability monitoring of long-lasting insecticidal (mosquito) nets (LLINs) in Madagascar: physical integrity and insecticidal activity. Parasites & vectors. 2017 Nov 13;10(1):564. PubMed PMID: 29132421. Pubmed Central PMCID: 5683549.

98. Randrianasolo L, Raoelina Y, Ratsitorahina M, Ravolomanana L, Andriamandimby S, Heraud JM, et al. Sentinel surveillance system for early outbreak detection in Madagascar. BMC public health. 2010 Jan 21;10:31. PubMed PMID: 20092624. Pubmed Central PMCID: 2823701.

99. Randremanana R, Randrianirina F, Gousseff M, Dubois N, Razafindratsimandresy R, Hariniana ER, et al. Case-control study of the etiology of infant diarrheal disease in 14 districts in Madagascar. PloS one. 2012;7(9):e44533. PubMed PMID: 23028555. Pubmed Central PMCID: 3444445.

100. Randremanana RV, Randrianirina F, Sabatier P, Rakotonirina HC, Randriamanantena A, Razanajatovo IM, et al. Campylobacter infection in a cohort of rural children in Moramanga, Madagascar. BMC infectious diseases. 2014 Jul 5;14:372. PubMed PMID: 24996559. Pubmed Central PMCID: 4094412.

101. Randremanana RV, Razafindratsimandresy R, Andriatahina T, Randriamanantena A, Ravelomanana L, Randrianirina F, et al. Etiologies, Risk Factors and Impact of Severe Diarrhea in the Under-Fives in Moramanga and Antananarivo, Madagascar. PloS one. 2016;11(7):e0158862. PubMed PMID: 27411101. Pubmed Central PMCID: 4943590.

102. Rahelinirina S, Leon A, Harstskeerl RA, Sertour N, Ahmed A, Raharimanana C, et al. First isolation and direct evidence for the existence of large small-mammal reservoirs of Leptospira sp. in Madagascar. PloS one. 2010 Nov 24;5(11):e14111. PubMed PMID: 21124843. Pubmed Central PMCID: 2991340.

103. Ratsitorahina M, Rahelinirina S, Michault A, Rajerison M, Rajatonirina S, Richard V, et al. Has Madagascar lost its exceptional leptospirosis free-like status? PloS one. 2015;10(4):e0122683. PubMed PMID: 25874381. Pubmed Central PMCID: 4396993.

104. Remonja CR, Rakotoarison R, Rakotonirainy NH, Mangahasimbola RT, Randrianarisoa AB, Jambou R, et al. The importance of public health, poverty reduction programs and women's empowerment in the reduction of child stunting in rural areas of Moramanga and Morondava, Madagascar. PloS one. 2017;12(10):e0186493. PubMed PMID: 29045444. Pubmed Central PMCID: 5646813.

105. Ratovoson R, Randremanana R, Rakotomanana F, Andriamandimby SF, Mangahasimbola R, Masquelier B, et al. Cohort profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project). International journal of epidemiology. 2019 Oct 24. PubMed PMID: 31665291.

106. Garenne M, Fauveau V. Potential and limits of verbal autopsies. Bull World Health Organ. 2006 Mar;84(3):164. PubMed PMID: 16583068. Pubmed Central PMCID: 2627293.

107. World Health Organization. Verbal autopsy standards: ascertaining and attributing causes of death: WHO; 2019 [updated 29 October 2019; cited 2019 02 December 2019]. Available from: https://www.who.int/healthinfo/statistics/verbalautopsystandards/en/.

108. World Health Organization. Verbal autopsy standards: ascertaining and attributing causes of death - The 2016 WHO verbal autopsy instrument Genève: WHO; 2016 [cited 2019 14/03/2019]. Available from: https://www.who.int/healthinfo/statistics/verbalautopsystandards/en/.

109. Organisation Mondiale de la Santé. Normes d'autopsie verbale: Etablissement et attribution de la cause de décès. Genève: OMS, 2009.

110. Fottrell E, Byass P. Verbal autopsy: methods in transition. Epidemiol Rev. 2010;32:38-55. PubMed PMID: 20203105.

111. Murray CJ, Lozano R, Flaxman AD, Serina P, Phillips D, Stewart A, et al. Using verbal autopsy to measure causes of death: the comparative performance of existing methods. BMC medicine. 2014 Jan 9;12:5. PubMed PMID: 24405531. Pubmed Central PMCID: 3891983.

112. Nichols EK, Byass P, Chandramohan D, Clark SJ, Flaxman AD, Jakob R, et al. The WHO 2016 verbal autopsy instrument: An international standard suitable for automated analysis by InterVA, InSilicoVA, and Tariff 2.0. PLoS Med. 2018 Jan;15(1):e1002486. PubMed PMID: 29320495. Pubmed Central PMCID: 5761828.

113. Serina P, Riley I, Stewart A, Flaxman AD, Lozano R, Mooney MD, et al. A shortened verbal autopsy instrument for use in routine mortality surveillance systems. BMC medicine. 2015 Dec 16;13:302. PubMed PMID: 26670275. Pubmed Central PMCID: 4681088.

114. McCormick TH, Li ZR, Calvert C, Crampin AC, Kahn K, Clark SJ. Probabilistic Cause-of-death Assignment using Verbal Autopsies. Journal of the American Statistical Association. 2016;111(515):1036-49. PubMed PMID: 27990036. Pubmed Central PMCID: 5154628.

115. Byass P, Fottrell E, Dao LH, Berhane Y, Corrah T, Kahn K, et al. Refining a probabilistic model for interpreting verbal autopsy data. Scandinavian journal of public health. 2006;34(1):26-31. PubMed PMID: 16449041. Pubmed Central PMCID: 2833983.

116. Byass P, Hussain-Alkhateeb L, D'Ambruoso L, Clark S, Davies J, Fottrell E, et al. An integrated approach to processing WHO-2016 verbal autopsy data: the InterVA-5 model. BMC medicine. 2019 May 30;17(1):102. PubMed PMID: 31146736. Pubmed Central PMCID: 6543589.

117. Flaxman AD, Vahdatpour A, Green S, James SL, Murray CJ, Population Health Metrics Research C. Random forests for verbal autopsy analysis: multisite validation study using clinical diagnostic gold standards. Popul Health Metr. 2011 Aug 4;9:29. PubMed PMID: 21816105. Pubmed Central PMCID: 3160922.

118. King G, Lu Y. Verbal autopsy methods with multiple cause of death. Stat Sci. 2008;23(1):78-91.

119. UN Habitat. Madagascar: Profil urbain de Moramanga. Nations Unies, 2012.

120. Vyas S, Kumaranayake L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. Health Policy Plan. 2006;21(6):459-68.

121. Ihantamalala FA. Détermination des bassins de recrutement des patients dans les structures sanitaires périphériques, Moramanga, Madagascar. Antananarivo: Université de La Réunion; 2013.

122. Ihantamalala FA, Ratovoson R, Mangahasimbola R, Rakotomanana F, editors. Modélisation de l'accessibilité aux soins des Centres de Santé de Base publiques, Moramanga, Madagascar. VIème Congrès ADELF-EPITER; 2014; Nice, France.

123. IGME. Levels and Trends in Child Mortality. Report. 2015.

124. IGME. Levels and Trends in Child Mortality. Report. 2019.

125. Masquelier B, Pison G, Rakotonirina J, Rasoanomenjanahary A. Estimating cause-specific mortality in Madagascar: an evaluation of death notification data from the capital city. Population Health Metrics. 2019;17(1):8.

126. Jha P. Counting the dead is one of the world's best investments to reduce premature mortality. . Hypothesis. 2012;10(1).

127. Erin K. Nichols, Peter Byass, Daniel Chandramohan, Samuel J. Clark, Abraham D. Flaxman, Robert Jakob, et al. The WHO 2016 verbal autopsy instrument: An international standard suitable for automated analysis by InterVA, InSiliconVA, and Tariff 2.0. PLoS Med. 2018;15(1):e1002486.

128. Fottrell E, Byass P. Verbal Autopsy: Methods in Transition. Epidemiologic Reviews. 2010;32:38-55.

129. Khan K, Tollman S, Garenne M, Gear J. Validation and application of verbal autopsies in a rural area of South Africa. Tropical Medicine and International Health. 2000;5(II):824 - 31.

130. World Health Organization, Department of Evidence Information and Research (WHO Geneva) and Maternal Child Epidemiology Estimation (MCEE). MCEE - WHO methods and data sources for child causes of death 2000 - 2017 Geneva: WHO; 2018.

131. Swanson D, Siegel JS, Shyrock HS. The Methods and Materials of Demography. San Diego, CA. London: Emeral Group Publishing; 2004.

132. Chiang CL. The lifetable and its application1984.

133. Hlavac M. stargazer: Well-Formatted Regression and Summary Statistics Tables. R package version 5.2.2. ed2018.

134. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing,; 2018.

135. Ratsimbasoa A, Ravony H, Vonimpaisomihanta JA, Raherinjafy R, Jahevitra M, Rapelanoro D, et al. Compliance, safety and effectiveness of fixed-dose artesunate-amodiaquine for presumptive treatment of non-severe malaria in the context of home management of malaria in Madagascar. Am J Trop Med Hyg. 2012;86(2):203-10.

136. Garchitorena A, Miller AC, Cordier LF, Rabeza VR, Randriamanambintsoa M, Razanadrakato HR, et al. Early changes in intervention coverage and mortality rates following the implementation of an integrated health system intervention in Madagascar. BMJ global health. 2018;3(3):e000762. PubMed PMID: 29915670. Pubmed Central PMCID: 6001915.

137. World Health Organization. MCEE-WHO methods and data sources for child causes of death 2000-2017. 2018.
Available from: https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index2.html.

138. Masquelier B, Hug L, Sharrow D, You D, Hogan D, Hill K, et al. Global, regional, and national mortality trends in older children and young adolescents (5-14 years) from 1990 to 2016: an analysis of empirical data. Lancet Glob Health. 2018;6(10):e1087-e99.

139. Tyler MD, Richards DB, Reske-Nielsen C, Saghafi O, Morse EA, Carey R, et al. The epidemiology of drowning in low- and middle-income countries: a systematic review. BMC public health. 2017 May 08;17(1):413.

140. Patton GC, Sawyer SM, Santelli JS, Ross DA, Afifi R, Allen NB, et al. Our future: a Lancet commission on adolescent health and wellbeing. Lancet (London, England). 2016;387(10036):2423-78. PubMed PMID: 27174304. Epub 05/09. eng.

141. Bocquier P, Madise NJ, Zulu EM. Is there an urban advantage in child survival in sub-saharan Africa? Eviednce from 18 countries in 1990s. Demography. 2011;48(2):531-58.

142. Günther I, Harttgen K. Deadly cities? A note on spatial inequalities in mortality in Sub-saharan Africa. Population and Development Review. 2012;38(3):469-86.

143. Ministère de la Santé Publique. Annuaire statistique de la santé. Antananarivo: MinSanP; 2011.

144. Caldwell JC. Education as a Factor in Mortality Decline: An Examination of Nigerian Data Population Studies. 1979;33(3):395-413.

145. Fuchs R, Pamuk E, Lutz W. Education or wealth: which matters for reducing child mortality in developping countries? Vienna: Yearbook of Population Research; 2010. 175-99 p.

146. Lu SSM, Stewart Williams J, Sommar JN. Inequalities in early childhood mortality in Myanmar - Association between parents' socioeconomic status and early childhood mortality. Global Health Action. 2019 2019/01/01;12(1):1603516.

147. Bado AR, Sathiya Susuman A. Women's Education and Health Inequalities in Under-Five Mortality in Selected Sub-Saharan African Countries, 1990–2015. PloS one. 2016;11(7):e0159186.

148. Karlsson O, De Neve J-W, Subramanian SV. Weakening association of parental education: analysis of child health outcomes in 43 low- and middle-income countries. International journal of epidemiology. 2018;48(1):83-97.

149. Calu Costa J, Wehrmeister FC, Barros AJD, Victora CG. Gender bias in careseeking practises in 57 low- and middle-income countries. J Glob Health. 2017;7(1):010418.

150. Setel PW, Macfarlane SB, Szreter S, Mikkelsen L, Jha P, Stout S, et al. A scandal of invisibility: making everyone count by counting everyone. Lancet. 2007 Nov 3;370(9598):1569-77. PubMed PMID: 17992727.

151. Pereira M, Lunet M, Azavzdo A, Barros H. Differences in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension between developing and developed countries. J Hypertens. 2009;27:963-75.

152. Lim SS, Vos T, Flaxman Ad, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. . Lancet. 2012;380:2224-60.

153. Tibazarwa KB, Damasceno AA. Hypertension in developing countries. Canadian Journal of Cardiology. 2014;30:527-33.

154. Addo J, Smeeth L, Leon DA. Hypertension in sub-saharan Africa: a systematic review. Hypertension. 2007 Dec;50(6):1012-8. PubMed PMID: 17954720.

155. Agyemang C, Bruijnzeels MA, Owusu-Dabo E. Factors associated with hypertension awareness, treatment, and control in Ghana, West Africa. J Hum Hypertens. 2006 Jan;20(1):67-71. PubMed PMID: 16121199.

156. Balla S, Abdalla A, Elmukashfi T, Ahmed H. Hypertension among rural population in four states: Sudan 2012. Glob J Health Sci. 2014;6(3):206-12.

157. Choukem SP, Kengne AP, Dehayem YM, Simo NL, Mbanya JC. Hypertension in people with diabetes in sub-Saharan Africa: revealing the hidden face of the iceberg. Diabetes Res Clin Pract. 2007 Aug;77(2):293-9. PubMed PMID: 17184871.

158. Damasceno A, Azevedo A, Silva-Matos C, Prista A, Diogo D, Lunet N. Hypertension prevalence, awareness, treatment, and control in mozambique: urban/rural gap during epidemiological transition. Hypertension. 2009 Jul;54(1):77-83. PubMed PMID: 19470872.

159. Fourcade L, Paule P, Mafart B. [Arterial hypertension in sub-Saharan Africa. Update and perspectives]. Med Trop (Mars). 2007 Dec;67(6):559-67. PubMed PMID: 18300516. Hypertension arterielle en Afrique subsaharienne actualite et perspectives.

160. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Muntner P, Whelton PK, J H. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. Lancet. 2005;365:217-23.

161. Kotwani P, Kwarisiima D, Clark TD, Kabami J, Geng EH, Jain V, et al. Epidemiology and awareness of hypertension in a rural Ugandan community: a cross-sectional study. BMC public health. 2013;13:1151. PubMed PMID: 24321133.

162. Kuller LH. Epidemic hypertension in Sub-Saharan Africa. Hypertension. 2007 Dec;50(6):1004-5. PubMed PMID: 17954718.

163. Mensah GA. Epidemiology of stroke and high blood pressure in Africa. Heart. 2008 Jun;94(6):697-705. PubMed PMID: 18308869.

164. Musinguzi G, Nuwaha F. Prevalence, awareness and control of hypertension in Uganda. PloS one. 2013;8(4):e62236. PubMed PMID: 23614041.

165. Walker R, Whiting D, Unwin N, Mugusi F, Swai M, Aris E, et al. Stroke incidence in rural and urban Tanzania: a prospective, community-based study. Lancet Neurol. 2010 Aug;9(8):786-92. PubMed PMID: 20609629.

166. Rabarijaona LMPH, Rakotomalala DP, Rakotonirina El-CJ, Rakotoarimanana S, Randrianasolo O. Adult's hypertension prevalence and severity in the urban environment of Antananarivo. Revue d'Anesthesie-Réanimation et de Médecine d'Urgence. 2009;1(4):24-7.

167. Rakotoarimanana S, Rakotomizao JR, Andriamanarivo ML, Mamitahiana AN, Rapelanoro RF, Rajaonarivelo P, et al. Prévalence de l'hypertension artérielle a Antsirabe Madagascar. Médecine d'Afrique Noire. 2005;52(3):135-38.

168. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jr., et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. Jama. 2003 May 21;289(19):2560-72. PubMed PMID: 12748199.

169. R: A Language and Environment for Statistical Computing. [Internet]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. Available from: http://www.R-project.org/.

170. Barros AJ, Voictora CG. A nationwide wealth score based on the 2000 Brazilian demographic census. Rev Saùde pùblica. 2005;39(4):523-9.

171. Twagirumukiza M, De Bacquer D, Kips JG, de Backer G, Stichele RV, Van Bortel LM. Current and projected prevalence of arterial hypertension in sub-Saharan Africa by sex, age and habitat: an estimate from population studies. Journal of hypertension. 2011 Jul;29(7):1243-52. PubMed PMID: 21540748.

172. Mengistu MD. Pattern of blood pressure distribution and prevalence of hypertension and prehypertension among adults in Northern Ethiopia: disclosing the hidden burden. BMC Cardiovasc Disord. 2014;14:33. PubMed PMID: 24592854.

173. Dzudie A, Kengne AP, Muna WF, Ba H, Menanga A, Kouam Kouam C, et al. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in a self-selected sub-Saharan African urban population: a cross-sectional study. BMJ Open. 2012;2(4). PubMed PMID: 22923629.

174. Psaltopoulou T, Orfanos P, Naska A, Lenas D, Trichopoulos D, Trichopoulou A. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in a general population sample of 26,913 adults in the Greek EPIC study. International journal of epidemiology. 2004 Dec;33(6):1345-52. PubMed PMID: 15218014.

175. Bovet P, Gervasoni JP, Mkamba M, Balampama M, Lengeler C, Paccaud F. Low utilization of health care services following screening for hypertension in Dar es Salaam (Tanzania): a prospective population-based study. BMC public health. 2008;8:407. PubMed PMID: 19087300.

176. Organisation Mondiale de la Santé. Statistiques sanitaires mondiales 2013. Suisse.

177. World Health Organisation. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: 2009.

178. Peck RN, Green E, Mtabaji J, Majinge C, Smart LR, Downs JA, et al. Hypertension-related diseases as a common cause of hospital mortality in Tanzania: a 3-year prospective study. Journal of hypertension. 2013 Sep;31(9):1806-11. PubMed PMID: 23777761.

179. Opie LH, Seedat YK. Hypertension in sub-Saharan African populations. Circulation. 2005 Dec 6;112(23):3562-8. PubMed PMID: 16330697.

180. Malaza A, Mossong J, Barnighausen T, Newell ML. Hypertension and obesity in adults living in a high HIV prevalence rural area in South Africa. PloS one. 2012;7(10):e47761. PubMed PMID: 23082211.

181. Danaei G, Singh GM, Paciorek CJ, Lin JK, Cowan MJ, Finucane MM, et al. The global cardiovascular risk transition: associations of four metabolic risk factors with national income, urbanization, and Western diet in 1980 and 2008. Circulation. 2013 Apr 9;127(14):1493-502, 502e1-8. PubMed PMID: 23481623.

182. Abu-Saad K, Chetrit A, Eilat-Adar S, Alpert G, Atamna A, Gillon-Keren M, et al. Blood pressure level and hypertension awareness and control differ by marital status, sex, and ethnicity: a population-based study. Am J Hypertens. 2014 Dec;27(12):1511-20. PubMed PMID: 24795402.

183. Maselko J, Bates LM, Avendano M, Glymour MM. The intersection of sex, marital status, and cardiovascular risk factors in shaping stroke incidence: results from the health and retirement study. J Am Geriatr Soc. 2009 Dec;57(12):2293-9. PubMed PMID: 19874408.

184. Bovet P, Gervasoni J, Ross A, Mkamba M. Assessing the prevalence of hypertension in populations: are we doing right? Journal of hypertension. 2003;21:509-17.

185. Bonnet F, Balkau B, Natali A. Family history of diabetes predisposes to cardiovascular disease among patients with type 2 diabetes: What is the nature of the association? Diabetes & metabolism. 2016 Jun;42(3):139-41. PubMed PMID: 27255507.

186. Emerging Risk Factors C, Sarwar N, Gao P, Seshasai SRK, Gobin R, Kaptoge S, et al. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. Lancet (London, England). 2010;375(9733):2215-22. PubMed PMID: 20609967. eng.

187. World Health Organisation. Rapport Mondial sur le Diabète Résumé d'Orientation. WHO/NMH/NVI/16.3, 2016.

188. International Diabetes Federation. Atlas du diabète de la FID Huitième édition 2017. 2017.

189. Organisation Mondiale de la Santé. Profils des pays pour le diabète, 2016 2016 [cited 2019 08/10/2019]. Available from: https://www.who.int/diabetes/country-profiles/mdg_fr.pdf?ua=1.

190. Campbell NR, Lackland DT, Niebylski ML, World Hypertension League C, International Society of Hypertension Executive C. High blood pressure: why prevention and control are urgent and important: a 2014 fact sheet from the World Hypertension League and the International Society of Hypertension. Journal of clinical hypertension. 2014 Aug;16(8):551-3. PubMed PMID: 25040331.

191. Videau C. Prévalence du diabète et de ses facteurs associés, et état des lieux de la prise en charge des patients diabétiques, au sein de l'observatoire de la population de Moramanga, à Madagascar, 2014. Bordeaux: Université de Bordeaux; 2014.

192. Randrianarijaona A, Ratovoson R, Videau C, Rakotondramanga JM, Baril L. Facteurs de risque du diabète à Moramanga, Madagascar - Comparaison de méthodes de sélection de variables p-values, critères d'information d'Akaike (AIC), et Lasso. Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique. 2018;66(Supplement 3):S178-S9.

193. Fine J, Gray R. A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. Journal of the American Statistical Association. 1999;94:496-509.

194. Andersen PK, Keiding N. Interpretability and importance of functionals in competing risks and multistate models. Statistics in medicine. 2012 May 20;31(11-12):1074-88. PubMed PMID: 22081496.

195. Andersen PK, Geskus RB, de Witte T, Putter H. Competing risks in epidemiology: possibilities and pitfalls. International journal of epidemiology. 2012 Jun;41(3):861-70. PubMed PMID: 22253319. Pubmed Central PMCID: 3396320.

196. Zhang Z. Survival analysis in the presence of competing risks. Ann Transl Med. 2017;5(3):47.

197. Scrucca L, Santucci A, Aversa F. Competing risk analysis using R: an easy guide for clinicians. Bone marrow transplantation. 2007 Aug;40(4):381-7. PubMed PMID: 17563735.

198. Gray R. A class of K-sample tests for comparing the cumulative incidence of a competing risk. Ann Stat. 1988;16:1141-54.

199. Latouche A. Modèles de regression en présence de compétition. Paris VI: Université Pierre et Marie Curie; 2004.

200. Schwartz G. Estimating the dimension of a model. Ann Stat. 1978;6:31-8.

201. Scrucca L, Santucci A, Aversa F. Regression modeling of competing risk using R: an in depth guide for clinicians. Bone marrow transplantation. 2010 Sep;45(9):1388-95. PubMed PMID: 20062101.

202. Organisation Mondiale de la Santé. Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes CIM-10. OMS, editor. Genève1993.

203. Raharinavalona SA, Ramalanjaona HR, Andrianera N, Patrick Rakotomalala AD, Ramahandridona G. [Podiatric risk screening in patients with type 2 diabetes in Antananarivo]. The Pan African medical journal. 2017;27:213. PubMed PMID: 28979615. Pubmed Central PMCID: 5622827. Depistage du risque podologique chez les diabetiques de type 2 a Antananarivo.

204. Oum S, Prak P, Khuon E, Mey V, Aim S, Bounchan Y, et al. Prevalence of Non Communicable Disease Risk Factors in Cambodia: STEPS Survey, 2010.
Available from: https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/2010_STEPS_Report_Cambodia.pdf.

205. Duthé G. Santé des adultes et poids des maladies non transmissibles. In: Rossier C, Soura A.B, Duthé G, editors. Inégalités de santé à Ouagadougou Résultats d'un observatoire de population urbaine au Burkina Faso. Grandes Enquêtes. Editions de l'INED, ed. Paris: INED; 2019. p. 171-205.

206. Willis J. Drinking crisis? Change and continuity in cultures of drinking in sub-Saharan Africa. African Jornal of Drug and Alcohol Studies. 2006;5(1):1-15.

207. Maddaloni E, Pastore G, Del Buono MG, Porcari A, Fittipaldi M, Garilli F, et al. High Prevalence of Autoimmune Diabetes and Poor Glycaemic Control among Adults in Madagascar: A Brief Report from a Humanitarian Health Campaign in Ambanja. Journal of diabetes research. 2017;2017:3860674. PubMed PMID: 29018826. Pubmed Central PMCID: 5606056.

208. Ansah JP, Islam AM, Koh V, Ly V, Kol H, Matchar DB, et al. Systems modelling as an approach for understanding and building consensus on non-communicable diseases (NCD) management in Cambodia. BMC health services research. 2019 Jan 3;19(1):2. PubMed PMID: 30606199. Pubmed Central PMCID: 6318956.

209. Mamo Y, Dukessa T, Mortimore A, Dee D, Luintel A, Fordham I, et al. Non-communicable disease clinics in rural Ethiopia: why patients are lost to follow-up. Public health action. 2019 Sep 21;9(3):102-6. PubMed PMID: 31803581. Pubmed Central PMCID: 6827493.

210. Abegaz TM, Shehab A, Gebreyohannes EA, Bhagavathula AS, Elnour AA. Nonadherence to antihypertensive drugs: A systematic review and meta-analysis. Medicine. 2017 Jan;96(4):e5641. PubMed PMID: 28121920. Pubmed Central PMCID: 5287944.

211. Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, Anderson SG, Callender T, Emberson J, et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. Lancet. 2016 Mar 5;387(10022):957-67. PubMed PMID: 26724178.

ANNEXES

Annexe 1. Fiche d'établissement des causes de décès par les médecins

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 - Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone: 261 20 22 412 72
Télécopie: 261 20 22 415 34
email: ipm@pasteur.mg

CAUSE DE DECES

Date d'établissement : |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__| (jj/mm/aaaa)

Médecin chargé d'établir le ou les diagnostic

Nom du médecin: |__|__|__| Prénom du médecin: |__|__|__|

Informations sur le sujet décédé :

Code du ménage/code individu :

Cause du décès		Intervalle approximatif entre le début du processus morbide et le décès
Partie 1: Maladie ou affection morbide ayant directement provoqué le décès*	a) ..... due à (ou consécutive à)	.....
Antécédents: Affection morbides ayant éventuellement conduit à l'état précité,l'affection morbide initiale étant indiquée en dernier lieu	b) ..... due à (ou consécutive à) c) ..... due à (ou consécutive à) d)	....
Partie 2: Autres états morbides importants ayant contribué au décès, mais sans rapport avec la maladie ou avec l'état morbide qui l'a provoqué	e) ..... due à (ou consécutive à) f) ..... due à (ou consécutive à)	....

** il ne s'agit pas ici du mode de décès, par exemple une défaillance cardiaque ou respiratoire, mais de la maladie, du traumatisme ou de la complication qui a entrainé la mort.*

Signature du médecin

Annexe 2. Liste des chapitres de la Classification Internationale des Maladies (CIM) et des codes de la 10ème révision de la classification (CIM-10)

Chapitre	Classifications	Codes
I	Certaines maladies infectieuses et parasitaires	A00-B99
II	Tumeurs	C00-D48
III	Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire	D50-D89
IV	Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques	E00-E90
V	Troubles mentaux et du comportement	F00-F99
VI	Maladies du système nerveux	G00-G99
VII	Maladies de l'œil et de ces annexes	H00-H59
VIII	Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde	H60-H95
IX	Maladies de l'appareil circulatoire	I00-I99
X	Maladies de l'appareil respiratoire	J00-J99
XI	Maladies de l'appareil digestif	K00-K93
XII	Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané	L00-L99
XIII	Maladies du système ostéo-articulaire sous-cutané	M00-M99
XIV	Maladies de l'appareil génito-urinaire	N00-N99
XV	Grossesse, accouchement et puerpéralité	O00-O99
XVI	Certaines affections dont l'origine se situe dans la période périnatale	P00-P96
XVII	Malformations congénitales et anomalies chromosomiques	Q00-Q99
XVIII	Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs	R00-R99
XIX	Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externes	S00-T98
XX	Causes externes de morbidité et de mortalité	V01-X59
XXI	Facteurs influant sur l'état de santé et motifs de recours aux services de santé	Z00-Z99
XXII	Codes d'utilisation particulières	U00-U89

Annexe 3. Tableau comparatif de la population participant à l'enquête HTA et la population du recensement initial dans les communes rurales

Caractéristiques	Population incluse	Population enregistrée lors du recensement initial	Proportion attendue (%)	p
Sexe				<0.0001
Homme	1679	2928	49.8	
Femme	1942	2949	50.2	
Age				<0.0001
15-25	1096	2140	36.4	
26-35	886	1351	23.0	
36-45	701	1060	18.0	
46-55	464	674	11.5	
Plus de 55 ans	474	652	11.1	
Liste des fokontany par commune				<0.0001
Commune rurale d'Ambohibary				
Analalava	566	1568	26.7	
Ambohimanatrika	86	349	5.9	
Ankarahara	937	1282	21.8	
Commune rurale d'Ampasimpotsy				
Ampasimpotsy gare	615	885	15.1	
Ambatoharanana	376	288	4.9	
Ambodiriana	568	734	12.5	
Amparafara	473	771	13.1	

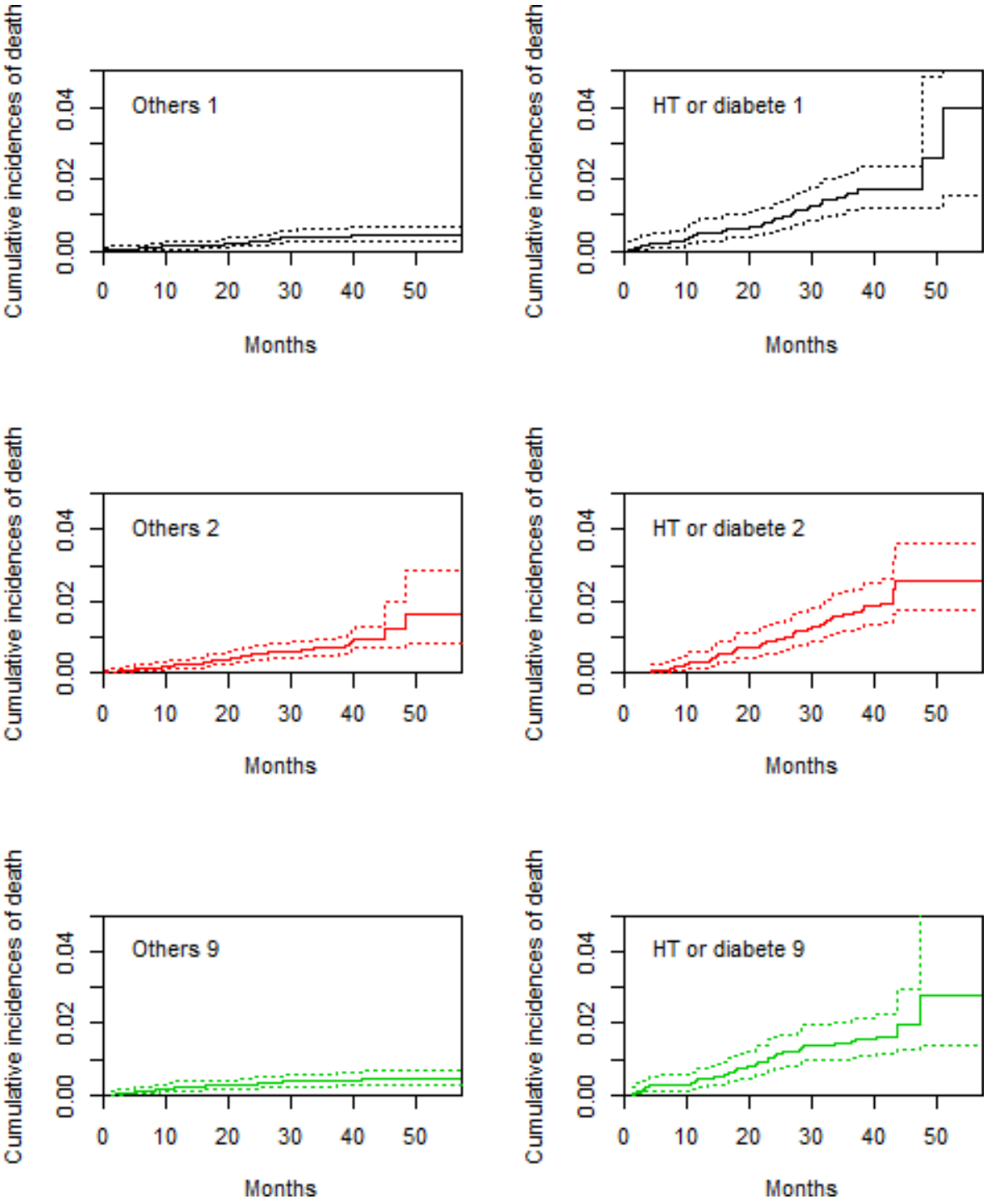
Annexe 4. Les valeurs des incidences cumulées dans l'analyse de survie chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| Cumulative incidence function estimates from competing risks data |
+-----------------------------------------------------------------------+
Test equality across groups:
  Statistic df         p-value
1     32.97  1 0.0000000093748
2     13.93  1      0.00018957
9     29.64  1 0.0000000519809

Estimates at time points:
                  0       10       20       30       40       50
Others 1          0 0.001253 0.002003 0.003811 0.004382 0.004382
HT or diabete 1 0 0.003439 0.006536 0.012631 0.017063 0.025831
Others 2          0 0.001603 0.003847 0.005975 0.009191 0.016199
HT or diabete 2 0 0.002186 0.007057 0.012682 0.018475 0.025646
Others 9          0 0.001616 0.002549 0.003723 0.004205 0.004622
HT or diabete 9 0 0.002985 0.007856 0.013853 0.015533 0.027953

Standard errors:
                  0        10        20        30        40        50
Others 1          0 0.0004737 0.0006036 0.0008524 0.0009471 0.0009471
HT or diabete 1 0 0.0012144 0.0016829 0.0023761 0.0028367 0.0092076
Others 2          0 0.0005341 0.0008383 0.0010544 0.0014417 0.0049958
HT or diabete 2 0 0.0009769 0.0017585 0.0023847 0.0030023 0.0047906
Others 9          0 0.0005384 0.0006808 0.0008320 0.0008990 0.0009907
HT or diabete 9 0 0.0011269 0.0018452 0.0024739 0.0026534 0.0093662
```

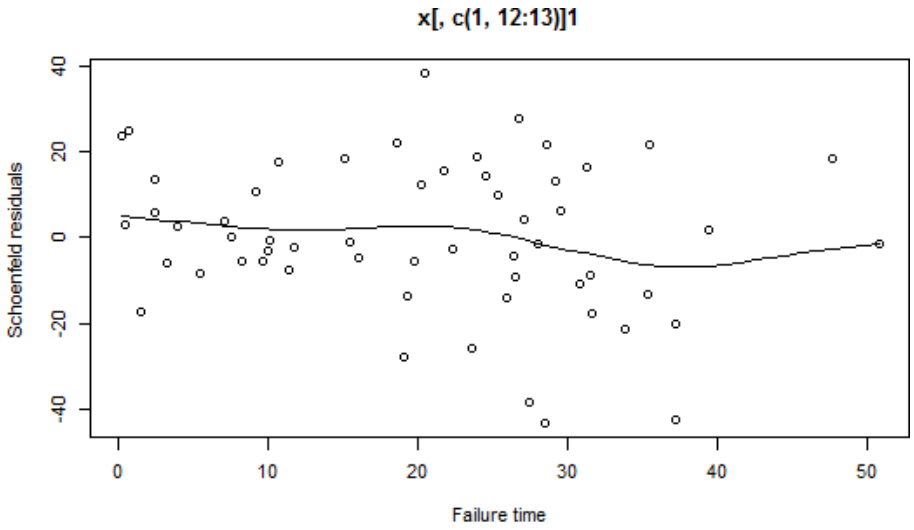
Annexe 5. L'intervalle de confiance à 95% des incidences cumulées et les courbes de l'incidence cumulée chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques

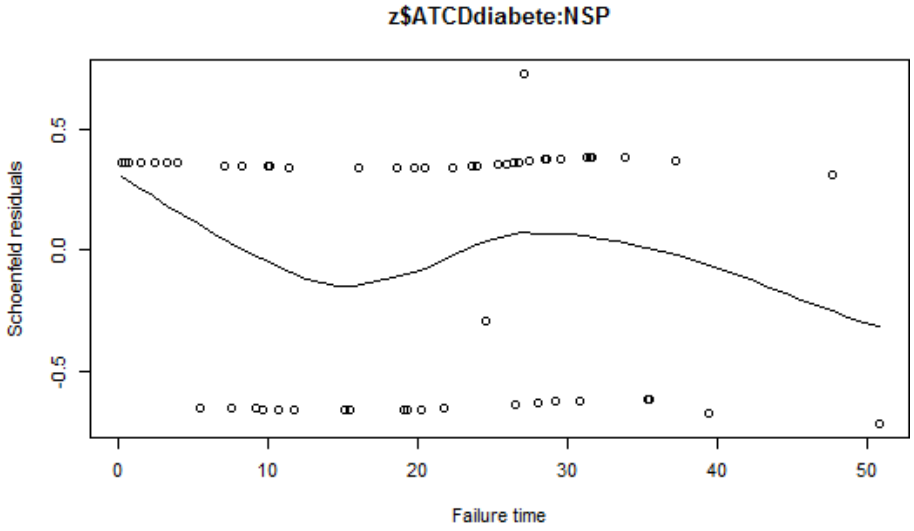
```
95% pointwise confidence intervals:
, , Others 1

        0         10        20        30        40        50
lower NaN 0.0005726 0.001078 0.002416 0.002821 0.002821
upper NaN 0.0025271 0.003518 0.005810 0.006587 0.006587

, , HT or diabete 1

        0        10        20        30       40       50
lower NaN 0.001647 0.003844 0.008597 0.01215 0.01196
upper NaN 0.006598 0.010564 0.017988 0.02334 0.04879

, , Others 2

        0         10        20        30        40        50
lower NaN 0.0008059 0.002468 0.004178 0.006689 0.008448
upper NaN 0.0029827 0.005803 0.008349 0.012376 0.028423

, , HT or diabete 2

        0         10        20        30       40       50
lower NaN 0.0008528 0.004224 0.008633 0.01326 0.01745
upper NaN 0.0049445 0.011236 0.018058 0.02509 0.03634

, , Others 9

        0         10        20        30        40        50
lower NaN 0.0008124 0.001475 0.002361 0.002721 0.002986
upper NaN 0.0030064 0.004208 0.005674 0.006295 0.006924

, , HT or diabete 9

        0        10        20        30       40       50
lower NaN 0.001356 0.004847 0.009619 0.01096 0.01359
upper NaN 0.005980 0.012188 0.019387 0.02143 0.05093
```

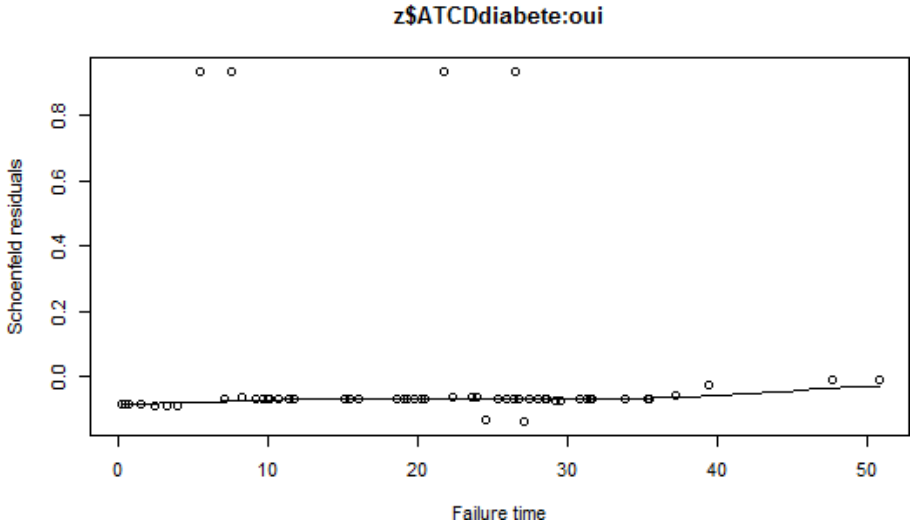
Annexe 6. Les courbes de l'incidence cumulée avec leur intervalle de confiance à 95% chez les patients diagnostiqués hypertendus ou diabétiques



Annexe 7. Vérification de l'hypothèse de proportionnalité des SHR par les courbes des résidus de Schoenfeld.







Annexe 8. Autres projets de recherche conduits durant la période de la thèse et en tant que personnel de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM)

En 2018, d'autres projets de recherche ont été aussi réalisés dans la zone d'étude où j'étais l'investigateur principal ou co-investigateur. Il y a eu l'étude sur la connaissance, attitude et pratiques sur la rage dans la communauté de Moramanga et un projet sur les infections tuberculeuses chez les enfants de moins de 12 ans dans la commune urbaine.

De 2016 à 2020, en tant que personnel de l'Institut Pasteur de Madagascar, j'ai été également investigateur principal d'autres projets qui étaient en dehors du cadre de ma thèse. Ces études portaient sur les complications des avortements provoqués à Madagascar : étude réalisée dans 10 districts[1] ; et l'évaluation d'un programme de prise en charge à domicile du paludisme dans une zone hyper-endémique de Madagascar : étude menée dans le sud-est de Madagascar.

Durant la phase finale, lors de la rédaction du manuscrit, qui était aussi la période de la pandémie du Covid-19, j'ai été en charge de la coordination d'un projet sur les cas positifs de Covid-19 et leurs contacts étroits ; et j'étais également parmi les investigateurs principaux d'un projet de recherche conduit auprès des professionnels de santé qui prenaient en charge les patients atteints de Covid-19.

4 Ratovoson R, Kunkel A, Rakotovao JP, et al. Frequency, risk factors, and complications of induced abortion in ten districts of Madagascar: results from a cross-sectional household survey. BMC Womens Health. 2020;20(1):96. Published 2020 May 6. doi:10.1186/s12905-020-00962-2

Annexe 9. Financement du projet MHURAM

Année	Financement
2010	- Fondation TOTAL - Coopération internationale de la Principauté de Monaco
2012-2014	- France Expertise International (Mission n 12INI109) - Institut Pasteur de Madagascar - United States Agency for International Development (Grant AID-687-G-13–00003)
2016-2017	- Fondation TOTAL - Projet Feder InterReg V ou INTERREG FEDER TROI (Traquer les risques sanitaires dans l'océan Indien—2015–2017) - Institut national d'études démographiques
2019	- Institut Pasteur de Madagascar - Commission Européenne (Projet EDCTP: ALERRT (RIA: 2016E-1612) et MTBVAC (RIA: 2016 V-1637) consortia)

Annexe 10. Questionnaires utilisées pendant le recensements initial dans le projet MHURAM

1. Recensement initial des constructions et des centres de santé
2. Composition du ménage
3. Ménages : Recensement initial
4. Individus : Recensement initial
5. Déclaration de la grossesse
6. Fécondité
7. Recours aux Soins
8. Décès

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

FICHE N°1
RECENSEMENT INITIAL DES CONSTRUCTIONS ET DES CENTRES DE SANTE

DATE ET IDENTIFICATION DE L'ENQUETEUR		
Date de l'enquête	☐☐/☐☐/☐☐	dtvisite
Nom enquêteur	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	
Code enquêteur	☐☐	enquêteur

IDENTIFICATION DU BATIMENT		
M1-Commune	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ou ☐☐	id commune
M2-Fokontany	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ou ☐☐	idfkt
M3-Hameau	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ou ☐☐	id hameau
M4-Adresse de la maison	……..…… ☐☐☐ ……	mais_adr id maison
M5-GPS bâtiment	Long EST ☐☐.☐☐☐☐☐ Lat SUD ☐☐.☐☐☐☐☐	est/sud
M6-Numéro local	☐☐☐☐☐☐ **attribué par le fonkontany**	mais_code
M7-Type de bâtiment Cocher le type	| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | **1. Bâtiment pour logements privés (maison, immeuble) → aller M8** **2. Structure de soins → aller M11** 3. Bâtiment pour logements collectifs ou temporaires (hôtel, pensionnat, prison,caserne...) 4. Bâtiment de fonction publique (mairie, agence de district, commissariat, gendarmerie...) 5. Lieu de culte 6. Lieu d'animation ou d'enseignement (crèche, école, lycée, université....) 7. Commerce ou entreprise privée 8. Association ou organisation non gouvernementale **9.** Autre, préciser : ..... **→ Si type 3 à 9 : STOP**	mais_type mais_type_aut

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐

CARACTERISTIQUES DU BATIMENT

Si type = 1 : bâtiment pour logements privés (maison, immeuble)

M8- Nombre de ménages ☐☐ — men_nb

M9-Type de mur

Observez et **cochez le matériau principal constituant les murs** de la maison du chef de ménage (demander confirmation si besoin) — murs

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1- Brique (1)
2- Pierre (1)
3- Béton (1)
4- Tôle (1)
5- Bois acheté (planches) (1)
6- Ravinala /falafa (0)
7- Bambou / volo (0)
8- Jonc (0)
9- Terre (0)
10- Bois ramassé (0)
11- Autre, préciser : …… — murs_aut

Observations :

M10-Type de toit

Observez et **cochez le matériau principal constituant le toit** de la maison (demander confirmation si besoin) — toit

1	2	3	4	5	6	7	8

1- Béton (1)
2- Tuile (1)
3- Tôle (1)
4- Bois acheté (planches) (1)
5- Chaume (0)
6- Ravinala / vendrana (0)
7- Autres végétaux (0)
8- Autres, préciser : …….. — toit_aut

Observations :

Si type = 2 : structure de soins

M11- Nom de la structure ou du soignant si cabinet |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| — str_nom

M12- Type de structure de soins — str_type

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1. Guérisseur, tradi-praticien, phytothérapeute
2. Centre de santé de base public niveau 1 (infirmier : CSB1)
3. Centre de santé de base public niveau 2 (médecin : CSB2)
4. Médecin moderne en cabinet privé
5. Centre de santé (médecin/ infirmier)
6. Centre de santé privé (médecin + paramédicaux)
7. Centre de santé lié à une entreprise
8. Hôpital public (lits d'hospitalisation)
9. Clinique privée (lits d'hospitalisation)
10. Pharmacie moderne
11. Pharmarcie traditionnelle (homeopharma, phyto-pharmacie...)
12. Centre de planning familial
13. Autre, préciser : ..... — str_type_aut

M13-Maternité
Cette structure peut-elle prendre en charge un accouchement?

1 OUI 2 NON

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

FICHE N° 2
COMPOSITION MENAGE

A- COMPOSITION DE LA FAMILLE

Pouvez-vous me nommer toutes les personnes qui habitent dans cette maison, y compris les enfants, ceux qui ne sont pas ici aujourd'hui, ou les visiteurs qui ont dormi ici la nuit dernière ?
Je vous rappelle que toutes les informations que vous nous communiquez restent strictement confidentielles et ne seront jamais révélées à des gens du public. Prenez le temps de bien réfléchir et dites moi si vous ne savez pas. Nous pourrons essayer de retrouver ensemble certaines informations.

Lister **tous les individus habitant habituellement** dans le foyer**, et ceux ayant dormi ici la nuit dernière**
→ **remplir une FICHE INDIVIDU pour tous les résidents**

FORMULAIRE 1 / ☐

A1- Numéro d'ordre dans le ménage	**A2- sexe**	**A3- Age**	**A4- Statut de résidence**
men_num	sexe	age	resid
numéro d'ordre dans le ménage 01= CHEF menage		*Quel est l'âge de (NOM) ?* Cocher l'unité d'âge J = jours M = mois A = année	*(NOM) habite-t-il/elle habituellement ici ?* **OUI = RESIDENT** 1. Résident présent (Rp) 2. Résident absent (Ra) 3-Visiteurs
01	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
02	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
03	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
04	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
05	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
06	1. M ☐ 2. F ☐	☐☐☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐

07	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
08	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
09	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
10	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
11	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
12	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
13	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
14	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
15	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
16	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
17	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
18	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐
19	1. M ☐ 2. F ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐

20	1. M ☐ 2. **F** ☐	☐ ☐ ☐ J/ M/ A	1. ☐ 2. ☐ 3. ☐

Questions de vérification : *pour être sûr que nous n'avons oublié personne*, NOMBRE TOTAL DE RESIDENTS, (présents ou absents) ET DE VISITEURS ACTUELS ☐☐

A8- *Y-a-t-il d'autres personnes de la famille comme des enfants ou des bébés que nous n'avons pas listé ?*
A9- *Y-a-t-il d'autres personnes qui ne font pas partie de votre famille, comme des gens de maison ou des amis, qui habitent habituellement ici ?*
A10- *Y-a-t-il d'autres personnes comme des invités ou des visiteurs temporaires qui sont ici ou qui ont dormi ici la nuit dernière et que nous n'avons pas listé ?*

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE DU CHEF DE MENAGE

FICHE N°3
MENAGES/RECENSEMENT INITIAL

IDENTIFICATION DU MENAGE		
Commune	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐☐	id commune
Fokontany	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐☐	idfkt
Hameau	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐☐	id hameau
Maison	..... ☐☐☐	idmaison
Adresse / N° de ménage	..... ☐☐	mais_adr id ménage
Date d'installation	**du ménage** ☐☐/☐☐/☐☐	dtinst_a/j/m
Milieu d'habitation	1-Urbain 2-Rural	milieu

IDENTIFICATION DE L'ENQUETEUR ET DES VISITES				
Dates d'enquête	Visite 1	Visite 2	**Visite 3/FINALE**	id visite
	☐☐/☐☐/☐☐	☐☐/☐☐/☐☐	☐☐/☐☐/☐☐	dtvisite
Nom enquêteur	||_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	||_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	
Code enquêteur	☐☐	☐☐	☐☐	enquêteur
Nom répondant	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	rep_nom
Identifiant répondant	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	id répond

Résultat 1=complet 2=pas de répondant disponible 3=ménage absent (durée prolongée) 4=visite repoussée par demande foyer 5=refus du foyer/chef de ménage 6=logement vacant / non identifié /détruit 7 = autre : préciser	Visite 1	Visite 2	**Visite 3/FINALE**	visit_res
	1 2 3 4 5 6 7.....	1 2 3 4 5 6 7.....	**1** **2** **3** **4** **5** **6** **7**.....	
Heure de début entretien	☐☐h☐☐min	☐☐h☐☐min	**☐☐h☐☐min**	
Durée de la visite	☐☐☐min	☐☐☐min	**☐☐☐min**	visit_dur
Date prévue du prochain tour (+ 4 mois)		☐☐/☐☐/☐☐		
N° de téléphone si possible	☐☐☐ ☐☐ ☐☐☐ ☐☐			tel_num
Type de téléphone	**1**-foyer : fixe **2**-foyer : mobile **3**-voisin ou connaissance			tel_type

B-CHEF DE MENAGE

B1-Nom chef de ménage	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	cm_nom
B2-Identifiant du chef de ménage	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	cm_ident
B3-Origine du chef de ménage *Dans quelle ville le chef de ménage a-t-il grandi ?*	*région* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐☐ *district* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐☐☐ *commune* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| Dans la zone d'étude 1 .OUI 2 .NON Si oui : Codage commune origine : ☐☐	cm_region cm_district cm_commune
B4-Religion chef ménage	1. Chrétien catholique 2. Chrétien protestant 3. Chrétien orthodoxe 4. Chrétien autre église (témoins de Jéhovah, zioniste, etc…) 5. Musulman 6. Juif 7. Hindouiste 8. Bouddhiste 9. Animiste 10. Sans religion (athée) 11. Autre, préciser :…… 98. Ne répond pas	cm_religion cm_religion_aut

C-CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT ET PATRIMOINES DU FOYER

1. Habitat

C1-Statut d'occupation *Dans votre maison, le chef de ménage est-il :*	1- Propriétaire 2- Locataire 3- Logé à titre gratuit (par employeur ou famille) 4- Autre, préciser… 99- Ne sait pas	bail bail_aut
C2-Type de l'habitat Notez de quel type il s'agit	1- Appartement 2- Maison individuelle 3- Pièces dans une maison avec plusieurs ménages (cuisine ou salle d'eau commune) 4- Cabanon 5- Autres (sans domicile fixe,…), préciser : ……	hab_typ hab_aut
C3-Niveau de l'habitation Compter le nombre de niveau dans la maison/immeuble Cocher à quel(s) niveau(x) habite le foyer	***Nombre de niveaux dans la maison*** ☐ Rdc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10	hab_niv men_niv
C4-Nombre de pièces *Combien de pièces utilise le foyer au total ?* *Combien de ces pièces servent à dormir uniquement ?*	Total pièces ☐☐ chambres ☐☐	piece_ nb chamb_ nb
C5- Type de sol Observez et entourez le matériau principal constituant le sol de la pièce de vie principale (où l'on mange) (demander confirmation si besoin) Observations :	1- Carrelage (1) 2- Parquet (1) 3- Ciment (1) 4- Vinyl (balatum) (1) 5- Planches en bois achetées (1) 6- Terre /sable (0) 7- Végétaux ou bois ramassé (ravinala) (0) 8- Autre, préciser : ……	sol sol_aut
C6- Eclairage *Quel est le mode d'éclairage habituel (le soir pour faire la cuisine et manger) ?* plusieurs réponses possibles	1- Electricité (1) 2- Pétrole lampant (1) 3- Bougie (0) 4- Autre (ex : feu) … (0) 5- Pas d'éclairage (0)	eclair_el eclair_petr eclair_boug eclair_aut
C7- Combustible (cuisine) *Quel est le moyen habituel de faire cuire la nourriture tous les jours ?* une seule réponse possible	1- Gaz bouteille (1) 2- Electricité (1) 3- Pétrole (1) 4- Charbon de bois acheté (1) 5- Bois acheté (1) 6- Bois ramassé ou charbon ramassé (0) 7- Bouses (0) 8- Autres ……(0)	combust combust_aut
C8-Réseau électricité *Le réseau d'électricité est-il disponible et raccordé dans la maison ?*	1- Réseau électricité raccordé (1) 2- Réseau électricité disponible mais non raccordé (1) 3- Réseau électricité non disponible (0) 99- Ne sait pas	elec_reseau
C9-Autre électricité *Utilisez-vous un autre système pour avoir de l'électricité, par exemple solaire, électrogène, éolienne ou autre ?* (par exemple si le réseau est en panne ou si pas de réseau)	0- NON (0) 1- Solaire (1) 2- Groupe électrogène (1) 3- Eolienne (1) 4- Autre source (hydro-turbine par exemple) (1)	elec_aut

2. Patrimoine

Je voudrais maintenant vous poser quelques questions sur les objets ou les animaux possédés par les gens de votre foyer. Je vous rappelle que toutes ces informations sont confidentielles. Ces données ne seront jamais communiquées à quelqu'un en dehors de l'étude. Elles seront mélangées à d'autres données et votre nom ne jamais visible. Puis je continuer ?

Quelqu'un dans le foyer possède-t-il :	OUI	NON	Répondant Ne sait pas	
C10-Radio	1	0	99	radio
C11-Télévision	1	0	99	tv
C12- Ordinateur	1	0	99	ordi
C13- Accès internet	1	0	99	internet
C14-Téléphone fixe	1	0	99	tel_fix
C15-Téléphone portable Si oui, combien de lignes dans le foyer (99 si ne sait pas)	1 →☐☐	0	99	tel_mob tel_mob_nb
C16- Réfrigérateur	1	0	99	frigo
C17-Machine à coudre	1	0	99	mach_coud
C18-Voiture	1	0	99	voiture
C19- Moto / mobylette	1	0	99	moto
C20- Camion	1	0	99	camion
C21- Tracteur	1	0	99	tract
C22- Autre véhicule à moteur : *préciser …..*	1	0	99	vehic_aut
C23- Bicyclette	1	0	99	velo
C24-Charrette à zébus	1	0	99	charette

C25-Animaux domestiques (Nombre) *Y-a-t-il des animaux dans le foyer ?* **00 si absence** **99 si répondant ne sait pas**	Chiens Chats Oiseaux Autres (préciser)	☐☐ ☐☐ ☐☐ ☐☐……..	chien chat oiseau dom_aut dom_aut_nb
Possédez- vous (quelqu'un du foyer) d'autres animaux ? **C26- Animaux de basse-cour (Nombre)** **00 si absence** **99 si répondant ne sait pas**	Poulets Oies Canards Pintades Lapins Autres (préciser)	☐☐ ☐☐ ☐☐ ☐☐ ☐☐ ☐☐……..	poul oie canard pintad lapin basc_ aut basc_aut_nb
C27- Animaux d'élevage **(Nombre de têtes)** **00 si absence** **99 si répondant ne sait pas**	Vaches/Zébus Porcs Moutons Chèvres Autres (préciser)	☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐……	zebu porc mouton chèvre elev_aut elv_au_nb

C28- Potagers/Vergers	OUI	NON	Ne sait pas	
Fruits	1	0	99	fruit
Légumes (courgettes, poireaux, chou …)	1	0	99	légume
Tubercules (pommes de terre, patates, igname, betterave…)	1	0	99	tuberc
Légumineuses (haricots, pois…)	1	0	99	legumin
Autres (préciser)	1	0	99 …… ……	potag_ aut
C29-Rizières *Quelqu'un du foyer possède-t-il des rizières ?*	OUI 1	NON 0	Ne sait pas 99	rizière
C30-Rizières en location *Certaines de ces rizières sont-elles en location ?*	1	0	99	riziere_loc
C31-Maisons ou appartements en location *Quelqu'un du foyer possède-t-il des logements en location ?*	1	0	99	log_loc

B- HYGIENE

D1. Mode d'évacuation des ordures/déchets ménagers *Comment vous débarrassez-vous habituellement de vos ordures ?*	1. Collecte de la ville 2. Dépôt dans une fosse de la ville 3. Dépôt sur la route 4. Incinération sur place 5. Pas de mode d'évacuation fixe 6. Autres :…… 99-Répondant ne sait pas	ordur_evac ordur_aut
D2. Présence d'ordures dans la concession Regarder : Constatez- vous des ordures sur le terrain ou dans la maison ?	OUI NON 1 0	ordur_pres
D3-Latrines et toilettes *Quel type de toilettes/latrines est principalement utilisé par votre famille ?* Chasse d'eau = mécanique ou seau + réserve	1. Toilettes +chasse d'eau, intérieures privées 2. Toilettes +chasse d'eau, intérieures communes 3. Latrines creusées extérieures individuelles 4. Latrines creusées extérieures communes 5. Autres : préciser…… 6. Dans la nature	latrine latrine_aut
D4-Local pour se laver *Où vont le plus souvent les membres de la famille pour se laver ?*	1. Intérieur, pièce spécifique (salle d'eau) 2. Intérieur sans pièce spécifique (cuisine...) 3. Extérieur abris spécifique 4. Extérieur sans abris (dans la cour) 5. Rivière 6. Mare 7. Autre, préciser :……	douche douche_aut
D5. Présence de savon dans le ménage *Y-a-t-il à disposition dans la maison du savon pour se laver et pour la lessive ?* Vérifier si accessible facilement sinon 0	OUI NON 1. Pour la toilette 1 0 2. Pour la lessive 1 0 →	savon_toil savon_les
D6-Approvisionnement en eau de boisson *Ou va-t-on habituellement chercher l'eau que vous buvez tous les jours ?*	1. Achetée et scellée (bouteilles ou bidons) → **aller D9** 2. Robinet → **aller D9** 3. Borne fontaine publique 4. Puits privé 5. Puits collectif 6. Forage privé (makiplast / pour stocker l'eau) 7. Pompe publique d'origine indéterminée 8. Cours d'eau 9. Source 10. Mare / recueil d'eau de pluie 11. Autre, préciser : ……	eau_bois eau_bois_aut
D7-Distance au point d'approvisionnement en eau de boisson *Combien de temps met-on à pieds pour aller chercher l'eau de boisson ?*	1. Moins de 5 minutes 2. Entre 5 et 10 minutes 3. Entre 10 et 15 minutes 4. Entre 15 et 30 minutes 5. Plus de 30 minutes 99. Répondant ne sait pas	eau_dist
D8-Mode de stockage de l'eau de boisson *D8a-Où est stockée habituellement l'eau qui sert pour la boisson ?* *D8b-Le contenant de stockage est-il protégé ?*	1. A l'extérieur 2. A l'intérieur de la maison 1. Ouvert 2. Couvert par couvercle 3. Fermé par bouchon	eau_stock eau_protec
D9- Traitement de l'eau de boisson *Faites-vous habituellement quelque chose pour traiter l'eau de boisson avant de la boire ?* PLUSIEURS REPONSES POSSIBLES *Est-ce tout ?* Noter toute remarque ……	1. OUI : préciser ci dessous → 2. NON pas habituellement → **aller D10-** 3. Répondant ne sait pas OUI NON NSP Filtrée à travers un linge 1 0 99 Bouillie 1 0 99 Filtrée à travers un filtre spécial (céramique, sable) 1 0 99 Décantation simple 1 0 99 Chlore ou produits chimiques 1 0 99 Autres, préciser …… 1 0 99	eau_tt eau_filt_ling eau_ebul eau_filt_meca eau_decant eau_chlore eau_tt_aut
D10- Lieu de cuisine *Ou se fait habituellement la cuisine ?*	1. Dans une pièce SPECIFIQUE à l'intérieur 2. Dans une pièce COMMUNE à l'intérieur 3. A l'extérieur dans un abri 4. A l'extérieur dans la cour ou la rue 5. Autre, préciser : ……	cuisine cuisine_aut

C- ALIMENTATION

QUANTITE ET APPROVISIONNEMENT		
E1- Budget *Combien avez-vous dépensé hier pour la préparation des repas de la journée ?*	☐☐☐ ☐☐☐1 .FMG 2.Ariary 98 si ne répond pas	alim_budg alim_budg_unit
E2-Approvisionnement *Dans les 12 derniers mois, pendant combien de mois a-t-il fallu acheter du riz pour la famille ?*	☐☐mois 99 si ne sait pas	achat_riz
E3- Carences *(octobre-janvier ???)* *Pendant la période de soudure avez-vous diminué* *- le nombre de repas par jour du ménage ?* *- la quantité de nourriture par repas pour le ménage ?*	OUI NON NSP Nombre de repas : 1 0 99 Quantité au repas : 1 0 99	carence_nb carence_qtt
E4- Nombre de repas par jour ***HIER** , combien de repas ont été pris par **la mère de famille** du foyer, **les enfants de moins de 24 mois, les enfants de 24 à 59 mois** ?* 95 si pas d'enfants moins de 59 mois dans le foyer	Mère ☐ Enfants < 24m ☐ Enfants 24-59 m ☐	repas_mere repas_2 repas_5

QUALITE / DIVERSITE				
Groupes d'aliments consommés ***HIER,** ces aliments ont-ils été consommés par **la mère de famille, les enfants de moins de 24 mois, les enfants de 24 à 59 mois** ?* **NON : 0 OUI : 1 NSP : 99**	**Mère**	**Enfants < 24m**	**Enfants 24-59m**	*_mère *_2 *_5
E5- CEREALES RIZ, blé, mais, sorgho, pâtes alimentaires, pain, biscuits, farines	☐	☐	☐	céréales_*
E6- GRAINES ET LEGUMINEUSES Voanjobory, tsaramaso, voanemba, petits pois, kabaro, lentilles, soja, voanjo, tsiasisa, autres légumes secs	☐	☐	☐	graine_*
E7- TUBERCULES ET RACINES Patate douce, taro, manioc, pomme de terre	☐	☐	☐	racine_*
E8- LEGUMES VERTS EN FEUILLES Breds, salade, poireaux, épinards	☐	☐	☐	feuille_*
E9- LEGUMES AUTRES Tomates, courgettes, haricots verts, poivron, aubergine, chou, carottes, navets, concombres	☐	☐	☐	légume_*
E10- VIANDES ET VOLAILLES	☐	☐	☐	viande_*
E11-POISSON OU FRUITS DE MER frais/séchés/conserves	☐	☐	☐	poisson_*
E12-ŒUFS	☐	☐	☐	œufs_*
E13-PRODUITS LAITIERS Lait frais/poudre/concentré, yaourts, fromage, crème fraiche	☐	☐	☐	laitier_*
E14- FRUITS RICHES EN VITAMINE A Mangue, goyave, papaye, abricot, pastèque, kaki, fraise, voatango	☐	☐	☐	fruits Vita_*
E15- FRUITS AUTRES Pomme, ananas, raisin, banane, coco, tamarin, agrumes, avocats, corossol, litchi	☐	☐	☐	fruits_*
E16- HUILE ET GRAISSE Huile, beurre, margarine, saindoux, lard, suif, mayonnaise	☐	☐	☐	graisse_*
E17- PRODUITS SUCRES Sucre, miel, bonbons	☐	☐	☐	sucre_*
OBSERVATIONS				

D- PALUDISME

D11- Campagne d'aspersion Intra Domiciliaire *Est-ce que quelqu'un est venu dans votre logement, au cours des 12 derniers mois, pour pulvériser les murs intérieurs contre les moustiques ?*	1. OUI 2. Non jamais→ **aller D13** 99. Répondant ne sait pas		caid
D12-Date dernière CAID *Quand était-ce ?*	*(Mois)*☐☐/20☐☐*(année)* 99. Répondant ne sait pas		caid_date
D13-Utilisation de moustiquaires *Utilisez-vous des moustiquaires pour dormir?*	1. OUI 2 .NON 99. Répondant ne sait pas	→ **aller directement E**	moust
D14- Nombre de moustiquaire *Combien de moustiquaires votre ménage possède-t-il ?*	☐☐		moust_N

Vérifiez l'état de chaque moustiquaire, et remplir la page suivante :
S'il y plus de 4 moustiquaires, remplir une 2ème fiche

D15		MOUSTIQUAIRE 1	MOUSTIQUAIRE 2	MOUSTIQUAIRE 3	MOUSTIQUAIRE 4
D151	DEMANDEZ À L'ENQUÊTÉ DE VOUS MONTRER LA/LES MOUSTIQUAIRES DU MÉNAGE. SI PLUS DE 4 MOUSTIQUAIRES, UTILISEZ UN/DES QUESTIONNAIRE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S).	1 Observé 2 Non observé	1 Observé 2 Non observé	1 Observé 2 Non observé	1 Observé 2 Non observé
D152	Cette moustiquaire est-elle actuellement suspendue dans le ménage? **OBSERVER**	1 Oui 2 Non 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non 9 Ne sait pas
D153	Cette moustiquaire présente-t-elle un ou des trous? **OBSERVER**	1 Oui 2 Non➔**Passer à 155** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔**Passer à 155** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔**Passer à 155** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔**Passer à 155** 9 Ne sait pas
D154	Combien cette moustiquaire présente-t-elle de trous? **VERIFIER L'ETAT DE LA MOUSTIQUAIRE**	☐☐ Plus petits qu'un doigt ☐☐ Plus petits qu'un poing ☐☐ Plus petits que la tête ☐☐ Plus grands que la tête	☐☐ Plus petits qu'un doigt ☐☐ Plus petits qu'un poing ☐☐ Plus petits que la tête ☐☐ Plus grands que la tête	☐☐ Plus petits qu'un doigt ☐☐ Plus petits qu'un poing ☐☐ Plus petits que la tête ☐☐ Plus grands que la tête	☐☐ Plus petits qu'un doigt ☐☐ Plus petits qu'un poing ☐☐ Plus petits que la tête ☐☐ Plus grands que la tête
D155	De quelle marque est cette moustiquaire? **VERIFIER LA MARQUE DE LA MOUSTIQUAIRE**	**MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE A LONGUE DURÉE D'ACTION (MID)** OLYSET **11** PERMANET **12** SUPER MOUSTIQUAIRE **13**	**MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE A LONGUE DURÉE D'ACTION (MID)** OLYSET **11** PERMANET **12** SUPER MOUSTIQUAIRE **13**	**MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE A LONGUE DURÉE D'ACTION (MID)** OLYSET **11** PERMANET **12** SUPER MOUSTIQUAIRE **13**	**MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE A LONGUE DURÉE D'ACTION (MID)** OLYSET **11** PERMANET **12** SUPER MOUSTIQUAIRE **13**

		MILAY	14	MILAY	14	MILAY	14	MILAY	14
		TSARALAY	15	TSARALAY	15	TSARALAY	15	TSARALAY	15
		INTERCEPTOR (BASF)	16	INTERCEPTOR (BASF)	16	INTERCEPTOR (BASF)	16	INTERCEPTOR (BASF)	16
		AUTRE MID PRECISER _____	18	AUTRE MID PRECISER _____	18	AUTRE MID PRECISER _____	18	AUTRE MID PRECISER _____	18
	SI IMPREGNEE A DOMICILE, DEMANDER DE QUAND DATE LA DERNIERE IMPREGNATION: IL Y A 3 ANS OU MOINS - PLUS DE 3 ANS	MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE		MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE		MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE		MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE	
		- ≤ 3 ANS	21	- ≤ 3 ANS	21	- ≤ 3 ANS	21	- ≤ 3 ANS	21
		- > 3 ANS	22	- ≥ 3 ANS	22	- ≥ 3 ANS	22	- ≥ 3 ANS	22
		MOUSTIQUAIRE NON IMPREGNEE	31	MOUSTIQUAIRE NON IMPREGNEE	31	MOUSTIQUAIRE NON IMPREGNEE	31	MOUSTIQUAIRE NON IMPREGNEE	31
		AUTRE (PRECISER) _____	81	AUTRE (PRECISER) _____	81	AUTRE (PRECISER) _____	81	AUTRE (PRECISER) _____	81
		NSP MARQUE	99	NSP MARQUE	99	NSP MARQUE	99	NSP MARQUE	99

		MOUSTIQUAIRE 1		**MOUSTIQUAIRE 2**		**MOUSTIQUAIRE 3**		**MOUSTIQUAIRE 4**	
D156	Ou avez-vous obtenu la moustiquaire	CAMPAGNE DE DISTRIBUTION	1	CAMPAGNE DE DISTRIBUTION	1	CAMPAGNE DE DISTRIBUTION	1	CAMPAGNE DE DISTRIBUTION	1
		CENTRE DE SANTE	2	CENTRE DE SANTE	2	CENTRE DE SANTE	2	CENTRE DE SANTE	2
		AGENT COMMUNAUTAIRE	3	AGENT COMMUNAUTAIRE	3	AGENT COMMUNAUTAIRE	3	AGENT COMMUNAUTAIRE	3
		ACHETÉE AU MARCHÉ OU BOUTIQUE	4	ACHETÉE AU MARCHÉ OU BOUTIQUE	4	ACHETÉE AU MARCHÉ OU BOUTIQUE	4	ACHETÉE AU MARCHÉ OU BOUTIQUE	4
		ACHETÉE DEPOT DE MEDICAMENT OU PHARMACIE	5	ACHETÉE DEPOT DE MEDICAMENT OU PHARMACIE	5	ACHETÉE DEPOT DE MEDICAMENT OU PHARMACIE	5	ACHETÉE DEPOT DE MEDICAMENT OU PHARMACIE	5

		AUTRE (PRECISER) _____ 8 NSP 9	AUTRE (PRECISER) _____ 8 NSP 9	AUTRE (PRECISER) _____ 8 NSP 9	AUTRE (PRECISER) _____ 8 NSP 9
D157	Depuis quand avez-vous cette moustiquaire? MOIS/ANNEE, MEME APPROXIMATIVEMENT	☐☐ /☐☐☐☐ NSP……..999	☐☐ /☐☐☐☐ NSP……..999	☐☐ /☐☐☐☐ NSP……..999	☐☐ /☐☐☐☐ NSP……..999
D158	Est-ce que, la nuit dernière, quelqu'un a dormi sous cette moustiquaire ?	1 Oui 2 Non➔Passer à **E** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔Passer à **E** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔Passer à **E** 9 Ne sait pas	1 Oui 2 Non➔Passer à **E** 9 Ne sait pas
D159	Qui a dormi sous cette moustiquaire la nuit dernière ? ENREGISTREZ LE NOM ET LE NUMÉRO DE LA PERSONNE CORRESPONDANTE À PARTIR DE LA COMPOSITION DE MÉNAGE (SECTION 1.2)	Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐	Nom _____ N° : ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐	Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐	Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐ Nom _____ N° ☐☐

RETOURNEZ À D151 POUR LA MOUSTIQUAIRE SUIVANTE; OU, SI PLUS DE MOUSTIQUAIRE, PASSER AUX QUESTIONS SUIVANTES

E-MORTALITE DANS LE FOYER

Si utilisation d'un formulaire supplémentaire, cocher cette case : ☐et agrafer les formulaires supplémentaires

Y-a-t-il eu des décès dans ce foyer depuis les 5 dernières années (depuis l'installation du foyer dans la zone si inférieure à 5 ans) ? COMBIEN EN TOUT ?☐☐
NON → aller paragraphe G

1. OUI → *pouvez-vous me dire toutes les personnes de ce foyer qui sont décédées depuis les 5 dernières années, en partant du décès le plus récent*

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE du chef de ménage ou de l'individu

FICHE N°3.1
INDIVIDU / RECENSEMENT INITIAL

Remplir aussi une fiche de **recensement initial de ménage**

A-ARRIVEE DANS LE FOYER

IDENTIFICATION DU MENAGE et DE L'INDIVIDU		
CODE MENAGE	☐☐ /☐☐ /☐☐ /☐☐☐/☐☐ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)	id ménage
CODE INDIVIDU	N° dans le foyer : ☐☐ Code individu ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	ident
I1- Nom	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	nom
I2- Prénom	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	prénom
I3- Sexe	1 .Male/ 2. Femelle	
I4- Date de naissance	☐☐/☐☐/☐☐☐☐ Si jour ou mois inconnu : noter 99 Si année inconnue : estimation à partir des évènements marquants à Madagascar (noter 99AA à la place de AAAA, par ex. « 9978 » au lieu de « 1978 »)	dtnaiss
I5- Lien avec le ménage *Quel est le lien de (NOM) avec (N°)* Voir codes ci-dessus	1- Chef du ménage 2- Conjoint de (N°) 3- Enfant de (N° : de mère si résidente ou CM sinon) 4- Mère/ père de (N°) 5- Frère/sœur de (N°) 6- Petit(e)-fils/fille de (N°) 7- Autres liens avec (N° : CM ou personne la plus proche) 8- Non apparenté au ménage 9- Lien inconnu du répondant	

I6- Est-ce que ….. est né dans ce foyer ?	1. OUI **Passer directement à la page°3** 0. NON **Passer à la question suivante**	
I7- Date d'arrivée *Quand (NOM) est-il arrivé dans votre foyer ?* Date de naissance si né dans le foyer	JOUR / MOIS / ANNEE ☐☐/☐☐/☐☐☐☐ 99 si jour ou mois inconnu	dt_arriv
I8- Ethnies	1- Antakarana 2- Antambahoaka 3- Antanosy 4- Antandroy 5- Antefasy	

	6- Antemoro 7- Antesaka 8- Bara 9- Betsileo 10- Bezanozono 11- Betsimisaraka 12- Mahafaly 13- Masikoro 14- Merina 15- Sakalava 16- Sihanaka 17- Tanala (Tagnalagna) 18- Tsimihety 19- Vezo 20- Zafisoro 99- Hafa ankoatra ireo voalaza eo ambony (*oh: Sinoa teratany)* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| 98-Ne répond pas à la question	
I9- Motif d'arrivée *Pour quel motif (NOM) est-il (elle) venu(e) s'installer dans ce foyer ?* *Détailler ici :* …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… …… ……	1. Changement d'état matrimonial 11. Mariage 12. Union libre 13. Divorce 14. Veuvage 15. Séparation d'union libre 2. Motif familial (hors travail, santé, études) 21. Suit son conjoint ou la personne qui l'a en charge 22. Enfant confié, préciser la raison : …….. 23. Orphelin 24. Accueil adulte, préciser la raison : …… 25. Accueil personne âgée 26. Autre motif familial, préciser : …….. 3. Travail 31. Nouvel emploi fixe dans cette zone 32. Perte d'emploi 33. Emploi saisonnier 34. Autre motif de travail, préciser : …… 4. Etudes 41. Pour aller à l'école ou en formation 42. Retour après fin ou coupure de scolarité ou formation 43. Autre motif d'études, préciser : …….. 5. Santé 51. Pour se faire soigner 52. Retour après soins 53. Besoin d'assistance en raison de sa santé 54. Autre motif de santé, précisé : …… 6. 60. Naissance 7. 70. Autres cas : …… 99. Répondant ne sait pas (à modifier au prochain passage)	arriv_mot arriv_conf arriv_adult arriv_famm_aut arriv_travv_aut arriv_etud_aut arriv_sant_aut arriv_mot_aut

AGE ☐ **SUPERIEUR OU EGAL A 6 ANS** → **POURSUIVRE PARTIE B**

☐ **INFERIEUR A 6 ANS** → **ALLER DIRECTEMENT A PAGE 5 – PARTIE D**

B-DONNEES INDIVIDUELLES POUR LES INDIVIDUS DE 6 ANS OU PLUS

I10- Scolarisation actuelle *(NOM) est-il actuellement scolarisé, ou a-t-il été scolarisé dans le passé ?*	1. Jamais scolarisé 2. Scolarisé antérieurement mais pas actuellement 3. Scolarisé actuellement	scolar
I11- Niveau de scolarisation maximum *Quelle est la classe actuelle ou la plus avancée atteinte et VALIDEE par (NOM) ?*	11. MATERNELLE petite section 12. MATERNELLE moyenne section 13. MATERNELLE grande section 21. PRIMAIRE 1ère année (CP ou 11è) 22. PRIMAIRE 2è année (CE1/10è) 23. PRIMAIRE 3è année (CE2/9è) 24. PRIMAIRE 4è année (CM1/8è) 25. PRIMAIRE 5è année (CM2/7è) 31. SECONDAIRE COLLEGE (6è) 32. SECONDAIRE COLLEGE (5è) 33. SECONDAIRE COLLEGE (4è) 34. SECONDAIRE COLLEGE (3è) 41. SECONDAIRE LYCEE (Seconde) 42. SECONDAIRE LYCEE (Première) 43. SECONDAIRE LYCEE (Terminale) 51. SUPERIEUR 1ère année 52. SUPERIEUR 2è année 53. SUPERIEUR 3è année 54. SUPERIEUR 4è année 55. SUPERIEUR 5è année 56. SUPERIEUR 6è année et plus 61. Ecole professionnelle 1ère année 62. Ecole professionnelle 2è année 63. Ecole professionnelle 3è année 64. Ecole professionnelle 4è année 65. Ecole professionnelle 5è année ou plus 95. Jamais scolarisé 99. Inconnu	scolar_niv
I12- Nombre total d'années à l'école *Pendant combien d'année(s) (NOM) a-t-il/elle été à l'école ?*	☐☐ 99 si inconnu	durecole

I13- Emploi actuel *Est-ce que (NOM) a actuellement (a eu) une activité avec salaire ?*	1. Activité avec revenu en cours 2. Chômeur (recherche du travail, a déjà travaillé) 3. Recherche 1er emploi (n'a jamais travaillé) 4. Femme/homme au foyer 5. Elève/étudiant 6. Retraité (**préciser activité en I14-I15)** 7. Non apte : handicapé, malade chronique 8. Pas d'activité pour autre motif : préciser …… 99. Répondant ne sait pas	emploi emploi_aut
SI AUCUNE ACTIVITE REMUNEREE ACTUELLE OU PASSEE → ALLER section C		
I14- Activité rémunérée *Qu'est-ce que (NOM) a fait cette semaine comme activité pour gagner de l'argent ?* Réponse libre	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| Noter AUCUNE si pas d'activité rémunérée cette semaine	act_sem

I15-Statut d'activité principale *Quelle est (était) le statut principal de (NOM) pour gagner de l'argent ?* Une réponse possible **Si saisonnier : statut d'activité secondaire**	1. Salarié permanent entreprise privée 2. Salarié saisonnier d'une entreprise privée 3. Patron d'une entreprise privée 4. Salarié d'une institution publique 5. Libéral / indépendant (avocat, médecin en cabinet, etc.) 6. Artisan 7. Personnel de maison (aide familiale) 8. Activité informelle (vente de rue, portage, participation à l'activité familiale…) 9. Autre, préciser …… 99. Répondant ne sait pas ☐☐ même codage Préciser si autre……	act_stat act_stat_aut act_stat_sec act_stat_sec_aut
I16- Domaine d'activité *Dans quel domaine est (était) cette activité ?* **Si saisonnier : statut d'activité secondaire**	1. Agriculture 2. Commerce et services 3. Artisanat et petite entreprise 4. Industrie lourde 5. Industrie minière / extractive 6. Grosses entreprise 7. Fonction Publique (hors éducation et santé) 8. Santé 9. Education 10. Autre préciser…… 99. Répondant ne sait pas ☐☐ même codage Préciser si autre ……	act_dom act_aut act_dom_sec act_dom_sec_aut

AGE

☐ **SUPERIEUR OU EGAL A 12 ANS→ POURSUIVRE PARTIE C**

☐ **INFERIEUR A 12 ANS :**

A. SI AGE ENTRE 0-5 ANS ➔ POURSUIVRE PARTIE D

B. SI AGE ENTRE 6-12 ANS ➔ PASSER DIRECTEMENT A PARTIE F

C- DONNEES INDIVIDUELLES POUR LES INDIVIDUS DE 12 ANS ET PLUS

I17- Statut matrimonial *Est-ce que (NOM) est ou a été marié / vit avec quelqu'un ?* Mariage = mariage officiel ou coutumier	1. Célibataire (jamais marié(e) 2. Marié (e)–MONOGAME 3. Marié (e)–POLYGAME 4. Union libre–(vie commune sans mariage) 5. Divorcé(e) 6. Séparé(e) 7. Veuf (ve) 99. Répondant ne sait pas	statmat

FEMME ?

☐ **OUI → ALLER QUESTION I18**

☐ **NON → PASSER DIRECTEMENT A PARTIE F**

I18- Fécondité *(NOM) a-t-elle déjà eu des enfants nés vivants ?*	1. OUI → **FICHE INDIV_FECONDITE** 2. NON 99. Répondant ne sait pas	fecondite

FEMME AGE INFERIEUR OU EGAL A 50 ANS ?

☐ **OUI → ALLER QUESTION I19**

☐ **NON → PASSER DIRECTEMENT A PARTIE F**

I19- Grossesse → *(NOM) Est-elle enceinte ACTUELLEMENT ?*	1. OUI → **FICHE GROSSESSE_Déclaration** 2. NON 99. Répondant ne sait pas	grossesse

D-DONNES INDIVIDUELLES POUR LES ENFANTS D'AGE ≤ A 60 MOIS

I20- Allaitement : Enfant 0-60 mois *Combien de temps en mois (NOM) a-t-il bénéficié* *-d'un allaitement exclusif ?* *-d'un allaitement mixte ?*	**Allaitement EXCLUSIF** **Durée** ☐☐mois 96. En cours 99. Répondant ne sait pas **Allaitement MIXTE** **Durée** ☐☐mois	allait_excl allait_mixt

I21- EXISTENCE D'UN CARNET DE VACCINATION OUI ☐ NON ☐

BCGPO	DTCP1HepB1	DTCP2HepB2	DTCP3HepB3	DTCP4HepB4	ATR
OUI☐	OUI☐	OUI☐	OUI☐	OUI☐	OUI☐
NON☐	NON☐	NON☐	NON☐	NON☐	NON☐

F- PALUDISME

F1- Fièvre récente *(NOM) a eu une fièvre dans les 3DERNIERS MOIS ?*	1. OUI 2. NON➔ **Aller à F4** 99. Répondant ne sait pas				fiev
F2- Soignant *Qui avez-vous consulté ou auprès de qui avez-vous recherché des conseils/soins/médicaments pour cette fièvre?* En 1er lieu, 2eme lieu et 3eme lieu SI A CONSULTE PLUSIEURS FOIS LA MEME PERSONNE, RETENIR LA 1ERE VISITE	1ere	2ème	3ème		fiev_soignant
	1	2	3	Moi-même	
	1	2	3	Entourage familial	
	1	2	3	Ami	
	1	2	3	Pharmacie, dépôt de médicament	
	1	2	3	Au marché, épicerie, kiosque	
	1	2	3	Guérisseur, tradipraticien	
	1	2	3	Agent communautaire	
	1	2	3	Hôpital public / CHD	
	1	2	3	Hôpital privé	
	1	2	3	Centre de Santé de Base CSB I	
	1	2	3	Centre de Santé de Base CSB II	
	1	2	3	Centre de Santé privé, dispensaire	
	1	2	3	Médecin privé	
	1	2	3	Infirmier, sage-femme privé(e)	
F3-Traitement *Quel(s) médicament(s) vous a-t-on prescrit ou quel(s) médicament(s) avez-vous pris pour cette fièvre?* Si plusieurs médicaments, cocher tous les médicaments prescrits/pris	1	ANTIPALUDIQUE, SI **OUI, lequel :**			fiev_trait_1
	A	- SP (FANSIDAR, PALUDAR)			fiev_trait_1A
	B	- CHLOROQUINE (PALUSTOP)			fiev_trait_1B
	C	- AMODIAQUINE (LARIMAL)			fiev_trait_1C
	D	- QUININE			fiev_trait_1D
	E	- NIVAQUINE			fiev_trait_1E
	F	- ACTIPAL (ACT)			fiev_trait_1F
	G	- LARIMAL (ACT)			fiev_trait_1G
	H	- ARTEMODI (ACT)			fiev_trait_1H
	I	- ARSUMOON (ACT)			fiev_trait_1I
	J	- FALCIMON (ACT)			fiev_trait_1J
	K	- COARSUCAM			fiev_trait_1K
	L	- ASAQ (WINTHROP)			fiev_trait_1M
	M	- ARTESUNATE			fiev_trait_1L
	N	- AUTRE ACT/ACTm NON DÉTERMINÉ			fiev_trait_1M
	O	- AUTRE ANTI-PALUDIQUE PRECISER _____			fiev_trait_1N
	2	-ANTIBIOTIQUES			fiev_trait_2
	3	-ASPIRINE			fiev_trait_3
	4	-PARACETAMOL, ACETAMINOPHEN			fiev_trait_4

	5	-IBUPROFEN	fiev_trait_5
	6	-TISANE	fiev_trait_6
	7	-PLANTE	fiev_trait_7
	8	-AUTRE (PRECISER) _____	fiev_trait_8
	99.	-NE SAIT PAS	fiev_trait_9
F4- Fréquence des nuits sous moustiquaires *Lors des 3 derniers mois, combien de fois environ avez-vous dormi sous une moustiquaire?* Réponse obligatoire même approximative		1. Toutes les nuits 2. 1 à 6 fois par semaine 3. 1 à 4 fois par mois 4. Moins d'une fois par mois OU jamais	mstq_freq

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

FICHE N°4.1
INDIVIDU / GROSSESSE : DECLARATION

IDENTIFICATION DU MENAGE et de LA FEMME ENCEINTE		
Code ménage	☐☐/☐☐/☐☐/☐☐☐/☐☐ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)	idmenage
IG1- Nom de la femme enceinte	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	nom
IG2- Prénom de la femme enceinte	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	prenom
IG3- Code individu	rang dans le ménage si recensement initial ☐☐ code identifiant ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	ident
IG4- Date de naissance	☐☐/☐☐/☐☐☐☐	dtnaiss
IG5- Numéro d'ordre de la grossesse pour cette femme	☐☐	gros_num

Je vous rappelle que toutes les informations que nous notons sont strictement confidentielles. Cela signifie que nous ne pourrons les révéler à personne en dehors de cette étude, notamment aux services publics. Même pendant l'étude, les données seront mélangées avec d'autres données et seront toujours utilisées sans pouvoir identifier votre nom. Vous pouvez m'arrêter à tout moment pour me demander des informations. Vous pouvez sauter certaines questions si vous ne voulez pas y répondre.
La totalité du questionnaire vous prendra environ (TEMPS) minutes.
Pouvons-nous commencer ?
NON → chercher à comprendre le refus, proposer de revenir plus tard.

OUI → *Attendez vous un bébé actuellement ?*
NON→ *Avez-vous eu récemment une grossesse qui s'est interrompue avant le terme ?*
NON → STOP
OUI → REMPLIR LES FICHES DECLARATION + ISSUE DE GROSSESSE
OUI → REMPLIR LA DECLARATION

DATATION DE LA GROSSESSE		
IG6- Date des dernières règles *Savez vous quand (NOM) a/ vous avez/ saigné pour la dernière fois ?*	Date si connue ☐☐/☐☐/☐☐ 99 pour les jours ou mois inconnus	dtdr
IG7- Terme supposé de la grossesse **IG7.1-** *A combien de temps de grossesse pense-t-on que (NOM) est/vous êtes ?* **IG7.2-** *Cette durée est-elle estimée par :*	☐☐ 99 si répondant ne sait pas Unité durée de grossesse : 1. Semaines 2. Mois 99. NSP Estimé par : 2. Tradi-praticien ou guérisseur 3. Sage-femme ou médecin moderne 4. Famille ou entourage (mère ou femme de l'entourage) 5. Patiente elle-même	gros_term gros_term_unit gros_term_estim
IG8- Visite prénatale *(NOM) a-t-elle déjà bénéficié d'une visite prénatale pour cette grossesse ?*	1. OUI avec un médecin 2. OUI avec une sage-femme 3. OUI avec un autre praticien (praticien traditionnel, infirmière…) 4. NON ➔ **Fin** 99. Répondant ne sait pas	vis_prenat
IG9- TPI *Vous a-t-on donné des médicaments contre le paludisme ? (TPI, SP, FANSIDAR)*	1. Oui 2. Non ➔ **Fin** 9. Ne sait pas	
IG10- Nombre de prises de TPI *Combien de fois pris ce médicaments contre le paludisme ?*	Nombre de prises de TPI ☐☐ Ne sait pas……99	

Je vous remercie beaucoup d'avoir répondu à ces questions. Nous espérons que cela va nous aider à mieux comprendre les causes des maladies des enfants à Madagascar. Nous reviendrons régulièrement vous voir pour mettre à jour les informations que vous nous avez communiquées.
Souhaitez-vous avoir d'autres informations avant que je ne parte ?

IDENTIFIANT DU MENAGE : ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
République de Madagascar
BP 1274 – Antananarivo
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

FICHE N° 3.2
FORMULAIRE FECONDITE

IDENTIFICATION DE LA FEMME		
CODE MENAGE	☐☐ /☐☐ /☐☐ /☐☐☐/☐☐ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)	idmenage
CODE INDIVIDU	Code individu ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐	ident
I1- Nom	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	nom
I2- Prénom	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	prenom
I3-Date de naissance	☐☐/☐☐/☐☐☐☐ Si jour ou mois inconnu : noter 99 Si année inconnue : estimation à partir des évènements marquants à Madagascar (noter 99AA à la place de AAAA, par ex. « 9978 » au lieu de « 1978 »)	dtnaiss

IF1-Rang de naissance	01
I F2- Nom de l'enfant	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
IF 3- Prénom de l'enfant	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
IF4- Sexe	1. M ☐ 2. F ☐
IF5- Date de naissance 99 si jour/mois inconnu	☐☐/☐☐/☐☐
IF6- Grossesse multiple	1-OUI ☐ 2- NON ☐ 99. NSP ☐
IF7- Survie *Est-il vivant*	1. OUI ☐ 0. NON ☐ ☐

IDENTIFIANT DU MENAGE : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

	99. NSP ☐ ☐
IF8- Age au décès (en mois si < 5 ans) Entourer unité d'âge Jours ou Mois ou Années enf_age_dc	☐☐☐ J/M/A
IF9- Cause supposée de décès	_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_

FICHE N° 5.1

G- ACCES AUX SOINS

Pouvez-vous me donner le nom des praticiens ou des structures de santé auxquelles vous vous référez en premier lieu (ou pourriez vous référer) dans ce cas

01 – GROSSESSE ET PLANIFICATION FAMILIALE

G1- Nom du soignant / de la structure de soin	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_
G2- CODE DE LA STRUCTURE	☐☐☐☐☐☐☐☐☐
G 36 Autre structure	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_
G3- Type de structure de soins	1. Guérisseur / tradi-praticien ☐ 2. Pharmacien ☐ 3. Infirmier/CSB1 ☐ 4. Médecin moderne-cabinet individuel ☐ 5. Médecin-centre santé public / CSB2 ☐ 6. Médecin-centre santé privé ☐ 7. Centre de santé lié à l'entreprise ☐ 8. Hôpital public (lits d'hospitalisation) ☐ 9. Clinique privée (lits d'hospitalisation) ☐ 10. Autre : préciser……………………… ☐ 99. Ne sait pas ☐
G4-Autre structure de soins	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G5- Distance à la structure En Km 999 si NSP	☐☐☐
G6- Temps d'accès à pieds En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐
G7- Temps d'accès en véhicule En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐

FICHE N° 5.2

G- ACCES AUX SOINS

Pouvez-vous me donner le nom des praticiens ou des structures de santé auxquelles vous vous référez en premier lieu (ou pourriez vous référer) dans ce cas

02 – ENFANT (maladie, vaccin, suivi de croisance,….)

G1- Nom du soignant / de la structure de soin	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_
G2- CODE DE LA STRUCTURE	□□□□□□□□□
G 36 Autre structure	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_
G3-Type de structure de soins	11. Guérisseur / tradi-praticien □ 12. Pharmacien □ 13. Infirmier/CSB1 □ 14. Médecin moderne-cabinet individuel □ 15. Médecin-centre santé public / CSB2 □ 16. Médecin-centre santé privé □ 17. Centre de santé lié à l'entreprise □ 18. Hôpital public (lits d'hospitalisation) □ 19. Clinique privée (lits d'hospitalisation) □ 20. Autre : préciser……………………… □ 100. Ne sait pas □
G4-Autre structure de soins	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G5- Distance à la structure En Km 999 si NSP	□□□
G6- Temps d'accès à pieds En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	□□□
G7- Temps d'accès en véhicule En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	□□□

FICHE N°5.3
G- ACCES AUX SOINS

Pouvez-vous me donner le nom des praticiens ou des structures de santé auxquelles vous vous référez en premier lieu (ou pourriez vous référer) dans ce cas

03- ADULTE

G1- Nom du soignant / de la structure de soin	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G2- CODE DE LA STRUCTURE	☐☐☐☐☐☐☐☐☐
G 36 Autre structure	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G3-Type de structure de soins	21. Guérisseur / tradi-praticien ☐ 22. Pharmacien ☐ 23. Infirmier/CSB1 ☐ 24. Médecin moderne-cabinet individuel ☐ 25. Médecin-centre santé public / CSB2 ☐ 26. Médecin-centre santé privé ☐ 27. Centre de santé lié à l'entreprise ☐ 28. Hôpital public (lits d'hospitalisation) ☐ 29. Clinique privée (lits d'hospitalisation) ☐ 30. Autre : préciser………………………. ☐ 101. Ne sait pas ☐
G4-Autre structure de soins	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G5- Distance à la structure En Km 999 si NSP	☐☐☐
G6- Temps d'accès à pieds En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐
G7- Temps d'accès en véhicule En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐

FICHE N°5.4
G- ACCES AUX SOINS

Pouvez-vous me donner le nom des praticiens ou des structures de santé auxquelles vous vous référez en premier lieu (ou pourriez vous référer) dans ce cas

04 - TRAUMATISME

G1- Nom du soignant / de la structure de soin	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G2- CODE DE LA STRUCTURE	☐☐☐☐☐☐☐☐☐
G 36 Autre structure	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G3-Type de structure de soins	31. Guérisseur / tradi-praticien ☐ 32. Pharmacien ☐ 33. Infirmier/CSB1 ☐ 34. Médecin moderne-cabinet individuel ☐ 35. Médecin-centre santé public / CSB2 ☐ 36. Médecin-centre santé privé ☐ 37. Centre de santé lié à l'entreprise ☐ 38. Hôpital public (lits d'hospitalisation) ☐ 39. Clinique privée (lits d'hospitalisation) ☐ 40. Autre : préciser……………………… ☐ 102. Ne sait pas ☐
G4-Autre structure de soins	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
G5- Distance à la structure En Km 999 si NSP	☐☐☐
G6- Temps d'accès à pieds En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐
G7- Temps d'accès en véhicule En minutes 999 si NSP 888 si inaccessible à pieds	☐☐☐

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 41
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

FICHE N°4
RANG DU DECEDE

F1-Nom du défunt	_|_ _|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
F2-Prénom du défunt	_|_ _|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_
F3-Sexe	**1-M** ☐ **2-F** ☐
F4-Date du décès 99 si jour/mois inconnu JJ /MM /AA	/ /
F5-Age du défunt au décès (en mois < 5 ans) Cocher unité d'âge Jours / Mois / Années	☐☐☐ J / M/ A
F6-Lieu de décès	1. Domicile privé 2. Structure de soins 3. Voie publique 4. Autre à préciser
F7-Cause déclarée/supposée de décès	_|_ _|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|__|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_

Annexe 11. Questionnaires utilisés pendant les suivis dans le projet MHURAM

1. Suivi des ménages
2. Individus arrivés dans les ménages
3. Déclaration de la grossesse
4. Accouchement
5. Départ
6. Décès

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE du chef de ménage ou de l'individu

FICHE N°1
MENAGE / SUIVI

IDENTIFICATION DU MENAGE		
Nomerao Tokantrano	☐☐/ ☐☐ /☐☐ / ☐☐☐ / ☐☐ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)	id ménage

IDENTIFICATION DE L'ENQUETEUR ET DES VISITES				
Dates de l'enquête	Visite 1	Visite 2	**Visite 3/FINALE**	id visite
	☐☐/☐☐/☐☐	☐☐/☐☐/☐☐	☐☐/☐☐/☐☐	dtvisite
Nom enquêteur	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	
Code enquêteur	☐☐	☐☐	☐☐	Enquêteur
Nom répondant	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|	rep_nom
Identifiant répondant 988888 si aucun	☐☐☐☐☐☐	☐☐☐☐☐☐	☐☐☐☐☐☐	Id répond

Résultat 1=complet 2=pas de répondant disponible 3=ménage absent (durée prolongée) 4=visite repoussée par demande foyer 5=refus du foyer/chef de ménage 6=logement vacant / non identifié /détruit 7 = autre : préciser 8 = départ définitif du ménage (déménagement)	Visite 1 1 2 3 4 5 6 7……	Visite 2 1 2 3 4 5 6 7……	**Visite 3/FINALE** 1 2 3 4 5 6 7……	visit_res

Si résultat 3, 6, 8 voir le voisin et remplir la FICHE DEPART pour chaque composant du ménage

Heure de début entretien	☐☐h☐☐min	☐☐h☐☐min	☐☐h☐☐min	
Durée de la visite	☐☐☐min	☐☐☐min	☐☐☐min	visit_dur
Date prévue du prochain tour (+ 6 mois)		☐☐/☐☐/☐☐		
N° de téléphone si possible		☐☐☐ ☐☐ ☐☐☐ ☐☐		tel_num
Type de téléphone	**1. Foyer : fixe**	**2. Foyer : mobile**	**3. Voisin ou connaissances**	tel_type
Le ménage a-t-il changé de maison?	Oui☐ Non☐ Si OUI, remplir **CONSTRUCTION**			
Le ménage a-t-il changé de chef?	Oui☐ Non☐ Si NON, allez à la page suivante			
Qui est le nouveau chef de ménage ? Est-ce un ancien membre du ménage?	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Oui☐Non☐ Si OUI, mettre à jour les liens avec le nouveau chef de ménage, remplir une FICHE ARRIVEE pour chaque nouvelle venue et une FICHE DEPART pour chaque partant, aller à la page suivante Si NON, identifier le ménage comme un nouveau ménage en attribuant un nouveau numéro et remplir fiche MENAGE RECENSEMENT INITIAL,aller à la page suivante			

OBSERVATIONS DE L'ENQUETEUR DE TERRAIN :

SUR LA LISTE EDITEE A PARTIR DU PASSAGE PRECEDENT, DEMANDER UN A UN CHAQUE MEMBRE DU FOYER:

1. Les informations* concernant (nom) sont-elles correctes ? Oui☐ Non☐
2. Si non **mettre à jour** les données manquantes ou incohérentes
3. (Nom) a dormi hier dans cette maison? Oui☐ Non☐

   Si NON, (nom) est-il décédé? Oui☐ Non☐
   Si OUI, remplir FICHE DECES

   Sinon, (nom) a-t-il quitté le foyer sans intention d'y revenir? Oui☐ Non☐
   Si OUI, remplir FICHE DEPART

4 . Vérifier le sexe de (nom):

a. Si moins de 5 ans:

Demander le carnet de vaccination, si disponible ? Oui☐ Non☐

Si NON, le diplôme délivré par le CSB est-il disponible ? Oui☐ Non☐

Vaccin	Déclaré fait ?	Date de vaccination	Cicatrice vaccinale
BCG	Oui☐ Non☐		Oui☐ Non☐
Polio 0	Oui☐ Non☐		
DT Coq P 1 Hep B	Oui☐ Non☐		
DT Coq P 2 Hep B	Oui☐ Non☐		
DT Coq P 3 Hep B	Oui☐ Non☐		
ATR	Oui☐ Non☐		

(Nom) est-il encore sous allaitement maternel? Oui☐ Non☐

Si NON, à quel âge a-t-il été sevré ? ☐☐ Mois

b. Pour les femmes âgées de 15 à 49 ans:

(Nom) a-t-elle accouché d'un enfant né vivant depuis la dernière visite ? Oui☐Non☐
Si OUI. Remplir **ACCOUCHEMENT**

(Nom) a-t-elle accouché d'un mort-né depuis la dernière visite ? Oui☐Non☐
Si OUI. Remplir **ACCOUCHEMENT**

(Nom) a-t-elle subi un avortement depuis la dernière visite ? Oui☐Non☐
Si OUI. Remplir **ACCOUCHEMENT**

(Nom) est-elle enceinte actuellement ? Oui☐Non☐
Si OUI. Remplir **DECLARATION DE GROSSESSE**

Question de relance : Avant cet accouchement, (nom) a-t-elle accouché d'un autre enfant l'année d'avant ? ? Oui☐Non☐

Combien de grossesses ?☐ Combien d'accouchements?☐

Remplir **DECLARATION DE GROSSESSE** par nombre de grossesse

Remplir **ACCOUCHEMENT** par nombre d'accouchement

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/☐☐☐/ ☐☐

*Document joint:

- Etat édité à partir de la base comprenant la liste de tous les individus présents au passage antérieur avec les données suivantes :
- Identifiant
- Nom
- Prénom
- Sexe
- Date de naissance
- Statut de résidence (résident présent/absent, visiteur : *vérifier si réside encore dans le ménage*)
- Grossesse en cours (lors du dernier passage : ***utile pour vérification seulement***)

Code ménage : ☐☐/ ☐☐/ ☐☐/☐☐☐/ ☐☐

POUR LES INDIVIDUS NOUVELLEMENT ARRIVES DANS LE FOYER

1. Y-a-t-il des individus arrivés depuis plus d'1 mois? Ou Y-a-t-il des individus qui sont arrivés et qui ont l'intention de résider dans ce ménage? Oui ☐ Non ☐

   Si OUI à au moins une des 2 questions. Combien d'individus au total ? ☐
   Remplir une **fiche ARRIVEE** par individu arrivé dans le foyer.

2. Y-a-t-il des individus/visiteurs de passage pour une durée de moins d'un mois ? Oui ☐ Non ☐
   Si OUI, lister chaque visiteur.

Après avoir complété le tableau : vérifier les individus et les fiches évènements

Questions de vérification : *pour être sûr que nous n'avons oublié personne*
,

V1- *Y-a-t-il d'autres personnes de la famille comme des enfants ou des bébés que nous n'avons pas listé ?*
OUI ☐ → liste NON ☐

V2- *Y-a-t-il d'autres personnes qui ne font pas partie de votre famille, comme des gens de maison ou des amis, qui se sont installés ici ?* OUI ☐ → liste NON ☐

V3- *Y-a-t-il d'autres personnes comme des invités ou des visiteurs temporaires qui sont ici ou qui ont dormi ici la nuit dernière et que nous n'avons pas listé ?*
OUI ☐ → liste NON ☐

V4- *Parmi les personnes présentes au dernier recensement qui ne sont pas présentes aujourd'hui, ont-elles l'intention de continuer à résider ici ?*
NON ☐ → fiche DEPART OUI ☐

V5- *Parmi les personnes présentes au dernier recensement qui ne sont pas présentes aujourd'hui, certaines sont elles enceintes actuellement ?*
OUI ☐ → fiche GROSSESSE NON ☐

V6- *Parmi les personnes présentes au dernier recensement qui ne sont pas présentes aujourd'hui, certaines sont elles décédées ?*
OUI ☐ → fiche DECES NON ☐

REMPLIR TOUTES LES FICHES « EVENEMENTS » NECESSAIRES.

Je vous remercie beaucoup d'avoir répondu à ces questions. Nous espérons que cela va nous aider à mieux comprendre les causes des maladies des enfants à Madagascar. Nous reviendrons régulièrement vous voir pour mettre à jour les informations que vous nous avez communiquées.
Souhaitez-vous avoir d'autres informations avant que je ne parte ?

Fin de l'entretien : ☐☐h☐☐min

Durée entretien : ☐☐☐minutes

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Email : ipm@pasteur.mg
Télécopie:261 20 22 415 34

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE
du chef de ménage / de l'individu

INDIVIDU / ARRIVEE DANS UN MENAGE EXISTANT

Pour tous les arrivants dans un **nouveau ménage** : Remplir une fiche de **recensement initial de ménage**

IDENTIFICATION DU MENAGE D'ARRIVEE et DE L'INDIVIDU	
Numero visite	☐☐
CODE MENAGE	
CODE INDIVIDU Voir page 2	
IA1- Nom	_____
IA2- Prénom	_____
IA3- Sexe	1- Homme 2- Femme
IA4- Date de naissance	☐☐/☐☐/☐☐☐☐ Si jour ou mois inconnu : noter 99 Si année inconnue : estimation à partir des évènements marquants à Madagascar (noter 99AA à la place de AAAA, par ex. « 9978 » au lieu de « 1978 »
IA5- Lien avec le chef de ménage *Quel est le lien de (NOM) avec le chef de ménage ou son épouse ?* Mettre le code de l'individu lié dans le foyer si ce n'est pas le chef de ménage	1. Chef du ménage 2. Conjoint de (N°) 3. Enfant de (N°) (mère si résidente ou CM sinon) 4. Mère ou père de (N°) 5. Frère ou sœur de (N°) 6. Oncle ou tante de (N°) 7. Neveu ou nièce de (N°) 8. Cousin ou cousine de (N°) 9. Petit-fils ou petite fille de (N°) 10. Autres liens avec (N°) (CM ou personne la plus proche) 11. Non apparenté au ménage 99. Lien inconnu DE N° _____(identifiant de l'individu lié)

PROVENANCE ET MOTIF D'ARRIVEE

IA6- Recensement antérieur *Est-ce que (NOM) a déjà été*	**1. OUI ☐ conserver l'identifiant personnel** **2. NON ☐ reporter le n° provisoire dans le foyer** ☐☐ **3. attribuer identifiant ET LE REPORTER PAGE 1**

recensé dans la zone d'étude ?	☐☐ / ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐ / ☐☐ / ☐☐
I A7- Date d'arrivée *Quand (NOM) est-il arrivé dans votre foyer ?*	JOUR / MOIS / ANNEE ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐ 99 si jour ou mois inconnu

CodeIndividu: □□ / □□ / □□ / □□□ / □□ / □□

IA8- Motif d'arrivée *Pour quel motif (NOM) est-il (elle) venu(e) s'installer dans ce foyer ?* *Détailler ici :* …… …… …… …… …… …… …… …… …… ……	1. Changement d'état matrimonial 11. Mariage 12. Union libre 13. Divorce 14. Veuvage 15. Séparation d'union libre 2. Motif familial (hors travail, santé, études) 21. Suit son conjoint ou la personne qui l'a en charge 22. Enfant confié, préciser la raison 23. Orphelin 24. Accueil adulte, préciser la raison 25. Accueil personne agé 26. Autre motif familial, préciser …….. 3. Travail 31. Nouvel emploi fixe dans cette zone 32. Perte d'emploi 33. Emploi saisonnier 34. Autre motif de travail, préciser : ..... 4. Etudes 41. Pour aller à l'école ou en formation 42. Retour après fin ou coupure de scolarité ou formation 43. Autre motif d'études, préciser : ..... 5. Santé 51. Pour se faire soigner 52. Retour après soins 53. Besoin d'assistance en raison de sa santé 54. Autre motif de santé, préciser ..... 6. 60. Naissance 7. 70. Autres cas : ..... 99 : Répondant ne sait pas (à modifier au prochain passage)
IA9- Provenance de l'individu *De quels région / district / commune arrive (NOM) ?* La commune d'origine appartient-elle à la zone d'étude	Région |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ☐ District |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| 1 . OUI aller **question IA10** 2. NON aller **question IA11**
IA10-Si la provenance est dans la zone *De quelle commune,* Commune *Quel fokontany* Fokontany *Quel hameau* Hameau (*NOM) arrive-il (elle) ?*	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
Nom du chef de ménage antérieur	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Code Individu: ❑❑/ ❑❑/ ❑❑/ ❑❑❑/ ❑❑/ ❑❑	
Code ménage de provenance **Fiche départ ménage antérieur remplie** (A remplir au bureau de supervision)	❑❑/ ❑❑/ ❑❑/ ❑❑❑/ ❑❑ 1. OUI 2. NON **remplir FICHE DEPART ménage antérieur**
IA11- Accompagnants *(NOM) est-il (elle) venu(e) seul(e) ou accompagné(e) ?* Pour chaque accompagnant, vérifier qu'il est inscrit sur la feuille du ménage et si besoin remplir une **FICHE ARRIVEE**	1. Seul(e) 2. Accompagné(e) de l'ensemble de son foyer antérieur 3. Accompagné(e) d'une partie de son foyer antérieur 4. Accompagné(e) d'autre(s) personne(s)

AGE ☐ SUPERIEUR OU EGAL A 6 ANS ▯ **POURSUIVRE PARTIE B**

☐ **INFERIEUR A 6 ANS** ▯ **ALLER DIRECTEMENT PARTIE C**

B- DONNEES INDIVIDUELLES POUR LES INDIVIDUS DE 6 ANS OU PLUS

IA12 Scolarisation actuelle *(NOM) est-il actuellement scolarisé, ou a-t-il été scolarisé dans le passé ?*	1. Jamais scolarisé ▯ **aller IA15-** 2. Scolarisé antérieurement mais pas actuellement 3. Scolarisé actuellement.

IA13- Niveau de scolarisation maximum *Quelle est la classe actuelle ou la plus avancée atteinte et VALIDEE par (NOM) ?*	11. MATERNELLE petite section 12. MATERNELLE moyenne section 13. MATERNELLE grande section 21. PRIMAIRE 1ère année (CP ou 11è) 22. PRIMAIRE 2è année (CE1/10è) 23. PRIMAIRE 3è année (CE2/9è) 24. PRIMAIRE 4è année (CM1/8è) 25. PRIMAIRE 5è année (CM2/7è) 31. SECONDAIRE COLLEGE (6è) 32. SECONDAIRE COLLEGE (5è) 33. SECONDAIRE COLLEGE (4è) 34. SECONDAIRE COLLEGE (3è) 41. SECONDAIRE LYCEE (Seconde) 42. SECONDAIRE LYCEE (Première) 43. SECONDAIRE LYCEE (Terminale) 51. SUPERIEUR 1ère année 52. SUPERIEUR 2è année 53. SUPERIEUR 3è année 54. SUPERIEUR 4è année 55. SUPERIEUR 5è année 56. SUPERIEUR 6è année et plus 61. Ecole professionnelle 1ère année 62. Ecole professionnelle 2è année 63. Ecole professionnelle 3è année 64. Ecole professionnelle 4è année 65. Ecole professionnelle 5è année ou plus 98. Jamais scolarisé 99. Inconnu
IA14- Nombre total d'années à l'école *Pendant combien d'année(s) (NOM) a-t-il/elle été à l'école ?*	☐☐ 99 si inconnu
IA15- Emploi actuel *Est-ce que (NOM) a actuellement (a eu) une activité avec salaire ?*	1. Activité avec revenu en cours 2. Chômeur (recherche du travail, a déjà travaillé) 3. Recherche 1er emploi (n'a jamais travaillé) 4. Femme/homme au foyer 5. Elève/étudiant 6. Retraité (**préciser activité en IA17-IA18)** 7. Non apte : handicapé, malade chronique 8. Pas d'activité pour autre motif : préciser 99.Répondant ne sait pas
IA16- Activité rémunérée *Qu'est-ce que (NOM) a fait cette semaine comme activité pour gagner de l'argent ?* Réponse libre	|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| Noter AUCUNE si pas d'activité rémunérée cette semaine

I A17-Statut d'activité principale *Quelle est (était) le statut principal de (NOM) pour gagner de l'argent ?* Une réponse possible **Si saisonnier : statut d'activité secondaire**	1. Salarié permanent entreprise privée 2. Salarié saisonnier d'une entreprise privée 3. Patron d'une entreprise privée 4. Salarié d'une institution publique 5. Libéral / indépendant (avocat, médecin en cabinet, etc.) 6. Artisan 7. Personnel de maison (aide familiale) 8. Activité informelle (vente de rue ;portage, participation à l'activité familiale...) 9. Autre, préciser ..... 99 : Répondant ne sait pas ☐☐ même codage Préciser si autre……..
I A18- Domaine d'activité *Dans quel domaine est (était) cette activité ?* **Si saisonnier : statut d'activité secondaire**	1. Agriculture 2. Commerce et services 3. Artisanat et petite entreprise 4. Industrie lourde 5. Industrie minière / extractive 6. Grosses entreprise 7. Fonction Publique (hors éducation et santé) 8. Santé 9. Education 10. Autre : préciser …….. 99. Répondant ne sait pas ☐☐même codage Préciser si autre ……

AGE ☐ **SUPERIEUR OU EGAL A 12 ANS – POURSUIVRE PARTIE C**
☐ **INFERIEUR A 12 ANS – STOP**

B- DONNEES INDIVIDUELLES POUR LES INDIVIDUS DE 12 ANS ET PLUS

I A19- Statut matrimonial *Est-ce que (NOM) est ou a été marié / vit avec quelqu'un ?* Mariage = mariage officiel ou coutumier	1. Célibataire (jamais marié) 2. Marié (e) MONOGAME 3. Marié (e) POLYGAME 4. Union libre (vie commune sans mariage) 5. Divorcé 6. Séparé 7. Veuf (ve) 99. Répondant ne sait pas
FEMME ? ☐ **OUI – ALLER QUESTION I20-** ☐ **NON – STOP**	–
I A20- Fécondité *(NOM) a-t-elle déjà eu des enfants nés vivants ?*	**– FICHE INDIV_FECONDITE** 1. OUI 0. NON 99. Répondant ne sait pas

AGE INFERIEUR OU EGAL A 49 ANS ? ☐ **OUI ▯ ALLER A LA QUESTION SUIVANTE** ☐ **NON ▯ STOP**	
IA21- Accouchement *Entre la date d'arrivée dans le foyer et actuellement, est-ce que (NOM) a-t-elle accouché d'un enfant né vivant ?*	1. OUI ▯ **FICHE ACCOUCHEMENT** 0. NON 99. Répondant ne sait pas
Entre la date d'arrivée dans le foyer et actuellement, est-ce que (NOM) a-t-elle accouché d'un enfant mort-né ?	1. OUI ▯ **FICHE ACCOUCHEMENT** 0. NON 99. Répondant ne sait pas
IA22-Grossesse *(NOM) Est-elle enceinte ACTUELLEMENT ?*	1. OUI ▯ **FICHE GROSSESSE Déclaration** 2. NON 99. Répondant ne sait pas

C- DONNES INDIVIDUELLES POUR LES ENFANTS D'AGE ≤ A 60 MOIS

IA23-Allaitement : **Enfant 0-60 mois** *Combien de temps en mois (NOM) a-t-il bénéficié* *- d'un allaitement exclusif ?* *- d'un allaitement mixte ?*	**Allaitement EXCLUSIF** **Durée** ☐☐ mois **Allaitement MIXTE** **Durée** ☐☐ mois 98. En cours 99. Répondant ne sait pas
IA 23- VACCINATION Demander le carnet de vaccination, si disponible ? Si NON, le diplôme délivré par le CSB est-il disponible ?	Oui ☐ Non ☐ Oui ☐ Non ☐

Vaccin	Déclaré fait?	Date de vaccination	Cicatrice vaccinale
BCG	Oui ☐ Non ☐		Oui ☐ Non ☐
Polio 0	Oui ☐ Non ☐		
DT Coq P 1 Hep B	Oui ☐ Non ☐		
DT Coq P 2 Hep B	Oui ☐ Non ☐		
DT Coq P 3 Hep B	Oui ☐ Non ☐		
ATR	Oui ☐ Non ☐		

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE de la femme enceinte /du chef de ménage

INDIVIDU / GROSSESSE : DECLARATION

IDENTIFICATION DU MENAGE et de LA FEMME ENCEINTE		
Code de la visite	_____ _____	
Code ménage	_____/ _____/ _____/ _____/ _____ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)	
IG1- Nom de la femme enceinte		
IG2- Prénom de la femme enceinte		
IG3- Code individu	rang dans le ménage si recensement initial	
IG4- Date de naissance	____/____/_____	
IG5- Numéro d'ordre de la grossesse pour cette femme	_____	

Je vous rappelle que toutes les informations que nous notons sont strictement confidentielles. Cela signifie que nous ne pourrons les révéler à personne en dehors de cette étude, notamment aux services publics. Même pendant l'étude, les données seront mélangées avec d'autres données et seront toujours utilisées sans pouvoir identifier votre nom. Vous pouvez m'arrêter à tout moment pour me demander des informations. Vous pouvez sauter certaines questions si vous ne voulez pas y répondre. La totalité du questionnaire vous prendra environ (TEMPS) minutes.

Pouvons-nous commencer ?

NON – chercher à comprendre le refus, proposer de revenir plus tard.

OUI – *Attendez vous un bébé actuellement ?*

NON– *Avez-vous eu récemment une grossesse qui s'est interrompue avant le terme ?*

NON – STOP

OUI – REMPLIR LES FICHES DECLARATION + ISSUE DE GROSSESSE

OUI – REMPLIR LA DECLARATION

Code INDIVIDU :_____

DATATION DE LA GROSSESSE	
IG6- Date des dernières règles *Savez vous quand (NOM) a/ vous avez/ saigné pour la dernière fois ?*	Date si connue _____/_____/_____ 99 pour les jours ou mois inconnus
IG7- Terme supposé de la grossesse **IG7.1-** *A combien de temps de grossesse pense-t-on que (NOM) est/vous êtes ?* **IG7.2-** *Cette durée est-elle estimée par :*	_____ 99 si répondant ne sait pas Unité durée de grossesse : 1. Semaines 2. Mois Estimé par : 1. Tradi-praticien ou guérisseur 2. Sage-femme ou médecin moderne
IG8- Visite prénatale *(NOM) a-t-elle déjà bénéficié d'une visite prénatale pour cette grossesse ?*	1. OUI avec un médecin 2. OUI avec une sage-femme 3. OUI avec un autre praticien (praticien traditionnel, infirmière...) 4. NON 99. Répondant ne sait pas

Je vous remercie beaucoup d'avoir répondu à ces questions. Nous espérons que cela va nous aider à mieux comprendre les causes des maladies des enfants à Madagascar. Nous reviendrons régulièrement vous voir pour mettre à jour les informations que vous nous avez communiquées.
Souhaitez-vous avoir d'autres informations avant que je ne parte ?

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISCTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE
CONSENTEMENT ECLAIRE signe du chef de ménage/de la mère

FICHE N°4.
INDIVIDU / ACCOUCHEMENT

Numéro de la visite	☐☐
Identification du ménage	☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)
Identification de la femme	☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐/ ☐☐

Numéro de la grossesse ☐☐

B- HISTOIRE DE L'ACCOUCHEMENT/DE LA FAUSSE COUCHE

IGN5-Date de l'accouchement ou fausse-couche	☐☐/☐☐/☐☐
IGN6-Lieu de l'accouchement / de la fausse couche *Où avez-vous accouché (ou fait votre fausse- couche)?*	1. Domicile de la mère 2. Domicile d'une autre personne 3. Lieu de travail de la mère 4. Chez un tradi-praticien ou guérisseur 5. Chez une matrone ou accoucheuse traditionnelle 6. Centre de santé de base public 7. Centre de santé de base privé 8. Maternité ou hôpital public 9. Maternité ou hôpital privé 10. Sur la route vers une structure de soin ou un accoucheur 11. Autre, préciser Répondant ne sait pas
Si IGN6 = 6 ou 7 ou 8 ou 9 : Nom de la structure	|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|
Code de la structure	☐☐/ ☐☐/ ☐☐/ ☐☐☐
IGN7-Adresse du lieu Ecrire l'adresse exacte * Coder 98 si hors zone	Région Fokontany
IGN10-Terme supposé de la grossesse *A combien de temps de grossesse pense-t-on que (NOM) a accouché ?* **Estimateur du terme** *Cette durée est-elle estimée par:*	☐☐ 99 si ne sait pas Unité durée de grossesse : 1. Semaines/2.mois/99.NSP Estimé par : 1-Tradi-praticien 2-Sage-femme ou médecin 3-Famille ou entourage (Mère ou femme de l'entourage) 4-Patiente elle-même

Code enfant

IGN12-Pendant la grossesse	
IGN12.1- *La mère a-t-elle bénéficié d'examens prénataux faits par un personnel qualifié (médecin/paramédicaux)?* **INGN 12.2-** Si oui, combien?	1. OUI 2. NON 99. Ne sait pas Nombre d'examens prénataux ☐☐
IGN13- Accoucheur *Qui a assisté à l'accouchement/la fausse-couche pour vous aider ?*	1-Personne 2-Tradi-praticien, guérisseur 3- Matrone 4- Parent, personne de la famille ou ami 5- Sage-femme/infirmier 6- Médecin 7- Agent communautaire 8- Autre, préciser 99- Ne sait pas
IGN14 - Nombre de fœtus *Combien y-avait-il de bébés/fœtus (morts ou vivants) ?*	☐☐
IGN 15 – Après l'accouchement et/ou dans les 6 semaines après, *la mère a-t-elle bénéficié d'examen post-natal par un personnel qualifié (médecin/paramédicaux)?*	1-OUI 2-NON 3-Ne sait pas
IGN16- Issue de la grossesse *Pouvez-vous me raconter comment ça s'est passé ?* Noter ici le détail si besoin **Si 1 à 2 –* STOP**	1- Interruption volontaire de la grossesse 2- Fausse couche avant la fin de 7 mois de la grossesse **Si 1 à 2 ➔ STOP** 3- Enfant(s) mort-né(s), mouvements perçus dans les 24h avant l'accouchement 4- Enfant(s) mort-né(s), sans mouvements depuis plus de 24h avant l'accouchement 5- Décès de la mère (sans survie de l'enfant) –***fiche DECES** 6- Au moins 1 enfant né vivant, même quelques instants (cris ou mouvements) ➔ **POURSUIVRE PARTIE C** 7- Autre, précise 99. Répondant ne sait pas

C- IDENTIFICATION DE L'ENFANT

IGN17- Identifiant du nouveau-né : attribuer	☐☐/☐☐/☐☐/☐☐☐/☐☐/☐☐
IGN18- Nom du nouveau-né *Quel est le nom du nouveau-né ?* Mettre XX si mort-né	
IGN19- Prénom du nouveau-né *Quel est le prénom du nouveau-né ?*	
IGN21- Sexe du nouveau-né *Le nouveau-né est-il une fille ou un garçon ?*	1-Garçon 2-Fille 99-Répondant ne sait pas

IGN22- Lien avec le chef de ménage *Quel est le lien du nouveau-né avec le chef de ménage ?* noter le code de l'individu lié si ce n'est pas le chef de ménage	1. Fils ou fille de (N°) 2. Beau-fils ou belle-fille de (N°) [fils/fille de la femme (du mari) ou de la compagne (du compagnon] 3. Neveu ou nièce de (N°) 4. Frère ou sœur de (N°) 5. Petit fils ou petite-fille de (N°) 6. Cousin (e) de (N°) 7. Autres liens avec (N°) 8. Non apparenté à quelqu'un du ménage 99. Lien inconnu Avec N° ☐☐/☐☐/☐☐/☐☐☐/☐☐/☐☐
IGN23- Le nouveau-né a-t-il été enregistré à l'état civil ?	1. OUI 2. NON 99. Ne sait pas
IGN24- Survie *Le nouveau-né est-il toujours vivant ?*	**1-OUI –* aller partie D** **2-NON –*STOP + FICHE DECES** **prévenir superviseur pour AUTOPSIE VERBALE** 99. Répondant ne sait pas

D- STATUT DES PARENTS

IDENTITE DU PERE SI NON ENREGISTRE DANS LA BASE

IGN26 - Nom du père
Quel est le nom du père de l'enfant ?

|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

IGN26.1- Prénom du père
Quel est le prénom du père de l'enfant ?

|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

IGN26.2- Date de naissance du père

☐☐/☐☐/☐☐☐☐

99 si jour ou mois inconnu, 99AA si année estimée incertaine

IGN26.3- Identifiant du père
A remplir après si non disponible

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Remplir par des 8 si n'est pas résident dans la zone d'étude

IGN26.4- Statut du père
Le père de l'enfant est-il vivant ?
Habite-t-il dans le foyer où a été accueilli l'enfant ?

1. Père vivant, dans le foyer d'accueil de l'enfant
2. Père vivant, dans un autre foyer de la zone
3. Père vivant dans un autre foyer hors de la zone
4. Père décédé depuis la conception – * **vérifier fiche décès si vivait dans la zone**
   - **a- non – la remplir**
   - **b- oui – ok**

99. Répondant ne sait pas

E- ACCOUCHEMENT

IGN27- Prématurité *L'enfant est-il né à la date prévue ?*	1. OUI 2. NON, plus tôt que prévu (+ de 3 semaines d'avance) NON, plus tard que prévu plus tard que prévu
IGN 28-Mode d'accouchement *28.1 La mère a-t-elle accouché naturellement ou par césarienne?*	Voie 1. Voie basse 2. Césarienne programmée 3. Césarienne en urgence 99. Répondant ne sait pas
28 .2 Dans quelle position est sorti le bébé ? est-ce la tête, les fesses ou les pieds qui sont sortis en premier?	Position 1. Tête d'abord 2. Siège (fesses ou pieds d'abord) 3. Autre, préciser (bras) 99 Répondant ne sait pas
28.3 La mère a-t-elle eu une aide par la personne qui l'assistait? Si oui laquelle? Détailler si besoin :	Aide instrumentale : 1. OUI /2. NON 99. Répondant ne sait pas
IGN29- Anthropométrie **Si un carnet de santé est disponible, noter les mesures :** **IGN29.1**-*Combien pesait l'enfant à sa naissance? - Semblait-il gros, maigre, normal?* **IGN29.2**-*Quelle était sa taille?- Semblait-il grand, petit, normal?* **IGN29.3**-*Quel était la mesure de son tour de tête ? - Sa tête semblait-elle grosse, petite, normale?*	Carnet de santé racontant l'accouchement disponible : 1. OUI 2. NON Poids de naissance ☐☐☐☐ en grammes, 99 si inconnu 1. Normal 2. Gros 3. Maigre 99. Répondant ne sait pas Taille de naissance ☐☐ en centimètres, 99 si inconnu 1. Normal 2. Grand 3. Petit 99. Répondant ne sait pas Périmètre crânien ☐☐ en centimètres, 99 si inconnu 1. Tête normale 2. Grosse tête 3. Petite tête 99. Répondant ne sait pas
IGN 30- Vitalité à la naissance *Savez-vous comment l'enfant était à la naissance :* **IGN30.1-** *A-t-il bougé spontanément ? quelle était sa façon de se tenir?*	Mouvements, tonus 1. Ne bougeait pas du tout, bras et jambes mous 2. Bougeait peu, les bras et les jambes pliés 3. Bougeait normalement 99. Répondant ne sait pas
IGN30.2- *L'enfant a-t-il respiré ou crié? respirait-il normalement?*	Respiration 1. Ne respire pas, ne crie pas 2. Ne respire pas normalement et présente une difficulté à respirer 3. Respire normalement 99. Répondant ne sait pas
IGN 30.3 – *Quelle était la couleur de l'enfant à la naissance?*	Couleur

	1. Tout à fait gris ou bleu 2. Bleu sur les mains, les pieds ou autour de la bouche 3. Bien rose 99. Répondant ne sait pas
IGN30.4- *réagissait-il à la stimulation ? vivement ou juste par une grimace?*	Réactions à la stimulation ou à la douleur 1. Aucune 2. Grimace 3. Réaction vive 99. Répondant ne sait pas
IGN30.5- *La fréquence de son cœur à la naissance est-elle marquée sur son carnet de santé?*	Rythme du cœur : remplir 999 si ne sait pas ☐☐☐ 1. FC <80 battements / minute 2. 80<=FC<100 battements / minute 3. FC>=100 battements / minute 99. Répondant ne sait pas

E-COMPLICATIONS

IGN31 - Complications néo-natales **IGN31.1-** *Y-a-t-il eu de la fièvre pendant l'accouchement chez la mère ou l'enfant ?*	Le jour de l'accouchement : 1. Pas de fièvre, ni chez la mère ni chez l'enfant 2. Fièvre seulement chez la mère 3. Fièvre seulement chez l'enfant le jour de la naissance 4. Fièvre chez la mère et l'enfant le jour de la naissance 99. Répondant ne sait pas
IGN31.2- *Y-a-t-il eu de la fièvre chez l'enfant dans le suivant l'accouchement?*	Le mois suivant l'accouchement chez l'enfant 1. Pas de fièvre 2. Fièvre 99. répondant ne sait pas
IGN31.3- *L'enfant a-t-il reçu des médicaments dans le premier mois de vie ?* **Noter le nom si possible**	Traitements médicamenteux 1. OUI, préciser le nom (la molécule si possible) 1/ ..... 2/..... 3/..... 2. NON 99-Repondant ne sait pas
IGN31.4- Si OUI, *qui a prescrit ces médicaments ?*	1. Personne 2. Tradi-praticien, guérisseur 3. Matrone 4. Parent, personne de la famille ou ami 5. Sage-femme/infirmier 6. Médecin 7. Agent communautaire 8. Autre, préciser 99. Ne sait pas
IGN32- Maladies depuis la naissance *L'enfant a-t-il (elle) été malade depuis sa naissance ?* Noter le nombre d'épisodes de maladie *A-t-il présenté de la fièvre ?* *A-t-il présenté de la toux ?* *A-t-il présenté de la diarrhée ?*	Nombre d'épisodes ☐☐ 1. OUI 0. NON 99. Ne sait pas ☐☐ 1. OUI 0. NON 99. Ne sait pas ☐☐ 1. OUI 0. NON 99. Ne sait pas ☐☐

A-t-il présenté des vomissements ? *A-t-il présenté d'autres signes de maladie ?* ***Préciser :***	1. OUI 0. NON 99. Ne sait pas ☐☐ 1. OUI 0. NON 99. Ne sait pas ☐☐ ……
IGN32.2 – *Si OUI à AU MOINS UNE des réponses précédentes,* **vers qui** *l'enfant est-il emmené pour une recherche de soins ?*	1. Personne 2. Tradi-praticien, guérisseur 3. Matrone 4. Parent, personne de la famille ou ami 5. Sage-femme/infirmier 6. Médecin 7. Agent communautaire 8. Autre, préciser 99. Ne sait pas

Je vous remercie beaucoup d'avoir répondu à ces questions. Nous espérons que cela va nous aider à mieux comprendre les causes des maladies des enfants à Madagascar. Nous reviendrons régulièrement vous voir pour mettre à jour les informations que vous nous avez communiquées.
Souhaitez-vous avoir d'autres informations avant que je ne parte ?

Code INDIVIDU :

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE DU CHEF DE MENAGE

FICHE N°5
INDIVIDU / DEPART d'un ménage existant

IDENTIFICATION DU MENAGE DE DEPART et de l'INDIVIDU	
Numero visite	☐☐
CODE MENAGE	☐☐ / ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐/ ☐☐ (N° commune/N° Fokontany/ N° Hameau/N° maison/N° ménage)
CODE INDIVIDU	☐☐ / ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐/ ☐☐/☐☐
ID1- Nom individu	
ID2-Prénom individu	
ID3-Grossesse *La partante (NOM) est-elle enceinte ?*	1. OUI **fiche GROSSESSE à vérifier au bureau de supervision** 0. NON 88. SANS OBJET (homme, femme <12 ans ou >50 ans)

DESTINATION ET CAUSES DE LA MIGRATION

ID4- Destination du partant *SD4a-Dans quels région / district part (NOM) ?* SD4b-*La commune appartient-elle à la zone d'étude ?*	Région …….. ☐☐ District 1. OUI **ID5-** 2. NON **ID6-**
ID5-Si la destination est dans la zone Commune *Dans quel fokontany/hameau (NOM) va-t-il (elle) ?* Fokontany Hameau Nom du chef de ménage à destination Prénom du chef de ménage à destination	……. ☐☐ ……. ☐☐ …… …….. ……..
A remplir ultérieurement au bureau en vérifiant sur les fiches du ménage de destination:	
Code ménage de destination **Fiche arrivée dans ménage de destination**	☐☐ / ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐/ ☐☐ 1. OUI 2. NON **remplir une FICHE ARRIVEE**

ID6- Date de départ
Quand (NOM) est-il (elle) parti(e) du foyer ?

JOUR / MOIS / ANNEE
_____/_____/_____
99 si jour ou mois inconnu

ID7- Motif de départ

Pour quel motif (NOM) est-il (elle) parti(e) s'installer dans un autre foyer ?

Détailler ici :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1. Changement d'état matrimonial
   - 11. Mariage
   - 12. Union libre
   - 13. Divorce
   - 14.
   - 15. Veuvage
   - 16. Séparation d'union libre
2. Motif Familial
   - 21. Suit son conjoint ou la personne qui l'a en charge
   - 22. Enfant confié, précisé la raison
   - 23. Orphelin
   - 24. Accueil adulte, préciser la raison
   - 25. Accueil personne âgée
   - 26. Autre motif familial, préciser .....
3. Travail
   - 31. Nouvel emploi fixe une autre zone
   - 32. Perte d'emploi
   - 33. Emploi saisonnier
   - 34. Autre motif de travail, préciser :
4. Etudes
   - 41. Pour aller à l'école ou en formation
   - 42. Retour après fin ou coupure de scolarité ou formation
   - 43. Autre motif d'études, préciser : .....
5. Santé
   - 51. Pour se faire soigner
   - 52. Retour après soins
   - 53. Besoin d'assistance en raison de sa santé
   - 54. Autre motif de santé, préciser .....
6. 60. Décès
7. 70. Autres cas : .....

99. Répondant ne sait pas (à modifier au prochain passage)

ID8- Accompagnants
(NOM) est-il (elle) parti(e) seul(e) ou accompagné(e) d'autres membres du foyer?

Pour chaque accompagnant fiche DEPART

1. Seul(e)
2. Accompagné(e) de l'ensemble de son foyer antérieur
3. Accompagné(e) d'une partie de son foyer antérieur
4. Accompagné(e) d'autre(s) personne(s)

99. Répondant ne sait pas

Code INDIVIDU : ___________________________

ETUDE DEMOGRAPHIQUE DU DISCTRICT DE MORAMANGA, MADAGASCAR

INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR
BP 1274 – Antananarivo
CHEF DE MENAGE
République de Madagascar
Téléphone:261 20 22 412 72
Télécopie:261 20 22 415 34
email : ipm@pasteur.mg

EN ANNEXE :
CONSENTEMENT ECLAIRE SIGNE DU

INDIVIDU / DECES

IDENTIFICATION DU MENAGE et DU DECEDE	
Code de la visite	___
Code ménage	___/ ___/ ___/ ______/ ___ (N° commune/N° Fokontany/N° Hameau/N° maison/N° ménage)
DC1- Nom du défunt *Pouvez-vous me préciser le nom et le prénom de la personne qui vous a quitté ?*	|_____|||||||||||||||||||||||				
DC2- Prénom du défunt	|_____|||||||||||||||||||||||				
DC3- Sexe	1- Homme 2- Femme
DC4- Date de naissance *Connaissez-vous la date de naissance de (NOM) ? Sinon,pouvons-nous l'estimer ensemble à partir des grands évènements de Madagascar ?*	Jour / Mois / Année _____/_____/_________ Mettre 99 si jour/mois inconnu, 99AA si année estimée sans certitude **AGE < 5 ANS** □ **prévenir le superviseur** □ **AUTOPSIE VERBALE**
DC5- Identifiant (par superviseur si non disponible)	______________________

A- CIRCONSTANCES DU DECES

Pouvez-vous me raconter comment cela s'est passé ?
Est-ce que le décès de (NOM) était attendu ?
Quel type de symptômes ont été remarqués avant que (NOM) ne s'en aille ?

Code INDIVIDU : _____

Si les informations n'ont pas été données dans le récit précédent, ou si des précisions sont nécessaires, *Pourriez-vous m'aider à préciser quelques éléments importants :*

DC6- Date de décès *Quand exactement (NOM) est-il décédé ?*	Jour / Mois / Année _____/_____/_____ 99 si inconnu			
DC7- Terrain *Savez vous si (NOM) avait des maladies connues ?* Plusieurs réponses possibles, Préciser si possible		OUI	NON	NSP
	1. Hypertension artérielle (« *trop de tension* »)	1	0	99
	2. Diabète	1	0	99
	3. Cancer, préciser la zone	1	0	99
	4. Maladie du cœur, préciser	1	0	99
	5. Maladie du ventre, préciser	1	0	99
	6. Tuberculose	1	0	99
	7. Autre, préciser	1	0	99
DC8-Alcool *Dans la dernière année, est-ce que (NOM) buvait de l'alcool ?*	1. OUI, PRATIQUEMENT TOUS LES JOURS 2. OUI, TOUTES LES SEMAINES 3. OUI, TOUS LES MOIS 4. OUI, OCCASIONELLEMENT 5. NON JAMAIS 99. Répondant ne sait pas			
DC9-Tabac *Dans la dernière année, est-ce que (NOM) fumait ?*	1. OUI, PRATIQUEMENT TOUS LES JOURS 2. OUI, TOUTES LES SEMAINES 3. OUI, TOUS LES MOIS 4. OUI, OCCASIONELLEMENT 5. NON JAMAIS 99. Répondant ne sait pas			
DC10- Grossesse : si c'est une femme >12 ans et < 50 ans *Est-ce que (NOM) était enceinte au moment du décès ou venait d'être enceinte ?*	1. Enceinte 2. Pas enceinte récemment 3. Accouchement depuis moins de 42 jours (6 semaines) 4. Avortement ou fausse couche depuis moins de 42 jours (6 semaines) 5. Accouchement ou fausse-couche depuis plus de 42 jours (6 semaines) et moins de 3mois 8. Sans objet (homme ou femme <15 ou > 50 ans) 9. Répondant ne sait pas			
DC11- Durée de la maladie *Depuis combien **de jours** (NOM) était-il malade (ou « plus malade » si maladie chronique) avant le décès ?*	_____ 0000 si décès brutal, 9999 si inconnu			

DC12- Décès attendu *Ce décès était-il attendu ?*	1. Attendu suite à une longue maladie 2. Attendu de vieillesse sans maladie précise 3. Brutal et inattendu 99. Répondant ne sait pas
DC13- Consultation *(NOM) (ou sa famille) avait-il consulté un médecin ou un infirmier pour les symptômes qui ont précédé son départ ?*	1. OUI 0. NON 99. Répondant ne sait pas
Si OUI : *y-avait-il un diagnostic posé sur la cause du décès ?*	_____ _____
DC14- Lieu de décès *Où (NOM) est-il décédé ?*	1. A son domicile 2. Au domicile de quelqu'un d'autre 3. A l'extérieur (rue, campagne) 4. Sur un trajet vers une structure de soins 5. Dans une structure de soins publique 6. Dans une structure de soins privée 7. Autre, préciser..... 99. Répondant ne sait pas
DC15- Adresse du lieu de décès	_____ _____
DC16- Nom de la structure si structure (centre de soins, hôpital ou clinique). **Code de la structure si dans la zone**	_____ _____
DC17- Etat civil *Le décès de (NOM) a-t-il été enregistré à l'état civil ?*	1. OUI 0. NON 99. Répondant ne sait pas

OBSERVATIONS DE L'ENQUETEUR DE TERRAIN

AGE ≤ 5 ANS ? OUI ☐ superviseur prévenu pour AUTOPSIE VERBALE ?

NON ☐ PREVENIR LE SUPERVISEUR OUI ☐ ok

NON ☐ ok

International Journal of Epidemiology, 2019, 1–11
doi: 10.1093/ije/dyz215
Cohort Profile

Cohort Profile

Cohort profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project)

Rila Ratovoson, [1,2]* Rindra Randremanana, [1] Fanjasoa Rakotomanana, [1] Soa Fy Andriamandimby, [3] Reziky Mangahasimbola, [1] Bruno Masquelier, [2,4] Vincent Richard, [5] Patrice Piola, [6] Gilles Pison[2,7] and Laurence Baril[1]

[1]Epidemiology and Clinical Research Unit, Institut Pasteur de Madagascar, Antananarivo, Madagascar, [2]DemoSud Research Unit, Institut National d'Etudes Démographiques, Paris, France, [3]Virology Unit, Institut Pasteur de Madagascar, Antananarivo, Madagascar, [4]Center for Demographic Research, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium, [5]Direction of International Affairs, Institut Pasteur, Paris, France, [6]Epidemiology and Public Health Unit, Institut Pasteur du Cambodge, Phnom Penh, Cambodia and [7]Eco-Anthropology Research Unit, National Museum of Natural History, Paris, France

*Corresponding author. Epidemiology and Clinical Research Unit, Institut Pasteur de Madagascar, Po Box 1274, Ambatofotsikely Avaradoha, 101 Antananarivo, Madagascar. E-mail: rilaratov@gmail.com

Editorial decision 13 September 2019; Accepted 26 September 2019

Why was the cohort set up?

Despite public health policy on communicable and non-communicable diseases in Madagascar, the resources for obtaining reliable data at a national level are lacking. Although existing death notification data make it possible to monitor cause-specific mortality trends in the main cities, including the capital city Antananarivo,[1] national demographic and health statistics mostly result from epidemiological models such as those developed by the WHO or the Global Burden of Disease Study.[2,3] These estimates suggest that cardiovascular diseases are the leading cause of death in Madagascar, but evidence remains scarce on the burden of cardiovascular diseases and other non-communicable diseases in rural areas and in urban areas outside the capital.

The Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar (MHURAM project) was set up to fill the gap in health surveillance for communicable and non-communicable diseases in urban and rural areas. By systematically collecting information on causes of death through verbal autopsies, the project helps assess the population's burden of disease and can potentially measure the impact of epidemics. It also collects detailed data on socio-demographic characteristics of individuals and households, and specific data such as blood pressure (BP) measurements or specimens for infectious diseases in order to shed light on varying epidemiological patterns in different population sub-groups.

Moramanga is a district spanning over 9336 km^2 and is included in the Alaotra Mangoro region, which comprises 21 communes divided into 175 '*fokontany*'. The '*fokontany*' represents the smallest administrative entity in Madagascar and is equivalent to a neighbourhood. Moramanga district is located 112 km from Antananarivo (latitude 18°57′ S; longitude 48°13′ E; mean altitude 900

© The Author(s) 2019; all rights reserved. Published by Oxford University Press on behalf of the International Epidemiological Association

m), and lies at the boundary between the east coastal area and the highlands (Figure 1). The climate is characterized by a 5 month rainy season in which temperature and precipitation peak from November to April. The winter is fairly cold for a tropical setting.

The Institut Pasteur of Madagascar (IPM) has implemented several research projects in this district, which is close to the capital city and easily reachable. In 1995, the district of Moramanga was initially considered to be a typical example of a fringe transmission pattern, according to the criteria of malaria endemicity defined by the Ministry of Public Health (MoH), and therefore it was selected by IPM as a field site for malaria control studies.[4]

In 2007, following the outbreak of chikungunya in the Indian Ocean, the MoH, with the support of IPM, set up a fever sentinel surveillance (FSS) network based on daily data collection. The main primary health care centre (HCC) and the district hospital based in the urban commune of Moramanga (UCM) were pioneer institutions within the new FSS network.[5]

In 2008, IPM conducted a large study in 14 districts of Madagascar, including Moramanga, in order to determine the prevalence and pathogenicity of bacterial, viral and protozoal enteropathogens in a case-control study of diarrhoeal and non-diarrhoeal stools of children <5 years of age. In 2009, a large animal study focusing on a small-mammal population to detect *Leptospira sp*. revealed that rates of infection based on positive PCR results were higher in Moramanga ($P < 0.001$) than in other districts in Madagascar (Toliara, Mahajanga, Antsiranana, Toamasina).[6] In 2010, IPM decided to establish a community-based longitudinal survey in Moramanga, and a hospital-based case-control study focused on diarrhoeal diseases in children <5 years of age in two rural villages.[7] In 2011, for the first time in Madagascar, a cross-sectional survey was conducted in the urban of Moramanga to estimate the prevalence of leptospirosis in humans.[8]

In 2012, the MHURAM project was established when the community longitudinal survey of children <5 years of age was extended to the entire population. The reasons for setting it up were varied. First, the location and socio-demographic profile of the population suggested that the site could be representative of the island. Furthermore, the local authorities were willing to collaborate and the MHURAM project had acquired expertise while implementing and conducting previous research projects. The project was carried out as a platform for conducting a variety of community- and/or hospital-based research studies on communicable and non-communicable diseases. In a subset of the population, biological samples or additional information were collected for specific studies, such as history of diarrhoea and intestinal parasite infection,[9] weight and height of children aged <5 years[10] and BP in adults aged ≥15 years.[11] In addition, knowing that at least four malaria-parasite vectors (*Anopheles funestus, Anopheles mascarensis, Anopheles gambiae* and *Anopheles arabiensis*) were circulating in the area, experimental huts were set up by IPM to test the effectiveness and safety of insecticidal solutions as well as to study mosquito behaviours in order to control malaria.[12]

The objectives of the MHURAM cohort are as follows.

i. To establish baseline data on the demographic, socio-economic, environmental and health characteristics.
ii. To document all births, deaths, in-migrations, out-migrations, socio-economic status, pregnancy outcomes and causes of death at regular intervals.
iii. To study changes in infectious diseases, chronic diseases and reproductive health.
iv. To provide a platform for interventional studies and health programme evaluation.
v. To provide facilities for training and multidisciplinary research for researchers, health professionals and graduate students.

What makes the cohort unique in Madagascar is that it exhaustively covers well-defined rural and urban areas. Another cohort exists in Madagascar, but it is located in a rural area only.[13] In the future, we plan to enhance the utility of the cohort by collaborating with the district authorities to link our database with those of the maternity, paediatric and adult wards in the hospital. Record linkage with health facility data will further improve health surveillance in the area.[14]

Who is in the Cohort?

The entire population of 30 *fokontany* in 3 of the district's 21 communes was included in the MHURAM cohort: the urban commune of Moramanga (UCM, 13 *fokontany*); the rural commune of Ambohibary (AMB, 12 *fokontany*); and the rural commune of Ampasimpotsy (AMP, 5 *fokontany*). From October 2012 to May 2014, an initial census of the population in the 3 communes was conducted after mapping all the dwellings. Each dwelling in a *fokontany* was encoded in a geographic information system (GIS) and, in the case of households, fieldworkers asked for the number of household members before beginning to collect data on individuals.

The fieldworkers were recruited among young residents of Moramanga who had at least a bachelor's degree and were familiar with the study area.

During this initial census, data were collected from 71 587 inhabitants, representing 24% of the district population. A first round of follow-up was conducted from July 2016 to December 2017 and new arrivals were added

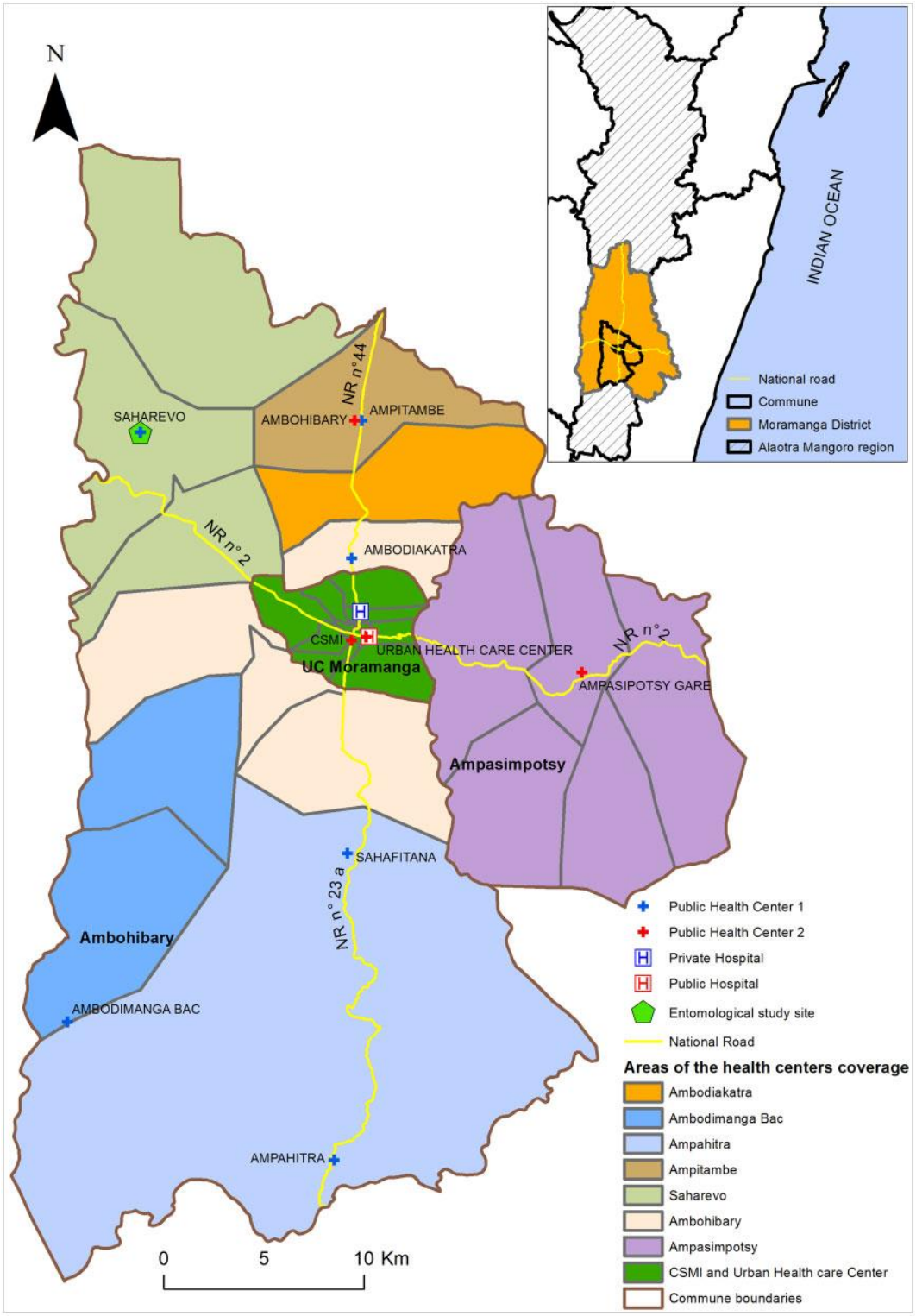


Figure 1. Localization and catchment areas of the Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar project and health care access centres, district of Moramanga.

(6814 inhabitants), thus giving a total of 78 401 individuals in the database after this wave.

As shown in Figure 1, the study site includes: 9 public primary HCCs and 6 private HCCs; one referral district hospital (with 13 paediatric and 63 adult beds, the district anti-rabies centre, a clinical laboratory and radiology facilities); and one private hospital (28 beds).

How often were they followed up?

After the initial census (October 2012–May 2014), a first round of follow-up was performed from July 2016 to December 2017. Because the paramedical staff that provided primary care to the inhabitants accompanied fieldworkers in each *fokontany*, very few refusals were encountered during the initial census and the following round (<5% in the majority of the *fokontany*).

The second round of follow-up is planned for 2019–2020. In 2018, Madagascar conducted a national housing and population census (Recensement Général de la Population et de l'Habitat, RGPH III), 25 years after the preceding census (in 1993), which was conducted by the National Institute for Statistics (INSTAT).[15] In order to augment the data already available for the cohort, we plan to collaborate with INSTAT and use the data from this RGPH III referring to the area under study.

What was measured?

The household is the basic survey unit made up of members who usually live in the same residence, share resources (such as food) and recognize one person as the head of the household. A resident is defined as an individual who usually lives in the household, slept in the household the night before the survey and/or intends to stay in the household for at least 6 months. The information collected during the initial census is shown in Table 1: the household's head (name, ethnic group and religion), composition of the household, and access to healthcare (in case of illness, need for family planning, pregnancy or accident) were recorded using electronic questionnaires on tablets. Trained fieldworkers who visited each household recorded as well their assets and property values to determine their socio-economic characteristics. Specific information was also collected according to the age of the participants: nutrition data for women of childbearing age and children aged <5 years in the households, pregnancy characteristics for pregnant women and vaccination and breastfeeding status for all children aged <5 years. The initial census collected information on basic socio-demographic characteristics, reports on deaths that occurred in the household over the last 5 years, and a complete birth history of all women of reproductive age. We obtained fertility rates by dividing the reported number of births (by 5-year age groups of mothers at the time of birth) and person-years lived by women aged 15–49 in the period 2003–2014.

In addition, a GIS was incorporated to map all dwellings during data collection. In a subset of the population, additional details were collected:

- In adults aged ≥15 years, height, weight and BP measurements were collected for a study on the prevalence of arterial hypertension. Additional information on risk factors of hypertension were collected through questionnaires (history of blood pressure >130 mmHg for systolic BP or 80 mmHg for diastolic BP, family history of hypertension, recent weight gain, inactivity, consumption of salt in diet, smoking, alcohol consumption).
- The height and weight of children were measured for a study on malnutrition in children aged <5 years. One stool specimen was collected from each child for intestinal parasite identification.
- A case-control study was conducted to study the aetiology of diarrhoeal diseases in children aged <5 years. Cases were recruited at the hospital and the controls were randomized in the population of children during the initial census. Some fieldworkers trained in standardized anthropometry determined the weight and length/height at enrolment. Fresh stools were collected from participants.

During the first round in 2016—2017, data were updated on all pregnancies, deaths, in-migrations and out-migrations that occurred since 2012—2014. For all pregnancies, details regarding the pregnancy outcome (live birth or stillbirth) were recorded, and for live births, information was collected on the date of birth, sex of the child, weight, place of birth, survival status and the duration of breastfeeding. All previously registered and new households in the 30 *fokontany* were visited by the local fieldworkers, who had been trained to use the same procedures as those of the initial census to interview heads of households or adults living in the house. If no inhabitants were present, the fieldworkers asked the neighbours if the household members were still living in the house. If so, they re-visited a maximum of three times within the data collection period, after which the household was listed as a non-responding household until the next update. If the neighbours answered that the household members had moved but were still living in the project area, fieldworkers asked for more information (date and reason for departure), and they searched for the household members in their new residence. They reviewed the composition of the previously identified households and collected any new information since the previous round. All households where

Table 1. Information collected during the initial census and each round of follow-up in the Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar

	Variable	Information	Characteristics
	Dwelling	Latitude and longitude	
		Type of building (administrative building, dwelling, health facility)	
Initial census	Household	Name of the household head, ethnic group and religion	
		Housing characteristics	Type of roof, main materials of the walls and floor, number of rooms used for sleeping, source of drinking water, type of toilet facilities, type of fuel used
		Household assets	Ownership of dwelling, rice field and/or vegetable garden
			Other assets: television, radio, sewing machine, telephone or mobile devices, computers, car, motorcycles, bicycles, refrigerator
			Livestock: cattle, poultry, domestic animals
		Food security: number of months per year when rice had to be purchased for the family, number and quantity of meals per day during the annual lean season	
		Food items taken the day before the survey for mothers and children <5 years old	
		Malaria	Occurrence of fever within last 3 months, need to take malaria drug, bed net, long-lasting insecticidal nets and participation in insecticide spraying campaigns
		Access to healthcare in case of illness, need for family planning, pregnancy, accident	
Initial census	Individuals	Name, date of birth, education level, main occupation, marital status, relationship with household head	
	For women aged between 12 and 49 years old	Fertility	Complete birth history
	For pregnant women	Pregnancy characteristics	Length of pregnancy, antenatal care conducted, use of preventive antimalarial drug
	For children aged <5 years	Vaccination status	Compliance with the schedule in the national program (BCG, diphtheria, tetanus, pertussis, polio, hepatitis B, *Haemophilus influenza* B, rotavirus, measles)
		Breastfeeding	Duration of breastfeeding
		Malnutrition study	Height and weight
			Stool specimen
	In a subset of a population: Individuals ≥15 years old	Hypertension	Two BP measurements after 5 min rest and at least 5 min apart
			Height and weight

(continued)

Table 1. Continued

	Variable	Information	Characteristics
		Risk factors of hypertension	History of BP >130 mmHg for systolic BP or 80 mmHg for diastolic BP, family history of hypertension, recent weight gain, inactivity, salt content of the diet, smoking, alcohol consumption
	Children identified as controls in the diarrhoeal study	Anthropometric measurements	Weight and length/height
			Stool specimen
For each round of follow-up	Births	Date and place of birth, birth weight, survival status of newborn, medical attendance at birth, mode of delivery, child relationship with household head	
	Deaths	Date and place of death, cause of death determined through verbal autopsy	
	Migrations	Date of immigration or emigration, type of migration (internal or not), place of migration, reasons for migration	
	Pregnancy	Length of pregnancy, antenatal care conducted, use of preventive antimalarial drug	
	Pregnancy outcome	Information on pregnancy outcome, date of delivery, type of delivery (simple, multiple births), antenatal care	Live birth, stillbirth, miscarriage, abortion
	For children aged <5 years	Vaccination status breastfeeding	Compliance with the schedule in the national program (BCG, diphtheria, tetanus, pertussis, polio, hepatitis B, *Haemophilus influenza* B, rotavirus, measles)
	For the study on neonatal hepatitis B vaccination:	In case of pregnancy last year before the survey:	
	Women aged between 12 and 54 years old	If antenatal care not performed	Reasons why not performed
		Information on Hepatitis B screening, management and care	Reasons why not available
		If the delivery was not in health facility	Reasons why not
		Post-natal care	Reason why not performed

a death was reported to have taken place between the initial census and the first round were revisited for verbal autopsies to determine the causes of death. At the household level, relationships between the head of household and all residents were updated if there was a change in headship. The system also evaluates access to care by monitoring the distribution of health care facilities in the area.

During the first round in 2016–2017, women aged between 12 and 54 years were also invited to participate in a study to assess the feasibility of neonatal hepatitis B vaccination implementation in Madagascar. Specific questionnaires on behaviours during antenatal consultations, childbirth or pregnancy outcomes 12 months before the survey were asked in case of pregnancy at the time of data collection (Table 1).

Finally, after allowing for a grieving period of ~2 months, verbal autopsy (VA) interviews were conducted by trained fieldworkers in all households where a death had occurred. The interviews were conducted using the WHO's 2012 standardized verbal autopsy questionnaire during the initial census, and the WHO's 2014 questionnaire during the first-round follow-up.[16] The completed questionnaires were reviewed by

two physicians to determine the probable cause of death. Codes of the 10th revision of the International Classification of Diseases were used to classify all causes of death.[16]

The protocol for implementing and amending the first round of follow-up of the MHURAM project was approved by the National Ethics Committee of the MoH (approval N°52-CE/MINSAN 02/11/2009 and amendment N°60/MSANP/CE 26/05/2016).

What was found?

Key findings and publications

The initial census registered 16 789 households with 71 587 inhabitants living in the three communes during the period 2012–2014. The study site was 56.3% urban and 43.7% rural. The population was 50.3% female. Most heads of households were Christian (Catholics 44%, Protestants 37% and other Christian religions 17%); the remaining 2% were split into Muslim or without religion.

During the first round of follow-up, the information on 11 207 households was updated for 58 425 residents. The date of last information was recorded for the remaining individuals (either departure, still living in the household or death). Among households for which information was not updated, 3799 were reported by the neighbour or the head of the *fokontany* to have left their homes after the initial census but were not found in the study area (Table 2), and 1783 were not recognized by the neighbour or the head of the *fokontany*. These households were not considered as refusals, and their information will be updated in the next round if they are found in the study area. Fieldworkers added 6814 new arrivals who resided either in the former households surveyed or in new households (Table 2). The characteristics of households in urban and rural areas show differences in access to improved drinking water, the availability of and connection to the electricity grid and ownership of an indoor or outdoor shower (Table 2). People who never went to school were more frequently found in rural areas, whereas people who had been to high school or a trade school were scarce: 7% of all individuals interviewed in either 2014 or 2016 in urban areas and 0.8% in rural areas (Table 2).

At the initial census, the total fertility rate was estimated at 4.1 children per woman (3.1 in urban areas and 5.1 in rural areas), compared with an estimated 4.8 for all of Madagascar—according to the Demographic and Health Survey 2008–2009.[17] The collection of mortality data in the MHURAM project between the initial census and the first round of follow-up allowed us to compute mortality rates (which corresponded to a crude death rate of 8.3 per thousand per year) and life expectancy (which averaged 63.5 years for women and 59 years for men). The population pyramid for the initial census (Figure 2) shows an enlarged base, which reflects the youth of the population in Madagascar. As in the initial census, the first round of follow-up found more young people living in urban than in rural areas, which could be due to migration for employment and education. However, as a result of attrition (households who were reported as gone by the neighbours between the two waves of data collection), the population in 2016–2017 is slightly older than in the initial census (Figure 2).

In addition, several studies have been conducted in the area since 2012.

- Prevalence of arterial hypertension in people aged ≥15 years:[11] the results of this study showed a prevalence of 27% [95% confidence interval (CI) 25.6–28.5%] in rural areas and 29% (95% CI 28.3–31.1%) in the urban areas of Moramanga. Among hypertensive subjects, only 1.7% in rural areas and 5.3% in urban areas were on antihypertensive treatment for at least 1 month before the survey.
- Malnutrition in children aged <5 years:[10] ~42.1% (95% CI 39.0–45.4) had a poorly diversified diet, consisting mainly of foods rich in carbohydrates and poor in meat products. Poor maternal education was associated with a high likelihood of having a non-varied diet [OR (odds ratio) = 2.2 (95% CI 1.3–3.8)].
- Aetiology of diarrhoeal diseases in children aged <5 years:[9] rotavirus infection was the most frequently detected cause of diarrhoea. The presence of garbage around the house constituted the risk factor for severe diarrhoea (OR = 3.2; 95% CI 1.9–5.4) and nutritional wasting at enrolment (OR = 9; 95% CI 4.5–17.9).

Other studies had been conducted on the MHURAM cohort but the data was not collected between the initial census and the first round of follow-up. They relate to the aetiology of respiratory diseases,[8] antibiotic resistance in newborns,[19] family planning and access to care[20] and the burden of rabies.[21]

Finally, Moramanga is pre-identified as a potential study site for future vaccine and drug trials [two European & Developing Countries Clinical Trials Partnership (EDCTP) projects]. However, conducting clinical trials will imply some capacity building, adaptation of the facilities and staff training.

Major strengths and weaknesses

A major strength of Moramanga is its location and size. It provides a large population surveillance sample that comprises urban and rural populations. In terms of land size, it covers a large area for observation and is composed of easily accessible as well as very landlocked areas. It provides a robust sampling frame and physical infrastructure for

Table 2. Demographic and health characteristics in the Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar, overall and by round

Variable	Total households enrolled in either 2014 or 2016		Households retained in both 2014 and 2016		Households present in 2014 but not participating in 2016		Household newly enrolled	
Household (HH) characteristics								
Total HH	17 300		11 207		5582[a]		511	
	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural
Total number of HH	9665	7635	5161	6046	4284	1298	220	291
Mean HH size	3.9	4.4	4.3	4.6	3.5	3.6	3.1	3.4
% of HH with access to improved sanitation facilities	29.8	27.7	35.1	28.3	23.8	27	20.9	19.2
% of HH with access to improved drinking water (bottled water, private or public tap)	49.4	0.7	48.1	0.7	51.6	0.5	37.3	1.4
% of HH with an indoor or outdoor shower	58.8	10.8	58.9	9.8	59.4	15.7	48.2	8.6
% of households with electricity	62.9	6.8	64.5	6.2	61.1	9.9	59.5	6.5
Individual characteristics								
Total individuals	78 401		51 611		19 976		6814	
	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural
Total individuals	40 767	37 634	22 738	28 873	15 235	4741	2791	4019
Male sex %	49.1	50.2	48.9	50.2	49.7	50.4	48.1	49.8
Age group (in years) %								
0–4	15.4	20.1	11.9	15.5	15.1	17.5	46.1	56.2
5–14	23.8	27.5	25.8	29.9	22.7	25.3	13.9	13.1
15–49	50.9	43.8	49.6	44.9	55.7	49.4	36.2	28.7
50–64	7.5	6.4	9.7	7.3	5.2	5.7	2.7	1.5
65–79	2.0	1.7	2.6	2.0	1.1	1.4	0.9	0.3
≥80	0.4	0.4	0.5	0.4	0.2	0.7	0.2	0.2
Maximum education (for people aged ≥6 years old) %								
Never in school	2.4	11	2.1	10.8	3.0	13.4	9.8	1.9
Primary school	31.6	60.5	33.2	69.3	30.5	53.5	29.0	54.6
Middle school	59.0	27.7	60.6	29.6	58.3	31.6	59.9	34.6
High school or professional school	7.0	0.8	6.1	0.7	8.2	1.5	9.2	1.0
Marital status (for people aged ≥12 years old) %								
Single	38.2	35.5	38.7	36.6	36.3	28.8	47	7.1
Partnered	52.1	55.1	50.6	54	55.4	60.8	43.9	55.7
Separated, widowed	9.7	9.4	10.6	9.4	8.3	10.4	9.1	37.2
Exclusive breastfeeding duration (for children aged <5 years old) %								
<6 months	36.4	39.7	35.4	37.2	38.2	35.3	35.3	46.1
6 months	56.5	49.6	58.7	53	54.8	54.4	54.8	41.2
>6 months	4.4	5.4	4.9	6.8	5.5	8	1.2	1.8

[a]Including: households visited in 2016 that were recognized and reported as having left, according to neighbours or the *fokontany* administrator, although their final destination was not reported ($n = 3799$); and households visited only once, which means during the initial census ($n = 1783$).

supporting different study designs, including clinical trials. Moreover, a GIS of all constructions has been set up since the census, which allows for easy geo-localization of the residents and the mapping of other desirable parameters. Located 112 km from Moramanga, the IPM and all its laboratory and clinical research facilities are relatively nearby.

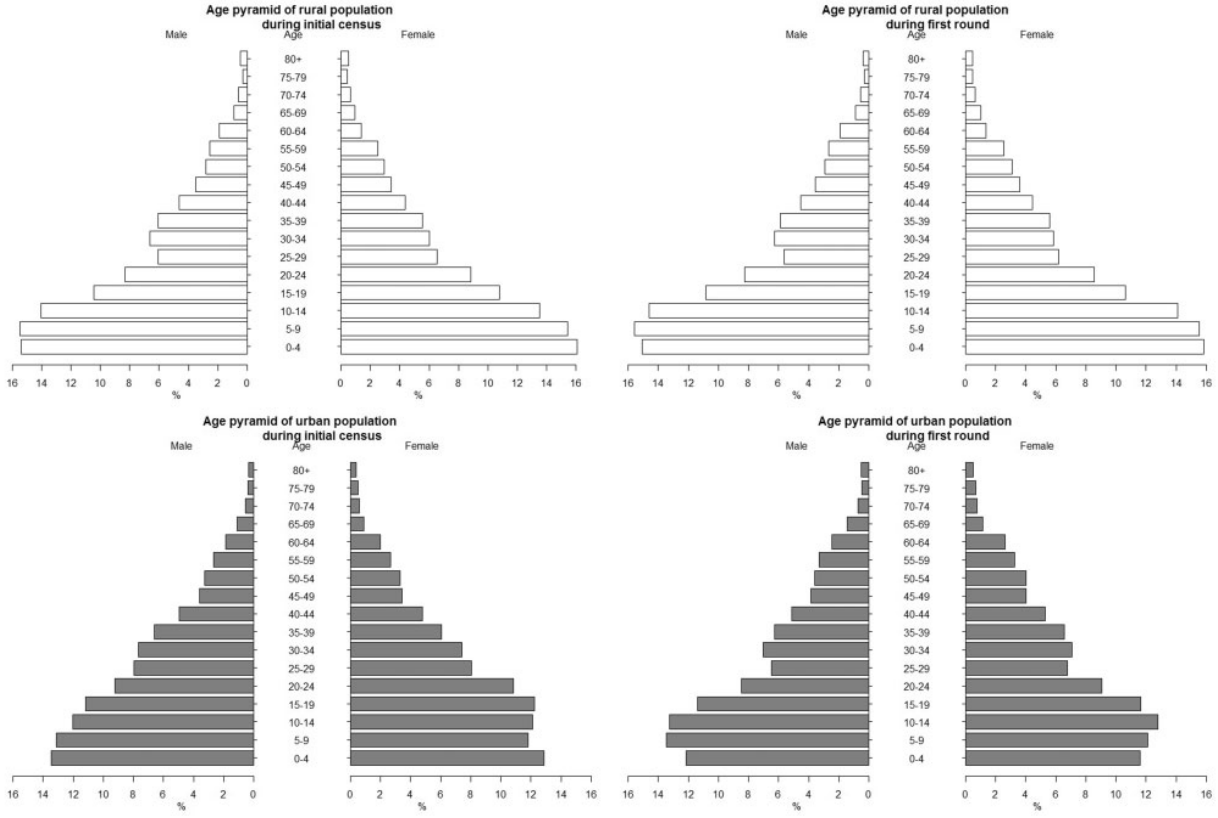


Figure 2. Age pyramid of rural and urban population during the initial census (2012–2014) and the first round (2016–2017) in Moramanga.

The MHURAM project provides a platform where researchers and students can conduct their scientific, clinical and socio-anthropological research. It may support research on both infectious and chronic diseases in all age groups.

Another strength is the close working relationships with the district health facilities. Moramanga is a district with one hospital that includes a paediatric ward and clinical laboratory equipment, with whom strong collaboration has been encouraged through several research projects.

The main weakness is the high cost of running the surveillance of a large population and the constant need to seek external funding. The project is not yet well known and has not forged strong collaborations with members of the International Network for the Demographic Evaluation of Populations and Their Health (INDEPTH) network.[22]

There is also a risk of community fatigue. To balance this, some projects taking place in Moramanga compensated their participants by distributing gifts (cereals, oil, soap, etc.) or disbursing cash payments for time spent during the investigation. Efforts are being made to reduce this practice by recruiting a paramedical staff to accompany fieldworkers and provide primary care to sick people at the household level.

Collaboration with the National Statistics Institute has been planned, and this will allow us to use data from RGPH III to triangulate and augment data from the demographic follow-up in Moramanga.

Can I get hold of the data? Where can I find out more?

We encourage scientific and medical research collaboration, and this includes sharing data for specific research questions, providing that formal agreements can be made. A standardized template for a data-sharing agreement is available at IPM (French and English versions). Enquiries and queries can be submitted to the first (rila@pasteur.mg) and last (lbaril@pasteur.mg) authors of this paper.

Profile in a nutshell

- The Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar (MHURAM) project is unique in Madagascar, as it includes urban and rural Malagasy populations. Its exhaustiveness also reinforces the importance of this project.

- The MHURAM project is a decision-making tool for health authorities, supported by research projects that can ensure sustainability and funding that also benefit the population of Moramanga.
- The Epidemiology and Clinical Research Unit team has the capacity to perform all the steps needed for clinical research, from protocol development after feasibility assessment to operational work, Standard Operating Procedures (SOPs), data collection and analyses; and this includes scientific validation. Maintaining high quality in research and developing innovative methods constitute key drivers for this team, which is accustomed to collaborating with international teams.
- Moramanga is a site where the laboratories based at IPM (entomology, virology, biology, mycobacteria, immunology, etc.) can work closely with the local facilities. The IPM hosts 11 national reference laboratory centres in Madagascar.

Funding

As of today, the MHURAM project has no core funding. It is supported through ongoing specific projects from the Institut Pasteur de Madagascar. The following institutions have provided financial support to the MHURAM project through various projects: Total Foundation; France Expertise Internationale (Mission n 12INI109); the United States Agency for International Development (Grant AID-687-G-13–00003); the European Commission (EDCTP project: ALERRT (RIA: 2016E-1612) and MTBVAC (RIA: 2016 V-1637)) consortia; and the Feder InterReg V project known as INTERREG FEDER TROI (Traquer les risques sanitaires dans l'océan Indien—2015–2017 under the One Health Indian Ocean Partnership Mechanism coordinated by CIRAD). R.R. (the MHURAM medical coordinator) has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 690984: DEMOSTAF project.

Acknowledgements

We express our gratitude to the Moramanga population, the district health authorities, the mayors, traditional leaders and chiefs of villages for their continuous cooperation, support and participation in the Moramanga Health Survey in Urban and Rural Areas in Madagascar (MHURAM) project. The MHURAM project relies on the high degree of motivation demonstrated by an outstanding field team (led by Tojomalala Ravelonjanahary Rakotoniaina and Tsirery Christian Randriamiarisoa), our data manager in the early stage of the project (Anny Mirella Randriamoramanana) and those who facilitated the implementation in Moramanga (Caroline Baulain and Dieudonné Rasolonomenjanahary). We are also grateful to the following researchers: Lina Rakotoson, Valerie Delaunay, Serge Trêche, Marie Gousseff, Corinne Vincent and Maryse Gaimard, without whom the project would not have been implemented. We also express our gratitude to the researchers Perlinot Herindrainy, Mahery Ratsitorahina, Aina Harimanana, Feno Manitra Jacob Rakotoarimanana, Chiarella Mattern, Jean Marius Rakotondramanga, Niaina Rakotosamimanana and Romain Girod, who helped us with their projects by either financing or collecting data. We acknowledge the support of Andres Garchitorena, Malavika Rajeev, Fabien Taieb, Daouda Kassie and Geraldine Duthé. Finally, we thank Dr Antoine Talarmin, Prof. Christophe Rogier and Prof. André Spiegel, the former and current General Directors of the IPM, for their engagement in and support of the MHURAM project.

Conflict of interest: None declared.

References

1. Masquelier B, Pison G, Rakotonirina J, Rasoanomenjanahary A. Estimating cause-specific mortality in Madagascar: an evaluation of death notification data from the capital city. *Popul Health Metr* 2019;**17**:8.
2. World Health Organization. *World Health Statistics 2014*. Geneva: World Health Organization, 2014.
3. GBD 2017 Causes of death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018;**392**: 1736–88.
4. Rabarijaona LP, Randrianarivelojosia M, Raharimalala LA, Ratsimbasoa A, Randriamanantena A, Randrianasolo L. Longitudinal survey of malaria morbidity over 10 years in Saharevo (Madagascar): further lessons for strengthening malaria control. *Malar J* 2009;**8**:190.
5. Randrianasolo L, Raoelina Y, Ratsitorahina M *et al.* Sentinel surveillance system for early outbreak detection in Madagascar. *BMC Public Health* 2010;**10**:31.
6. Rahelinirina S, Léon A, Harstskeerl RA *et al.* First isolation and direct evidence for the existence of large small-mammal reservoirs of Leptospira sp. in Madagascar. *PLoS One* 2010;**5**:e14111.
7. Randremanana RV, Randrianirina F, Sabatier P *et al.* Campylobacter infection in a cohort of rural children in Moramanga, Madagascar. *BMC Infect Dis* 2014;**14**:372.
8. Ratsitorahina M, Rahelinirina S, Michault A, Rajerison M, Rajatonirina S, Richard V. Has Madagascar lost its exceptional leptospirosis free-like status? *PLoS One* 2015;**10**:e0122683.
9. Randremanana RV, Razafindratsimandresy R, Andriatahina T *et al.* Etiologies, risk factors and impact of severe diarrhea in the under-fives in Moramanga and Antananarivo, Madagascar. *PLoS One* 2016;**11**:e0158862.
10. Remonja CR, Rakotoarison R, Rakotonirainy NH *et al.* The importance of public health, poverty reduction programs and women's empowerment in the reduction of child stunting in rural areas of Moramanga and Morondava, Madagascar. *PLoS One* 2017;**12**:e0189747.
11. Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I, Rogier C, Piola P, Pacaud P. Hypertension, a neglected disease in rural and urban areas in Moramanga, Madagascar. *PLoS One* 2015;**10**: e0137408.
12. Randriamaherijaona S, Nepomichene T, Assoukpa J, Madec Y, Boyer S. Efficacy of bendiocarb used for indoor residual spraying for malaria control in Madagascar: Results with Local Anopheles Species (Diptera: Culicidae) from experimental hut trials. *J Med Entomol* 2017;**54**:1031–6.

13. Miller AC, Garchitorena A, Rabeza V *et al*. Cohort Profile: Ifanadiana Health Outcomes and Prosperity longitudinal Evaluation (IHOPE). *Int J Epidemiol* 2018;**47**:1394–5e.
14. Kabudula CW, Clark BD, Gómez-Olivé FX, Tollman S, Menken J, Reniers G. The promise of record linkage for assessing the uptake of health services in resource constrained settings: a pilot study from South Africa. *BMC Med Res Methodol* 2014;**14**:71.
15. Institut National de la Statistique. *Historique du RGPH*. https://www.instat.mg/.
16. Organisation Mondiale de la Santé. *Normes d'autopsie verbale: établissement et attribution de la cause de décès*. Suisse: OMS, 2009:125.
17. Institut National de la Statistique, ICF Macro. *Enquête Démographique et de Santé de Madagascar 2008–2009*. Antananarivo: INSTAT et ICF Macro, 2010.
18. Razanajatovo NH, Guillebaud J, Harimanana A *et al*. Epidemiology of severe acute respiratory infections from hospital-based surveillance in Madagascar, November 2010 to July 2013. *PLoS One* 2018;**13**:e0205124.
19. Chereau F, Herindrainy P, Garin B *et al*. Colonization of extended-spectrum-beta-lactamase- and NDM-1-producing Enterobacteriaceae among pregnant women in the community in a low-income country: a potential reservoir for transmission of multiresistant Enterobacteriaceae to neonates. *Antimicrob Agents Chemother* 2015;**59**:3652–5.
20. Mattern C, Pourette D, Raboanary E *et al*. "Tazomoka is not a problem". Local perspectives on malaria, fever case management and bed net use in Madagascar. *PLoS One* 2016;**11**:e0151068.
21. Rajeev M, Edosoa G, Hanitriniaina C *et al*. Healthcare utilization, provisioning of post-exposure prophylaxis, and estimation of human rabies burden in Madagascar. *Vaccine* 2018.
22. INDEPTH Network. *Better Health Information for Better Health Policy*. http://www.indepth-network.org/.

International Journal of Public Health
https://doi.org/10.1007/s00038-020-01409-z

ORIGINAL ARTICLE

Inequalities in cause-specific mortality in children and adolescents in the Moramanga health survey, Madagascar

Rila Ratovoson[1,2] · Bruno Masquelier[2,3] · Todisoa Andriatahina[4] · Reziky Mangahasimbola[1] · Zo Andrianirina[5] · Gilles Pison[2,6] · Laurence Baril[1,7]

Received: 27 December 2019 / Revised: 4 June 2020 / Accepted: 9 June 2020
© Swiss School of Public Health (SSPH+) 2020

Abstract

Objectives One child or young adolescent dies every 10 min in Madagascar and large disparities in survival persist. We estimated cause-specific mortality in a cohort of children aged 0–14 in the Moramanga district and explored how causes of death shape these inequalities.

Methods Children were followed prospectively between 2012 and 2017. Causes of death were established based on verbal autopsies. Incidence rate ratios were estimated in Poisson regression models.

Results The risk of dying before age 15 was 68.1 per thousand live births. Risks of dying were highest in the first year of life (31.2‰) and lowest in children aged 10–14 (6.4‰). The male-to-female sex ratios of mortality increased with age and reached 2.3 among adolescents aged 10–14. Communicable, nutritional and neonatal causes accounted for 79.5% of deaths below age 5 and 47.0% above age 5. Mortality was positively associated with household poverty, lack of education of the household head, and rural residence.

Conclusions Interventions should be designed with an equity lens to reduce large disparities in survival and be tailored to the needs of each age-group.

Keywords Madagascar · Low-income countries · Child mortality · Verbal autopsy · Rural area · Urban area

Introduction

Remarkable progress in preventing child mortality has been made in Madagascar, in a context characterized by political instability, limited economic growth, and high rates of chronic undernutrition (World Bank 2019). Madagascar was among the 62 countries that met the target set in the Millennium Development Goals (MGDs) to reduce the under-five mortality rate (U5MR) by two-thirds between 1990 and 2015 (IGME 2015). In the Sustainable Development Goals (SDGs) agenda, the new target is to reduce U5MR to less than 25 deaths before age 5 per 1,000 live births. In Madagascar, U5MR had already declined to 54‰ in 2018 (IGME 2019). Immunization could have contributed to this reduction, despite important gaps in the immunization coverage. According to WHO and UNICEF estimates, the immunization coverage was still below 80%

Gilles Pison and Laurence Baril authors are joint senior authors on this work.

Electronic supplementary material The online version of this article (https://doi.org/10.1007/s00038-020-01409-z) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Rila Ratovoson
rilaratov@gmail.com

Bruno Masquelier
bruno.masquelier@uclouvain.be

Todisoa Andriatahina
todiandria@yahoo.fr

Reziky Mangahasimbola
mreziky@pasteur.mg

Zo Andrianirina
zozand03@yahoo.fr

Gilles Pison
pison@ined.fr

Laurence Baril
laurencebaril1@gmail.com

Extended author information available on the last page of the article

Published online: 21 June 2020

in 2018 for many vaccines (World Health Organization and UNICEF 2019). If the rate of reduction in U5MR observed in 1990–2018 is kept constant in the future, the country should achieve the U5MR target around 2038. The decline in mortality is also impressive above age 5; the risk of dying of older children and young adolescents aged 5–14 was reduced by 70% from 41‰ in 1990 to 12‰ in 2018 (IGME 2019).

Despite these achievements, 45 000 children died under age 5 in 2018, in addition to 8 000 deaths that occurred in the age-group 5–14 (IGME 2019). This represents one death of a child or young adolescent every 10 min. Huge disparities in mortality rates also persist between segments of the population; according to the 2008–09 Demographic and Health Survey (DHS), U5MR was more than twice higher in households from the poorest quintile (106 ‰) than in households from the richest quintile (48 ‰) (Institut National de la Statistique and ICF Macro 2010). Significant within-county inequalities in child survival were observed according to maternal education and type of residence. The 2008–2009 survey also shed light on social inequalities in vaccination uptake. Herd immunity for diphtheria, pertussis, tuberculosis, measles, and polio was only achieved in a small number of districts near the capital, and increased household wealth and parental education were strongly associated with improved vaccination in children (Clouston et al. 2014).

Accelerating progress in child survival and reducing inequities requires a better understanding of the underlying diseases that contribute most directly to the deaths. However, the system of registration and medical certification of deaths is not sufficiently complete in Madagascar to generate nationally-representative estimates of cause-specific mortality. In the capital and other major cities, deaths are notified to the health sector, and physicians assign a cause of death (CoD) based on interviews with relatives or medical information, allowing a detailed assessment of the burden of disease (Masquelier et al. 2019). But a large proportion of the population of children and adolescents in Madagascar is concentrated in rural areas, where evidence on the leading CoD is scant. All-cause mortality can be estimated with relative precision, because Madagascar has conducted several demographic surveys with birth histories in the last decades, including a DHS in 2008–09 and a survey tracking progress towards the MDGs in 2012–2013 (Institut National des Statistiques 2013). In 2018, the third population census was conducted, after a long intercensal period (25 years). These surveys and census have collected information on mortality, but no data on CoD in children. When deaths go uncounted and CoD are not recorded, the government has limited capacity to design effective public health policies and to measure their impact (Jha 2012).

In 2012, a cohort of a geographically-defined population of Moramanga, known as the MHURAM cohort (Moramanga Health survey in Urban and Rural areas in Madagascar), was set up by the Institut Pasteur of Madagascar to fill data gaps on mortality and the burden of disease (Ratovoson et al. 2019). Moramanga is a district located at 112 km from Antananarivo. About 78 000 individuals were enumerated in the second wave of data collection (2016–2017), representing about a fourth of the population of the district.

In this study, we describe mortality rates and CoD patterns in children aged under 15 years of age, based on prospective data collected between the first census (conducted between 2012 and 2014) and the follow-up (2016–2017). Information on the CoD was determined by verbal autopsies (VA) (Nichols et al. 2018). VA is an indirect method to determine CoD based on an interview with the caretakers of the deceased using a standardized questionnaire on symptoms preceding the death. We report here on the main CoD in children aged less than 15, explore socio-demographic determinants of mortality and analyse how various CoD shape inequalities in survival chances.

Methods

Study site

The Moramanga district is located in the Alaotra Mangoro region of Madagascar (latitude 18°57′S, longitude 48°13′E), straddled between the central highlands (where Antananarivo is located) and the East coast with the seaport of Toamasina. The MHURAM cohort was established in this district, building on a longitudinal community-based study on diarrheal diseases in children under 5 years of age (Randremanana et al. 2014). This survey was extended to cover the entire population in 3 communes: the Urban commune of Moramanga and the rural communes of Ambohibary and Ampasimpotsy. The initial census, conducted in 2012–2014, registered 16,789 households with 71,587 inhabitants. According to administrative boundaries, 56% of the population resided in areas considered as urban and 46% in rural areas. The population is served by 15 primary health care centers, one referral district hospital and one private confessional hospital. A substantial proportion of the population lives in poverty. In the urban commune, the daily household income varies from 1000 to 2000 ariary per day, or about US$1 (UN Habitat 2012). Rural household incomes are likely to be lower. Children are chronically food insecure: the prevalence of stunting was estimated at 53% in children aged less than 5 years in 2014–2015 (Remonja et al. 2017). Basic services are also

limited; less than 30% of households have improved sanitation facilities (Ratovoson et al. 2019). There are important disparities between the urban and rural communes: 49% of households in the urban commune have access to improved drinking water (bottled water, private or public tap), against less than 1% in the rural communes. About 63% of urban households have access to electricity, against only 7% in rural areas.

Data collection

This study is based on the data collected on children living in households enumerated both at the initial census and during the follow-up. The following data were collected during the first census: type of residence, household assets, educational attainment of all household members aged 6 and above, religion of the head of household, number of household members and their date of birth and sex. In the follow-up, all previously registered and new households were visited by the local fieldworkers, who had been trained to use the same procedures as those of the initial census. They interviewed again the heads of households or other adults living in the household. All households where a death was reported to have taken place between the initial census and the follow-up were revisited to conduct a VA interview.

VAs and interpretation of CoD data

Trained fieldworkers conducted the VA interviews using World Health Organization instruments (Nichols et al. 2018), translated into Malagasy. Further details on the VA process are provided in the "Appendix". Underlying CoD were coded using the International Classification of Diseases, 10th revision (ICD-10) and categorized into four groups based on categories used by the Maternal and Child Epidemiology Estimation (MCEE) group (World Health Organization 2018). The first group consisted of communicable, perinatal, and nutritional conditions, and was further divided into diarrhoeal diseases, meningitis, malaria, acute respiratory infections (ARI), prematurity, intrapartum-related complications, sepsis and other infections of the newborn, nutritional deficiencies, and other causes. The second group consisted of non-communicable diseases (NCDs) and we distinguished between congenital anomalies and other causes. The third and fourth groups were respectively injuries and ill-defined or unknown CoD. The full list of corresponding ICD codes is provided in "Appendix".

Socio-demographic characteristics

A composite measure of household's living standards was constructed based on Multiple Correspondence Analysis (MCA) ("Appendix"). The data collected on educational levels were of poor quality, with many values missing, probably due to some reluctance on the part of interviewees to report their educational level and too much precision required in the degree levels. We, therefore, chose to identify adults who had never been to school from a question on current or past school attendance. As children do not always live with their father or mother, we retained the educational level of the head of household in the covariates.

Statistical analysis

Using the reported dates of birth, dates of death of deceased children and dates of survey rounds, we tabulated deaths and person-years of follow-up time into different age-groups: infants (less than 1 year), children (1–4 years), older children (5–9 years) and young adolescents (10–14 years). Central death rates were estimated and converted into risks of dying expressed as probabilities ($_nq_x$) (Swanson et al. 2004). Standard errors for the life table probabilities were obtained from Chiang's formula (Chiang 1984). Poisson regression models were used to estimate incidence rate ratios (IRR). The number of deaths from all causes was assumed to follow a Poisson distribution, with the log of exposure time introduced as an offset parameter. A scale parameter was allowed to vary to account for possible overdispersion. Variable selection was based on comparing Akaike Information Criterion (AIC) values in a stepwise algorithm. The full model included as covariates the age-group and sex of children, educational attainment and religion of the household head, wealth index, household size and type of residence. Based on the AIC values, we excluded the religion of the household head and the household size. The model selected for all age-groups and all CoD combined was reused for each age-group separately, to compare IRRs across age-groups for all-cause mortality, and then used again for each category of causes separately, adjusting for age-groups. All analyses were conducted using the R statistical software (version 3.5.2) (Hlavac 2018; R Core Team 2018).

Results

In total, 31,078 children were included; 90.1% of them had less than 15 years at the time of the initial census while 9.9% were born between the census and the follow-up;

47.1% of the children resided in the urban commune (Table 1). Two-thirds of them lived in households with more than 4 members. One child out of 15 (6.6%) had a household head who had never attended school. Between the two rounds of data collection, 301 children died before reaching age 15. Gender, type of residence, household wealth and size and educational attainment of the household head were all significantly associated in bivariate analyses with the occurrence of death.

Table 2 presents the summary indices of mortality for each sex. The risk of dying before age 15 was 58.4‰ among girls (95%CI: 57.7–59.0) and 77.6‰ among boys (76.9–78.4). Risks of dying were highest in the first year of life, at 31.2‰ (25.5–37.0) and lowest in children aged 10–14, at 6.4‰ (5.9–6.8). Mortality in older children and young adolescents ($_{10}q_5$) represented about a third of the risk of dying in the first 5 years of life.

The male-to-female sex ratios of mortality increased with age and ranged from 1.1 in infants to 2.3 among adolescents aged 10–14. The difference between male and female mortality was statistically significant in all age-groups after the first birthday.

Increasing sex differences in survival reflect the changing patterns of CoD as children get older. Cause-specific mortality fractions (CSMFs) obtained from the VA are presented in Fig. 1. Unknown causes or ill-defined conditions were distributed proportionately across categories of the Groups I and II. They represented 7.8% of infant deaths, 18.8% of deaths in children aged 1–4, 14.5% in the age-group 5–9 and 13.3% in young adolescents. In infants, the leading CoD were sepsis and other infectious conditions of the newborn (30.2%), prematurity (16.1%), ARI (14.1%) and intrapartum-related complications (13.2%). In children aged 1–4, four categories of infectious diseases (ARI, meningitis, diarrhoeal diseases and malaria)

Table 1 Socio-demographic characteristics of the children aged under 15 years old at the initial census or at birth

Characteristics	Alive N = 30,777		Deceased N = 301		Total N = 31,078		p
	n	%	n	%	n	%	
Age at the start of the observation period							< 0.01
Born during the follow-up	2981	9.7	83	27.6	3064	9.9	
0–4 years	9814	31.9	152	50.5	9966	32.1	
5–9 years	9407	30.6	46	15.3	9453	30.4	
10–14 years	8575	27.9	20	6.6	8595	27.7	
Gender							< 0.01
Male	15,425	50.1	174	57.8	15,599	50.2	
Female	15,352	49.9	127	42.2	15,479	49.8	
Type of residence							< 0.01
Rural	16,197	52.6	231	76.7	16,428	52.9	
Urban	14,580	47.4	70	23.3	14,650	47.1	
Wealth index							< 0.01
Lowest	10,695	34.7	126	41.9	10,821	34.8	
Middle	10,687	34.7	123	40.9	10,810	34.8	
Highest	9395	30.5	52	17.3	9447	30.4	
Number of household members							< 0.01
4 or less	10,350	33.6	135	44.9	10,466	33.7	
More than 4	20,427	66.4	166	55.1	20,612	66.3	
Educational attainment of the household head							< 0.01
Never attended school	2003	6.5	46	15.3	2049	6.6	
Attended school	28,774	93.5	255	84.7	29,029	93.4	
Religion of the head of the household							0.07
Christian	30,088	97.7	289	96.0	30,371	97.7	
Non-christian	689	2.2	12	4.0	707	2.3	

By survival status at the end of the observation period in Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar (2012–2017)

17 children were enumerated in the area during the first census in the age-group 10–14. They reached their fifteen birthday and later died before the first round of data collection. They are classified in this table as "alive" because they were still alive at their fifteen birthday

Table 2 Age-specific mortality rates among children aged less than 15 in the Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar cohort (2012–2017)

	Boys ‰ (CI 95%)	Girls ‰ (CI 95%)	Both sexes ‰ (CI 95%)	Male-to-female sex ratio
Infant mortality rate ($_1q_0$)	33.0 (24.6–41.4)	29.5 (21.6–37.4)	31.2 (25.5–37.0)	1.12
Child mortality rate ($_4q_1$)	23.6 (22.1–25.2)	19.0 (17.6–20.4)	21.3 (20.3–22.3)	1.24
Under-five mortality rate ($_5q_0$)	55.8 (53.9–57.8)	48.0 (46.2–49.7)	51.9 (50.6–53.2)	1.16
Risk of dying between ages 5 and 10 ($_5q_5$)	14.4 (13.5–15.3)	7.1 (6.5–7.8)	10.8 (10.2–11.4)	2.03
Risk of dying between ages 10 and 15 ($_5q_{10}$)	8.8 (8.1–9.6)	3.9 (3.4–4.4)	6.4 (5.9–6.8)	2.28
Risk of dying before age 15 ($_{15}q_0$)	77.6 (76.9–78.4)	58.4 (57.7–59.0)	68.1 (67.6–68.6)	1.33

Infant mortality rate ($_1q_0$): probability at birth of dying before reaching the first birthday

Child mortality rate ($_4q_1$): probability of dying before reaching the 5th birthday in children aged one year

Under-five mortality rate ($_5q_0$): probability at birth of dying before reaching the 5th birthday

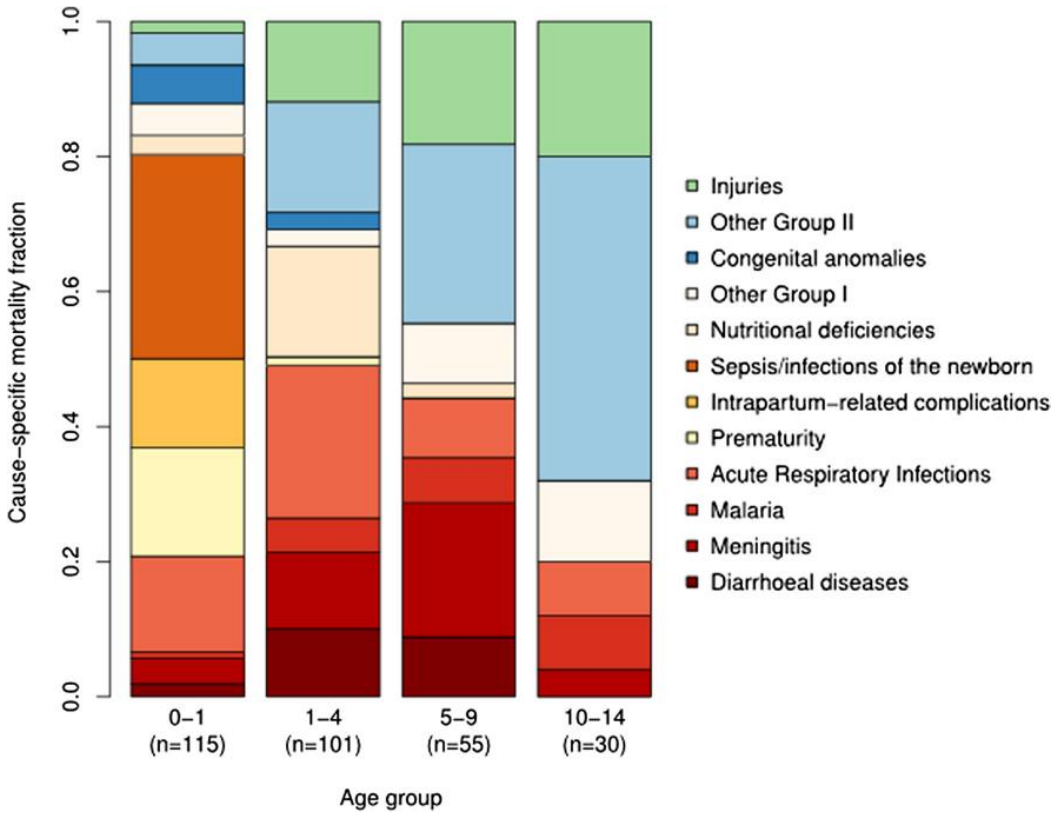


Fig. 1 Cause-specific mortality fractions, by age-group, among children aged 0–14 in the Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar cohort (2012–2017)

accounted for about half of deaths (49%), while nutritional deficiencies caused about one death out of six (16.4%). In children aged 5–9, the CoD profile was still dominated by infectious diseases and nutritional deficiencies. In particular, meningitis accounted for 19.9% of deaths in this age-group. The burden of NCDs increased steadily with age, to reach 26.5% in children aged 5–9 and 48.0% in young adolescents. Deaths in this category were caused by epilepsy, cardiovascular diseases and tumours of the hematopoietic and lymphoid tissues. The share of violent deaths also increased with age, from 1.7% in infants, to 11.9% in children aged 1–4, 18.2% in children aged 5–9 and 20.0% in young adolescents. Drownings, road accidents, and burns were the top three causes in this category.

Table 3 presents the IRRs for the final model for all-cause mortality, with age-groups included among the covariates (model 1) and used as a stratification variable in the subsequent models (models 2–5).

When considering all age-groups combined, IRRs reveal a large female advantage, estimated at 0.72 (95%CI: 0.55–0.94) after controlling for other covariates, but this advantage is only significant in older children and young adolescents in the age-stratified models. Having as head of household an adult who had been to school benefited children and this advantage was significant in the global model and the stratified models below age 5. Children born in households in the highest tercile faced lower mortality rates, and this was significant in the global model [IRR: 0.66 (0.44–0.96)] and for infant mortality [IRR: 0.669 (0.379, 0.960)]. Children from the urban commune had much higher survival outcomes than their rural counterparts. This urban advantage was significant in all age-stratified models. The IRRs suggest that children gain more advantage from living in an urban setting as they get older.

IRRs obtained for cause-specific mortality are presented in Table 4, along with IRRs for all-cause mortality (column 1). In all categories of causes, mortality rates decline as children get older, but this decline is the steepest in mortality rates from causes associated with group I (communicable, neonatal and nutritional conditions). Mortality rates from such causes in young adolescents are about 70 times lower than in infants, reflecting the high burden of neonatal conditions in this group of causes. By contrast, the IRRs for age-groups are not statistically significant when considering external deaths (Group III). As noted earlier, males are at higher risk of dying, but the disaggregation by categories of causes indicates that this is mostly due to NCDs (Group II) and unknown or ill-defined causes. The IRR for sex was the lowest for violent deaths, but it was not significant, presumably due to the low number of deaths.

The survival advantage of children born in the highest wealth tercile, observed in all-cause mortality, is driven by neonatal, infectious and nutritional conditions (perhaps reflecting lower access to health services) and also by unknown and ill-defined conditions. Finally, the survival

Table 3 Incidence rate ratios (IRR) with confidence intervals (CI 95%) according to the socio-demographics characteristics included in the model for all-cause mortality in children aged less than 15 years in Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar cohort (2012–2017)

	(1) All age-groups	(2) 0–1	(3) 1–4	(4) 5–9	(5) 10–14
Child (1–4 years)	0.170***				
	(0.124, 0.231)				
Older children (5–9 years)	0.070***				
	(0.048, 0.101)				
Young adolescent (10–14 years)	0.043***				
	(0.026, 0.067)				
Sex (= females)	0.725**	0.903	0.797	0.487**	0.440*
	(0.555, 0.944)	(0.676, 1.204)	(0.487, 1.293)	(0.271, 0.842)	(0.153, 1.111)
Household head ever been to school	0.542***	0.550**	0.542*	0.564	0.488
	(0.379, 0.800)	(0.367, 0.856)	(0.289, 1.112)	(0.275, 0.842)	(0.162, 2.001)
Middle wealth tercile	1.033	1.208	0.963	0.609	1.787
	(0.773, 1.379)	(0.882, 1.658)	(0.563, 1.633)	(0.320, 1.126)	(0.655, 5.577)
Highest wealth tercile	0.660**	0.669*	0.617	0.703	0.695
	(0.445, 0.960)	(0.379, 0.960)	(0.285, 1.233)	(0.345, 1.368)	(0.149, 2.794)
Type of residence (= Urban)	0.503***	0.652**	0.470**	0.463**	0.239**
	(0.363, 0.687)	(0.462, 0.906)	(0.251, 0.833)	(0.236, 0.855)	(0.048, 0.772)
Constant	0.085***	0.067***	0.015***	0.008***	0.004***
	(0.056, 0.126)	(0.043, 0.101)	(0.007, 0.027)	(0.004, 0.016)	(0.001, 0.013)
Nb. of deaths	301	113	103	55	30
Nb. of person-years	71,340	3519	19,079	25,371	23,420

Explanatory note for co-variates: Reference

Age-group: Infant (less than 1 years), Sex: Male, Educational attainment of the household head: Attended school, Wealth index: Lowest wealth tercile, Type of residence: Rural (the 2 rural communes: Ambohibary and Ampasimpotsy)

*$p < 0.1$; **$p < 0.05$; ***$p < 0.01$

Table 4 Incidence rate ratios (IRR) with confidence intervals (CI 95%) according to the socio-demographics characteristics included in the model for cause-specific mortality in children aged less than 15 years in Moramanga Health survey in Urban and Rural Areas in Madagascar cohort (2012–2017)

	(1) All causes	(2) Grp I	(3) Grp II	(4) Grp III	(5) Unknown & ill-defined
Child (1–4 years)	0.170***	0.114***	0.297***	1.097	0.396***
	(0.124, 0.231)	(0.085, 0.151)	(0.132, 0.705)	(0.103, 129.1)	(0.222, 0.736)
Older children (5–9 years)	0.070***	0.039***	0.168***	0.711	0.131***
	(0.048, 0.101)	(0.026, 0.057)	(0.070, 0.414)	(0.060, 85.07)	(0.063, 0.267)
Young adolescent (10–14 years)	0.043***	0.014***	0.182***	0.488	0.075***
	(0.026, 0.067)	(0.007, 0.025)	(0.075, 0.450)	(0.027, 61.74)	(0.029, 0.176)
Sex (= females)	0.725**	0.898	0.515**	0.429	0.597**
	(0.555, 0.944)	(0.696, 1.157)	(0.272, 0.935)	(0.073, 1.825)	(0.365, 0.956)
Household head ever been to school	0.542***	0.547***	0.509	0.432	0.659
	(0.379, 0.800)	(0.387, 0.795)	(0.230, 1.321)	(0.077, 5.326)	(0.354, 1.349)
Middle wealth tercile	1.033	1.092	1.554	0.867	0.576**
	(0.773, 1.379)	(0.827, 1.444)	(0.793, 3.147)	(0.171, 4.133)	(0.334, 0.967)
Highest wealth tercile	0.660**	0.682**	1.113	0.368	0.462**
	(0.445, 0.960)	(0.463, 0.984)	(0.483, 2.512)	(0.020, 2.698)	(0.221, 0.888)
Type of residence (= Urban)	0.503***	0.449***	0.657	1.019	0.287***
	(0.363, 0.687)	(0.323, 0.984)	(0.332, 1.239)	(0.129, 4.576)	(0.140, 0.534)
Constant	0.085***	0.062***	0.006***	0.002***	0.009***
	(0.056, 0.126)	(0.042, 0.090)	(0.002, 0.017)	(0.000, 0.025)	(0.004, 0.018)
Nb. of deaths	301	181	50	30	40
Nb. of person-years	71,340	71,340	71,340	71,340	71,340

*$p < 0.1$;**$p < 0.05$;***$p < 0.01$

advantage of children living in urban areas is not significant when considering NCDs and external causes.

Discussion

Our study highlights a high burden of mortality among children and young adolescents aged 0–14 in the Moramanga district. The risk of dying in the age-group 0–14 was 68.1 per thousand live births (95%CI: 67.6–68.6). This is roughly equivalent to 1 in 15 children dying before reaching age 15. Mortality rates declined rapidly with age, but the risk of dying between ages 5 and 15 was still 17.1‰ (95%CI: 16.7–17.5). Mortality rates observed in the MHURAM cohort were close to the national estimates from UN IGME (IGME 2019). In 2015, the national estimate of the U5MR was 58.1 (90%CI: 47.1–70.8), against 51.9 (95%CI: 50.6–53.2) in the cohort. The national estimate of the risk of dying in the age-group 5–14 was 13.2 (90%CI: 8.1–20.1), compared with 17.1 (95%CI: 16.7–17.5) in the cohort.

The distribution of CoD is largely dominated by communicable, neonatal and nutritional conditions. This category of cause represents 79.5% of deaths in children under 5 years of age. This figure is consistent with WHO statistics, which put this percentage at 81.2% among deaths under five years of age in 2015 at the national level [17]. However, there are notable differences with WHO estimates when considering subcategories of CoD (Figure S1). In particular, malaria seems to cause a higher proportion of deaths at the national level (8.6%) than in the cohort (2.7%). This is expected, as Moramanga is located on the edge of the central highlands and has a low and unstable level of malaria transmission (Ratsimbasoa et al. 2012). More surprising is the large fraction of deaths attributed to meningitis (7.0%), in contrast with the WHO estimate (2.7%). The distribution of deaths between intrapartum-related complications and sepsis and other newborn infections also differs between the two sources of estimates, although overall these two categories explain a comparable share of under-five deaths (19% in the MHURAM cohort, 25% in WHO estimates). Such deviations from model-based estimates of cause-specific mortality call for additional VAs studies in Madagascar, for example in other cohorts established in the country (Garchitorena et al. 2018). Despite these uncertainties, it is clear that early child mortality remains largely dominated by infectious diseases in Madagascar, and that greater efforts

need to be made to improve immunization coverage. Madagascar has implemented the WHO's expanded program on immunization (EPI) since 1976 and the vaccination schedule follows EPI guidelines. However, lack of infrastructure, fragmentation of the country due to a very poorly developed road network, lack of staff and limited supply of vaccines seem to reduce immunization coverage (Clouston et al. 2014).

Communicable diseases and nutritional problems also account for a significant proportion of deaths beyond the age of 5 (47%). Cost-effective and life-saving interventions are available for most communicable diseases and they should be extended to ensure that they also benefit older children and young adolescents (Masquelier et al. 2018). However, there is also a growing need to address the burden of injuries and NCDs in children aged 5–14. Most violent deaths in this age-group were due to drownings, burns and road accidents. The literature on drownings in low- and middle-income countries suggest that being male, aged less than 17 years old and living in rural environments are the main risk factors (Tyler et al. 2017). Preventive strategies include covering wells, fencing off ditches and ponds, providing swimming lessons in primary schools, and increasing awareness of the risks of drowning.

The observation that NCDs account for a large fraction of deaths in Madagascar is not new. In Antananarivo, NCDs account for more than half of all deaths (Masquelier et al. 2019). Several studies have also highlighted the problems of NCDs in rural areas among adults (Ratovoson et al. 2015; Manus et al. 2018). However, our study is among the first to quantify the burden of NCDs among children in the country. Altogether, the mortality burden from injury and NCDs call for investments in public health strategies beyond those that have historically targeted the major CoD in children aged less than 5 years (Patton et al. 2016).

Our results show that urban households experience lower child mortality rates than rural households in Moramanga. This covariate was the only one to be significant in all age-stratified models. This urban advantage appeared to get larger as children grew older, and was limited to communicable, perinatal and nutritional conditions or unknown and ill-defined conditions. The urban advantage has been regularly observed in sub-Saharan Africa (Bocquier et al. 2011; Gunther and Harttgen 2012). Because our model was already adjusted for household wealth and education, this advantage presumably reflects better access to health infrastructure. Madagascar currently has one doctor in the public sector for every 10,500 inhabitants and one midwife for every 15,000 inhabitants (Lang et al. 2018). About 90% of basic health centers are run by a single person (Ministère de la Santé Publique 2011). In addition to a significant overload of work, affecting the motivation and quality of care provided by health workers, the lack of equipment and isolation pose additional problems in rural areas.

We also found a positive association between levels of educational attainment of household heads and survival chances. This is consistent with most of the literature showing the protective effects of being raised by educated parents (Caldwell 1979; Fuchs et al. 2010; Lu et al. 2019), although recent work suggests that the role of parental education in child health has attenuated considerably in the last decades (Bado and Sathiya Susuman 2016; Karlsson et al. 2018). In our study, the association between mortality and education of the household head was only significant for communicable, perinatal and nutritional conditions, and was not found above age 5.

Finally, we observed that sex ratios of mortality increased with age, in relation to changes in the relative contribution of underlying CoD. Newborn boys generally have higher birth weights than girls on average, but they are more likely to be born prematurely, they are less resistant to infections, and the burden of congenital malformations and respiratory conditions is heavier in boys (Calu Costa et al. 2017). This explains why U5MR are higher in boys. The UN IGME estimates the male-to-female sex ratio in U5M at 1.18 in Madagascar, a figure consistent with our own estimate in the cohort (1.16). As children get older, the share of deaths due to infections declines, and the percentage of deaths due to accidents increases. As a result, the male-to-female ratios in mortality increase too. In this cohort, rates of mortality from external causes were more than twice higher in males, although the sex ratio was not significant.

Our study had limitations. First, indeterminate or ill-defined causes represented an important fraction of all deaths (13.3%). For this reason, we redistributed them across acceptable CoD for descriptive results but treated them separately in the regressions for cause-specific mortality. Mortality rates from unknown and ill-defined conditions were higher in households from the lowest wealth tercile and in rural areas. This might affect our conclusions, for example, if they come disproportionately from a single group of causes (e.g., NCDs). Another source of imprecision may stem from the validity of VA data. VA relies on information provided by close relatives and their answers are subject to recall or cultural biases. However, VAs are currently the only way to compensate for the lack of systematic medical certification of deaths in Madagascar. A third limitation relates to the poor quality of data on educational levels, which compelled us to use the information about past school attendance of the household head. With the third round of data collection carried out in 2019–2020, more detailed information on educational attainment will be available for further studies. Finally, information about

vaccination was collected during the initial census for all children under the age of 5, but based only on maternal reports. During the follow-up, the health records of all these children were asked to improve data quality, but few households had kept them. For this reason, we did not include immunization status in the covariates.

Despite these limitations, our study adds to the knowledge of CoD patterns and disparities in survival outcomes in Madagascar. In this cohort of children, only 9% of deaths under 15 years of age were reported to the civil registry, and 53% of deaths occurred at home, thus escaping health facility statistics. These proportions indicate that the "scandal of invisibility" (Setel et al. 2007), where people die without entering official statistics, is still a sad reality in Madagascar.

Acknowledgements We express our gratitude to the Moramanga population, the district health authorities, the mayors, traditional leaders, and chiefs of villages for their continuous cooperation, support and participation in the MHURAM cohort. We acknowledge the support of Geraldine Duthé, Daouda Kassie and Andres Garchitorena. We are also grateful to the following researchers: Rindra Randremanana, Soa Fy Andriamandimby and Fanjasoa Rakotomanana. The authors would like to thank Vincent Richard (project initiator), Patrice Piola (former head of Epidemiology Unit), Christophe Rogier, and André Spiegel, former and current General Directors of the IPM, for their continuous support to the MHURAM cohort. The authors are also grateful for the contributions of the field staff for their important role in maintaining the quality of the collected data as well as a good rapport with the Moramanga population.

Author contributions RR, BM, GP and LB conceived this study. RR and BM analyzed data. TA and ZA determined the causes of death. RM coordinated the data management. RR, BM and LB wrote the first draft of the manuscript. All authors reviewed the manuscript and approved its submission.

Funding As of today, the MHURAM cohort has no core funding. It is supported through ongoing specific projects from the Institut Pasteur de Madagascar. The following institutions have provided financial support through various projects: Total Foundation, France Expertise International (Mission n°12INI109), the United States Agency for International Development (Grant AID-687-G-13-00003), the European Commission (EDCTP project: ALERRT (RIA: 2016E-1612) and MTBVAC (RIA: 2016 V-1637)) consortia and the French Institute for Demographic Studies (Institut national d'études démographiques). In addition, the author Rila Ratovoson benefited from the European Union Horizon 2020 Research and Innovation Programme under the Marie Sklodowska-Curie Grant Agreement N°690984 of the DEMOSTAF project.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Data Availability and materials The specific customized data used in this study can be made available upon request to interested researchers.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the national research committee (Comité d'Ethique de la Recherche Biomédicale auprès du Ministère de la Santé Publique) (Approval N°52-CE/MINSAN 02 November 2009 and amendment N°60/MSANP/CE 26 May 2016) and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent Informed consent was obtained from the head of the household participants included in the study.

References

Bado AR, Sathiya Susuman A (2016) Women's education and health inequalities in under-five mortality in selected Sub-Saharan African countries, 1990–2015. PLoS ONE 11(7):e0159186

Bocquier P, Madise NJ, Zulu EM (1990s) Is there an urban advantage in child survival in sub-saharan Africa? Evidence from 18 countries in the 1990s. Demography 48(2):531–558

Caldwell JC (1979) Education as a factor in mortality decline: an examination of Nigerian data. Popul Studies 33(3):395–413

Calu Costa J, Wehrmeister FC, Barros AJ, Victora CG (2017) Gender bias in careseeking practices in 57 low- and middle-income countries. J Glob Health 7(1):010418

Chiang CL (1984) The life table and its application. Krieger Press, Malabar

Clouston S, Kidman R, Palermo T (2014) Social inequalities in vaccination uptake among children aged 0–59 months living in Madagascar: an analysis of demographic and health survey data from 2008 to 2009. Vaccine 32(28):3533–3539

Fuchs R, Pamuk E, Lutz W (2010) Education or wealth: which matters for reducing child mortality in developping countries? Vienna Yearb Popul Res 8:175–199

Garchitorena A, Miller AC, Cordier LF et al (2018) Early changes in intervention coverage and mortality rates following the implementation of an integrated health system intervention in Madagascar. BMJ Glob Health 3(3):e000762

Gunther I, Harttgen K (2012) Deadly cities? Spatial inequalities in mortality in Sub-Saharan Africa. Popul Develop Rev 38(3):469–486

Hlavac M (2018) Stargazer: well-formatted regression and summary statistics tables. R package version 5.2.2

United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (2015) Levels and Trends in Child Mortality. Report 2015. UNICEF, UNICEF, WHO, World Bank Group and United Nations

United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (2019) Levels and Trends in Child Mortality. Report 2019, UNICEF, WHO, World Bank Group and United Nations

Institut National de la Statistique and ICF Macro (2010) Enquête démographique et de Santé de Madagascar 2008–2009. INSTAT et ICF Macro, Antananarivo

Institut National des Statistiques (2013) Enquête nationale pour le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar, INSTAT

Jha P (2012) Counting the dead is one of the world's best investments to reduce premature mortality. Hypothesis 10(1):e3

Karlsson O, De Neve J-W, Subramanian SV (2018) Weakening association of parental education: analysis of child health outcomes in 43 low- and middle-income countries. Int J Epidemiol 48(1):83–97

Lang E, Saint-Firmin P, Olivetti A, Rakotomalala M, Dutta A (2018) Analyse du système de financement de la santé à Madagascar

pour guider de futures réformes, notamment la CSU. Palladium, Washington, DC, p 97
Lu SSM, Stewart Williams J, Sommar JN (2019) Inequalities in early childhood mortality in Myanmar—Association between parents' socioeconomic status and early childhood mortality. Global Health Action 12(1):1603516
Manus MB, Bloomfield GS, Leonard AS, Guidera LN, Samson DR, Nunn CL (2018) High prevalence of hypertension in an agricultural village in Madagascar. PLoS ONE 13(8):e0201616
Masquelier B, Hug L, Sharrow D et al (2018) Global, regional, and national mortality trends in older children and young adolescents (5–14 years) from 1990 to 2016: an analysis of empirical data. Lancet Glob Health 6(10):e1087–e1099
Masquelier B, Pison G, Rakotonirina J, Rasoanomenjanahary A (2019) Estimating cause-specific mortality in Madagascar: an evaluation of death notification data from the capital city. Popul Health Metr 17(1):8
Ministère de la Santé Publique (2011) Annuaire statistique de la santé. MinSanP, Antananarivo
Nichols EK, Byass P, Chandramohan D et al (2018) The WHO 2016 verbal autopsy instrument: an international standard suitable for automated analysis by InterVA, InSiliconVA, and Tariff 2.0. PLoS Med 15(1):e1002486
Patton GC, Sawyer SM, Santelli JS et al (2016) Our future: a Lancet commission on adolescent health and wellbeing. Lancet 387(10036):2423–2478
R Core Team (2018) R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. R Found Stat Comput
Randremanana RV, Randrianirina F, Sabatier P (2014) Campylobacter infection in a cohort of rural children in Moramanga, Madagascar. BMC Infect Dis 14:372
Ratovoson R, Randremanana R, Rakotomanana F et al (1755i) Cohort profile: Moramanga health survey in urban and rural areas in Madagascar (MHURAM project). Int J Epidemiol 48(6):1754–1755i
Ratovoson R, Rasetarinera OR, Andrianantenaina I (2015) Hypertension, a neglected disease in rural and urban areas in Moramanga, Madagascar. PLoS ONE 10(9):e0137408
Ratsimbasoa A, Ravony H, Vonimpaisomihanta JA et al (2012) Compliance, safety, and effectiveness of fixed-dose artesunate-amodiaquine for presumptive treatment of non-severe malaria in the context of home management of malaria in Madagascar. Am J Trop Med Hyg 86(2):203–210
Remonja CR, Rakotoarison R, Rakotonirainy NH (2017) The importance of public health, poverty reduction programs and women's empowerment in the reduction of child stunting in rural areas of Moramanga and Morondava, Madagascar. PLoS ONE 12(10):e0186493
Setel PW, Macfarlane SB, Szreter S (2007) A scandal of invisibility: making everyone count by counting everyone. Lancet 370(9598):1569–1577
Swanson D, Siegel JS, Shyrock HS (2004) The methods and materials of demography. Emeral Group Publishing, San Diego
Tyler MD, Richards DB, Reske-Nielsen C (2017) The epidemiology of drowning in low- and middle-income countries: a systematic review. BMC Public Health 17(1):413
UN Habitat (2012). Madagascar: profil urbain de Moramanga, Nations Unies
World Bank (2019) World bank data. 2019, from https://databank.worldbank.org/data/home.aspx
World Health Organization (2018) MCEE-WHO methods and data sources for child causes of death 2000–2017. Global health estimates technical paper WHO/HMM/IER/GHE/2018.4, from https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index2.html
World Health Organization and UNICEF (2019) Madagascar: WHO and UNICEF estimates of immunization coverage: 2018 revision. 2019, from https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/mdg.pdf

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Affiliations

Rila Ratovoson[1,2] · Bruno Masquelier[2,3] · Todisoa Andriatahina[4] · Reziky Mangahasimbola[1] · Zo Andrianirina[5] · Gilles Pison[2,6] · Laurence Baril[1,7]

[1] Epidemiology and Clinical Research Unit, Institut Pasteur de Madagascar, Ambatofotsikely Avaradoha, Po Box 1274, 101 Antananarivo, Madagascar

[2] UR 15 DEMOSUD, Institut national d'études démographiques, Paris, France

[3] Centre de Recherche en Démographie, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium

[4] Pediatric Unit, District Hospital, Moramanga, Madagascar

[5] Pediatric and Neonatal Unit, Soavinandriana Hospital, Antananarivo, Madagascar

[6] Eco-Anthropology Research Unit, National Museum of Natural History, Paris, France

[7] Institut Pasteur of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia