



**HAL**  
open science

# La peste à Madagascar : spatialisation, connaissances par la population et perception de l'accessibilité aux soins

Sitraka Rakotosamimanana

## ► To cite this version:

Sitraka Rakotosamimanana. La peste à Madagascar : spatialisation, connaissances par la population et perception de l'accessibilité aux soins. Médecine humaine et pathologie. Université de la Réunion; Université d'Antananarivo, 2020. Français. NNT : 2020LARE0024 . tel-03120917

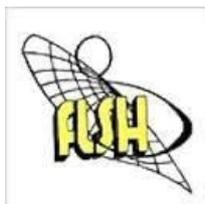
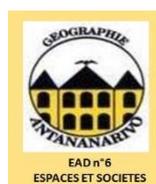
**HAL Id: tel-03120917**

**<https://theses.hal.science/tel-03120917>**

Submitted on 26 Jan 2021

**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.



**Université d'Antananarivo**  
**Ecole doctorale : Sciences humaines et sociales**  
**Equipe d'accueil doctoral 6 : espaces et sociétés**

**Université de La Réunion**  
**Ecole doctorale : Sciences humaines et sociales**  
**Equipe d'accueil Océan Indien, espaces et sociétés**  
**CREGUR**

## THÈSE

En vue de l'obtention du grade de Docteur en Géographie  
Délivré par l'Université d'Antananarivo et l'Université de La Réunion

# LA PESTE A MADAGASCAR SPATIALISATION, CONNAISSANCES PAR LA POPULATION ET PERCEPTION DE L'ACCESSIBILITÉ AUX SOINS

*Présentée et soutenue publiquement par*  
**Sitraka RAKOTOSAMIMANANA**

Le 26 Novembre 2020

Sous la direction du  
**Pr. Josélyne RAMAMONJISOA**  
**Pr. François TAGLIONI**

Jury composé de :

Pr. James RAVALISON, Professeur des universités, Université d'Antananarivo, Président du jury  
Pr. Jeannot RASOLOARISON, Professeur des universités, Université d'Antananarivo, Rapporteur interne  
Dr. Annelise TRAN, Chercheuse, HDR, CIRAD, La Réunion, Rapporteur externe  
Dr. Fanjasoa RAKOTOMANANA, Chercheuse, Institut Pasteur de Madagascar, Examineur externe  
Dr. Ravoniarijaona VOLOLONIRAINY, Maître de conférences, Université d'Antananarivo, Examineur interne  
Pr. Josélyne RAMAMONJISOA, Professeur des universités émérite, Université d'Antananarivo, Directrice de thèse  
Pr. François TAGLIONI, Professeur des universités, Université de La Réunion, Directeur de thèse



# SOMMAIRE

**INTRODUCTION..... 7**

**PARTIE I. LA PESTE FLÉAU DU PASSÉ ET PARFOIS CALAMITÉ DU PRESENT .....18**

**CHAPITRE 1. LA PESTE DANS LE MONDE : MALADIE ANTIQUE, PRESENCE INTERCONTINENTALE CONTEMPORAINE..... 20**

**CHAPITRE 2. LA SITUATION MONDIALE, ASPECTS SPATIAUX ET BIOLOGIQUES DE LA PESTE..... 39**

**CHAPITRE 3. PARTICULARITES DE L'ENDEMICITE DE LA PESTE A MADAGASCAR : ENTRE COMPLEXITE EPIDEMIOLOGIQUE ET CONTRASTES SPATIAUX ..... 56**

**CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE..... 83**

**PARTIE II. VULNERABILITÉ DES ESPACES HUMANISÉS FACE AU RISQUE PESTEUX A MADAGASCAR..... 85**

**CHAPITRE 4. HETEROGENEITE DE L'EXPRESSION EPIDEMIOLOGIQUE DE LA PESTE A MADAGASCAR ET SPECIFICITES LOCALES..... 87**

**CHAPITRE 5. HETEROGENEITE DES CONTEXTES EPIDEMIOLOGIQUES ET COMPORTEMENTS CONTEXTUALISES : INFLUENCE DES PERCEPTIONS ET DES CONNAISSANCES DE LA POPULATION SUR LE RISQUE PESTEUX ..... 105**

**CHAPITRE 6. LES FACTEURS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX ET ENVIRONNEMENTAUX FAVORABLES AU RISQUE PESTEUX SUR LES HTC ..... 129**

**CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE ..... 153**

**CONCLUSION GÉNÉRALE..... 155**

« ... *Science sans conscience  
n'est que ruine de l'âme...* »

1532, Pantagruel  
François Rabelais

A la mémoire de mes grands-parents

## REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous ceux et à toutes celles qui, de loin ou de près, ont contribué à l'achèvement de ce travail de thèse. Espérant ne pas avoir oublié des personnes.

Madame la Professeure Josélyne Ramamonjisoa. Madame la professeure, vous m'avez accompagné tout au long de mon cursus. Vous m'avez déjà dirigé lors de mon DEA et vous avez encore renouvelé votre confiance en mes compétences en acceptant d'être, une fois de plus, mon directeur de thèse. J'ai pour vous un immense respect et je vous remercie pour le savoir que vous m'avez transmis mais également pour avoir cru en moi.

Monsieur le Professeur François Taglioni. Professeur, nos échanges, depuis 2012 m'ont permis de concrétiser ce travail de dur labeur, dont vous êtes l'un des principaux architectes. Vous m'avez encouragé à ne pas baisser les bras et vous avez accepté d'être mon directeur de thèse. Vous êtes pour moi un modèle scientifique et un modèle humain, ces qualités forcent à l'admiration. Je vous adresse ma profonde gratitude.

Aux anciens directeurs de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM), mais surtout à l'actuel triumvirat de la direction de l'IPM : Monsieur le directeur général, Professeur André Spiegel, Madame la directrice scientifique, Docteur Voahangy Rasolofo-Razanaparany, monsieur le directeur administratif et financier, Monsieur Philippe Lasnier. Je tiens à vous remercier de m'avoir permis d'effectuer mes travaux et cette thèse au sein de l'IPM. Je porte une affection particulière en cette institution.

Madame le docteur Minoarisoa Rajerison, cheffe de l'unité peste de l'IPM. Docteur, sans vous cette thèse n'aurait jamais vu le jour. Votre flegme et votre gentillesse m'impressionneront toujours. Vous m'avez accueilli au sein de votre unité et votre équipe en tant que doctorant-stagiaire depuis 2015. Je dois beaucoup à vous et à toute l'équipe peste. Docteur, je vous en suis reconnaissant.

Madame le docteur Fanjasoa Rakotomanana, responsable de l'équipe Santé et géomatique (SaGEO) de l'IPM. Docteur, grâce à vous j'ai pu acquérir une grande partie de mes expériences scientifiques depuis ma première imprégnation dans le domaine de la santé et de l'IPM en 2009, jusqu'à aujourd'hui. Vous m'avez accueilli au sein de votre équipe. J'ai pour vous un grand respect et je tiens à vous remercier du fond du cœur.

Mes remerciements vont également au Professeur Jeannot Rasoloarison de l'université d'Antananarivo et madame Annelise Tran du CIRAD qui ont bien voulu figurer dans mon jury en tant que rapporteur.

Je remercie également madame Ravoniarijaona Vololonirainy d'avoir bien voulu être un des examinateurs de ce travail.

A mes deux universités de tutelle ainsi que mes deux écoles doctorales, à Antananarivo et à La Réunion.

Au SCAC et aux Bourses du gouvernement français qui m'ont permis d'effectuer un séjour de recherche doctoral à l'Université de La Réunion.

Un grand MERCI aux équipes de l'IPM, Unité peste/ Epi-RC, qui m'ont accompagné dans cette aventure. L'équipe SaGEO, Epi-RC, IPM : Masy, Antonio et Bienvenue. L'équipe Santé et sciences sociales (SaSS), Epi-RC, IPM.

Aux personnes travaillant sur le terrain, j'ai un grand respect pour vous, les personnels de santé, la Brigade anti-rat (BAR) à Ambositra, les agents communautaires, les différents guides. Vous faites un travail admirable.

Mes remerciements au Docteur Delphine Ballet de l'université de La Réunion.

A ma collègue et future docteure, Salwa Aabid du laboratoire Océan indien, espaces et sociétés (OIES), université de La Réunion.

A la famille Mouflet de La possession, La Réunion.

A mes amis compatriotes de l'Association des étudiants malgaches de La Réunion (AEMR).

A mes amis du CROUS de La Réunion à la résidence Hippolyte Foucque : Othman et Inssa.

Mes vifs remerciements à mon ami et collègue le Docteur Luciano Michael Tantely de l'Unité d'entomologie médicale de l'IPM.

Madame Tiana Rasolonalona de l'IPM.

Merci au Docteur Daouda Kassie, collègue et ami géographe de la santé du Cirad.

Je ne saurais pas remercier mes parents, Ferdinand Elysée et Marie Claire. Mon frère, Niaina, ma belle-sœur Vonimihaingo ainsi que mes neveux : Miravo et Mianoka. Mes tantes, Claudine et Henriette.

Merci à ma belle-famille : monsieur Harifidy, madame Michelle et Giuliano.

Merci à la grande famille.

Enfin, mes pensées vont à Johanna, mon épouse, mon soutien, ma meilleure amie, ma conseillère, la voix de la raison, mon inspiration, bref, ma muse. Je te remercie d'avoir été

présente à mes côtés dans les moments les plus durs comme dans les bons moments malgré mon caractère pas toujours facile. J'espère être toujours là pour toi, comme tu l'as été pour moi. Je te dédie aussi cette thèse.

## INTRODUCTION

Le monde reste enclin à l'émergence ou la réémergence d'épidémies d'envergures variées. Parfois cantonnées à des échelles locales, régionales ou nationales, sources de préoccupations pour les gouvernements concernés. Parfois hautement médiatisées à l'exemple d'Ebola en Afrique, elles peuvent aussi passer sous silence dans le large spectre des informations circulant dans l'espace mondialisé, influencé par les médias, « façonneurs » des messages destinés au grand public. Parfois traversant des territoires étendus et même de vastes océans par l'intermédiaire des voies commerciales aériennes, maritimes et terrestres, bases incontestables du libre-échange économique ou humain. Dans un monde actuel où plane, telle une épée de Damoclès, la présence quasi permanente de menaces, naturelles ou autres, la psychose d'avoir affaire à des fléaux, nouveaux ou anciens, hante les esprits. Tant les différentes épidémies et pandémies ont fait des ravages humains, matériels et économiques. Le choléra, la grippe espagnole et la peste, fléaux d'ampleur mondiale, semblent faire partie d'un vocabulaire du passé, pourtant, menaces réelles pour certaines régions du monde.

Dans les pays à faibles revenus économiques parfois catégorisés comme faisant partie des Pays les moins avancés (PMA) ou encore pays à faible revenu, ces fléaux peuvent faire partie du lot quotidien de malheurs pesant sur les épaules des populations vulnérables. A ce constat s'ajoute le risque grandissant de l'utilisation de l'arme chimique ou bactériologique, véritables bombes à retardement. Pour tuer, l'imagination de l'homme est sans limites.

La peste, fléau du passé, hautement contagieuse sous sa forme pulmonaire, arme redoutable si utilisée à des fins militaires, est pourtant une réalité permanente, mais d'ampleur limitée dans certains pays comme Madagascar.

Madagascar, la grande île, fait face à plusieurs marasmes d'ordres économiques, sociaux et politiques. Avec un Indice de développement humain (IDH) de 0.512 en 2016 (PNUD, 2018), le pays se retrouve à la 158<sup>ème</sup> place sur 188 pays en matière de développement humain. Sur les 22 régions administratives que compte Madagascar, la région Analamanga (Région de la capitale Antananarivo) a le niveau le plus élevé avec 0.583 suivie par les régions, Itasy (Hautes Terres Centrales), la SAVA (Sambava, Antalaha, Vohémar, Andapa) et Diana (Nord de l'île). Ces trois régions ont un niveau d'IDH moyen ( $IDH \geq 0.550$ ), les 18 régions restantes sont catégorisées comme régions à faible IDH ( $IDH < 0.550$ ). Madagascar avec ses 25 millions d'habitants estimés est un pays à forte proportion d'habitants vivant de l'agriculture avec 70%

de la population qui vit dans la pauvreté avec un revenu journalier par habitant de moins de 2 \$ US en 2012. De 1980 à 2013, le revenu par habitant a considérablement chuté malgré une croissance démographique annuelle d'environ 2 %. Cette situation peut être expliquée par la situation socio-politique du pays depuis les années 80. En effet, le pays a connu des crises sociales et politiques en 1991-92, en 2002 et en 2009. Ces crises ont eu des répercussions et sur l'économie du pays et sur le vécu quotidien de la population et, par un effet domino, sur les états de santé de celle-ci. Selon, le rapport du Programme des nations unies pour le développement (PNUD) en 2018, l'espérance de vie à la naissance à Madagascar est de 65 ans. Pourtant, la grande majorité de la population malgache est jeune : 54 % de la population a moins de 20 ans.

Dans le domaine de la santé, Madagascar fait face à des problèmes d'ampleurs variées à l'exemple de la présence de maladies se manifestant sous formes épidémiques ou non. Des maladies infectieuses aux maladies cardiovasculaires, en passant par la malnutrition infantile ou les maladies chroniques, les difficultés liées à la santé de la population sont nombreuses. A ces difficultés s'ajoutent la quasi-inexistence et/ou la vétusté des infrastructures de santé étatiques ou privées et les problèmes engendrés par l'éloignement géographique de la plupart de ces structures par rapport aux populations. En 2015, près de 2500 Centres de soins de base (CSB) publics étaient disponibles sur la grande île soit 1 CSB pour 10000 habitants, avec une inégale répartition selon les régions. Et 60% de la population habitait à plus de 5 kilomètres d'un CSB (MinSanP, 2015).

La peste, maladie à déclaration obligatoire, peut être considérée comme étant négligée dans le monde. En effet, la peste n'a pas la place que le paludisme, la tuberculose ou le VIH/Sida ont sur le plan international. Ces maladies infectieuses suscitent plus l'intérêt de la part des diverses institutions internationales par le biais des différents plans, programmes ou initiatives internationaux que la peste. Dans le monde peu de pays sont concernés par l'apparition de cas humains de peste. En 2018, parmi les 33 pays où les acteurs principaux dans le cycle de transmission de la maladie sont réunis et où la peste peut circuler à bas bruit, 10 pays, dont Madagascar, ont notifié des cas de peste humaine ces 5 dernières années (WER 2019). En 2018, 43 % des cas et 83 % des décès dus à la peste dans le monde ont été notifiés à Madagascar (WER 2019). La peste n'est pas la principale cause de décès dû à une maladie infectieuse sur la grande île, et ce n'est pas non plus la principale maladie infectieuse qui affecte le plus la population. Si le taux de prévalence du VIH/Sida à Madagascar n'a pas la même ampleur que dans les pays africains limitrophes (autour de 0.2% chez les 15 à 49 ans contre près de 50% dans la République sud-africaine selon l'OMS en 2015), plusieurs

maladies infectieuses touchent plus d'un millier d'individus par an à Madagascar. Le paludisme figure parmi les principales causes de décès dues à des maladies infectieuses avec 841 décès pour environ 740000 cas en 2015 (OMS 2017). La tuberculose à Madagascar est également un enjeu de santé publique important. En effet, près de 34000 nouveaux cas ont été déclarés en 2015 avec une incidence de 233 cas pour 100000 habitants et une mortalité de 52 pour 100000 individus. La lèpre, catégorisée par l'OMS comme étant une Maladie tropicale négligée (MTN) a également touché près de 1500 individus en 2015 (OMS 2017). La diphtérie avec 1600 cas déclarés en 2015, étoffe cette liste. Plus récemment, entre octobre 2018 et janvier 2019, près de 19000 cas de rougeole avec 39 décès ont été notifiés sur la grande île (OMS 2019). D'autres maladies infectieuses d'ampleurs moins importantes que celles citées plus haut figurent parmi les maladies affectant quasi annuellement la population malgache entre les années 2002 et 2015 : la poliomyélite (10 cas en 2015), la rubéole (89 cas en 2015) et le tétanos (200 cas en 2015). Plusieurs maladies et infections peuvent étoffer la liste des maladies à Madagascar, certaines dont notamment les MTN comme la cysticercose, la bilharziose ou la rage, représentent également des problèmes de santé publique sur la grande île.

Madagascar, longtemps épargné par la peste, y fait face depuis 1898 (Blanchy 1995; Chanteau 2006). Aujourd'hui encore cette maladie défraie les chroniques des médias locaux, nationaux, voire internationaux. La lutte contre la peste est un des axes majeurs de la politique de santé publique à Madagascar. Et la lutte contre la peste a un coût. Humain: autour de 300 cas (Chanteau, Ratsifasoamanana 1998 ; Chanteau, Ratsitorahina 2000 ; Chanteau 2006) sont recensés chaque année sur l'île. De 2013 à 2018, 400 cas en moyenne ont été notifiés avec 74 décès en moyenne par an (WER 2019). Et coût économique également, direct ou indirect. La lutte nécessitant, d'une part, des moyens humains et techniques énormes pour l'un des pays les plus pauvres du monde, selon le classement de la Banque mondiale. D'autre part, une population qui fait face à une épidémie et qui la subit est une population qui ne produit pas.

Ces constats font naître des interrogations aussi bien pour le géographe que pour d'autres disciplines par rapport à la persistance de la peste à Madagascar.

### **Problématique, questionnements et objectifs : pourquoi la peste sévit-elle à Madagascar ?**

Pour une maladie historique, source de désastres humains et économiques au cours de l'histoire de l'humanité, et malgré les avancées scientifiques actuelles, la persistance de la peste à Madagascar depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle jusqu'à nos jours, est pourtant une réalité. La complexité de cette persistance, malgré les avancées dans le domaine médical et les efforts

déployés par les institutions étatiques ou internationales, réside probablement et dans son mécanisme de transmission qui fait intervenir trois acteurs principaux (*Yersinia pestis*, le vecteur et l'hôte principal), mais également dans l'organisation des sociétés humaines, leurs croyances, leurs pratiques et leurs attitudes face à la maladie.

Comme tout phénomène lié à la santé, la peste a une envergure spatiale, aussi bien dans sa dynamique que dans ses manifestations dans les sociétés humaines.

Par espace, la définition de référence prise est celle de J.P Abric en 1994 (Bertrand, Blot 2007) :

« (...) le résultat d'interactions entre processus naturel, formes physiques, représentations et pratiques sociales (...). »

Une question principale peut alors être posée :

Est-ce que le comportement humain peut jouer un rôle déterminant dans la persistance de la peste à Madagascar ?

D'autres interrogations peuvent également se poser par rapport à l'apparition des cas de peste à Madagascar. En effet les contextes épidémiologiques diffèrent selon les régions, d'où une hétérogénéité spatiale dans les situations à différentes échelles. En effet, hétérogénéité spatiale s'inscrit dans l'expression de la maladie dans le territoire malgache. La peste est endémique sur les Hautes Terres Centrales (HTC), mais peut apparaître d'une façon épidémique dans d'autres régions, les régions de la bordure côtière de l'île, par exemple (Boisier, Rasolomaharo *et al.* 1997 ; Boisier, Rahalison 2002 ; Andrianaivoarimanana, Piola 2019). Et pourtant, au sein même des HTC les contextes épidémiologiques varient d'une région à une autre. Les HTC bien que faisant partie d'une même région naturelle délimitée par un seuil d'altitude ne présentant pas les mêmes caractéristiques démographiques, géographiques et même sociales et culturelles.

Plusieurs questions s'ajoutent à la question principale :

- Quels seraient alors les facteurs comportementaux et naturels qui influencent l'apparition des cas humains de peste sur les HTC ?
- Pourquoi les contextes épidémiologiques par rapport à la peste diffèrent sur les HTC ?
- Est-ce que ces facteurs varient d'une région à une autre ?

Pour répondre à ces interrogations, les concepts de la géographie de la santé peuvent apporter des éléments de réponses. Mais quels sont les concepts de cette composante de la géographie humaine qu'est la géographie de la santé ?

La géographie en question pour cerner les problèmes liés à la santé : les concepts de la géographie de la santé

L'angle de vision de la géographie et celle du géographe par rapport à la maladie n'a pas la prétention d'être la solution dans la lutte contre la peste ni pour expliquer le mécanisme de son endémicité à Madagascar. Mais elle peut fournir un autre point de vue qui mérite d'être exploité, aucun effort pour comprendre le mécanisme complexe de la peste ne doit pas être négligé ni mis à l'écart. Et cela vaut également pour la plupart des objets et phénomènes pouvant avoir un aspect social et surtout spatial.

La maladie pouvant avoir aussi bien un aspect social que biologique ou spatial, la géographie de la santé donne un regard basé sur les contextes réels partant du vécu et de la représentation du point de vue de l'individu et/ou de la population, la géographie étant une discipline des sciences dites humaines et sociales basée sur les démarches de terrain. La présente thèse s'inscrit dans une démarche géographique qui s'inspire des démarches en géographie de la santé. La géographie de la santé est une discipline composante de la géographie humaine. Longtemps appelée géographie médicale, elle est la combinaison de deux disciplines : la géographie des maladies et de la géographie des soins (Picheral *and* Salem 1992; Salem 1995; Tonnellier 1997; Ménard 2002; Rosenberg *and* Wilson 2005). Le but de la géographie de la santé est d'expliquer et de comprendre « **pourquoi ici et pas ailleurs ?** ».

La peste revêtant à la fois un aspect biologique, du fait des acteurs qui entrent en scène dans son cycle de transmission (l'agent étiologique, le vecteur et les hôtes, réservoirs ou accidentels), et social, du fait que la peste ait une répercussion aussi bien sur le mode de vie des sociétés humaines que sur l'organisation de celles-ci. Un exemple récent de répercussions d'une maladie sur l'organisation de la société malgache étant les bouleversements sociaux conséquents de l'épidémie de peste pulmonaire de 2017-2018. Tout comme le paludisme et la tuberculose, maladies sociales, selon Maximilien Sorre (Le Bras *and* Malvy 2004), la peste peut être également considérée comme telle. Mais la peste peut aussi être vue comme une affection conséquente des changements climatiques, des bouleversements du milieu biologique naturel et, pourquoi pas, une maladie due à l'organisation anthropo-géographique. Ce point de vue entre dans la définition du complexe pathogène, terme introduit la première fois par M. Sorre, en 1933.

Selon M. Sorre, le complexe pathogène est : « (...) la coïncidence, dans un espace déterminé, d'un agent pathogène, de son hôte réservoir (...) d'un mode de transmission (...) et d'individus réceptifs (...) ».

La peste, dans son expression biologique et sociale, correspond à cette définition du complexe pathogène. Effectivement, la transmission de la peste du rat vers l'être humain par l'intermédiaire d'un vecteur, n'est-elle pas due à une coïncidence ? L'être humain n'est-il pas un hôte accidentel de la peste, dans son cycle de transmission ?

L'expression épidémiologique du complexe pathogène sur un individu ou sur un groupe d'individus, voire une société, dépend de quatre déterminants (Le Bras *and* Malvy 2004):

- biologiques : tout ce qui est relatif à l'agent pathogène, ici *Yersinia pestis*.
- environnementaux : environnement naturel ou social
- comportementaux : les représentations sociales ou spatiales, les habitudes et pratiques humaines.
- les systèmes de soins : l'organisation de celles-ci, sa qualité ou l'accessibilité aux soins.

Dans le cadre de cette étude, trois aspects du complexe pathogène dans le sens de la définition et des déterminants de son expression épidémiologique seront pris en compte :

- l'aspect environnemental, social ou naturel. Cet aspect englobe plusieurs paramètres : les paramètres climatiques et ses composantes (température, précipitations, humidité relative...), les paramètres topographiques (altitude), les paramètres de la végétation, avec l'empreinte anthropique ou non (indice de végétation, occupation du sol...).
- l'environnement social entre également dans cette liste de paramètres pris en compte (composition de ménages, niveau d'éducation, type de matériau de construction d'habitats...).
- les aspects tournant autour du déterminant comportemental de la peste : les représentations sociales de la population et des professionnels de la santé sur la maladie, leurs connaissances sur la peste, leurs attitudes en cas de recours aux soins ainsi que les pratiques de la population en cas d'apparition de cas de peste, mais aussi en cas de besoin de recours aux soins.
- les systèmes de soins, notamment les représentations de la population par rapport à l'accessibilité aux soins dans les zones d'endémie pesteuse.

Étudier ces déterminants et les appréhender permet, certes, de mieux comprendre le fonctionnement du complexe pathogène. Mais l'un des rôles de la géographie est également

de proposer des solutions. L'une des solutions aux problèmes de santé publique est d'allouer les ressources en fonction des réalités et des contextes sur le terrain. Effectivement, cibler les zones prioritaires permet une optimisation des résultats dans la lutte contre des complexes pathogènes, telle la peste. Ces solutions s'inscrivent aussi bien en matière de campagnes de sensibilisation, que dans la distribution des ressources matérielles, financières et humaines.

Le « **pourquoi ici et pas ailleurs ?** » s'applique aussi bien dans l'optique d'une solution que dans une démarche de compréhension, sans pour autant prétendre à un quelconque déterminisme dans le mécanisme de cause à effet dans l'apparition d'une maladie .

Pour arriver à comprendre la dynamique de la peste à Madagascar, mais également explorer les influences du milieu, naturel ou bâti, et celles du comportement humain par rapport à la peste cette thèse entre dans l'optique de l'étude des facteurs de risques exogènes (changements environnementaux) et les facteurs de risques endogènes au niveau individuel ou sociétal (pratiques religieuses, sociales, modes de vie...) lié à la peste. Les facteurs de risque endogènes et exogènes par rapport à la peste à Madagascar renvoyant à la notion de vulnérabilité des populations face au risque pesteux. Mais cette vulnérabilité pourrait varier selon les différents contextes et les expressions épidémiologiques par rapport à la peste à travers les espaces humanisés à Madagascar.

Les axes centraux de la thèse et le choix des sites étudiés

Dans le cadre de cette thèse, nos recherches se sont articulées autour de deux axes principaux :

Premièrement, le rôle des comportements humains dans l'expression spatiale de la maladie. Les liens entre facteurs biologiques, écologiques et environnementaux dans l'apparition des cas de peste sont des faits connus et prouvés dans le monde et à Madagascar. La place du comportement humain, individuel ou collectif, ainsi que des perceptions et représentations autour de la maladie et la persistance de la peste dans les régions concernées par l'émergence, la réémergence ou la persistance de la maladie sont sous étudiées et peu connues. Pourtant, ces différents aspects comportementaux et socio-spatiaux autour de la maladie peuvent être des facteurs non négligeables liés d'une part à l'apparition des cas de peste, mais également dans la dynamique spatio-temporelle de celle-ci, d'autre part. Mettre en exergue ces aspects comme déterminants dans la persistance de la peste à Madagascar est une question centrale dans le cadre de cette thèse. Les différents facteurs liés aux acteurs principaux dans le cycle de transmission de la peste pouvant ne pas expliquer, à eux seuls, l'apparition des cas de peste à Madagascar. L'apparition des cas humains de peste pouvant

être déterminée par l'action combinée de plusieurs facteurs ou par l'action d'un seul facteur parmi ceux cités plus haut, selon les régions et à différentes échelles à Madagascar.

Deuxièmement la part de l'hétérogénéité spatiale dans l'expression de la maladie à Madagascar. La variation des contextes épidémiologiques par rapport à la peste à Madagascar, la diversité des structures sociétales et culturelles ainsi que la multitude de caractéristiques géographiques des régions malgaches concourent à émettre l'hypothèse de l'hétérogénéité spatiale des facteurs concourant à l'apparition des cas de peste, à la dynamique de la maladie, mais également à l'endémicité de celle-ci dans les régions de l'île. A Madagascar, la variation spatiale de l'expression de la peste dans les régions où elle sévit d'une manière endémique peut impliquer une hétérogénéité du risque pesteux au sein de ces régions et une vulnérabilité variée face au risque pesteux au sein des populations.

Ces axes principaux nous emmènent à poser plusieurs hypothèses :

- l'endémicité de la peste sur les HTC ainsi que la dynamique spatiale de la maladie s'expliquent par l'action combinée d'une multitude de facteurs environnementaux et comportementaux.
- les niveaux de Connaissances, attitudes et pratiques (CAP) sur la peste des populations sont plus élevés dans les zones où la peste est endémique par rapport à d'autres zones où la maladie n'est pas fréquente.
- les niveaux CAP par rapport à la peste des populations varient selon l'expression épidémiologique et spatiale de la maladie.
- les modes de vie des communautés rurales favorisent l'apparition annuelle des cas humains de peste dans les zones endémiques des HTC. Plus une localité présente des caractéristiques socio-environnementales liées à la ruralité plus elle est exposée au risque pesteux.
- les zones des foyers endémiques HTC ayant subi des changements physico-environnementaux significatifs sont plus sujets à l'apparition de cas humains de peste.

Selon, les contextes épidémiologiques et spatiaux inhérents à chacun d'entre eux, quatre sites ont été pris en compte dans ce travail. Sans prétendre à représenter toutes les régions ou tous les districts que compte Madagascar, ces quatre districts peuvent tout au moins refléter les dualités ruraux/urbains et/ou HTC/ régions du littoral où des inégalités et des différences peuvent s'exprimer.

Les HTC et le littoral ouest ont été les sites d'étude ayant été pris en compte selon leurs contextes:

Trois sites des HTC, faisant partie du triangle de la peste, regroupant les foyers où la peste est endémique à partir de 800 mètres d'altitude (Chanteau 2006):

- le district d'Antananarivo Renivohitra, capitale de Madagascar, ayant subi entre 2017 et 2018 de plein fouet un épisode tragique d'épidémie de peste pulmonaire urbaine (WHO 2017 ; Rendremanana, Andrianaivoarimanana *et al.* 2019)
- le district de Tsiroanomandidy, foyer actif situé dans le moyen Ouest malgache (IPM 2016 ; Rakotoarisoa, Ramihangihajason *et al.* 2016)
- le district d'Ambositra, foyer actif de la peste, au sud des HTC. (Andrianaivoarimanana, Piola *et al.* 2019)

Un site de littoral Ouest, le district de Mahajanga I. Zone ne faisant pas partie des zones d'endémie pesteuse des HTC. C'est une commune urbaine ayant déjà documenté des cas de peste bubonique (Boisier, Rasolomaharo *et al.* 1997 ; Boisier, Rahalison *et al.* 2002).

Les contextes étudiés sont également différents pour ces quatre sites. En effet, dans le district d'Antananarivo Renivohitra, l'étude a été effectuée en contexte post-épidémique après l'épidémie de 2017-2018 (Rendremanana, Andrianaivoarimanana *et al.* 2019).

Pour tous les sites étudiés, mis à part Mahajanga I où elle n'est pas endémique, la peste est omniprésente et des cas humains de peste peuvent apparaître tout au long de l'année. Les démarches adoptées dans le cadre de ce travail ne se veulent pas être comparatives. Chaque site ayant ces particularités propres et étant hétérogènes sur plusieurs plans.

#### A la croisée de la démarche qualitative et des méthodes quantitatives

Pour répondre aux questions posées, les déterminants environnementaux et comportementaux ont été étudiés à partir de démarches qualitatives d'une part et quantitatives, d'autre part. Ce choix de combiner démarche qualitative et quantitative s'inscrit dans un souci de fournir une base mesurable tout en reflétant le plus fidèlement possible la réalité des contextes. Les deux démarches sont d'autant plus nécessaires dans l'étude d'un phénomène, en géographie.

Les statistiques ou l'administration de questionnaire sur un échantillon de la population comme les Systèmes d'informations géographiques (SIG) constituant des outils d'aide à la décision pouvant contribuer à la planification sanitaire ou à l'amélioration des états de santé des groupes d'individus et, outre mesure, des populations.

Les observations, les entretiens collectifs quant à eux peuvent mettre l'accent sur les particularités des contextes, vécus ou perçus, en permettant aux individus de s'exprimer sans

complexes sur leurs expériences et ainsi refléter une réalité plus terre à terre, rendant l'étude géographique centrée sur l'homme. Les démarches qualitatives et quantitatives se complètent et se rejoignent dans cette étude, constituant la force de la démarche scientifique de ce travail, en général.

Quatre volets principaux constituent cette étude :

i) la distribution spatio-temporelle des cas de peste dans trois districts pour une période de dix ans, volet constituant la partie préliminaire, empruntant à l'épidémiologie descriptive certaines de ses démarches.

ii) les perceptions et les CAP de la population, mais aussi ceux des professionnels de santé par rapport à la peste. Basée sur des entretiens collectifs en population et chez les professionnels de santé, des démarches qualitatives participatives (Variante du *photovoice*) ainsi que sur l'administration de questionnaires en population.

iii) les facteurs socio-environnementaux pouvant constituer des déterminants de risques dans l'apparition des cas humains de peste sur les HTC. A l'aide d'observations directes sur le terrain et des questionnaires ménages.

iv) les facteurs environnementaux et climatiques pouvant influencer l'apparition des cas humains de peste sur les HTC. Volet basé sur l'utilisation des Systèmes d'informations géographiques (SIG) ainsi que de la télédétection.

## Plan de recherche

Cette thèse de doctorat est divisée en deux grandes parties :

- la première partie est consacrée à l'approche diachronique de la peste de ses origines au contexte malgache actuel, en passant par les grandes pandémies de l'histoire et l'évolution des représentations des populations autour de la maladie au fil du temps ainsi que les grandes découvertes par rapport à celle-ci. Cette partie se penche également sur la dynamique de la peste et sa distribution géographique actuelle en passant en revue les connaissances sur la maladie en elle-même ainsi que les différents facteurs et déterminants étudiés liés ou pouvant être liés à la peste. Cette partie met en exergue l'évolution du contexte mondial et apporte des éclaircissements hypothétiques sur les facteurs probables et/ou confirmés pouvant concourir à la persistance de la peste à Madagascar. C'est une partie dépeignant le contexte et l'état des lieux actuel de Madagascar par rapport à la peste.

- la deuxième partie du travail est principalement vouée aux réalisations sur terrain, les démarches et les méthodes adoptées ainsi que les résultats obtenus confirmant ou infirmant les hypothèses de départ. Cette partie suit les quatre volets inclus dans l'étude. Elle se penche essentiellement sur les déterminants environnementaux, socio-environnementaux et comportementaux pouvant être liés à l'apparition des cas humains de peste sur deux districts des HTC et sur le littoral Ouest. Cette partie met l'accent sur l'hétérogénéité spatiale, géographique ainsi que sur les comportements contextualisés et les vulnérabilités des communautés face à l'exposition au risque pesteux variant d'une région à une autre au sein même des différentes entités que comportent les HTC. Cette partie constitue le cœur de la réflexion autour de laquelle la problématique a été posée

**PARTIE I**  
**LA PESTE FLÉAU DU PASSÉ ET**  
**PARFOIS CALAMITÉ DU PRÉSENT**

La peste maladie du passé est pourtant un fléau au centre des préoccupations de certaines régions du monde, tel est la réalité actuelle. Plusieurs études ont été menées sur la peste dans le monde et à Madagascar. La revue de ces études permet de situer le contexte actuel face au problème que peut constituer la peste à différentes échelles, dans le monde.

Pour le cas de Madagascar, les études déjà menées peuvent apporter des éléments éclaircissants le contexte malgache actuel face à la peste.

Deux points de vue ont été abordés dans le cadre de cette partie. D'une part dans un cadre géographique et social (chapitre 1), le but est de comprendre la dynamique et l'évolution dans le temps et l'espace de la maladie à plusieurs échelles, avec quelques exemples précis. Un survol historique sur la peste à différentes échelles est essentiel pour comprendre le vécu, les perceptions et les croyances sur cette maladie au cours du temps, mais également sa dynamique et ses manifestations. Comprendre le passé de la maladie permet d'appréhender le présent et de tirer des leçons constructives pour le futur. Une étude géographique ne pouvant être faite sans une perspective diachronique sur l'évolution de la peste qui est notamment un objet d'étude géographique et social.

D'autre part, dans un registre moins géographique et plus issu des sciences naturelles, notamment de la biologie et des sciences épidémiologiques, cette partie consacre un chapitre (chapitre 2) qui se penche sur les mécanismes de transmission de la maladie, son cycle, les conditions favorables à sa dynamique et les différents acteurs intervenant autour de ce cycle.

Un chapitre (chapitre 3) est consacré entièrement au contexte malgache, de l'arrivée de la peste au XIX<sup>ème</sup> siècle à la dernière épidémie de peste dont la grande île a été frappée entre 2017 et 2018.

## **Chapitre 1**

### **La peste dans le monde : maladie antique, présence intercontinentale contemporaine**

Ce premier chapitre est consacré à l'évolution dans le temps et l'espace de la peste, en partant de l'origine de la peste vers les grandes découvertes. L'histoire mondiale de la peste est marquée par l'apparition des pandémies. Dans ce chapitre les caractéristiques historiques de ces pandémies sont soulignées. Les pandémies sont décrites et énoncées une par une sous plusieurs aspects. Effectivement, leurs origines, leurs évolutions, mais également leurs conséquences aussi bien démographiques, économiques que sociales peuvent varier dans le temps et l'espace.

Les similarités et les différences entre les différentes pandémies sont également traitées.

Le but principal de ce chapitre est de montrer la dynamique de la peste de ses origines à nos jours et ainsi de contribuer à la compréhension de la distribution actuelle de la peste à l'échelle mondiale.

#### **1.1. Les origines de la peste**

Bien que les premières pandémies connues de la peste soient apparues, selon des études, durant l'antiquité (peste de Justinien au VI<sup>ème</sup> siècle), de récentes recherches situent l'apparition de la peste, notamment la souche mortifère de *Yersinia pestis* (notamment l'agent de la peste bubonique dans sa forme actuelle), durant l'âge de Bronze il y a un peu moins de 6000 ans, plus précisément 5783 ans (Rasmussen, Allentoft 2015) si l'ancêtre de la peste a fait son apparition, il y a près de 100 millions d'années. Cette découverte faite par des paléobiologistes après séquençage d'ADN sur des squelettes de l'âge de bronze ferait de la peste une des plus « récentes » souches de bactéries connues jusqu'à maintenant. La peste proviendrait alors de l'Asie centrale, selon encore ces études.

## 1.2. L'odyssée de la peste à travers l'histoire mondiale : les trois grandes pandémies de peste

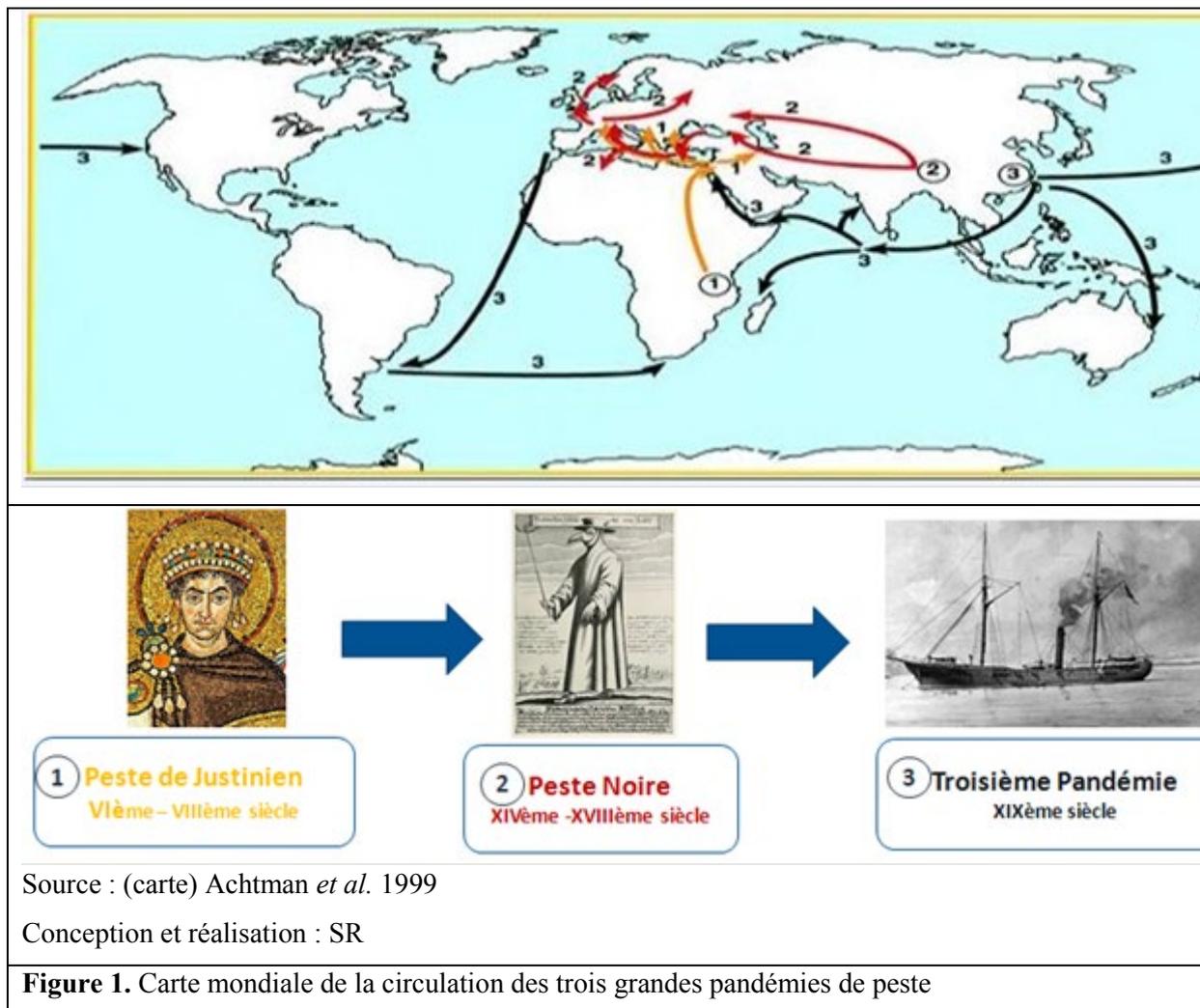
La peste est une infection historique, une ancienne maladie qui peut avoir été présente depuis des temps immémoriaux. Dès qu'il s'agit de peste, la mémoire collective, occidentale, essentiellement, se réfère à la peste noire. La peste noire étant le plus souvent associée à un fléau lointain, faisant partie du passé, précisément, du Moyen âge. D'ailleurs, *pestis* est un terme latin qui veut dire maladie contagieuse ou encore fléau.

Effectivement, le monde a connu trois grandes pandémies de peste. Faisant chacune un nombre presque inégalé de victimes, pour une maladie ou une infection (presque la moitié de la population de l'Europe, à l'époque, pour la peste noire) et, surtout pour les deux premières pandémies mondiales, la peste a engendré un vent de panique et de terreur parmi les populations des régions touchées par le fléau. Les pandémies que l'on connaît sont attestées comme causées par *Yersinia pestis* après analyse génétique de pulpes dentaires prélevées sur des squelettes d'individus morts de la peste à l'époque des grandes pandémies.

La figure 1 est la carte des voies suivies par les trois grandes pandémies historiques de peste, selon Achtman. Selon cet auteur et son équipe, la première pandémie de peste connue, la peste de Justinien (vers la fin de l'Antiquité et le début du Moyen âge), aurait pour origine soit l'Afrique de l'Est soit l'Afrique Centrale puis aurait atteint l'Égypte et se serait propagée sur l'ensemble des pays du bassin Méditerranéen (Achtman, Zurth 1999).

La seconde grande pandémie dite de la peste noire durant l'époque médiévale est originaire d'Asie Centrale et s'est répandue en Europe.

La pandémie moderne de peste, partie de la province chinoise de Yunnan durant la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, s'est propagée ensuite dans le monde via voies maritimes à partir du port de Hong Kong en 1894. La figure 1 permet de placer dans le temps et dans l'espace les origines et les routes suivies par les différentes pandémies mondiales de peste.

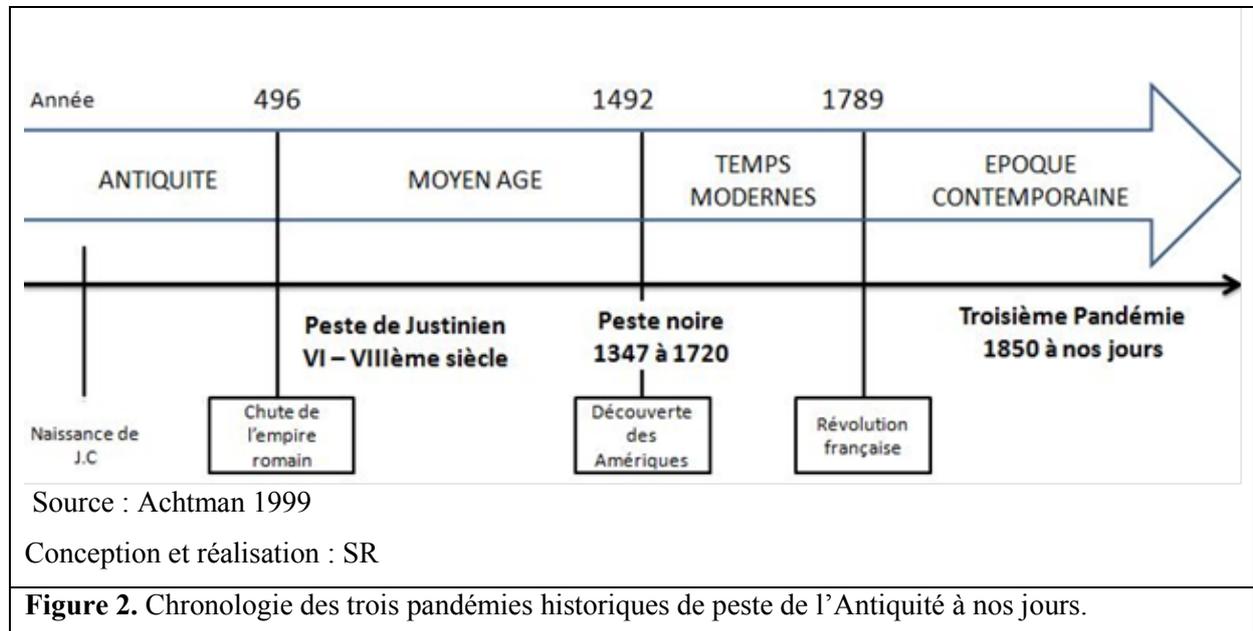


Les trois pandémies historiques de peste sont les pandémies dont on soit sûr qu'il s'agisse vraiment de la peste (figure 1). Grâce à des tests moléculaires modernes, il a été confirmé que c'est bel et bien l'agent responsable de la peste qui est à l'origine de ces trois grandes pandémies (Raoult, Mouffok 2013).

En effet, dans la bible chrétienne (qui n'est pas en soi une bonne référence bibliographique « scientifique »), la peste des Philistins est mentionnée dans le livre de Samuel (XIème siècle avant Jésus-Christ). On peut également citer l'exemple de la peste d'Athènes, là encore, les avis divergent, car, effectivement, certains chercheurs pensent qu'il s'agissait en fait de la fièvre typhoïde (Raoult, Mouffok 2013).

La figure 2 permet de placer chronologiquement les trois grandes pandémies historiques dans le temps et selon les contextes y afférant. La peste de Justinien débute durant la fin de l'Antiquité, dans un contexte de fin de l'Empire romain (An 496 après J.C) et le début du Moyen âge au VI<sup>ème</sup> siècle de notre ère. La peste noire, elle, voit le jour au milieu de la période du Moyen âge et s'étale jusque durant les temps modernes. La troisième pandémie

dite moderne quant à elle explose durant le début de l'époque contemporaine, les épidémies actuelles de peste sont, pour la plupart d'entre elles, conséquentes de cette pandémie.



Les grandes pandémies de peste se sont produites durant diverses périodes de l'histoire. Elles se sont propagées sur presque tous les continents. Comment cela s'est-il produit ? Quelles conséquences humaines, économiques et sociales ces événements ont eues dans le monde ?

Chaque pandémie a des caractéristiques qui lui sont propres, que ce soit leur origine, les régions touchées ou les conséquences qu'elles ont entraînées. Quels seraient alors ces caractéristiques ?

### 1.3. Les caractéristiques des pandémies historiques de peste

Les trois pandémies historiques de peste, bien qu'ayant pour point commun la maladie en elle-même, ont des singularités, mais également certains points similaires. Voici les caractéristiques de chaque pandémie :

### 1.3.1. La peste de Justinien (VI<sup>ème</sup> au VIII<sup>ème</sup> siècle)

Durant la période comprise entre la fin de l'antiquité et le début du Moyen âge, la peste de Justinien (du VI<sup>ème</sup> au VIII<sup>ème</sup> siècle), est la première pandémie de peste à l'échelle mondiale. La peste de Justinien tire son nom de l'empereur Byzantin Justinien (527-565) qui a régné à Constantinople, actuelle Istanbul, en Turquie. Justinien est le premier empereur de l'Empire romain d'Orient, ou empire Byzantin. Vraisemblablement, selon la littérature, la peste de Justinien serait une pandémie de peste bubonique.

En 2014, Wagner et son équipe ont pu déterminer à partir de la pulpe dentaire de deux cadavres d'individus, à Asheim en Bavière (Allemagne), suspectés d'avoir succombé à la peste de Justinien, les caractéristiques de la première pandémie de peste connue (l'âge des cadavres ayant été déterminé grâce à la datation au radiocarbone). Ceci en analysant et séquençant les génomes de *Yersinia pestis* prélevés sur les deux cadavres. Cette étude a pu démontrer qu'il existe des espèces de rongeurs réservoirs spécifiques de la peste qui pourraient expliquer la réémergence à répétition des cas humains de peste dans l'histoire (Wagner, Klunk 2014).

Partie d'Egypte ou d'Ethiopie, la peste de Justinien a, selon certains auteurs (Panagiotakopulu 2004), d'abord longé le fleuve du Nil puis a ensuite touché le bassin Méditerranéen, l'Europe et enfin le Nord et le Sud de l'Asie, ainsi que l'Arabie (Proche et Moyen-Orient), décimant près de 60 % de la population des régions citées (Clem and Galwankar 2005). L'origine de la peste de Justinien n'étant pas bien connue, certains auteurs pensent que la peste de Justinien aurait vu le jour au Moyen-Orient ou en Asie. L'origine véritable de la peste de Justinien est encore aujourd'hui inconnue.

L'OMS estime qu'entre 542 et 546 de notre ère, les épidémies de peste issues de la peste de Justinien auraient fait jusqu'à 100 millions de victimes au total dans trois continents de l'Ancien Monde (l'Europe, l'Asie et l'Afrique). En effet, les chiffres réels sur les victimes de la peste de Justinien ne sont pas bien connus du fait que l'enregistrement statistique et démographique des faits de santé n'était pas systématique comme de nos jours. Cependant, les estimations contemporaines sur le nombre de victimes que la peste de Justinien fait mention d'environ 100 millions d'individus ayant succombé à la maladie, au total, répartis en Europe, en Afrique et en Asie, continents affectés par cette pandémie (OMS). Des auteurs insistent sur le fait que la peste de Justinien aurait subitement disparu voir même « mystérieusement » disparue, du fait que les circonstances de sa disparition ne soient pas actuellement connues,

malgré le fait que la médecine de l'époque ainsi que les conditions d'hygiène et les mesures de contrôles de la propagation de la maladie soient quasi inexistantes et rarement rapportées.

### 1.3.2. La peste noire ou mort noire (XIV<sup>ème</sup> au XVII<sup>ème</sup> siècle)

Au Moyen âge, c'est la « peste noire » (au XIV<sup>ème</sup> siècle, entre 1347 et 1352), qui a marqué les esprits et les annales, notamment des populations européennes dont, probablement, le symbole le plus célèbre est l'image des médecins de l'époque. En effet, portant un « étrange » accoutrement noir censé les protéger de l'infection, ils étaient appelés les « médecins becs » (Charles de Lorme, premier médecin de Louis XIII, en est le créateur, c'est lui qui l'a imaginé). La peste a été qualifiée de noire du fait de la couleur de peau noire que les individus atteints par la peste avaient (Staiano 2008). La peste noire a notamment fait d'énormes dégâts sur le plan démographique au sein de la population européenne de l'époque, car elle a amputé l'Europe de près du tiers de sa population (Raoult, *et al.* Mouffok 2013)

L'Afrique et l'Asie ont été également largement touchées par cette pandémie. C'est en Asie centrale, dans l'Ouzbékistan actuel qu'est partie cette pandémie. La peste sévissant d'une manière endémique dans cette partie de l'Asie. C'est l'armée mongole de Khan ayant encerclé le port de Caffa, l'actuelle Theodosie<sup>1</sup> (Barry *and* Gualde 2008) colonie et comptoir commercial génois de Crimée aux bords de la mer noire, au sud de la Crimée qui a été à l'origine de la propagation de la peste en Europe en 1346. Effectivement, durant ce siège les rangs de l'armée mongole étaient décimés par la peste, et pour la première fois dans l'histoire, une maladie a été utilisée comme arme bactériologique (McGovern *and* Faredlander 1997). Les corps des soldats mongols tués par la peste furent catapultés dans la ville de Caffa assiégée. Le siège terminé, ce sont les survivants de ce siège génois qui ont contribué à la propagation de la peste en Europe, notamment par les voies maritimes et terrestres de la route commerciale dite « route de la soie ». Les premiers ports européens touchés par la peste furent notamment le port de Marseille et des ports italiens.

Plusieurs épidémies conséquentes de cette pandémie ont explosé en Europe, mais également en Afrique aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles. L'épisode de la peste de Marseille, en 1720, plusieurs siècles après l'apparition de la peste noire, est un des exemples de ces épidémies (*in* Pierre Martin : Les pandémies dans l'histoire depuis le V<sup>ème</sup> siècle av. J.C).

La dernière plus grande épidémie conséquente de la peste noire en Europe fut celle de Russie entre 1770 et 1772 avec près de 56000 individus tués officiels (Staiano 2008).

---

<sup>1</sup> Territoire de la Crimée actuellement au centre d'un conflit territorial entre la Russie et l'Ukraine

### 1.3.3. La troisième pandémie de peste ou la pandémie des temps modernes (XIX<sup>ème</sup> au XX<sup>ème</sup> siècle)

Si les deux premières pandémies à l'échelle planétaire, notamment la peste noire, ont laissé une trace « indélébile » chez la population européenne, la troisième pandémie, plus contemporaine, car datant de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle notamment en 1894, elle, n'est pas ressentie, chez ces derniers, de la même manière. Toutefois, la troisième pandémie a beaucoup inquiété les occidentaux.

La troisième pandémie mondiale est partie d'une région de Chine au XIX<sup>ème</sup> siècle notamment d'un vieux foyer de la Chine dans la province de Yunnan (Sud-Ouest de la Chine) proche de Tonkin, comptoir commercial français, de l'époque. La troisième pandémie de peste a touché, en premier lieu, les régions chinoises autour de Yunnan, mais suite à des mouvements de population elle atteint les ports chinois, les pays asiatiques (l'Inde, par exemple) pour ensuite se propager vers plusieurs ports du monde entier. En effet, l'avènement de la machine à vapeur et donc la modernisation des navires de l'époque, ainsi que l'ouverture de nouveaux itinéraires commerciaux maritimes ont permis une diffusion rapide et à grande échelle de l'infection.

Débutée à Yunnan en 1855 elle touche Canton et Hong Kong en 1894 pour arriver à Bombay, Inde, en 1898. 77 ports de cinq continents ont été touchés par cette pandémie (OMS).

Les exemples d'épidémies conséquentes à la troisième pandémie de peste sont les épidémies de peste pulmonaire de Mandchourie, en Chine, entre 1910 et 1911, puis celle de 1920-1921, qui ont causé la mort de 50 000 à 60 000 personnes pour l'épidémie de 1910-1911 et 9300 victimes pour celle de 1920-1921 (Levison 2000 ; Kool 2005). Deuxième exemple : l'arrivée de la peste à Madagascar en 1898 est aussi un fait historique que nous verrons dans cette étude.

Les historiens estiment qu'entre 1895 et 1930, 12 à 13 millions d'individus auraient succombé à la troisième pandémie de peste, notamment en Inde (Kool 2005 ; Barry *and* Gualde 2007).

La guerre du Vietnam<sup>2</sup>, a été aussi une période marquée par des victimes humaines de la peste notamment dans le camp des Nord-Vietnamiens, environ 4500 cas en moyenne entre

---

<sup>2</sup> Guerre du Vietnam (1963-1975), conflit direct issue de la « guerre froide » entre les Etats Unis, le Vietnam du Sud et leurs alliés, d'une part, et le Nord Vietnam, la Chine Communiste, l'URSS et ses satellites, d'autre part

1964 à 1969 (McGovern *and* Faredlander 1997) le Vietnam étant une zone d'endémicité de la peste. En effet, la peste est endémique au Vietnam depuis 1898.

Toutefois, les soldats américains envoyés dans cette zone durant ce conflit ont été relativement épargnés par la peste, 8 cas ont été rapportés chez les militaires américains durant tout le conflit. Ce fait est dû certainement à la connaissance de la maladie, de l'utilisation de vaccins et traitements antibiotiques efficaces par les autorités américaines (McGovern *and* Faredlander 1997).

#### **1.4. Les rôles de la mobilité humaine et les échanges commerciaux dans la diffusion de la peste**

Les points communs des trois pandémies historiques de la peste se déclinent en deux points. D'une part, le nombre des victimes, le caractère fatal des trois pandémies historiques est frappant, car elles ont toutes décimé des franges entières de population (tableau 1). La totalité de la population de certains villages a disparu. Les conséquences démographiques des pandémies de peste, mais aussi des poussées épidémiques sont loin d'être négligeables.

D'autre part, la diffusion rapide des pandémies de peste de régions à régions, de pays à pays et de continents en continents, s'expliquent en grande partie par le rôle de la mobilité humaine et des échanges commerciaux. Les grands axes commerciaux historiques ont joué un rôle majeur dans la dynamique des pandémies (Staiano 2008). Durant la peste de Justinien, le fleuve du Nil et le bassin méditerranéen ont été les « plaques tournantes » de la diffusion de la pandémie durant l'Antiquité. Par ailleurs, la peste de Justinien a eu pour conséquence le déplacement de l'axe de commerce maritime du bassin méditerranéen vers le nord (pays scandinaves), ce qui a peut-être entraîné la fin de la propagation de la peste en Europe (Audoin-Rouzeau 1999).

La route de la soie, dont la personnalité la plus célèbre et la plus emblématique est le marchand vénitien Marco Polo, a aussi été un « tremplin » de la diffusion de la peste noire. Cet axe commercial, maritime et terrestre, reliant l'Orient et l'occident durant le Moyen âge a en effet « précipité » la propagation de la maladie de l'Asie vers l'Europe.

**Tableau 1.** Résumé des caractéristiques des trois pandémies historiques mondiales de la peste

1- Pandémies (périodes)	2- Origines	3- Mode de propagation	4- Continents touchés	5- Nombre de victimes
Peste de Justinien (VI au VIII <sup>ème</sup> siècle)	Afrique de l'Est (Ethiopie) et/ou Asie	Voie fluviale (Nil) Voies maritime Voies terrestre	Afrique Asie Europe	100 millions de morts (estimés)
Peste noire (1352 à 1720)	Asie centrale Ouzbekistan actuel	Route de la soie Voies maritime et terrestre	Afrique Asie Europe	3/4 de la population européenne
Peste contemporaine (1850 à nos jours)	Asie Province de Yunnan (Chine)	Voies terrestre Voies maritime*	Tous les continents	12 millions de victimes (1898 à 1942)
* Voies commerciales				

So

urce : Compilation d'articles

Conception et réalisation : SR

Durant la troisième pandémie de peste, ce furent les échanges commerciaux, dans un premier lieu, entre les régions chinoises, par voies terrestres, et en second lieu, entre les comptoirs européens et les ports mondiaux, par voies maritimes qui ont rapidement propagé la maladie. L'évolution technologique en matière de transports, notamment l'abandon de la navigation à voile pour la navigation à vapeur et la création des grandes lignes de chemin de fer, a également accéléré la propagation de la peste dans diverses régions du monde. Le rôle du transsibérien, en Russie, reliant Moscou à Vladivostok, en traversant la Sibérie, et le Transmandchourien (qui fait partie du transsibérien comme le transmongolien) dans l'épopée malheureuse de la peste de Mandchourie (la peste de 1910-1911 y a fait 60 000 victimes en 5 mois puis celle de 1920-1921, 9300 morts) est un bon exemple du lien entre essor technologique des transports et propagation d'une épidémie de peste. En effet, la promiscuité dans les wagons de transports d'hommes et de marchandises, à l'époque, ainsi que le manque de ventilation dans ceux-ci auraient favorisé la transmission interhumaine de la peste pulmonaire et a fait apparaître des épidémies mortelles en Manchourie (Kool 2005 ; Liu, *et al.* Jiao 2015). Un autre exemple évoqué dans le chapitre 2 de cet ouvrage sera le rôle joué par la ligne de chemin de fer Tananarive Cote Est ou TCE dans la propagation de la peste à Madagascar.

## 1.5. La peste comme fléau de la peur : perceptions et représentations liées à la maladie dans l'histoire

La peste étant une maladie pouvant causer la mort, elle a pu être représentée dans l'imaginaire des populations contemporaines aux grandes pandémies comme synonyme de désastre. Mais quelles seraient les représentations et perceptions des populations ayant subi les grandes pandémies ?

### 1.5.1. La perception de la population sur la peste durant la peste de Justinien : premières mesures pour lutter et se prémunir contre la maladie

Durant l'Antiquité peu de récits historiques parlent de la peste de Justinien. Les récits et témoignages sur la peste de Justinien durant cette période historique et l'absence de statistiques systématiques, à l'époque, ne permettent pas une précision sur la réelle ampleur de la « perception » sur la peste à l'époque. Toutefois, l'historien romain (Byzantin) Procope de Césarée<sup>3</sup> rapporte quelques témoignages sur cette pandémie pour le cas de Constantinople (McGovern *and* Faredlander 1997).

Les conséquences de la peste de Justinien sont d'ordres politiques, sociaux, démographiques et économiques. Les empires et royaumes touchés par la pandémie s'affaiblissant du fait du caractère fatal de la maladie et de la peur qu'elle engendre. La perception dominante selon les historiens autour de la maladie étant que « nul n'est épargné ». Les perceptions des populations ne variant pas ou peu d'un empire à un autre, d'une « civilisation » à une autre. Elle est « universelle » à l'époque (Congourdeau *and* Melhaoui 2001).

Des premières mesures dignes de l'épidémiologie moderne sont adoptées pour se protéger de la maladie notamment les mesures d'hygiène et d'assainissement.

Pourtant, le mot d'ordre suivi à la lettre par les populations contemporaines durant la peste de Justinien est le conseil d'Hippocrate face aux anciennes épidémies « *cito, longe, tarde* », littéralement : « pars, vite et loin ». Les maladies de l'époque et les épidémies étant attribuées à des origines divines. La peste était attribuée à des miasmes (le rôle des bacilles, des rongeurs et des puces dans le mécanisme de transmission de la peste étant pratiquement méconnues à l'époque). Selon le Larousse un *miasme* est une « *Émanation censée causer maladies et épidémies* », théorie prévalent en occident avant l'avènement des grandes

---

<sup>3</sup> Procope de Césarée (500 - vers 565 après J.C)

découvertes pasteurienne par rapport à l'origine des maladies et épidémies. La peste de Justinien étant, selon les croyances de l'époque, consécutive d'une colère divine.

Quoiqu'il en soit la disparition mystérieuse de la pandémie de peste de Justinien, entre le VIII<sup>ème</sup> et IX<sup>ème</sup> siècle, est mise en exergue par L. Testot dans son article<sup>4</sup>.

#### 1.5.2. La peste noire : entre colère divine et fatalité, impuissance et panique

Les perceptions populaires autour de la peste noire à l'époque ne diffèrent guère de celles évoquées plus haut pour les perceptions durant la peste de Justinien. En effet, les origines de la peste sont encore assimilées à une punition divine par les populations au Moyen âge. D'autant plus que la « mort noire » (de l'anglais *black death* ou encore peste noire) ne fait pas de distinction, selon les représentations populaires, de statut ni d'origine. La peste noire est un mal nouveau sorti de nulle part, punition divine, la peste de Justinien n'ayant peut-être pas marqué les esprits du citoyen lambda d'Europe au Moyen âge, qui n'en a probablement jamais entendu parler. La théorie des médecins de l'Université de Paris était que la conjonction des planètes Saturne, avec Mars et Jupiter le 20 mars 1345 à une heure du soir avait pour conséquence un bouleversement atmosphérique et donc l'apparition de la peste (McGovern *and* Faredlander 1997).

Les nobles, les membres du clergé, les populations rurales comme urbaines, riches ou pauvres ne sont pas épargnées par ce mal, d'ailleurs, une fable de Jean de La Fontaine, les animaux malades de la peste, fait référence à la non-distinction de statut social faite par la maladie «... *Ils n'en mouraient pas tous, mais tous étaient frappés* ...». <sup>5</sup>

La pratique des processions, des pèlerinages et la multiplication des flagellants (personnes se flagellant pour laver leurs péchés) sont les pratiques préventives préconisées par les autorités cléricales, très puissantes au Moyen âge.

C'est durant la peste noire que les populations juives d'Europe ont été accusées comme « répandant le mal » par contamination des eaux des puits comme ce fut le cas à Strasbourg en France, le 14 février 1349, date du Massacre de la saint Valentin (Carpentier 1962 ; Waelput 2001). Cette forme de stigmatisation des juifs d'Europe s'est traduite par des persécutions antisémites et par des *pogroms* <sup>6</sup> orchestrés contre eux-ci. C'est un exemple reflétant l'expression des représentations sociales par rapport à la peste chez les contemporains de la peste noire.

---

<sup>4</sup> L. Testot (2010) « Comment la peste affecta l'histoire : première pandémie (6e-8e siècle) » in <http://blogs.histoireglobale.com>, dernière visite le 27/12/19

<sup>5</sup> Jean de la Fontaine : "Les Animaux malades de la peste" Livre VII, 1

<sup>6</sup> Selon le Larousse - *pogroms* - Massacre organisé contre une communauté ethnique ou religieuse

Les moyens utilisés contre la maladie et sa propagation restent dérisoires et la médecine de l'époque reste relativement impuissante. Les pratiques « douteuses » et remèdes thérapeutiques restent très répandus à l'époque comme la saignée, par exemple. Les plantes médicinales et herbes aux vertus supposées thérapeutiques sont alors les moyens utilisés par les populations pour se protéger ou pour se soigner (Vitaux 2010), le fameux « vinaigre des quatre voleurs » en est un exemple. L'utilisation des herbes et plantes comme remèdes thérapeutiques est alors une pratique courante. L'abstinence sexuelle ainsi que des diètes étaient également préconisées par les médecins de l'époque.

Si dans l'histoire le recours à l'isolement des malades, comme les léproseries par exemple, est souvent rapporté et pratiqué, il était plus assimilé par les populations à des mesures de discriminations sociales qu'à des mesures de régulations et de préventions (Staiano 2008).

Les premières pratiques préventives régularisées de l'histoire sont rapportées en 1377 durant la peste noire. Cela se traduit par le recours à l'isolement préventif d'un navire et de son équipage suspectés de « transporter la peste », dans le port de Dubrovnik, en Croatie. Cette mesure de quarantaine est établie afin d'imposer 30 à 40 jours d'isolation d'un navire suspect et de son équipage avant d'être levée afin de garantir la non-propagation d'une maladie par exemple. C'est cette mesure qui est à l'origine de la mise en quarantaine sanitaire systématique des navires suspects qui sévit jusqu'à nos jours, standard des mesures de prévention sanitaire portuaire actuelle (Gensinia, Yacouba *et al.* 2004).

Les barrières sanitaires aussi ont fait leur apparition en 1377 par la loi de Ragusa (Sicile) qui interdit l'entrée des populations venant d'une région où des cas de peste humaine sont avérés ou des régions où la peste est endémique.

Pourtant le proverbe « *Cito, longe, tarde* » évoqué plus haut dans ce chapitre durant la peste de Justinien est encore une pratique suivie par les populations contemporaines de l'épisode de la peste noire, poussant des populations à l'exode de peur de la « mort noire ».

### 1.5.3. La pandémie contemporaine de peste : l'avènement des grandes découvertes, des premières mesures médicales modernes post-pasteuriennes

La pandémie dite de la peste des temps modernes a vu le jour en Chine orientale en 1855 dans la province de Yunnan. Bien que cantonnée aux alentours de cette province, à ses débuts, elle s'est ensuite propagée sur le reste du monde entre le XIX<sup>ème</sup> et le XX<sup>ème</sup> siècle de notre ère. C'est durant cette pandémie que les grandes découvertes sur la peste ont été faites. C'est la période des découvertes « Pasteuriennes » et l'avènement de l'essor considérable en matière de recherches biomédicales, en médecine ou en santé publique.

Effectivement, à partir de la découverte de l'agent responsable de la peste par Alexandre Yersin, les découvertes s'accélérent et se suivent. Ces découvertes permettant de répondre à la propagation de la peste : découverte du rôle des rongeurs dans le mécanisme de transmission de la maladie, découverte du rôle du vecteur, premiers sérums, premiers vaccins, de la lymphé d'Haffkine au vaccin E.V de Girard et Robic (tableau 2).

Les campagnes de vaccination contre la peste dans les régions d'endémies seront d'ailleurs initiées dès 1932, comme à Madagascar, par exemple, pays de la découverte de la souche E.V de Girard et Robic.

Bien qu'initialement apparue en Chine, la pandémie de peste moderne inquiète les occidentaux en haut point, gardant en mémoire les conséquences désastreuses et traumatisantes de la malheureuse épopée de la peste noire en Europe.

Avec les découvertes de Pasteur, les mesures prises par les autorités sanitaires des régions touchées à l'époque se modernisent et s'améliorent : notamment les règles d'hygiènes, les mesures de prises en charge des malades (peste de Mandchourie 1910-1911), la protection du corps médical (Zhang, Zhang *et al.* 2018). En effet, à titre d'exemple, durant la peste de Manchourie, Liu, médecin chargé par les autorités chinoises de l'époque de gérer la maladie, impose au personnel médical le port obligatoire du masque de gaze lors du traitement des patients suspectés ou atteints de peste pulmonaire durant les épidémies de peste en Mandchourie, de 1910-1911 et de 1920-1921 (Liu, Jiao *et al.* 2015). Cette mesure se traduit par la réduction considérable des personnels soignants infectés par la peste et ainsi la réduction du nombre de victimes de cette maladie. Autre mesure initiée durant la peste de Mandchourie : les corps des individus morts de peste sont brulés dans des charniers.

<b>Tableau 2.</b> Les grandes découvertes dans la recherche sur la peste : de la découverte du bacille en 1894 à l'utilisation des antibiotiques en 1947
<p><b>1894</b> : Identification de l'agent infectieux par Alexandre Yersin : <i>Yersinia pestis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Découverte du rôle du rat dans le cycle de transmission</li> <li>- Découverte du rôle de la puce dans le cycle de transmission par Paul Louis Simond</li> </ul> <p><b>1895</b> : mise au point d'un sérum par A. Yersin, Albert Calmette et Emile Roux</p> <p><b>1897</b> : mise au point d'un vaccin, la lymphé d'Haffkine par Waldemar Haffkine</p> <p><b>1921</b> : Vaccin aqueux par l'Institut Pasteur</p> <p><b>1932</b> : mise au point du vaccin E.V par Girard et Robic</p> <p><b>1938</b> : Utilisation des sulfamides à Madagascar</p> <p><b>1944</b> : Découverte de la streptomycine, antibiotique pour le traitement de la peste</p> <p><b>1947</b> : Première utilisation de la streptomycine par Estrade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Utilisation des insecticides et épandage d'insecticides à base de DDT à Madagascar.</li> </ul> <p>Sources : thoracotomie.com – Chanteau <i>et al.</i>2006</p>

La mise en place de barrières sanitaires dans les régions d'endémicité de la peste est également préconisée pour endiguer la propagation de la maladie.

D'ailleurs, *La peste* d'Albert Camus<sup>7</sup>, bien qu'œuvre littéraire fictive, dépeint l'atmosphère (fictive) au quotidien vécu par les habitants de la ville d'Oran en Algérie, durant une épidémie consécutive de la pandémie des temps modernes de peste. La ville d'Oran aux bords de la mer méditerranéenne a été frappée par la peste au XVI<sup>ème</sup> siècle, mais également en 2003. La peur, le désespoir, la mort, et l'utilisation d'un sérum contre le fléau, cela est dépeint dans la peste de Camus, traduisant probablement le vécu des populations touchées par les épidémies de peste à l'époque, l'Algérie étant une zone foyer de la peste où des cas humains ont fait leur apparition durant la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, mais également, plus récemment, en 2003 (Bertherat, Bekhoucha 2007).

Si durant les deux premières pandémies historiques de la peste les foyers de peste étaient principalement localisés dans les régions de l'Ancien Monde (Afrique, Europe, Asie), durant la pandémie moderne de la peste au XIX<sup>ème</sup> siècle, les foyers naturels de peste concernaient presque tous les continents.

La revue de littérature traitant des grandes pandémies et ainsi de leur évolution spatiale historique montre que les pandémies avaient concerné tous les continents de la planète. Le

---

<sup>7</sup> *La peste* (1947) roman d'Albert Camus (1913-1960), écrivain et romancier français, Prix Nobel de littérature en 1957.

caractère historique de la maladie chez l'homme est surtout conséquent des deux pandémies : la peste de Justinien, durant la période de « transition » entre l'Antiquité et l'époque médiévale et la peste noire au Moyen âge.

## **1.6. Répartition actuelle de la peste à l'échelle mondiale**

Les grandes pandémies et notamment la troisième pandémie de peste ont déterminé la distribution mondiale actuelle des foyers de la peste. Comment sont répartis ces foyers dans le monde ?

### **1.6.1. Des foyers naturels présents un peu partout dans le monde**

Ce sont les régions où vivent et circulent les acteurs dans le cycle de transmission de la peste (*Yersinia pestis*, les vecteurs et les hôtes) la plupart du temps ce sont des rongeurs. Tous les continents ont des foyers naturels de la peste excepté l'Australie (WHO 2016 ; WHO 2016) (carte 1). Les foyers naturels font l'objet d'une circulation à bas bruits de la peste dite « sauvage » au sein des populations sauvages de rongeurs. En général, l'apparition de cas humains de peste est rare au sein de ces foyers naturels du fait que les contacts entre populations humaines et populations murines soient souvent limitées. Certaines activités anthropiques nécessitant un contact avec les régions constituant l'habitat naturel des rongeurs sauvages. Dans le monde en 2016, 33 pays étaient concernés par la présence de foyers naturels de la peste (WHO 2016).

Selon l'OMS, les foyers naturels de la peste sont généralement localisés dans des régions tropicales et subtropicales. La présence de ces foyers naturels de peste correspond à des zones climatiques bien déterminées : les régions chaudes et les régions tempérées du globe terrestre peuvent également constituer des foyers de peste, ce qui équivaut à un large panel de pays et régions concernées par la peste, du moins sous sa forme zoonotique.

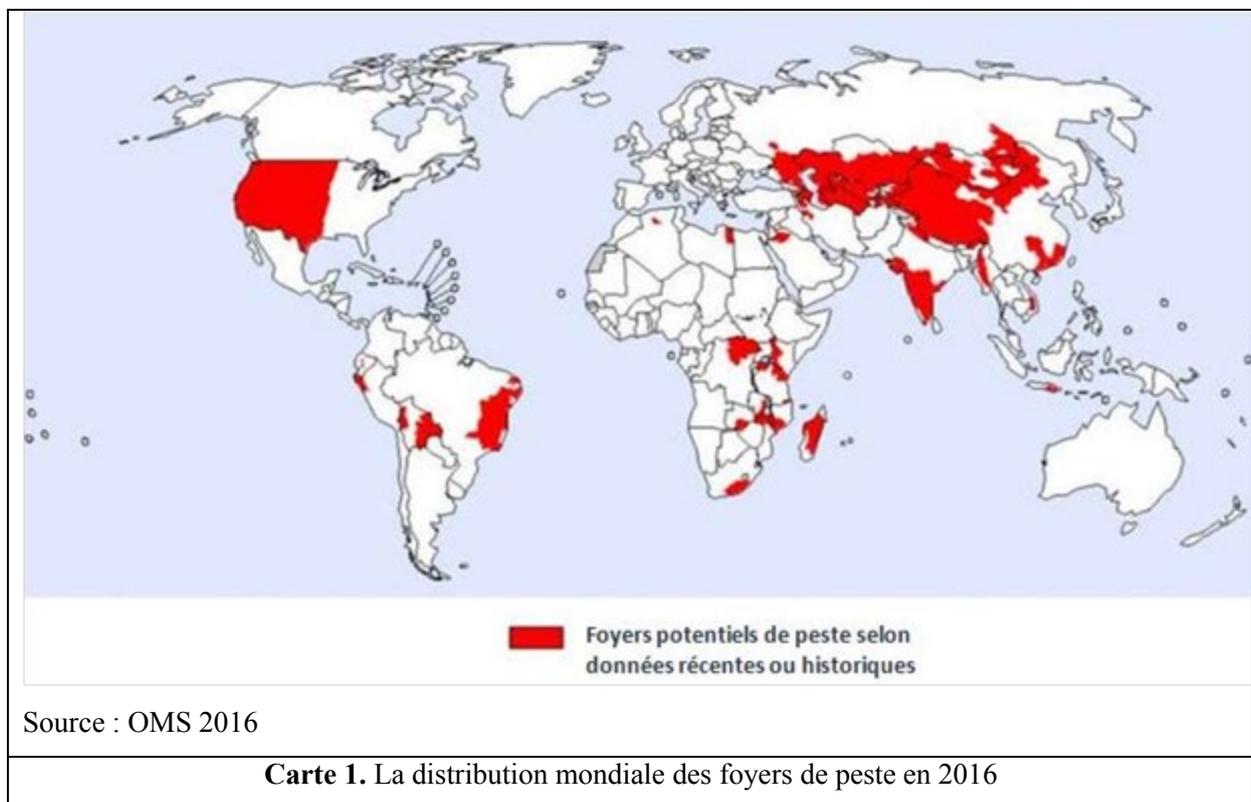
Toutefois, certaines régions défavorables au développement de la faune et donc des rongeurs ou réservoirs de la peste ne constituent pas des foyers naturels de la peste. Cela malgré le fait que ces régions soient situées dans des zones climatiques citées plus haut. C'est le cas des zones désertiques et des zones montagneuses couvertes de neiges.

Il existe deux types de foyers de peste selon le mode de vie du rongeur, c'est-à-dire, selon qu'il soit sauvage ou qu'il vive en contact avec les êtres humains :

#### 1.6.1.1. Les foyers naturels ou selvatiques

La circulation de la peste au sein de population sauvage de rongeurs sous forme d'enzootie ou d'épizootie. Selon l'OMS, quatre continents sont concernés par la présence des foyers naturels de la peste : l'Europe, l'Asie, l'Afrique et l'Amérique (carte 1). Certains foyers naturels de peste passent sous silence et ne sont pas connus du fait que des cas humains n'y sont pas répertoriés. Pourtant le bacille pourrait circuler au sein des populations murines à bas bruit.

Toutefois, des cas humains de peste peuvent apparaître au sein des foyers naturels lorsque les êtres humains, de par leur activité (exploitation forestière, exploitation minière, camping...), entrent en contact avec des rongeurs sauvages infectés.



#### 1.6.1.2. Les foyers domestiques

On parle de foyers domestiques lorsque les rongeurs sauvages infectés entrent en contact avec les rongeurs qui vivent à proximité de l'homme. Les rongeurs domestiques vont alors contracter la peste et en mourir, les puces de ceux-ci vont aller quitter le cadavre des rongeurs domestiques infectés pour chercher du sang chez les hommes occasionnant l'apparition de cas humain de peste.

L'absence de cas humains de peste dans une région donnée ne veut pas donc dire que la peste n'est pas présente sous sa forme sauvage. Dans plusieurs régions du monde, des cas humains de peste sont apparus après des années, voire des décennies de silence. La peste humaine ayant cette « formidable » faculté à disparaître dans une région avant d'exploser subitement, occasionnant un problème de santé publique pour les autorités sanitaires des pays concernés. C'est le cas des épidémies de peste en Inde (Yu *and* Christakos 2006 ) ou à Oran, en Algérie (Bertherat, Bekhoucha *et al.* 2007), par exemple.

#### 1.6.2. Les principaux pays où la peste est un problème de santé publique

Entre 2010 et 2015, selon l'OMS, 3248 cas de peste humaine, dont 546 décès, ont été signalés dans le monde.

Actuellement, la peste comme problème de santé publique concerne principalement trois continents : l'Afrique, l'Amérique et l'Asie. Voici la liste des pays ayant notifié, entre 2010 et 2015, des cas de peste par continent dans le monde, selon l'OMS, selon l'ordre d'importance des cas humains notifiés (WHO 2016).

Pour le continent africain, entre 2010 et 2015, quatre pays ont répertorié des cas humains de peste. La République démocratique du Congo (RDC) ; 586 cas ; Madagascar : 2 404 cas ; l'Ouganda : 72 cas ; La République-unie de Tanzanie (RUT) : 61 cas. Le continent africain est le continent où 95 % (3 123 cas au total) des cas mondiaux sont notifiés entre 2010 et 2015.

Pour le continent américain, trois pays ont notifié des cas humains de peste entre 2010 et 2015 : la Bolivie avec 3 cas ; le Pérou avec 66 cas et les États-Unis avec 39 cas.

Dans le continent asiatique (y compris la fédération de Russie), quatre pays ont notifié des cas humains de peste entre 2010 et 2015. La Chine : 10 cas ; La fédération de Russie, le Kirghizistan avec chacun un cas et la Mongolie : 5 cas trois pays ont notifié des cas humains de peste entre 2010 et 2015. Elle est par contre quasi inexistante sur le continent Européen, sauf dans quelques foyers des pays issus de l'ex Union soviétique comme la Géorgie, par exemple, ou des cas de peste sont quelques fois déclarés, ou dans d'autres pays, comme les pays baltes (Estonie, Lettonie, Lituanie). Dans les pays de l'Europe de l'Ouest, la peste a complètement disparu. Finalement, le seul continent qui n'est pas et qui n'a pas été touché par la peste est l'Océanie.

**Tableau 3.** Définition standard des cas de peste selon l’OMS

**Cas suspect**

- Tableau clinique compatible (symptômes)
- des caractéristiques épidémiologiques compatibles, par exemple une exposition à des animaux ou à des personnes infectées et/ou des signes de piqûres de puces et/ou une résidence ou un voyage dans un foyer d’endémie connu au cours des 10 jours précédents.

**Cas présumé ou probable**

Satisfait à la définition du cas suspect plus.

*Si l’individu habite dans un foyer de peste potentiellement nouveau ou réémergent*

Au moins 2 des 4 tests suivants doivent être positifs:

- i) examen microscopique ii) détection de l’antigène F1 dans un aspirat de bubon, un prélèvement de sang ou un crachat ; iii) une sérologie anti-F1 unique ; iv) détection de *Yersinia pestis* par PCR

*Foyer d’endémie connu*

Au moins 1 des tests suivants doit être positif:

- i) examen microscopique de prélèvement ; ii) une sérologie anti-F1 ; iii) détection de l’antigène F1 ; iv) détection de *Yersinia pestis* par PCR

**Cas confirmé**

Satisfait à la définition du cas suspect plus.

- i) Un isolement provenant d’un échantillon clinique a été identifié comme étant *Yersinia pestis* ; ii) une multiplication par 4 du titre d’anticorps anti-F1 dans des échantillons de sérum ; iii) un test de diagnostic rapide faisant appel à l’immunochromatographie pour détecter l’antigène F1 positif (dans les régions d’endémie lorsqu’aucun autre test de confirmation ne peut être pratiqué)

Source : WER, 2006

## Conclusion du chapitre

Les points communs des pandémies sont les conséquences qu'elles ont eues sur les régions concernées, d'une part, mais surtout leur circulation à des échelles transcontinentales, plus ou moins accélérées par la mobilité humaine et les échanges commerciaux entre les différents pays et nations.

Considérée comme un fléau dès l'Antiquité, la peste provoquait la peur, la crainte, mais aussi des mouvements de panique, chez les populations concernées, mais également chez les autorités de l'époque. Toutefois, les grandes découvertes sur la peste ont permis aux chercheurs et aux autorités de mieux s'armer contre la maladie, mais aussi de mieux la comprendre. Les connaissances sur la maladie d'antan et de nos jours, chez les populations, ne sont pas comparables. Ces connaissances peuvent également varier, de nos jours, d'une échelle à une autre, d'une région à une autre. Mais la peste, ce sera d'ailleurs démontré dans les prochains chapitres de cet ouvrage, est toujours synonyme de peur, et fait encore des ravages dans certaines régions de la planète.

Grâce aux avancées scientifiques liées à l'évolution technique et technologique, le mécanisme de la peste, les acteurs principaux de son cycle de transmission sont connus. Mais pourtant, aujourd'hui encore la peste est un problème de santé publique, à des degrés différents, pour certains pays de certaines régions du monde.

Madagascar, pays atteint par la peste durant la troisième pandémie, est l'un de ces pays où elle touche des centaines d'individus annuellement. La grande île figure également dans la liste des pays où la peste tue encore.

Des questions se posent alors, par rapport à la situation mondiale et celle de Madagascar sur la peste : pourquoi et comment la peste est-elle arrivée à Madagascar ? Comment a évolué les perceptions de la population vis-à-vis de la maladie ? Quelle est la situation actuelle mondiale par rapport à la peste ? Que sait-on actuellement sur la peste ?

Si le premier chapitre s'est penché sur les différents aspects de l'historique de la peste dans le monde, les deux prochains chapitres de cette thèse apportent l'état des connaissances actuelles sur la peste mais également un état des lieux historiques sur la peste à Madagascar

## **Chapitre 2**

### **La situation mondiale, aspects spatiaux et biologiques de la peste**

Faire une étude sur la peste équivaut à se pencher sur plusieurs acteurs qui interagissent entre eux, dans un système complexe. En effet la maintenance de celle-ci dans un milieu naturel et l'émergence des cas de peste chez les humains nécessitent la présence sine qua none de quatre acteurs biologiques dans un milieu donné en partant du bacille à l'homme. Chaque acteur biologique ayant des impératifs de survie ou de développement. Ce qui fait de la peste et de sa dynamique un domaine d'étude complexe nécessitant la mobilisation de plusieurs spécialités et disciplines.

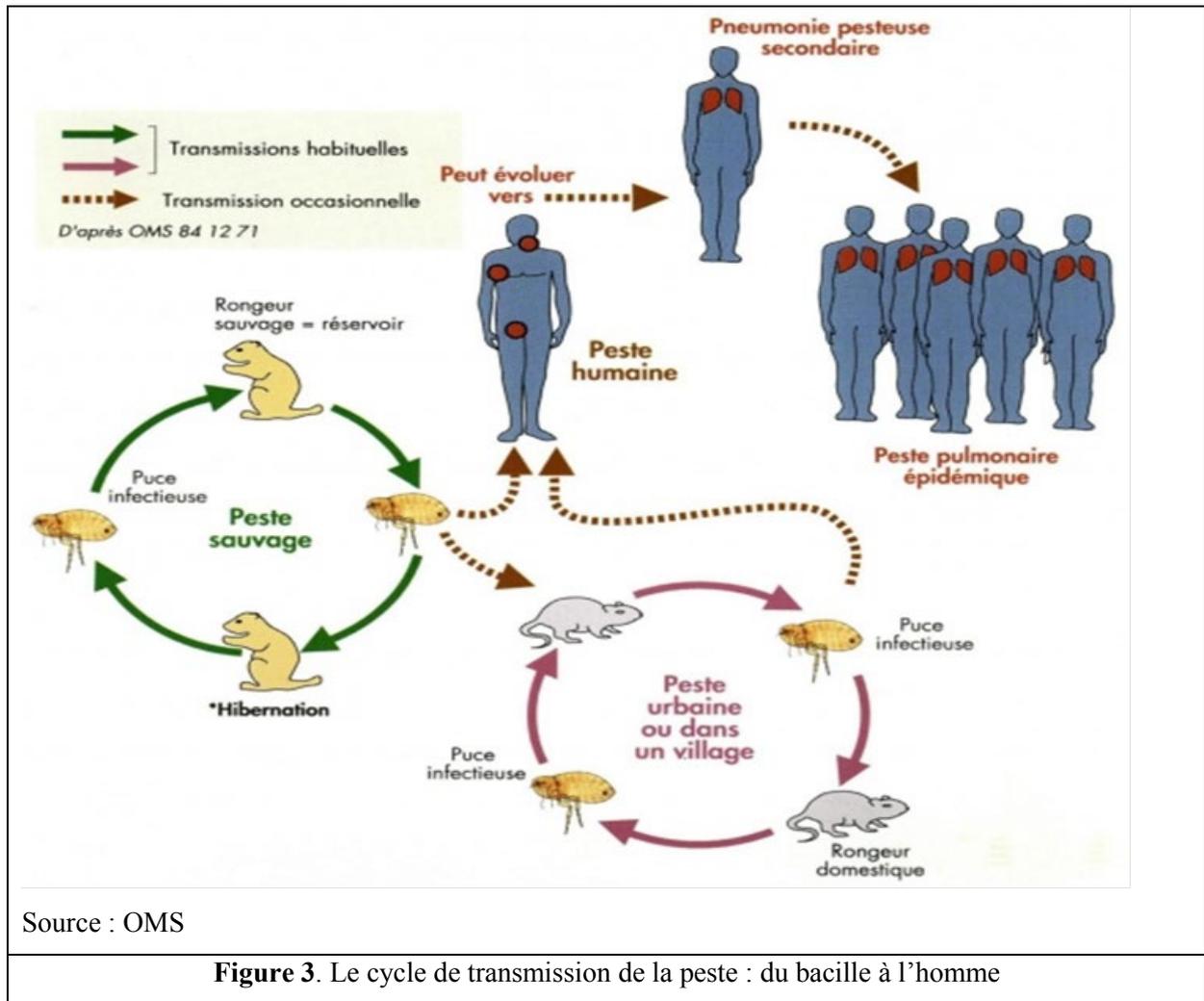
Que sait-on sur la peste, quels sont les éléments composant le système du cycle de la peste, de sa maintenance dans le milieu naturel et de son émergence dans les paysages humanisés ?

Ce deuxième chapitre apporte des éléments de réponse pour comprendre ce qu'est la peste à partir d'un état de connaissances sur la peste et de sa distribution spatiale dans le monde.

#### **2.1. Les acteurs et le mécanisme de transmission de la peste : un complexe pathogène à part entière**

Quatre acteurs biologiques sont impliqués dans le mécanisme du cycle de transmission de la peste :

- le bacille responsable de la maladie infectieuse, *Yersinia pestis*
- la puce vectrice de la maladie
- le rongeur, l'hôte principal
- l'homme, l'hôte accidentel



**Figure 3.** Le cycle de transmission de la peste : du bacille à l'homme

Le mécanisme de transmission de la peste (figure 3) se fait à deux niveaux :

- au niveau sauvage : *Yersinia pestis* circule au sein des populations de petits mammifères sauvages (des rongeurs notamment) par l'intermédiaire des puces infectieuses qui transmettent habituellement le bacille d'animal à animal. La puce quittant le corps d'un rongeur sauvage infecté peut alors transmettre *Yersinia pestis* à d'autres espèces de rongeurs domestiques ou commensaux vivants à proximité des espaces humanisés.
- au niveau des êtres humains : les puces (infectés par *Yersinia pestis*) des rongeurs domestiques et/ou commensaux vivant à proximité des espaces humanisés peuvent alors transmettre la peste aux êtres humains. Cette transmission est occasionnelle ou accidentelle.

L'être humain piqué par la puce infectée sera atteint de la peste bubonique, non traitée la peste bubonique peut évoluer vers la forme pulmonaire dont la transmission se fait d'une manière interhumaine.

### 2.1.1. Le bacille

Le bacille de la peste est une bactérie nommée *Yersinia pestis* ou encore bacille de Yersin du nom du pasteurien qui l'a découvert.

La découverte du Bacille de la peste durant la troisième pandémie de peste (la pandémie contemporaine ou actuelle débutée au XIX<sup>ème</sup> siècle originaire de Chine) a été faite par Alexandre Yersin (1863-1943). A. Yersin était un émissaire envoyé par l'Institut Pasteur de Paris pour étudier l'épidémie de peste qui sévissait en Extrême-Orient. C'est dans le port du comptoir britannique en Chine de Hong-Kong, en 1894, durant une épidémie meurtrière de peste bubonique qu'il a découvert le bacille responsable de la peste, *Yersinia pestis*. Tout d'abord nommé *Pasteurilla pestis* le bacille prendra le nom de *Yersinia Pestis* en 1974.

Quelques années après, le rôle du rongeur dans le cycle de transmission de la peste a été découvert par le même Alexandre Yersin sous l'égide d'Emile Roux, directeur de l'Institut Pasteur à Paris, à l'époque.

*Yersinia pestis* est un bacille du genre *Yersinia* qui compte 11 espèces. Trois espèces peuvent infecter l'homme : *Yersinia pestis*, *Yersinia Pseudotuberculosis* et *Yersinia enterocolitica* (Chanteau 2006).

### 2.1.2. Le vecteur

L'être vivant responsable de la transmission de la peste d'un être vivant à un autre est ce qu'on appelle le vecteur. La peste étant une zoonose, donc une maladie essentiellement animale, la transmission de la peste d'un animal à un autre nécessite un vecteur. En général, les vecteurs sont des insectes mais ils peuvent aussi être constitués d'arthropodes hématophages (tiques...).<sup>8</sup>

Il y a deux types de vecteurs dans le cycle de transmission d'une maladie :

- le vecteur mécanique (l'agent pathogène ne subit aucune transformation dans le vecteur, exemple : les mouches transportant les kystes d'amibes)
- le vecteur biologique (l'agent pathogène suit un cycle dans le vecteur, exemple : anophèle, glossine ou mouche tsé-tsé...)

Pour le cas de la peste le vecteur biologique est la puce.

#### 2.1.2.1. Découverte du rôle de la puce dans le mécanisme de transmission de la peste

---

<sup>8</sup>In G. Duvallet (2006) « Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques » Hydroécol. Appl., Tome 25, pp. 87-96

Le rôle de la puce dans le cycle de transmission de la peste a été découvert par Paul Louis Simond (1858-1947), également un pasteurien, durant une épidémie de peste en Asie, en 1898 à Karachi (Pakistan) après une épidémie de peste débutée en Inde en 1897.

#### 2.1.2.2. Caractéristiques de la puce

La puce est un invertébré, arthropode, insecte hématophage c'est à dire, qui se nourrit de sang. Un exemple d'insecte hématophage vecteur du paludisme est le moustique nommé anophèle (la femelle essentiellement). La puce est un insecte qui fait partie de l'ordre des arthropodes.

C'est le vecteur de la peste, c'est-à-dire un insecte ou une espèce d'arthropode qui peut être infecté par un pathogène et le transmettre à un animal ou à un être humain, par exemple.

La puce peut se nourrir du sang de vertébrés, mais aussi lui transmettre une maladie.

L'hématophagie est importante dans la transmission de l'agent pathogène, ici, *Yersinia pestis*, qui se transmet de la puce vers l'hôte (l'être humain ou le rongeur) par voie orale. Chez la puce, l'hématophagie est facultative du moins aux stades adultes de cet arthropode de la famille des *Siphonaptera*. La puce ingère les pathogènes par mécanisme de solénophagie, c'est-à-dire que la puce va cautériser les vaisseaux sanguins et infecter l'hôte ensuite.

Dans le monde, sur près de 2500 espèces et sous-espèces de puces, 31 espèces peuvent transmettre la peste. (Chanteau 2006)

C'est la puce dite *Xenopsyllia cheopis* qui est responsable des situations d'endémies de peste dans presque toutes les régions du monde.

*Pulex irritans* la puce commune, la puce qu'on peut trouver dans les habitations humaines pourrait aussi jouer un rôle potentiel dans la transmission de la peste. Mais cela reste à prouver.

#### 2.1.3. L'hôte

L'identification du rôle du rongeur, notamment, du rat comme étant un réservoir de la peste a déjà été émise durant les pandémies historiques.

Le cycle de transmission de la peste nécessite l'existence d'êtres vivants qui vont être infectés par la maladie et en mourir. La puce infectée va transmettre le bacille de la peste à des mammifères qui vont donc être infectés et y succomber, ce sont les hôtes de la maladie. Dans le cas de la peste, ce sont principalement les rongeurs qui vont jouer le rôle d'hôtes de la peste, bien que certains mammifères soient également sensibles, à différents degrés, au bacille (Gage 1999 ; Chanteau 2006 ; Abbott and Rocke 2012).

Le maintien de la peste au sein des rongeurs et donc des zones endémiques dépend de certaines conditions. L'une de ces conditions est la présence de rongeurs sensibles à *Yersinia pestis*, pouvant transmettre la peste. Ensuite, la présence d'espèces résistantes à la maladie qui permettent le maintien de la peste au sein des populations. Selon l'« Atlas de la peste » de S. Chanteau *et al.*, le maintien de la peste dans une zone nécessite l'existence de rongeurs, en général sauvages, qui sont résistants au bacille, c'est-à-dire qui n'en meurent pas, mais peuvent le transmettre. Certains d'entre ces rongeurs vont alors transmettre la maladie, occasionnant des enzooties murines, c'est-à-dire des épidémies de maladie au sein d'une espèce. Il s'agit dans ce cas d'espèces enzootiques. Ses enzooties peuvent alors occasionner des épizooties, soit des épidémies pouvant toucher des espèces différentes de mammifères. Pour la peste ce sont les espèces murines proches de l'homme, sensibles au bacille qui vont être infecté et y succomber. Ce sont des espèces dites épizootique.

Lorsque ces espèces de rongeurs sensibles au bacille vont contracter la peste ils vont en mourir. C'est lors de cette mortalité murine que les puces vont alors quitter le corps des rongeurs pour se gorger de sang sur d'autres mammifères, dont l'homme, et transmettre le bacille. La mortalité murine élevée occasionnée par les épizooties précède souvent, après quelques jours, l'apparition de cas humains de peste.

Près de 200 espèces de rongeurs sont sensibles à *Yersinia pestis*, dont des espèces comme les écureuils ou les marmottes. D'autres animaux comme les chats sont aussi sensibles au bacille.

#### 2.1.4. L'homme

Bien que la peste soit une zoonose qui affecte essentiellement les rongeurs, et qui se transmet d'animal à animal, l'homme peut être infecté accidentellement par *Yersinia pestis*, après piqure de la puce ayant quitté le cadavre du rongeur sensible à la peste. Chez l'homme, trois formes de peste peuvent faire leur apparition après piqure d'une puce infectée. Ces trois formes de peste humaine sont :

- i) La forme bubonique
- ii) La forme pulmonaire
- iii) La forme septicémique

## 2.2. Les formes de peste humaine

La peste bubonique et la forme pulmonaire sont les deux formes les plus courantes lorsqu'il s'agit de formes humaines de la peste, toutefois d'autres formes de peste humaines existent. Quelles sont les caractéristiques de ces formes humaines de la peste

#### 2.2.1. La peste bubonique

Elle se manifeste après deux à six jours d'incubation à partir de la piqûre de la puce infectée, chez l'être humain. Des bubons peuvent faire leur apparition au niveau de la zone du corps piquée par la puce. Un bubon est un gonflement des ganglions lymphatiques au niveau de la ou des parties du corps ayant été piquées par la puce infectée. Ces bubons sont souvent accompagnés de signes symptomatiques : une fièvre, des céphalées, des étourdissements ainsi que des nausées. Si la peste bubonique n'est pas traitée, elle est mortelle pour 40 à 70 % des cas infectés. Si non traitée, elle peut également évoluer pour se manifester sous la forme pulmonaire (notamment secondaire).

#### 2.2.2. La peste pulmonaire

La peste pulmonaire, appelée aussi peste pneumonique, contrairement à la peste bubonique, se transmet directement d'un être humain à un autre. La transmission se fait par voie aérienne, plus précisément par l'intermédiaire de gouttelettes de salives et/ ou de postillons émis par une personne infectée. Sans traitement adéquat et prise en charge rapide, l'issue de la peste humaine pulmonaire est toujours fatale, donc à 100 % pour l'individu infecté après deux à trois jours. On distingue deux types de peste pulmonaire chez l'homme, selon l'évolution de la peste bubonique ou le mode de transmission interhumaine de la peste pulmonaire, elle-même. Elle est dite primaire si le sujet a directement inhalé ou respiré les bactéries, et secondaire si l'individu a d'abord contracté la forme bubonique de la maladie. C'est une forme d'évolution de la peste bubonique qui s'est compliquée. Sa différence avec la tuberculose, par exemple, c'est que la personne est infectée de suite après une période d'incubation, et peut mourir de la maladie. La peste pulmonaire est la forme la plus meurtrière et la plus virulente de la peste chez l'homme.

### 2.2.3. La peste septicémique

C'est une forme de peste assez rare chez l'être humain, elle est surtout conséquente d'une bactériémie. La peste septicémique peut évoluer en peste pulmonaire, en cas de complications.

Sans symptômes comme l'apparition de bubons ou signes cliniques de peste pulmonaire, cette forme de peste peut être mortelle pour l'homme après 24 heures.

Un symptôme commun à ces trois formes de peste humaine est une fièvre.

Il existe aussi d'autres formes de peste humaine, mais les cas de peste méningée par exemple sont rares.

## **2.3. Éléments probables et prouvés dans le maintien de la zoonose et dans la réémergence de la maladie à l'échelle mondiale**

La peste est, selon Zieppelini *et al.*, une « ... entité écologique (...) un système complexe d'interactions entre pathogène, hôte et variations spatiotemporelles des écosystèmes » (Zeppelini, Paiva de Almeida *et al.* 2016). Ce qui fait de la peste une maladie qui nécessite la présence de certaines conditions naturelles et écologiques dans la mise en œuvre de son cycle de transmission compte tenu des acteurs principaux dans le cadre de ce cycle. Le maintien et l'émergence de la peste dans une région donnée nécessitent alors des conditions favorables au développement des acteurs inclus dans le cycle de la peste. Effectivement, les facteurs favorables à la propagation de la peste et à l'apparition des cas humains dans le monde sont essentiellement les milieux propices à la multiplication des puces et des rongeurs.

### 2.3.1. Les facteurs concourant à l'apparition des cas humains de peste

Selon certaines sources bibliographiques (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000), plusieurs facteurs combinés peuvent influencer l'apparition des cas humains de peste, notamment bubonique. Les facteurs favorisant la propagation de la peste pulmonaire étant surtout des facteurs liés aux comportements humains et à leur mode de vie. La peste pulmonaire primaire étant transmise d'une manière interhumaine.

L'on peut différencier les facteurs favorisant les épizooties chez les populations murines et les facteurs accélérant l'apparition des cas humains de peste.

La plupart des sources s'accordent sur le fait que les facteurs liés à l'environnement donc au biotope et à l'habitat des acteurs principaux du cycle de la peste (hôte-vecteur), c'est-à-dire

le développement du rongeur ou de la puce, sont prépondérants et ont influencé l'émergence des pandémies ainsi que celle des poussées épidémiques dans le monde. Toutefois, ces facteurs peuvent varier d'une région mondiale à une autre.

Ces facteurs qui sont associés à l'apparition des cas humains de peste sont :

- l'environnement de la puce et du rat (biotope, habitat...)
- les changements, anomalies climatiques (avec les composantes du climat : température, précipitations...)
- l'altitude
- les activités humaines et leurs conséquences (mode de vie, feux de brousse, exploitation minière et forestière, échanges commerciaux, mobilité humaine ...)

dans le cadre de cette étude, le comportement humain et ses perceptions ont été ajoutés à cette liste des facteurs qui pourraient concourir à l'apparition des cas humains de peste

Le développement des hôtes et des rongeurs dépend de situations climatiques particulières :

- les facteurs climatiques, principaux critères favorisant le développement des puces
- les conditions climatiques « idéales » pour les dynamiques démographiques de la population murine. Certaines conditions doivent être remplies pour permettre un accroissement de la population. En effet selon des études écologiques, l'apparition de cas de peste chez les rongeurs sauvages, mais aussi l'apparition des cas humains de peste dépendent du dépassement d'un certain seuil dans le nombre de la population de rongeur sauvage ainsi que des populations de puces au cours d'un laps de temps défini. Ce seuil « démographique » dépassé chez les vecteurs et les hôtes, la dynamique d'extension géographique de la peste s'accélère et le risque de contact entre rongeurs sauvages et rongeurs domestiques et donc d'apparition de cas humains de peste se trouve augmenté.

Si dans une société humaine moderne ces conditions dépendent essentiellement de contextes sociaux, économiques et politiques (le baby-boom en Europe et aux États-Unis), chez les populations animales, elles sont surtout d'ordre « environnementales » et biologique.

La plupart du temps, comme pour la société humaine, l'évolution des populations animales suit certaines règles. Si dans une société humaine des images des schémas de transitions dites démographiques se sont opérées, dépendantes de contextes historiques (révolution industrielle, accords de libre échanges économiques, guerres...).

Les rongeurs sont des mammifères avec une surprenante capacité d'adaptation dans un milieu donné. Cela s'explique, en partie par leur régime alimentaire. En effet, ce sont des

omnivores. Des mammifères se nourrissant de presque tout, un autre exemple de mammifère omnivore étant le porc.

Quels sont alors les éléments naturels favorables à la dynamique de la peste et à l'apparition des cas humains?

#### 2.3.1.1. Les éléments naturels et physiques

##### 2.3.1.1.i. Les conditions climatiques, la végétation et les actions anthropiques sur l'environnement

Les régions tropicales et subtropicales accumulent les conditions naturelles qui peuvent remplir les impératifs biologiques des rongeurs et des puces notamment. Le climat est un de ces impératifs. Par climat, l'on sous-entend aussi ses composantes : la température, les précipitations et la pluviométrie, l'humidité et l'ensoleillement. Le climat influence l'apparition des épizooties de peste au sein des populations murines, mais influe également sur la circulation de la peste et accroître ainsi le risque d'apparition des cas humains (Cavanaugh *and* Marshall 1972 ; Jones, Patel *et al.* 2008). Le changement climatique au cours des saisons, par exemple, impacte directement sur la vie des rongeurs. L'accroissement numérique de jeunes rongeurs plus vulnérables durant certaines saisons dans les régions tempérées favorise le surpeuplement des terriers par des rats juvéniles. Ce qui permet à l'agent pathogène d'affecter plus d'individus.

Les variations saisonnières du climat favorisent également le pullulement des puces en influençant leur compétence vectorielle (espèce de puces capables d'infecter un hôte habituel, mais aussi d'autres espèces ou d'autres mammifères) ce qui contribue à la propagation de la peste en contexte d'épizootie. Les hautes saisons de transmission de la peste correspondent également à l'abondance des puces adultes capables de transmettre l'agent pathogène.

Les anomalies climatiques peuvent également être des signaux d'alarme augurant l'apparition des cas chez les êtres humains. Ce phénomène est expliqué par les variations de température et de pluies. Bien qu'à un certain seuil de chaleur, les épidémies de peste soient stoppées, la chaleur et la sécheresse font baisser les chances de survie des puces, sauf pour certains cas, comme au Vietnam où le risque pesteux est accru lors de la saison chaude et sèche durant laquelle les densités de population de puces et de rongeurs augmentent (Pham, Dang *et al.* 2009).

Les précipitations peuvent soit être positivement associées à l'apparition des cas de peste soit ne pas y être liées. Ce qui suggère que les facteurs influençant l'apparition des cas de peste peuvent varier dans l'espace et dans le temps. Les épizooties provoquent alors

l'augmentation et la concentration des puces infectées ce qui fait diminuer le nombre des hôtes survivants. Cette situation favorise l'expansion des foyers de la peste, car les survivants peuvent envahir de nouvelles zones en causant des épizooties et des épidémies humaines.

Les types de végétation dans une zone dépendent et sont directement déterminés par les conditions climatiques notamment la température ou les précipitations. L'habitat des rongeurs sauvages comme domestiques nécessite donc des conditions favorables à leur survie, dont les conditions liées au climat et donc de la végétation. La disponibilité de la nourriture pour les rongeurs pourrait également nécessiter la présence de précipitations abondantes influençant le pullulement de la végétation (Parmenter, Pratap Yadav *et al.* 1999). La végétation et le climat étant deux éléments quasi indissociables. Et ces deux éléments déterminent la vie et la survie des différents êtres vivants ainsi que leur distribution dans le monde. En effet, des études ont montré que l'apparition des cas humains de peste et donc l'exposition de l'être humain au risque pesteux sont associées à des facteurs écologiques en Asie ou en Amérique du Nord (Pham, Dang *et al.* 2009 ; MacMillan, Enscoe *et al.* 2011), bien que d'autres facteurs aient été également identifiés.

Selon Gage, il peut y avoir plusieurs facteurs qui pourraient favoriser l'apparition des cas humains de peste. Ces facteurs contribuent à favoriser le contact entre les êtres humains et le complexe pathogène formé par les acteurs principaux de la peste :

- le faible statut économique de la population
- certaines habitudes ou comportements humains
- la mobilité humaine (déplacements, migrations, voyages...)
- les pratiques agricoles ou l'occupation du sol

Quant aux rongeurs domestiques, c'est-à-dire ceux vivant en contact avec les êtres humains, leur survie dépend de la présence de sources de nourritures dont les champs et les plantations issues des activités agricoles anthropiques. En effet, les espaces humanisés sont pour ces rongeurs une source de nourriture.

L'action humaine sur l'environnement affecte le mode de vie des rongeurs, mais aussi des puces. Notamment les actions anthropiques sur la couverture végétale et, par exemple, les bouleversements sur la faune et la flore comme la détérioration de la couverture végétale, A cette détérioration s'ajoute l'influence des changements climatiques impactant directement sur l'apparition des cas humains de peste. En effet, les éléments cités plus haut peuvent entraîner le contact direct entre les réservoirs et les populations humaines (Stenseth, Samia *et al.* 2006 ; Xu, Stige *et al.* 2014 ; Zeppelini, Paiva de Almeida *et al.* 2016), notamment en Asie centrale,

berceau de la pandémie de la peste noire (Stenseth, Samia *et al.* 2006). Ce qui suggère une interaction entre les changements environnementaux et l'apparition de maladies, sous formes épidémiques, dont la peste, chez l'homme (Zeppelini, Paiva de Almeida *et al.* 2016).

Les facteurs écologiques sont décrits et analysés comme étant des conditions favorables à l'apparition des cas humains de peste. Des éléments comme l'index pulicidien (nombre de puces capturées sur un rongeur), la densité de la population des rongeurs ainsi que des éléments climatiques comme la température, la durée d'ensoleillement, les précipitations, l'humidité moyenne mensuelle ont été croisés dans une étude au Vietnam (Pham, Dang *et al.* 2009) pour déterminer des indicateurs de risque dans l'apparition des cas humains de peste. Il y a été démontré que l'apparition de cas humains de peste dans cette région résulte de causes multiples, à part les conditions climatiques. Le fait d'habiter à proximité d'un foyer actif de la peste fait augmenter le risque d'apparition des cas humains. Et l'apparition des cas humains de peste peut varier temporellement. D'où la notion de saisons pesteuses, pouvant différer d'une zone géographique à une autre. Cette variation temporelle d'apparition de cas humains de peste peut être attribuée à l'irrégularité d'apparition d'épizooties chez les populations murines. Les épizooties pouvant causer jusqu'à 99% de mortalité murine, l'agent pathogène infecte alors de nouveaux hôtes qui remplacent les anciennes populations qui ont été atteintes par les épizooties, ce qui va entraîner l'apparition des cas humains de peste, voire leur augmentation (Gage 1999 ; Gage 2012). La densité des populations murines, mais également celle des populations de vecteurs influence la transmission de la peste.

Le climat affecte en premier lieu la dynamique des populations murines. Le climat étant lié aux épizooties et à l'apparition des cas humains de peste. Les puces, habituellement non vectrices, peuvent également remplacer les puces vectrices dans la transmission de la, peste en période d'épizooties.

#### 2.3.1.1.ii. L'altitude

Répartis sur principalement trois continents - c'est-à-dire l'Afrique, l'Asie et l'Amérique- les foyers de peste sévissent dans les régions avec des altitudes comprises entre 700 et 1500 mètres d'altitude. Cependant, certaines études établissent la présence de foyers de peste à partir de 500 mètres d'altitude (Zeppelini, Paiva de Almeida *et al.* 2016). Si en Afrique par exemple, dans une région d'endémicité de la peste dans la région de l'ouest du Nil en Ouganda, la peste est endémique à partir de 1300 mètres d'altitude (Winters A.M, Erin Staples *et al.* 2009). A Madagascar ce seuil d'endémicité a été établi très tôt par les chercheurs sur la peste à partir de 800 mètres d'altitude (Brygoo 1966 ; Chanteau 2006).

### 2.3.2. Les conditions socio-économiques, les conjonctures sociopolitiques

Plusieurs études montrent une relation entre les situations socio-économiques des pays où la peste est endémique et l'apparition de cas chez les êtres humains. Cela est même généralisé pour la plupart des maladies infectieuses émergentes. Jones et son équipe imputent largement l'apparition des maladies infectieuses chez l'homme, outre les facteurs écologiques et environnementaux, à des bouleversements anthropogéniques et démographiques (Jones, Patel *et al.* 2008). Basée sur des données sur l'émergence des maladies infectieuses dans le monde de 1940 à 2004 et à une analyse spatio-temporelle de celles-ci, une corrélation entre les facteurs socio-économiques et l'émergence de maladies infectieuses a été mise en exergue. Selon cette étude, le risque d'apparition de maladies infectieuses émergentes est accru dans les régions situées aux basses latitudes, notamment les zoonoses sauvages et les maladies vectorielles.

Les conditions sociales et économiques des populations humaines : la pauvreté et les conditions d'hygiène d'une société humanisée, sont responsables des épidémies de peste en Amérique du Nord selon MacMillan, car ils favorisent la cohabitation entre l'homme et le rongeur ce qui augmente le risque potentiel de transmission (MacMillan, Enscore *et al.* 2011). Le fait de stocker la nourriture dans des silos ou autres greniers ou le fait d'élever des animaux domestiques sont, selon cette étude, des facteurs de risque d'apparition de cas humain de peste dans cette région.

La mondialisation des échanges intensifiant la mobilité humaine, mais aussi les besoins d'espaces croissants des sociétés humaines favorisent l'émergence de cas humains de peste selon certaines études. Cela équivaut à dire que le comportement humain joue un rôle essentiel, voire peut-être primordial, dans la dynamique de la peste.

Dans un registre géographique, des auteurs comme Taglioni *et al.* (Taglioni *and* Dehecq 2009) énoncent, dans le contexte géographique de l'océan Indien, le contexte socio-spatial comme lié à l'apparition ou l'émergence des maladies infectieuses, non sans évoquer les différences entre les différents contextes conjoncturels, sociaux et économiques des îles de l'océan Indien. En effet les contextes socio-spatiaux, notamment les conditions du développement humain ont été pointées comme étant des facteurs d'émergence régionale dans le sud-ouest de l'océan Indien en prenant l'exemple de la dynamique du Chikungunya dans cette région. Taglioni *et al.* a également mis en relief les interactions entre les différentes variables notamment environnementales et comportementales dans l'émergence des maladies infectieuses dans cette région. Tout en montrant la multitude de variables à prendre en compte face à des situations épidémiologiques et des expressions des maladies infectieuses

émergentes selon les contextes politiques, économiques et socio-spatiaux des pays (Taglioni 2019).

Si P. Handschumacher, lui, cite la conjoncture instable sociopolitique de l'île de Madagascar comme un des éléments parmi tant d'autres, lié à l'émergence et la réémergence de la peste sur la grande île, ce fait sera plus largement discuté dans le troisième chapitre de cette étude (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000). En effet, les crises politiques peuvent être des sources de blocages dans la lutte contre les maladies infectieuses. Selon Handschumacher, en prenant l'exemple du cas de Mahajanga et la difficulté des autorités locales face à l'apparition de cas de peste, la crise politique de 1990-1991 suivie d'une épidémie de peste en 1991-1992 montre le lien entre conjoncture socio-politique ou événements politiques et bouffées épidémiques. Les crises politiques majeures à Madagascar coïncident avec des épidémies. Les conséquences économiques des crises politiques s'expriment par un appauvrissement de la population, mais également une désorganisation des services publics et de fil en aiguille des services sanitaires. Les crises politiques à Madagascar, en général, se traduisent pas la diminution de la surveillance murine, mais également la discontinuité de la lutte contre la peste et peut aller même vers la fermeture des infrastructures sanitaires. Les bouleversements des paysages humanisés seraient alors favorables à l'apparition et/ou l'émergence des maladies infectieuses zoonotiques, comme la peste.

#### **2.4. Les réponses des différents systèmes sanitaires dans la lutte contre la peste**

Afin d'endiguer la peste qui est dans quelques pays un problème de santé publique, des politiques, programmes et moyens de lutte ont été mis en place selon le cadre, qu'il soit national, soit propre à un pays, ou international soit régi par l'OMS. Ces réponses et actions sont toujours coordonnées par l'OMS, dans le cadre de la lutte contre la peste.

Quelles sont ces réponses sanitaires ?

#### 2.4.1. Dans un cadre international

##### 2.4.1.1. La peste maladie à déclaration obligatoire selon le Règlement sanitaire international ou RSI

La peste est une des maladies à vecteurs au même titre que la fièvre jaune ou la fièvre à virus du Nil soumis à une réglementation stricte dans le cadre du Règlement sanitaire international ou RSI (OMS, RSI, 2009). C'est donc une des maladies quaternaires à déclaration obligatoire.

Le RSI est une réglementation à cadre juridique établi pour protéger des pays et états membres de l'OMS, d'une éventuelle propagation de maladies d'envergure internationale. Actuellement 194 pays et états sont soumis à la RSI établie depuis 2005 par l'OMS. Cette réglementation a pour objectif de stopper la propagation potentielle de la peste d'un pays à un autre. La peste pouvant être un problème de santé publique international.

Le RSI est également un cadre juridique international mis en place par les différents états membres de l'OMS pour réguler, mais également contenir la propagation des maladies transmissibles à l'échelle internationale.

Son principal objectif est selon l'article 2 du RSI de 2005 :

*« Prévenir la propagation internationale des maladies, s'en protéger, la maîtriser et y réagir par une action de santé publique proportionnée et limitée aux risques qu'elle présente pour la santé publique en évitant de créer des entraves inutiles au trafic et au commerce internationaux »*

Certaines règles sont prônées par la RSI dont :

La mise en place d'un système d'alerte mondial, mais également à l'échelle des états.

La surveillance, la notification et le renforcement des capacités nationales en matière de santé publique et de gestion d'épidémies

Des actions pour aider les États membres à s'armer contre les maladies transmissibles potentiellement épidémiques.

##### 2.4.1.2. Historique du RSI

Ce sont les épidémies européennes de choléra durant le XIX<sup>ème</sup> siècle qui ont fait naître la volonté de mettre en place une sorte de coopération internationale pour faire face à la propagation des maladies infectieuses transmissibles, à l'époque. Cette idée a été lancée durant la conférence sanitaire internationale de Paris, en France, en 1851.

Après la création de l’OMS (succédant à la naissance de l’ONU) en 1948, c’est en 1951 que les pays membres de cette organisation ont adopté le RSI.

De 1969 à 2005, le RSI a été révisé à maintes reprises :

En 1969, six principales maladies infectieuses graves étaient concernées par le RSI : le choléra, la peste ; la fièvre jaune, la variole, la fièvre récurrente et le typhus. Le choléra, la peste et la fièvre jaune étaient les maladies à déclaration obligatoire auprès de l’OMS. Ce qui veut dire que les États membres doivent systématiquement notifier à l’OMS l’apparition de cas de ces maladies.

Dans les années 1990, une révision a été également adoptée durant la 48ème assemblée Mondiale de la santé (1995) suite à la réémergence d’épidémies de maladies contagieuses (choléra, peste...) et l’apparition des cas de fièvre hémorragique Ebola

C’est durant la révision de 2005 que le RSI a mis en place l’Urgence de santé publique de portée internationale (USPPI). L’OMS pouvant statuer sur l’urgence par rapport à la survenue d’une épidémie dans un État.

#### 2.4.2. Dans un cadre national, à l’échelle des pays concernés : la lutte contre la peste à l’échelle des états et les recommandations de l’OMS

##### 2.4.2.1. Surveillance continue des réservoirs et des vecteurs de la peste en zone d’endémicité pesteuse

Vu les acteurs constituant le cycle de transmission de la peste les mesures prises pour la prévention et le contrôle de la peste nécessitent une lutte une surveillance des rongeurs, mais également des vecteurs de la peste. Les cas humains de peste apparaissant dans les zones où les vecteurs et réservoirs sont endémiques. La peste étant avant tout une maladie animale transmise par les vecteurs, les axes prioritaires dans la lutte contre la peste concernent la lutte contre les vecteurs et les hôtes-réservoirs de la maladie (Pollitzer 1954).

##### 2.4.2.2. La lutte contre les puces vectrices

Le premier objectif contre la peste consiste donc à lutter contre les puces vectrices de la maladie. Interrompre la transmission de la maladie par les puces est une des mesures prioritaires dans la lutte contre la peste. Cette interruption consiste à un épandage, poudrage ou désinfection des terriers et trous susceptibles d’abriter des rongeurs et leurs puces. Les insecticides ou les composés utilisés pouvant faire face à une résistance de la part des puces, des tests de résistance sont amenés à être effectués sur des populations de puces, sur le terrain. Le DDT fut, à une certaine période, très utilisée pour la désinfection. Des études ont prouvé que les puces ont développé une résistance à ce composé. Le DDT ayant également des

conséquences néfastes sur l'environnement, il a été progressivement abandonné et remplacé par d'autres types de composés. Pourtant, l'utilisation de composants chimiques dans la lutte contre la peste rencontre une certaine difficulté lorsqu'il s'agit de lutter contre les puces des rats sauvages. Les rats sauvages et leurs terriers étant difficilement détectés.

#### 2.4.2.3. Lutte contre les hôtes-réservoirs : un objectif complexe

Le deuxième objectif dans la lutte contre la peste est la lutte contre les hôtes-réservoirs. Dès que l'indice pulicidien baisse, la lutte contre les hôtes-réservoirs doit être menée. Mais cette lutte ne consiste pas qu'à l'élimination des rongeurs, qui est une chose ardue et difficile comme mentionnée plus haut. Le risque étant que si la population de rongeurs diminue, les puces vont aller chercher d'autres hôtes ce qui implique l'apparition potentielle de cas humains. Il y a également le risque dû à la compétition naturelle entre les différentes espèces de rats. En effet, si le nombre de rats vivant dans les villages diminue, par exemple, les rats des zones environnantes et/ou des champs risquent de prendre leur place dans les villages (Pollitzer 1954).

Quoiqu'il en soit les composés rodenticide, la mise en place de pièges à appât, la fumigation des terriers ou l'utilisation d'anticoagulant, sont des procédés qui peuvent être utilisés pour tuer les hôtes-réservoirs

#### 2.4.2.4. Les mesures prises par les structures et services de santé en cas de notification des cas de peste

Dans le cas de la déclaration d'un cas humain de peste dans une région d'un pays donné, quatre phases sont directement mises en place, selon les recommandations de l'OMS (dans le cadre du RSI). La peste étant une maladie grave, mais traitable dont on peut guérir facilement si la prise en charge est rapide.

Phase 1: le diagnostic et intervention médicale

Phase 2: les investigations épidémiologiques et épizootiologique et mesures d'urgence

Phase 3: surveillance et lutte

Phase 4: gestion

## Conclusion du chapitre

La peste étant une zoonose elle touche essentiellement les populations animales, l'homme n'est qu'un hôte accidentel de la maladie. Les trois acteurs principaux du cycle de transmission de la maladie sont répartis dans le monde et des foyers naturels sont présents sur le continent africain, américain, européen et asiatique. Les conditions favorables aux acteurs principaux de la peste étant liées essentiellement aux facteurs environnementaux et climatiques.

La peste bubonique et pulmonaire restent les formes cliniques de peste les plus communes chez les êtres humains. L'apparition des cas humains de peste, outre les facteurs environnementaux et climatiques, est conséquente des contextes socio-économiques propres aux régions et zones du globe. C'est le cas des pays africains où la peste est endémique et où cette maladie est un problème de santé publique. Des mesures de lutte ont été préconisées et mises en place à différentes échelles : locales, régionales, nationales et internationales. La lutte contre la peste revêt plusieurs aspects du fait des acteurs concernés dans le cycle de transmission : lutte contre le vecteur, contre le réservoir et sensibilisation ou mesure de prévention auprès des populations.

Ces différents aspects de la lutte contre la peste expriment la complexité de la maladie. Face à cette complexité et à cette persistance de la peste à l'échelle mondiale, la nécessité de la mise en place de nouvelles approches dans la lutte contre la maladie est inexorable. Le RSI étant un noyau de cette lutte à l'échelle internationale. Cadre juridique matérialisant la volonté de stopper l'éventualité d'une propagation de maladies, dont la peste, dans le monde, le RSI, bien que nécessaire, ne répond pas aux problématiques posées aux échelles régionales et nationales des pays concernés par la peste humaine. Les contextes et les besoins des pays et régions étant variés.

## **Chapitre 3**

### **Particularités de l'endémicité de la peste à Madagascar : entre complexité épidémiologique et contrastes spatiaux**

La peste étant un problème de santé publique sur la grande île, un chapitre à part entière consacré au contexte malgache est nécessaire. Le contexte historique pour montrer l'évolution spatio-temporelle de la maladie, de son arrivée à nos jours, à Madagascar, en passant par les épidémies récentes, amène à une réflexion sur le caractère historique et donc social de la maladie.

Une question soulevée aussi dans ce troisième chapitre est : « quels éléments biologiques, environnementaux, géographiques et sociaux, favorisent l'endémicité de la peste à Madagascar ? ». Ces éléments y sont évoqués grâce à un survol bibliographique sur l'état des connaissances sur la peste à Madagascar. Mais ici les termes doivent être utilisés avec précautions : faut-il parler de maintien, de persistance, d'émergence ou de réémergence de la peste à Madagascar ?

#### **3.1. Une maladie introduite, liée à l'histoire contemporaine de la grande île**

Certaines parties du globe qui n'ont pas connu les deux premières pandémies ont été touchées par la troisième pandémie de peste. C'est le cas de l'île de Madagascar. C'est le port de Toamasina, port colonial français, dans le versant est de l'île, commercialement stratégique, qui en a fait les frais, en 1898. Et en suivant la construction de la ligne de chemin de fer, reliant Antananarivo, la capitale de l'île, dans les HTC de l'île, et le port de Toamasina, la Tananarive côte est (TCE), la peste a gagné du terrain et s'est enfoncée progressivement à l'intérieur de l'île.

##### **3.1.1. La peste à Madagascar : Une maladie liée à l'histoire**

Selon les archives, la peste aurait été introduite à Madagascar par un navire transportant du riz, en provenance des Indes (Brygoo 1966). Dans le contexte de la troisième pandémie mondiale de la peste au XIX<sup>ème</sup> siècle, provenant d'Asie occidentale (Chine).

Le premier cas de peste déclaré à Madagascar est apparu dans le port de Tamatave, actuel Toamasina, en 1898, dans le contexte de la colonisation française (1896 à 1960).

Le 22 novembre 1898, des morts suspects de peste ont été déclarés dans ce port, selon le rapport du général Gallieni, gouverneur général de Madagascar à l'époque.

A partir de cette année 1898, à part Tamatave en 1899 et 1900, des épidémies de peste ont été également notifiées dans diverses villes portuaires de la grande île, 1899 à Diego Suarez (Antsiranana), Majunga (Mahajanga) en 1902 et 1907 (Blanchy 1995).

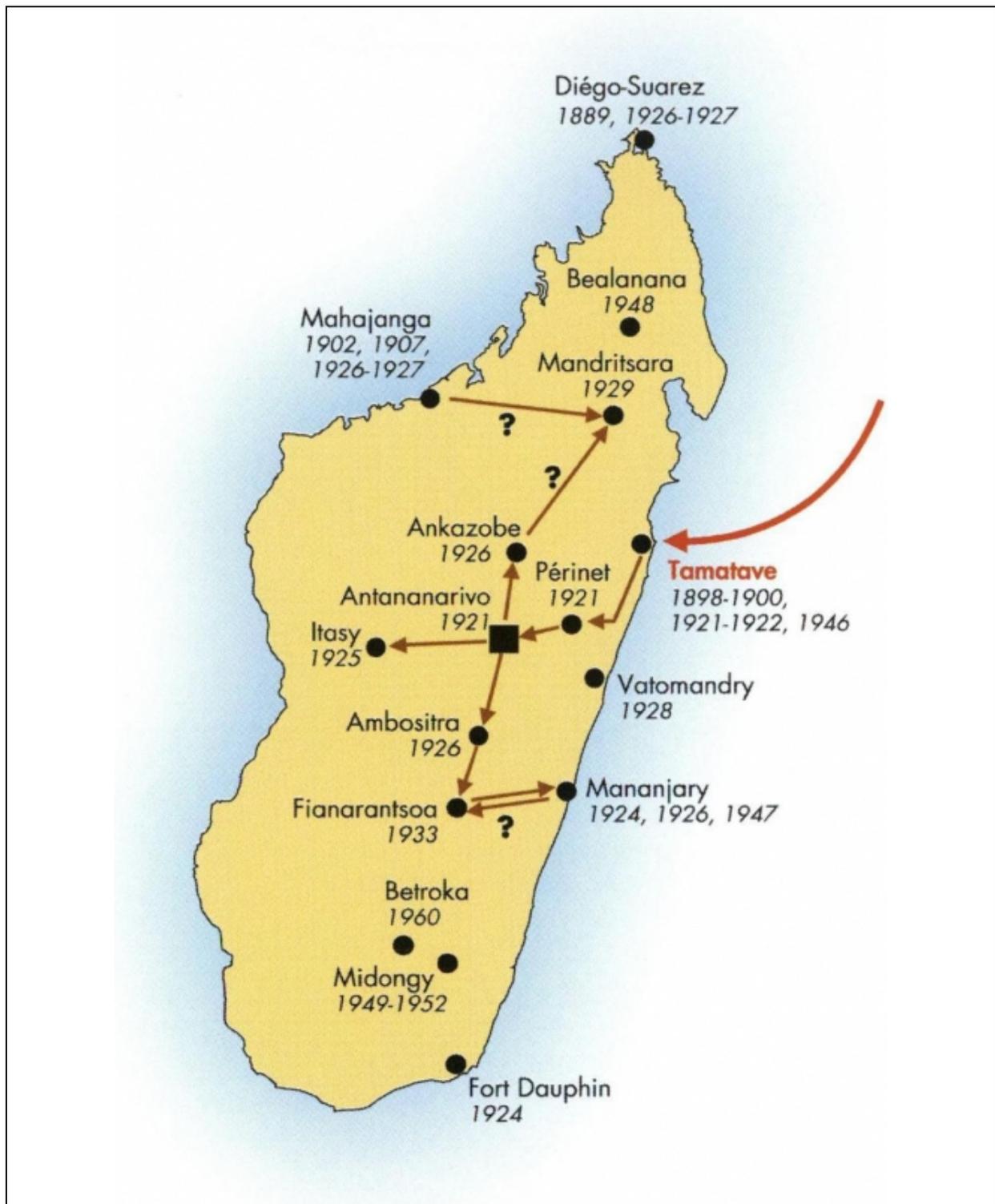
#### 3.1.1.1. Peste et besoins économiques : le rôle des chemins de fer dans la progression historique de la maladie à Madagascar

Avec les besoins d'acheminement des produits et des personnes vers les villes portuaires ainsi que la « pacification » de Madagascar voulue par la puissance coloniale française, les constructions des rails de chemins de fers sont multipliées dès 1901 (Fremigacci 2006), date de la pose du premier rail de chemin de fer et ainsi du premier chantier ferroviaire à Madagascar, qui devra relier Antananarivo et Toamasina, la Tananarive Cote Est (TCE) d'une longueur de 369 kilomètres. Les chantiers de chemin de fer et l'expansion de la peste à l'intérieur de l'île sont alors intimement liés. L'apparition des cas de peste suivant inexorablement la progression des chantiers de chemin de fer, des ports vers les HTC et, Antananarivo, véritable « poumon économique » de la grande île, déjà, durant l'époque coloniale.

La construction du chemin de fer a probablement joué un rôle déterminant dans cette progression de la peste vers l'intérieur de l'île (carte 2).

L'année 1921 est l'année charnière qui annonce la persistance de la peste à Madagascar et son endémicité, jusqu'à nos jours, dans les HTC de la grande île. Effectivement, avant cette année, la peste se présentait sous forme épidémique avec apparition de cas sporadiques dans les villes portuaires de la grande île.

Désormais, la peste sévit d'une manière endémo-épidémique à Madagascar.



Source : S.Chanteau et al,2000

Carte 2. La progression historique de la peste à Madagascar

### 3.1.2. Une maladie importée par l'administration coloniale ?

La peste est une maladie qui a touché à plusieurs reprises les ports de Madagascar depuis 1898, jusqu'à devenir endémique sur les HTC de Madagascar, notamment à partir de 1921 (infection murine de Périnet). La peste atteint la ville d'Antananarivo, le 1er juillet 1921. La peste frappe alors Antananarivo et ses environs et continue progressivement à se propager et à élargir les zones touchées, d'année en année (Brygoo 1966 ; Esoavelomandroso 1981 ; Blanchy 1995).

Esoavelomandroso apporte une analyse sur l'historique de la peste durant l'époque coloniale. L'ouvrage d'Esoavelomandroso dépeint le ressenti des populations durant cette époque lors des épidémies de peste, plus précisément pour les populations merina (ethnie des HTC malgaches).

Selon Esoavelomandroso, la peste est alors associée à l'administration coloniale de l'époque, et elle est synonyme de la ségrégation envers les « indigènes » par les autorités à l'époque. En effet, des mesures préventives et/ou prophylactiques draconiennes ont été prescrites par l'autorité coloniale, dans les zones touchées par les épidémies de peste, dont les plus sévèrement ressenties par les populations de l'époque étaient :

- isolation des malades suspectés de peste ainsi que des personnes contacts
- incendie de villages où des décès dû à la peste sont déclarés
- cordons et barrières sanitaires avec interdiction de sortie pour les habitants des zones infectées, aussi bien pour les personnes que pour les marchandises.
- surveillance sévère des déplacements des indigènes au sein des zones infectées
- interdiction d'inhumer les défunts suspects de peste

D'autant plus que ces mesures étaient surtout perçues comme étant faites pour les « indigènes » et non pour les *vazaha* (terme malgache pour désigner les étrangers de couleur de peau blanche). Esoavelomandroso évoque des « mesures discriminatoires » envers les populations locales de l'époque. D'ailleurs, une récupération politique par rapport à cette situation de l'époque a été faite par les nationalistes malgaches. Pour eux, la peste est une maladie imaginaire introduite par les colonisateurs pour exterminer les Malgaches. Ce qui a eu des répercussions négatives dans la lutte contre la peste durant cette époque. Les campagnes massives de vaccination, préconisées par l'autorité coloniale, dont les bienfaits ont été mis en doute par la population malagasy de l'époque, n'ont pas eu les effets escomptés, la peste touchant annuellement des villages entiers et semblant persister à Madagascar.

### 3.1.2.1. Après la période coloniale : la peste sévit toujours sur la grande île

Après la période coloniale l'indépendance de 1960 jusqu'à nos jours est marquée par plusieurs épidémies de peste dans plusieurs régions de l'île, outre les régions d'endémicité de la peste des HTC, des régions hors foyer pesteux ont fait l'objet d'apparition sporadique et/ou épisodique de cas humains de peste : Mahajanga, Antsiranana, et plus récemment Midongy du Sud et Befotaka.

Si la peste est ancrée dans la mémoire collective des populations européennes comme étant une maladie grave, la peste à Madagascar est probablement intimement liée à la colonisation et donc l'histoire chez les populations malgaches.

Aujourd'hui encore, cela a été prouvé par l'expérience de l'épidémie de peste pulmonaire urbaine de 2017. L'existence même de la peste est remise en question par les populations, la peste étant assimilée à une « invention » de l'état pour se « remplir les poches », nous le verrons plus tard dans une partie de cette étude où des investigations en population ont été effectuées dans un contexte post-épidémique dans la ville d'Antananarivo en 2018.

## **3.2. Endémicité de la maladie à Madagascar : des conditions naturelles et sociales réunies**

L'évolution spatio-temporelle de la peste à Madagascar s'étant faite d'une manière progressive de 1898 à nos jours, des zones d'endémicité pesteuses, ou foyers de la peste sont actuellement répartis dans toute l'île, notamment dans les zones situées à plus de 800 mètres d'altitude sur les HTC, mais également dans le Nord-est de Madagascar autour du massif de Tsaratanana.

Cependant, d'autres régions de l'île hors de cette délimitation naturelle sont sporadiquement concernées par des épidémies de peste, c'est le cas de la région de Mahajanga sur le littoral Nord-Ouest de l'île (Chanteau, Ratsifasoamanana *et al.* 1998).

Le seuil de 800 mètres d'altitude est une frontière naturelle marquant le passage vers une zone biogéographique à une autre, au-delà de 800 mètres d'altitude nous sommes sur le domaine climatique dite tropical d'altitude, et donc d'une zone phytogéographique spécifique à une autre. Les composantes du climat, précipitation, température, humidité relative, influent sur le type de végétation d'un territoire donné (Brygoo 1966 ; Guis 2003).

Des auteurs comme Duplantier *et al.*, mettent en doute cette théorie du seuil de la peste à 800 mètres d'altitude à Madagascar, en mettant en avant le fait que des cas humains de peste aient été déclarés dans d'autres régions où des cas de peste n'ont jamais été détectés

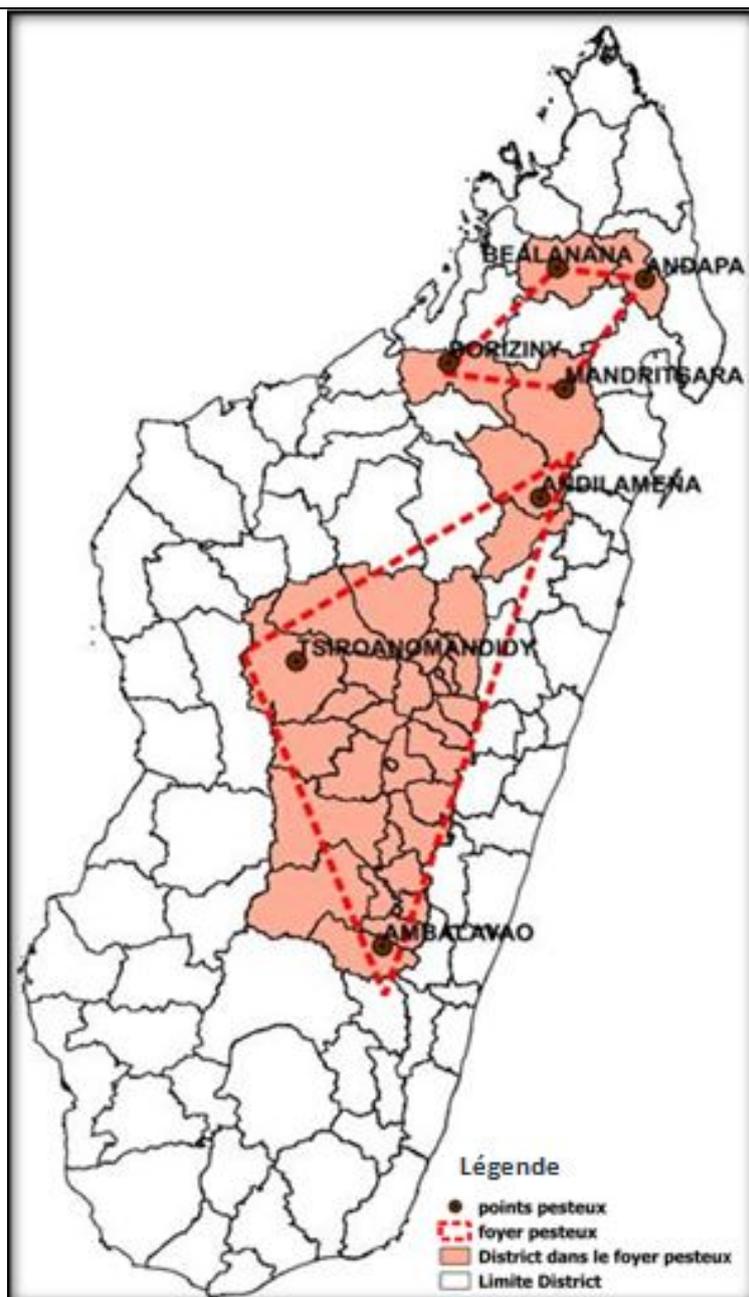
auparavant. (Duplantier, Duchemin *et al.* 2005). Allant plus loin, Duplantier et son équipe avancent que ce seuil ne tient plus la route, actuellement, ce qui pourrait sous-entendre une évolution, tant dans le mode de vie des réservoirs et vecteurs que dans le mode de fonctionnement du bacille lui-même, mais ce fait est aussi probablement dû à la mobilité humaine à l'intérieur du pays.

Outre les conditions naturelles à Madagascar, les conditions de la population et leur mode de vie et donc leurs comportements peuvent également influencer l'apparition des cas humains de peste sur la grande île.

### 3.2.1. Les foyers de la peste à Madagascar

Les foyers endémiques de la peste à Madagascar sont les zones et régions où les réservoirs, c'est-à-dire le rat, ainsi que le vecteur (la puce) sont présents d'une manière endémique. C'est sur ces foyers également que des cas humains de peste apparaissent quasi annuellement. Les foyers endémiques de la peste à Madagascar se déclinent en deux parties selon leur localisation (carte 3) :

- le principal foyer de la peste situé sur les HTC formant un triangle incluant les districts d'Ambositra, d'Antananarivo, Fianarantsoa II, Miarinarivo, Betafo, et Soavinandriana. C'est le triangle pesteux (Chanteau, Ratsifasoamanana *et al.* 1998 ; Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000 ; Chanteau 2006) limité aux extrémités du triangle par le lac Alaotra, dans le moyen est de Madagascar, le lac Itasy, dans le moyen ouest et Fianarantsoa vers l'axe sud.
- le deuxième foyer, moins important que le premier forme un losange autour du massif de Tsaratanana dans le nord-est de l'île.



Source : Randriamanjisoa 2017 (selon Chanteau 1999)

**Carte 3.** Le « Triangle de la peste » et les districts le composant

A Madagascar, les cas humains de peste apparaissent durant des saisons dites pesteuses. Des cas de peste humaine peuvent cependant apparaître en dehors de ces hautes saisons pesteuses. La plupart des cas déclarés à Madagascar sont issus du milieu rural où la forme clinique prédominante apparaissant annuellement est la peste bubonique.

Des études mettent en avant que les cas de peste humaine en milieu rural sont souvent sous la forme bubonique, du fait du contact entre réservoirs et populations rurales, et que les cas

humains de peste en milieu urbain sont plutôt sous la forme clinique pulmonaire à cause de la promiscuité de la population en milieu urbain.

Les saisons pesteuses diffèrent selon la localisation géographique (HTC ou zone littorale) et un milieu donné (urbain / rural). La saison pourrait exercer une influence sur le mode de vie des rongeurs et sur l'écologie des puces, comme le suggèrent plusieurs publications sur les facteurs climatiques liés à l'apparition de cas de peste à Madagascar.

A Madagascar, il y a deux saisons bien distinctes qui sont séparées par des intersaisons :

- la saison chaude et humide (avec des épisodes cycloniques) du mois d'octobre au mois d'avril
- la saison fraîche et sèche du mois de mai au mois de septembre

En milieu rural et urbain sur les HTC, la haute saison pesteuse s'étale d'octobre à avril, ce qui équivaut à la saison chaude et humide ou saison des pluies, à Madagascar.

Si sur les zones littorales, la haute saison pesteuse s'étend du mois de juillet au mois de novembre, ce qui équivaut à la saison fraîche et sèche. C'est le cas de Mahajanga I, zone urbaine littorale du nord-ouest de Madagascar (Andrianavoarimanana, Kreppel *et al.* 2013)

### 3.2.2. Des réservoirs et des vecteurs : distribution et caractéristiques

Les acteurs principaux impliqués dans la transmission de la peste à Madagascar sont répartis dans plusieurs régions de l'île :

#### 3.2.2.1. Les rongeurs

A Madagascar, bien qu'il existe une grande diversité d'espèces de rongeurs endémiques ou non, deux rats se partagent la « responsabilité » du maintien et de la propagation de la peste à Madagascar. Il s'agit du rat noir, *Rattus rattus* et du surmulot, *Rattus norvegicus*.

##### 3.2.2.1.i. *Rattus rattus*, le rat noir invasif

*Rattus rattus* est le rat sauvage responsable du maintien du bacille en milieu sauvage. C'est une espèce invasive, une des plus anciennes espèces invasives du monde. En Europe, ce rat a été l'un des responsables de la propagation de la peste noire. *Rattus rattus* est une espèce résistante à *Yersinia pestis*, ce qui permet donc une transmission de la peste et un maintien de celle-ci au sein des populations de rongeurs. En milieu rural, et surtout dans les foyers de la peste, *Rattus rattus* joue un rôle important dans le cycle de la peste. Ce rat a été importé à Madagascar et est arrivé avec les premières migrations humaines sur la grande île d'il y a près de 1000 ans. Son introduction est une conséquence des migrations humaines et du commerce

maritime, l'océan Indien étant une route commerciale traversée par de nombreux navires originaires de plusieurs régions différentes du globe (Tollenaere, Rahalison *et al.* 2010). Sa faculté d'adaptation à différents types d'habitats lui a permis de supplanter les autres espèces de rongeurs dans toute l'île. L'on peut rencontrer *Rattus rattus* jusqu'à 2000 mètres d'altitude à Madagascar. Sa présence dans toute l'île sera pourtant partagée, en milieu urbain avec le surmulot, qui le remplacera progressivement.

#### 3.2.2.1.ii. *Rattus norvegicus*, le rat de Norvège ou surmulot : le rat des villes

En milieu urbain c'est *Rattus norvegicus* ou rat de Norvège qui est à la première place dans le cycle de transmission de la peste chez les êtres humains, du fait de sa proximité avec l'être humain où il peut souvent trouver des sources de nourritures. Ce rat est le rat commensal<sup>9</sup> de l'homme (Chanteau 2006). Le surmulot est également une espèce de rongeur importée plus « récemment » à Madagascar. Il a remplacé *Rattus rattus* en milieu urbain et est souvent impliqué dans les apparitions de cas de peste dans les grandes villes comme Antananarivo ou Mahajanga. La faible sensibilité de *Rattus norvegicus* à *Yersinia pestis* diminue le risque d'apparition de cas humains de peste dans les grandes villes comme à Antananarivo, par exemple (Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

Les grandes constructions en milieu urbain ainsi que l'apparition de bâtiments et infrastructures modernes ont influé sur le mode de vie des rongeurs et donc sur la diminution d'apparition de cas humains en ville (Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

Une autre espèce de rongeur, *Suncus murinus*, la musaraigne asiatique, non endémique à Madagascar est également potentiellement impliquée dans le cycle de la peste, notamment dans l'apparition de cas de peste à Mahajanga où elle pullule avec *Rattus norvegicus* (Boisier, Rahalison *et al.* 2002 ; Migliani, Chanteau *et al.* 2006).

#### 3.2.2.2. Les puces vectrices

Les espèces vectrices de la peste à Madagascar sont *Xenopsylla cheopis* ainsi que *Synopsyllus fonquerniei*, la puce endémique impliquée dans le cycle de la transmission de la peste en milieu rural. Si *Xenopsylla cheopis* est responsable de la transmission de la peste du rat à l'homme à l'intérieur des habitations, *Synopsyllus fonquerniei* est le plus souvent associé aux rats se trouvant à l'extérieur des habitations humaines. D'autres espèces de puces sont

---

<sup>9</sup> En biologie : association d'organismes d'espèces différentes, profitable pour l'un d'eux et sans danger pour l'autre (différent du parasitisme et de la symbiose-Selon le *Larousse* : Mode d'alimentation d'un animal qui se nourrit des débris de repas ou des parasites externes d'un animal d'une autre espèce, généralement plus grand, sans faire de tort à son hôte, qui le laisse faire.

également suspectées de transmettre la peste du rongeur à l'homme. Il s'agit par exemple de *Synopsyllus estraidii* ou de *Pulex irritans* (Chanteau 2006).

### 3.2.3. L'influence du paysage et du relief sur le risque pesteux

L'hétérogénéité des paysages et du relief au sein même des HTC est un fait avéré. Bien que le relief puisse être un facteur limitant l'implantation ou la migration des populations de rats et donc des puces également, il peut également jouer un rôle important dans la dissémination ou la circulation de la maladie.

Plusieurs études se sont focalisées sur l'effet du relief sur la distribution de la peste sur les HTC. Que ce soit pour déterminer les effets du relief sur la distribution des populations de rats noirs sur les foyers majeurs des HTC. Les structures génétiques des populations de rats variant selon les zones. Dans les deux cas, il s'est avéré que la distribution hétérogène des cas humains de peste sur les HTC, mais aussi leur apparition peut être attribuée à l'effet du relief. Dicté pour le premier cas par la dispersion des réservoirs et dans le deuxième cas par la dynamique de l'agent pathogène dans l'espace et dans le temps.

Le relief peut également avoir un effet sur la dynamique de l'agent pathogène lui-même, ce qui a été suggéré par Vogler et son équipe (Vogler, Chan *et al.* 2011). Il a aussi été démontré que la persistance des cycles endémiques de peste et de la transmission de la maladie à l'échelle des localités est responsable de la maintenance de *Yersinia pestis* à Madagascar, plus que les épizooties murines sauvages.

La variation du profil topographique peut alors jouer un rôle important dans la fluctuation des densités de population de rats, mais également influencer sur la dynamique de l'agent pathogène dans l'espace. Ce qui pourrait expliquer, en partie, l'hétérogénéité des expressions épidémiologiques.

### 3.2.4. Les conditions climatiques favorables aux vecteurs et réservoirs à Madagascar

La répartition géographique des puces est liée à celle du rat par rapport au cycle de transmission de la peste à Madagascar. La répartition de *S. fonquerniei* sur les rats noirs est liée au seuil d'altitude de 800 mètres selon Duplantier *et al.* (Duplantier, Duchemin *et al.* 1999 ; Duplantier, Duchemin *et al.* 2005).

La température extérieure influe sur l'index pulicidien, mais également de la distribution spatiale de la peste. Il a été établi que l'index pulicidien varie avec les saisons, à Madagascar. Les populations de puces s'accroissent et décroissent donc avec les variations saisonales. Les stades de développement de la puce étant dépendants de ces impératifs climatiques.

Ainsi, la population de *S. fonquerniei* se développe surtout entre le milieu et la fin de la saison fraîche et sèche, et celle de *X. cheopis* tout le long de la saison humide (Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

### 3.2.5. Les autres conditions favorisant l'émergence et la réémergence des cas humains de peste à Madagascar

Les autres conditions favorisant l'émergence et la réémergence des cas humains de peste sont également liées aux activités anthropiques à Madagascar. Il s'agit essentiellement des activités culturelles et agricoles. En effet, les feux de brousse et la pratique du *tavy* ou cultures sur brûlis, impactent souvent sur l'apparition des cas humains de peste.

La déforestation joue également un rôle dans l'apparition de cas humains de peste. Les feux de brousse comme la déforestation poussent les populations murines sauvages à quitter leur habitat pour migrer vers des habitats plus propices à leur implantation ainsi qu'à leur développement. La plupart du temps, ils se retrouvent à proximité des habitations humaines qui sont, pour eux, une source de nourriture et d'abris. Attirés par les stocks de grains ou les silos à riz, par exemple.

Les activités humaines liées à la forêt sont aussi des facteurs expliquant l'apparition de cas humains. Des bûcherons se trouvent en effet en contact avec des populations murines sauvages résistantes à la peste et enclines à des épizooties de peste en milieu selvatique. C'est le cas pour certains cas humains de peste aux États-Unis, par exemple.

La peste peut également être liée à la mobilité humaine ou au nomadisme à Madagascar. Les mouvements de population, comme l'a démontré l'exemple du lien entre la construction de la ligne de chemin de fer TCE et la migration des rats. Les échanges commerciaux, les transports de marchandises sur les grands axes routiers peuvent entraîner la migration murine.

Les conjonctures sociopolitiques plus ou moins stables de la grande île impactent indirectement sur la dynamique d'émergence et de réémergence de la maladie. En effet, les crises sociopolitiques peuvent avoir un impact sur la continuité des programmes de lutte contre la peste ainsi que la surveillance murine menée par le programme national, le ministère de la santé et leurs partenaires, par exemple. Une discontinuité des mesures et actions entreprises pouvant entacher la lutte (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000). Les délais d'attente avant la fréquentation des centres de santé publique, les délais dans la prise en charge des cas de peste sont également des facteurs accélérant la propagation de la maladie au sein des populations, surtout en milieu rural. En effet, ces attentes avant la prise en charge et le traitement des cas de peste augmentent la létalité due à la peste, mais accentuent le risque

de dissémination d'un cas de peste bubonique vers un cas de peste pulmonaire. L'automédication est également un facteur favorisant l'évolution d'un cas bubonique en cas pulmonaire, l'antibiorésistance ou la mort de l'individu. Ces comportements humains sont généralement conséquents d'une méconnaissance de la maladie, des mesures à prendre ou tout simplement de la peur par rapport à la maladie. Perceptions communes par rapport à la représentation de la peste par l'homme depuis qu'elle existe qui sévit jusqu'à présent.

Les pratiques funéraires traditionnelles dites du *famadihana*, exhumation ou retournement des morts, pratiquées surtout sur les HTC, sont également pointées du doigt comme favorisant la réémergence des cas humains de peste. Notamment dans la propagation rapide de la peste pulmonaire lors des cérémonies de *famadihana* où les caveaux familiaux où sont entreposés les corps des défunts sont ouverts. Normalement, la dépouille d'une personne suspectée d'être décédée à cause de la peste ne doit pas être ensevelie dans un caveau familial. Mais cette règle peut ne pas être suivie par les populations. Cela est probablement dû à un manque de suivi par les autorités locales, une méconnaissance des mesures à suivre par les populations ou à des pratiques de soudoiment de certains responsables (cette pratique est rapportée dans l'ouvrage d'Esoavelomandroso, cela consiste à soudoyer les autorités afin de « fermer les yeux » par rapport à la cause d'un décès) (Esoavelomandroso 1981 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

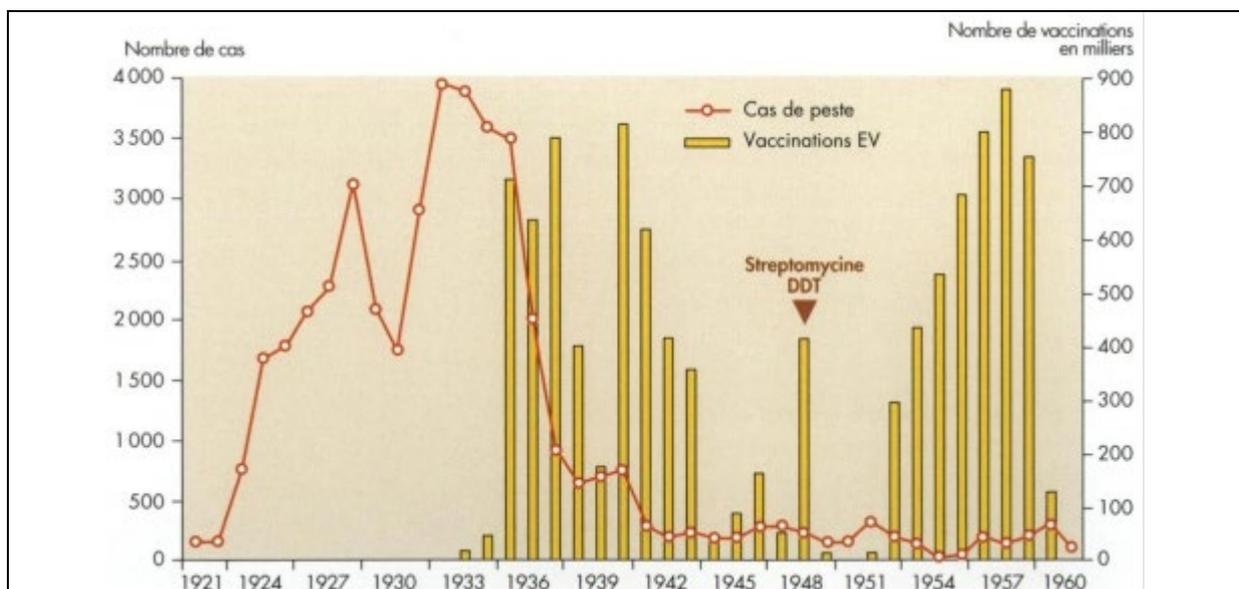
### 3.2.6. La peste à Madagascar de 1899 à l'indépendance : Les « miracles » du vaccin EV ?

De 1898 à 1931, des tentatives d'utilisation de vaccins contre la peste se sont multipliées dans le monde. De la lymphe d'Haffkine au vaccin PST, en passant par le vaccin aqueux et le lipovaccin, les tentatives n'ont pas eu les résultats escomptés. A Madagascar, les premières grandes avancées dans la mise au point de vaccin contre la peste sont apparues avec le vaccin E.V, du nom de l'enfant chez qui la souche a été isolée en 1926. Ce vaccin conçu par Girard et Robic entre 1922 et 1934 est un vaccin à germe atténué ou vaccin vivant atténué, il est plus efficace que ses prédécesseurs, les cas de peste commencent à diminuer considérablement avec les larges campagnes de vaccination. En effet, de 3000 cas par an avant 1934, en 1940 l'on comptait 200 cas (Chanteau 2006). Le vaccin EV est le premier vaccin vivant atténué utilisé en masse et ne nécessite qu'une seule injection, cette injection proférait une protection à l'individu vacciné au bout de 10 jours en moyenne (Merlin 1999). Le vaccin ne pouvant protéger que pour une durée inférieure à un an, cette courte durée de protection nécessitait la

mise en place de campagnes de vaccinations annuelles d'où les campagnes de vaccinations annuelles obligatoires à Madagascar de fin 1934 à 1959 (Chanteau 2006).

Malgré les baisses spectaculaires des débuts de l'utilisation de la souche EV, partir de 1933, les cas de peste ont stagné autour de 200 cas par an. Effectivement, en dépit des vaccinations de masse obligatoire, les cas ont continué à apparaître. L'utilisation des sulfamides à partir de 1938 pour le traitement de la peste, mais surtout de la streptomycine (qui permettait de traiter également la peste pulmonaire) ainsi que l'utilisation du DDT, dès 1948, ont permis une stabilisation du nombre de cas et probablement une maîtrise de la dynamique de la maladie (figure 4). Les campagnes de vaccination de masse bien qu'efficaces à leur début ont été violemment critiqués par la population du fait principalement des effets secondaires mal tolérés par celle-ci. En effet, les vaccins ne conféraient que quelque mois de protection et pouvaient causer fièvre, malaise céphalées ou encore allergies. De plus le vaccin ne protégeait pas de la peste pulmonaire (Merlin 1999).

Depuis 1959, année de sa dernière utilisation à Madagascar, le vaccin E.V n'est plus utilisé actuellement, et la découverte d'un vaccin est encore attendue.



Source : Chanteau *et al.* 2006

**Figure 4.** Évolution temporelle des cas de peste à Madagascar et campagnes de vaccinations de masse de 1933 à 1959

Cependant, la diversité des pratiques humaines au sein même de Madagascar, les différentes situations géographiques des zones où des épidémies de peste sont déclarées, le large panel de situations épidémiologiques laisse suggérer que plusieurs facteurs combinés et

probablement propres aux zones géographiques de Madagascar peuvent impacter sur l'apparition ou non des cas humains de peste sur la grande île. La répartition géographique des cas de peste n'est pas uniquement dictée par les différents domaines bioclimatiques de la grande île.

La peste étant introduite à Madagascar depuis 1898 et endémique sur les HTC depuis 1921, actuellement des cas humains de peste apparaissent quasi annuellement sur la grande île.

La peste est un problème majeur de santé publique à Madagascar. Les autorités malgaches appuyées par les institutions internationales comme l'OMS ont mis en œuvre des mesures afin de lutter contre la maladie dont la pièce maîtresse est l'anciennement Programme national de lutte contre la peste (PNLP).

### **3.3. La lutte contre la peste à Madagascar : défi national de santé publique**

La peste étant un problème majeur de santé publique, c'est le PNLP qui organise la lutte contre la peste à Madagascar. Ses objectifs ont été définis depuis 1998. Actuellement, le PNLP a évolué en service rattaché au Ministère de la santé publique (MinSanP), c'est le Service de lutte contre la peste (SLCP). Outre la surveillance épidémiologique des foyers pesteux, la prise en charge et les aspects de la lutte dans le domaine de la santé publique (incluant les différents niveaux du système de soins à Madagascar), un des objectifs inscrits dans la mission du SLCP est la multiplication des collaborations inter institutionnelles. Le SLCP regroupe trois parties prenantes principales : l'OMS, le MinSanP de la République de Madagascar et l'IPM (Chanteau 2006).

#### **3.3.1. La centralisation dans la lutte contre la peste à Madagascar : Le laboratoire central peste (LCP)**

Le fruit de cette collaboration tripartite est matérialisé par le LCP, centre collaborateur OMS géré par le ministère de la santé et l'IPM. Outre les formations des ressources humaines dans la lutte contre la peste, les déclarations émises par les Formations sanitaires (F.S) réparties à Madagascar sont centralisées dans le LCP qui tient office de centre névralgique dans la lutte contre la peste. Le LCP tient une place prépondérante dans la gestion des bases de données sur les cas de peste à Madagascar.

#### 3.3.1.1. Analyse des prélèvements provenant de l'ensemble du territoire malgache

C'est le LCP qui assure également la confirmation (biologique et immunologique) des prélèvements envoyés par les F.S de tout Madagascar.

#### 3.3.1.2. Surveillance de la peste animale

La surveillance de la peste chez les animaux, notamment les rongeurs ainsi que le suivi des souches potentiellement résistantes aux antibiotiques ou antibiorésistantes, font également partie des rôles du LCP.

#### 3.3.1.3. Les rôles du ministère de la santé dans le cadre de la lutte contre la peste

C'est le ministère de la santé via ses différentes ramifications dont la Direction de la veille sanitaire et de la surveillance épidémiologique (DVSSE) et la Direction de lutte contre les maladies transmissibles (DLMT) qui assurent la coordination de la lutte et de la surveillance des maladies, dont la peste, dans tout le territoire malgache.

C'est le Ministère de la santé qui assure la gestion, la coordination et la supervision des actions menées dans le cadre du SLCP. Ces actions vont des actions de santé publique à la distribution des traitements. En effet, outre les actions de santé publique, le ministère de la santé a pour charge la mise en place de l'alerte en cas d'apparition de cas de peste et peut initier la riposte. Cette riposte passe par la gestion des médicaments et des insecticides ainsi que leur distribution.

Les campagnes de sensibilisation, donc d'informations et d'éducatives font également partie des attributions du Ministère de la Santé dans le cadre de la lutte contre la peste à Madagascar.

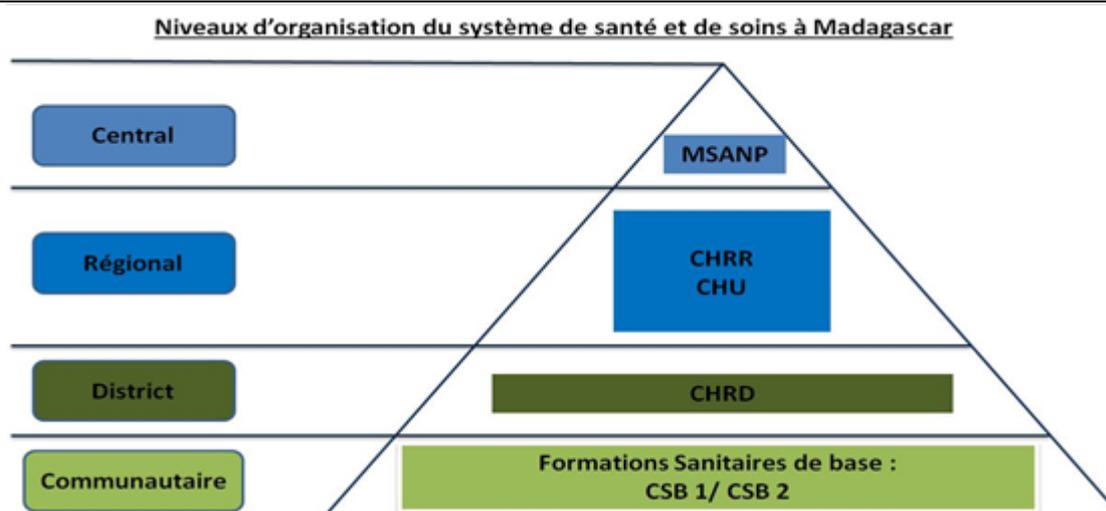
#### 3.3.2. L'Institut Pasteur de Madagascar (IPM)

Sous la houlette du réseau international Pasteur (dont le siège se trouve à l'Institut Pasteur de Paris) l'IPM assure les activités liées à la recherche dans le cadre de la lutte contre la peste à Madagascar. Outre les recherches biologiques sur la peste c'est l'IPM qui développe également les Tests de diagnostics rapides (TDR) destinés à déceler les cas humains de peste à Madagascar. Les cycles de transmission de la peste, la sensibilité des puces aux insecticides sont également des thématiques dont s'occupe l'IPM. L'appui technique est également assuré par celui-ci via ses trois unités de recherche impliquées dans la recherche sur la peste à Madagascar, l'unité peste, l'unité d'entomologie et l'unité d'épidémiologie et de recherches cliniques (Epi-RC).

### Encadré 1. Organisation du système de santé à Madagascar

A Madagascar, le système de santé est organisé en quatre niveaux, dont l'ordre varie selon l'échelle administrative et le type d'offres proposé et/ou disponible :

- 1) Le **niveau central**, regroupant les entités centralisées et les composantes administratives du ministère de la Santé qui assure la coordination générale de tous les niveaux.
- 2) Le **niveau régional**, formé par les Centres hospitaliers de référence régionale (CHRR) et les Centres hospitaliers universitaires (CHU). C'est le deuxième recours et références après les Centres hospitaliers de district (CHD). C'est au sein des CHRR et des CHU que les chirurgies sont praticables.
- 3) Le **niveau périphérique** ou **district** constitué par les Centres hospitaliers de référence de district (CHRD). Les CHRD constituent les premiers niveaux de recours et de référence.
- 4) Le **niveau communautaire** est formé par les Formations sanitaires de base comme les Centres de santé de base niveaux 1 et 2 (CSB 1/CSB 2). Les activités de soins et de recours aux soins minimum y sont disponibles et pratiquées. C'est le niveau le plus proche des populations des différentes localités de Madagascar.



Source : MSANP 2015

Le SLCP et les entités le constituant ont été mis à rude épreuve en 2017 lors de l'épidémie de peste pulmonaire qui a touché une grande partie du territoire malgache.

Afin d'actualiser les connaissances et d'avoir une vision sur la portée réelle de la représentation de la peste chez la population, une étude sur les perceptions par rapport à la peste de la population de la ville d'Antananarivo a été réalisée. Cette étude a été conséquente de l'épidémie de peste urbaine qui a sévi à Madagascar entre l'année 2017 et l'année 2018.

### **3.4. Culture, traditionalisme, modernité et maladie : la psychose sociale de 2017**

Des épidémies de peste, d'envergure ou non, ont marqué l'histoire de Madagascar, mais récemment l'épidémie de 2017-2018 s'est démarquée parmi les autres du fait de son ampleur, mais également du nombre de victimes qu'elle a causées. Cela a eu des conséquences notamment sociales au sein de la population de la ville d'Antananarivo. Voici les faits saillants par rapport à cette épidémie.

#### **3.4.1. De 2012 à 2017, retour sur cinq années d'épidémies**

Bien que la peste sévisse d'une manière endémique à Madagascar, les années 2017 et 2018 sont particulières par rapport aux années qui les précèdent. Voici l'évolution des cas de peste en l'espace de cinq ans (2012 à 2017). Selon les chiffres du Ministère de la santé (GIALP 2018).

Au total, 2286 cas de peste humaine, toutes formes confondues ont été notifiés à Madagascar, depuis août 2012 à octobre 2018. C'est l'année 2017 qui a connu le plus de cas de peste notifiés pour cette période. En effet, 1807 cas, soit 79 % du total des cas recensés entre 2012 et 2018, ont été notifiés durant cette année.

#### **3.4.2. L'épidémie de peste pulmonaire de 2017-2018 en chiffres**

L'année 2017 à Madagascar a été marquée par une épidémie de peste pulmonaire urbaine qui a débuté en avance par rapport à la saison pesteuse. Cette épidémie a commencé par l'apparition d'un cas de peste bubonique ayant évolué en peste pulmonaire dans le district de Miarinarivo. C'est ce cas suspect de peste bubonique qui a déclenché la circulation et donc la propagation de la peste pulmonaire pour tout l'ensemble de Madagascar.

Pour l'ensemble du territoire malgache, selon l'OMS, sur les 114 districts, l'épidémie de peste de 2017 a concerné 55 districts (soit 48 % des districts de Madagascar). La plupart des cas ont été notifiés dans la région Analamanga (68% du nombre cumulé de cas) (WHO 2017).

##### **3.4.2.1. Les cas de peste bubonique**

438 cas confirmés et probables de peste bubonique ont été notifiés entre août 2017 et octobre 2018. L'année 2017 compte 42 % (n=184) des cas probables et confirmés notifiés durant cette période. Si l'année 2014 est une année également marquée par une grande proportion de cas de peste bubonique, notifiés 18 % (n=81).

#### 3.4.2.2. L'épidémie de peste pulmonaire

En ce qui concerne les cas de peste pulmonaire, 972 cas ont été notifiés entre août 2012 et octobre 2018. C'est l'année 2017 qui compte le plus de cas de peste pulmonaire probables et confirmés, notifiés avec 97 % (n=947) des cas de peste pulmonaire déclarés pour la période 2012-2018, ce qui fait que les autres années ne totalisent que 2,5 % (n=25) des cas de peste pulmonaire notifiés pour cette période.

Ces données confèrent à l'année 2017 le triste statut d'année noire, sous le signe de la peste, à Madagascar. Certains auteurs, mais aussi certains médias nationaux et internationaux comparent l'épidémie de peste pulmonaire de 2017 à Madagascar à l'épidémie de fièvre hémorragique Ebola dans les pays africains de l'ouest et centraux (2013-2014) à ses débuts. Ces chiffres placent également cette épidémie comme une des plus graves épidémies du vingt-et-unième siècle.

### **3.5. Étude des perceptions de la peste par la population d'Antananarivo après l'épidémie de 2017 par une approche qualitative.**

L'épidémie de peste pulmonaire urbaine de 2017 à Madagascar a remis sur la table le sujet de la compréhension de la maladie par la population. Explorer le ressenti ou la perception de la population par rapport à cette épidémie dans la ville d'Antananarivo, capitale de Madagascar dépassant le million d'habitant, s'est avérée nécessaire pour avoir des éclaircissements sur le comportement de la population et les représentations de celles-ci par rapport à la maladie. D'autant plus que l'épidémie a suscité un engouement sans précédent aussi bien à l'échelle nationale, qu'internationale.

Mais est ce que la population d'Antananarivo qui concentre la plupart des savoirs et des infrastructures était-elle prémunie pour faire face à cette épidémie ?

Quels étaient les représentations réelles et le ressenti de la population par rapport à cette épidémie de peste pulmonaire de 2017 ?

Dans le cadre d'une étude effectuée avec l'aide de l'équipe Santé et sciences sociales (SaSS), constituée d'anthropologues de la santé, de l'IPM, une étude qualitative dans un contexte post épidémique a été effectuée au sein de la ville d'Antananarivo.

Le principal objectif de l'étude était de comprendre la perception et les représentations sociales liées à la peste de la population de la ville d'Antananarivo par rapport à l'épidémie de peste pulmonaire urbaine de 2017. Deux autres objectifs s'ajoutent à cet objectif principal : i)

explorer le lien entre la proximité des infrastructures de soins et les connaissances de la population par rapport à la maladie, ii) d'identifier les déterminants sociaux potentiellement liés aux connaissances, attitudes et pratiques de la population par rapport à la peste.

### 3.5.1. Deux arrondissements enclins à des pics dans de cas de peste pulmonaire

Pour évaluer si le fait d'habiter dans un territoire administratif où des cas de peste ont été déclaré, deux arrondissements sur les six que compte la Commune urbaine d'Antananarivo (CUA) ont été choisis. Ce choix s'est fait à partir du nombre de cas confirmés et probables déclarés dans toute la CUA, selon le bulletin hebdomadaire peste de l'IPM. Le deuxième arrondissement et le cinquième arrondissement ont été les deux arrondissements ayant recensé le plus de cas probables et confirmés de peste dans la ville d'Antananarivo.

Cinq *fokontany* de ces deux arrondissements ont été tirés au sort dans le cadre de cette étude qualitative.

### 3.5.2. L'investigation qualitative à base de supports photographiques pour explorer les connaissances, attitudes et pratiques de la population

L'investigation menée dans la ville d'Antananarivo était une investigation qualitative basée sur un *photovoice* suivi par des *focus groups* (F.G).

#### 3.5.2.1. Démarche, réalisations sur le terrain et recueil de données

Voici les méthodes et les démarches adoptées durant cette étude. L'étude a été effectuée entre décembre 2017 et mars 2018 dans la ville d'Antananarivo.

##### 3.5.2.1.i. Descriptif d'un *photovoice*

Cette étude a été basée sur une variante de la technique *photovoice*, qui consiste à faire participer les personnes investiguées en leur faisant prendre elles-mêmes des clichés leur permettant de répondre à une question spécifique, claire et concise. Ensuite, il leur est demandé de discuter sur les photos prises, de manière à créer un débat entre les participants durant les entretiens collectifs. Ce débat permet de relever les perceptions et représentations de chaque participant par rapport à une thématique déterminée (Wang, Yi *et al.* 1998 ; Wang 1999 ; Palibroda, Krieg *et al.* 2009 ; Catalani *and* Minkler 2010 ; Lal, Jarus *et al.* 2012).

La méthode *photovoice* est utilisée pour pouvoir refléter les définitions les perceptions et les représentations propres à des individus ou à un groupe d'individus vis-à-vis d'un phénomène.

Selon Wang la recherche participative basée sur des photographies permet 1) d'identifier et refléter les préoccupations de la communauté 2) de promouvoir un dialogue critique sur les enjeux individuels et communautaires au sujet des photos prises par eux-mêmes et enfin 3) d'orienter les décideurs sur des actions à entreprendre dans la communauté (Wang 1999).

Lorsqu'il s'agit d'un fait affectant la santé de la population, les images prises par les participants reflètent leur perception des contextes sociaux, économiques et culturels dans lesquels ils évoluent, qui peut affecter leur état de santé. C'est une méthode centrée sur les perceptions de la population. La finalité de la méthode *photovoice* vise à contribuer dans l'aide à la décision des politiques en matière d'intervention dans la lutte contre la maladie.

#### 3.5.2.1.ii. Type d'étude

Il s'agit d'une étude qualitative, participative, exploratoire basée sur des entretiens collectifs avec supports photographiques.

#### 3.5.2.1.iii. Zones d'investigation

Deux arrondissements de la CUA ayant documentés le plus de cas de peste pulmonaire entre septembre et décembre 2017. Il s'agit du deuxième et du cinquième arrondissement (carte 4). Les *fokontany* investigués ont été tirés au sort parmi les *fokontany* que comptent les deux arrondissements de la CUA.

#### 3.5.2.1.iv. Population d'étude

La population ciblée est la population générale des deux arrondissements de la CUA. Des groupes formés de quatre à six personnes ont été formés. Ces groupes ont été séparés en deux groupes, selon le sexe : 1) groupes composés d'individus de sexe masculin 2) groupes d'individus de sexe féminin.

Le sexe de l'individu pouvant avoir un impact sur sa représentation ou ses perceptions par rapport à la peste.

#### 3.5.2.1.v. Considérations éthiques

L'étude sur les perceptions de la population d'Antananarivo sur la peste en contexte post-épidémique a reçu l'approbation du comité d'éthique auprès du Ministère de la Santé de la République de Madagascar N°50 MINSAN/CE, comme l'ensemble des volets que comporte la thèse.

#### 3.5.2.1.vi. Critères d'inclusion

Tous les individus âgés de 18 ans à 60 ans, habitant dans un des 5 quartiers tirés au sort des deux arrondissements investigués ont été pris en compte dans le cadre de cette étude. A cela s'ajoute le fait d'avoir accepté de participer à l'investigation et signé le formulaire de consentement éclairé.

#### 3.5.2.1.vii. Le canevas d'entretien

Pour déterminer les perceptions par rapport à la peste et l'épidémie de 2017 des populations investiguées résidant dans l'un des *fokontany* tirés au sort dans le deuxième et 5ème Arrondissement de la CUA, un canevas d'entretien a été développé. Le canevas d'entretien était composé de trois volets distincts :

- un volet sur les connaissances de la population par rapport à la peste

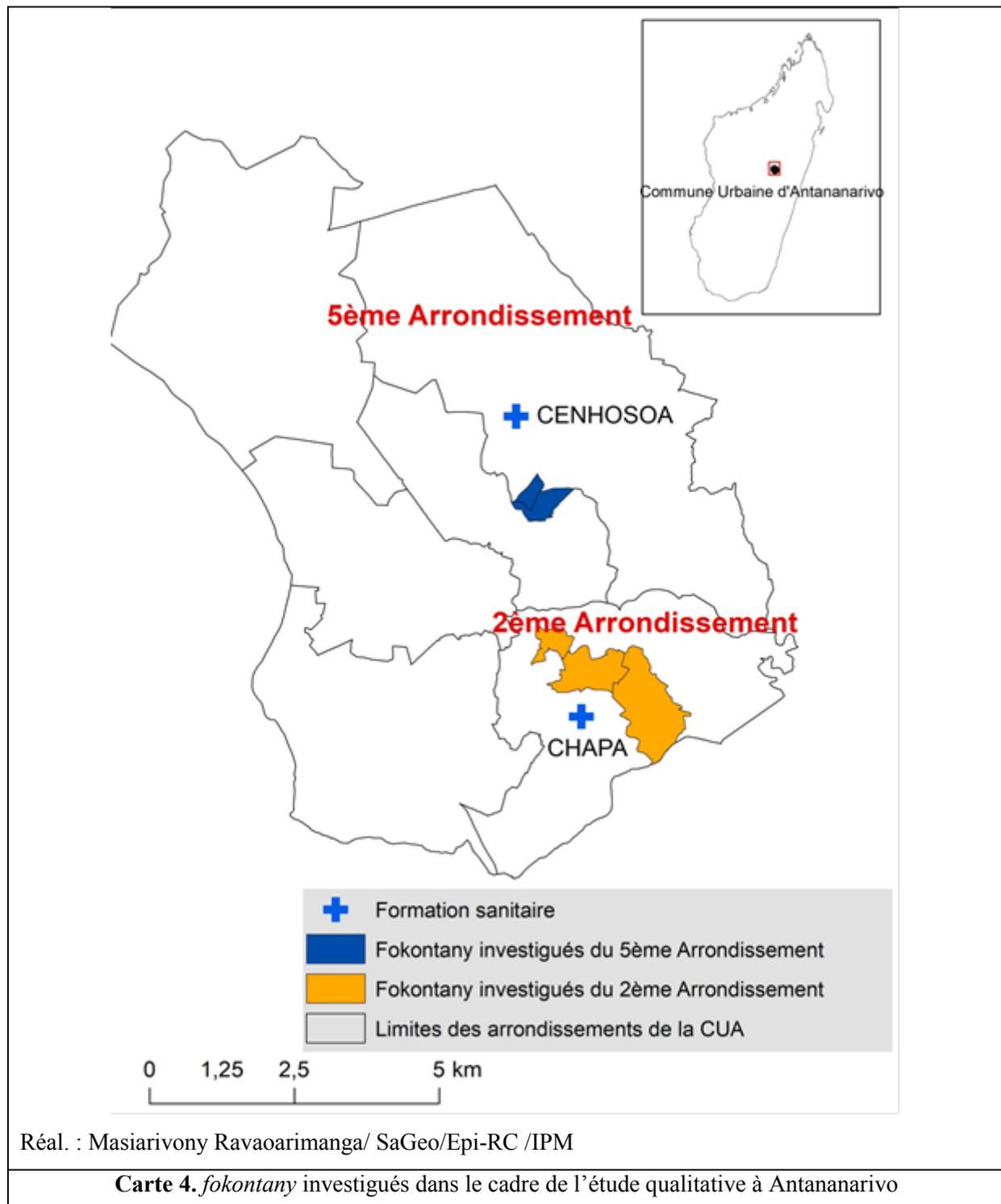
Les types de questions dans ce volet se sont, entre autres, concentrés sur les formes et signes cliniques de peste connus, les modes de transmission pour chacune des formes, la connaissance de traitements de la peste et les connaissances sur les structures sanitaires prenant en charge les cas de peste dans la ville d'Antananarivo

- un volet sur les attitudes adoptées par les répondants durant l'épidémie de peste

Ce volet contenait surtout des questions relatives aux comportements spécifiques suivis par les répondants durant l'épidémie, sur leur vécu.

- un volet sur les pratiques préventives suivies par les personnes interrogées durant l'épidémie.

C'est un volet visant à déterminer les mesures spécifiques prises par les répondants durant l'épidémie de peste. Ces mesures constituent des actions entreprises par les répondants afin de se prémunir et de prémunir leur entourage face à la situation épidémique de 2017.



### 3.5.2.1.viii. Déroulement et démarches

Les *fokontany* où les investigations ont eu lieu ont d'abord été tirées au sort.

Ensuite un canevas d'entretiens contenant trois volets distincts a été réalisé. Un volet « connaissances sur la peste », puis un volet sur les « attitudes de la population durant

l'épidémie de peste de 2017 » et enfin une partie sur les « pratiques de la population durant l'épidémie ».

Une question principale a été posée dans le cadre de l'investigation : « **Qu'est-ce qui vous évoque la peste dans votre environnement ou autour de vous ?** »

Cette question a été posée de manière à avoir un support visuel sur les représentations des individus et leur perception des lieux, endroits ou faits qui pourraient leur évoquer la peste.

L'investigation proprement dite est effectuée en deux séances ou étapes :

- 1) la prise des clichés par chaque participant
- 2) les entretiens groupés ou *focus group* (F.G).

Avant chaque séance d'entretien groupé, un appareil photo est fourni à chaque participant et un maximum de trois clichés a été pris par participant. Puis avant de débiter le canevas d'entretien, les photos prises par chaque participant sont visionnées durant l'entretien collectif, et le participant qui a pris les photos est amené à décrire les photos qu'il a prises et expliquer pourquoi il a choisi de prendre les clichés. Au total : cinq *focus groups* (F.G), dont deux dans le deuxième arrondissement et trois dans le cinquième arrondissement ont été mis en place. Au total 26 individus ont participé aux F.G qui étaient constitués, en moyenne, de 4 à 6 participants. Trois photos par participant, soit un total de 78 photos pour l'ensemble des participants à l'étude, ont été prises. Les entretiens collectifs sont enregistrés sur un dictaphone. Pour réaliser les analyses thématiques des discours des répondants, les entretiens enregistrés ont été transcrits puis traduits en français.

### 3.5.2.2. Résultats

#### 3.5.2.2.i. Les représentations autour de la maladie

Les entretiens avec les investigués ont pu mettre en exergue la peur qu'engendre la maladie chez les populations des deux arrondissements d'Antananarivo. Le caractère contagieux de la maladie a été souvent cité. Comme la mort qu'elle peut entraîner. Le caractère fatal étant évoqué par la plupart des répondants. Toutefois, le fait que la maladie soit guérissable grâce à des médicaments spécifiques a été souligné par une grande partie des investigués. La mention d'un médicament spécifique, le **Cotrim**, ou d'autres types de médicaments est un fait important à noter. Selon un investigué dans un *fokontany* du deuxième arrondissement, arrondissement, le médicament pour guérir de la peste est « (...) *en tout cas selon ce que j'en sais dernièrement, c'est le Cotrim peut être(...)* ». Ce médicament ayant fait l'objet d'une polémique durant l'épidémie de peste de 2017 (voir encadré 2) et les scènes de rupture de stock du médicament dans les pharmacies tananariviennes ou à Toamasina ont été relayés par

certain médias. Un autre investigué a mentionné le Paracétamol comme médicament contre la peste, précisant même la posologie : « *Au fait les gens dans la rue nous ont conseillé d'ingurgiter du paracétamol, et prenez-en six, disaient-il* ».

**Encadré 2.** Psychose et conséquences sur le comportement des populations: utilisation abusive du Cotrim en 2017.

Le Cotrim est un médicament utilisé dans un but prophylactique et préventif, distribué aux individus ayant été en contact avec un cas suspect de peste. Ce médicament a fait l'objet de polémique lors de l'épidémie de 2017, car les populations, face à la psychose, l'ont utilisé abusivement. Voici deux extraits de témoignages tirés du web décrivant la psychose face à l'épidémie de peste de 2017 et ses conséquences sur les populations des deux villes les plus touchées par l'épidémie.

**A Antananarivo** (<http://tiasyraconte.mondoblog.org/2017/10/03/madagascar-peste-psychose-scepticisme-passivite/>, le blog de Tiasy, du 03 octobre 2017, consulté le 29/05/2019)

*« Hier, de bon matin, de longues files d'attente se sont formées devant les pharmacies. Se procurer un masque et un « Cotrim », comprimé connu pour son efficacité contre la peste, étaient devenus vitaux pour bon nombre de tananariviens. Dans les rues, de nombreux individus marchaient, un masque sur le visage. La psychose s'installe et continue d'être alimentée. Les masques se sont vendus à une telle vitesse qu'aux environs de quinze heures, la plupart des pharmacies d'Antananarivo étaient en rupture de stock... »*

**A Toamasina** (<https://mada-actus.info/sante-et-bien-etre/peste-et-cotrim-pourquoi-vous-ne-devrez-pas-en-prendre/>, Mada Actus Info, du 14 Septembre 2017, consulté le 29/05/2019)

*« À Toamasina, les pharmacies sont en rupture de stock de Cotrim. Et pour cause : une panique quasi généralisée de la population. Ce médicament servirait soi-disant à « prévenir la peste pulmonaire » qui sévit entre autres actuellement dans cette région de la Grande Ile. Sachez que cette information est tout bonnement fausse... »*

3.5.2.2.ii. La peste, maladie des pauvres ?

Dans certains cas, la peste est perçue comme étant une maladie honteuse, car représentée comme étant une « maladie des pauvres ». Selon un individu : « (...) elle est (la peste) considérée comme la maladie des pauvres comme ils ont l'habitude de le dire ! » rajoutant « Pourtant elle ne fait pas de distinction qu'on soit pauvre ou riche ».

La honte que peut entraîner le fait d'avoir la maladie est liée à l'état d'insalubrité de l'environnement ou de la personne elle-même. En effet, une personne investiguée a déclaré : « ce qui fait que c'est honteux c'est que ça vient de la saleté... ».

Toutefois, cette perception de la peste comme une maladie honteuse ou maladie des pauvres n'est pas partagée par les investigués : « *Ce n'est pas honteux parce qu'il arrive parfois que si par exemple moi...la personne à côté de moi est atteinte, et ça se transmet à moi, alors pourquoi donc en aurais-je honte (.)* ».

#### 3.5.2.2.iii. Influence des médias sur la représentation des populations

Les médias ont beaucoup été cités comme source d'informations des individus investigués lors de l'épidémie de peste aussi bien pour les investigués du deuxième arrondissement que pour ceux du cinquième arrondissement. Les affiches de sensibilisation placardées sur presque toutes les FS et les *fokontany* de la CUA ont été peu citées par les répondants comme sources principales d'informations relatives à la peste, plus précisément à l'épidémie de peste de 2017.

#### 3.5.2.2.iv. Ambiguïté autour des formes de peste et leurs modes de transmission

Une incompréhension sur les modes de transmissions et les formes de peste a été mise en exergue lors des investigations. En effet, concernant les types de peste, la plupart des individus questionnés ont confondu la peste bubonique avec la peste pulmonaire. Allant plus loin, certains individus ne différencient pas les deux formes de la peste.

« (...) *La (peste) bubonique se transmet par les postillons... la peste pulmonaire se transmet par les puces ! ça vient des puces des rats ! (...)* »

Outre l'ambiguïté perçue par les répondants par rapport aux formes de peste, deux types de modes de transmission de la peste ont été identifiés par ceux-ci:

Un mode de transmission direct : regroupant les modes de transmission ayant un lien avec le contact avec le rat et leurs puces. Les ordures et déchets jetés et accumulés, attirant le rat ou les canaux d'évacuations et les eaux usées (clichés 1 et 2).

Un mode de transmission indirect : la peste est transmise par les eaux souillées ou infectées provenant de la société de distribution d'eau. Les aliments sales, non lavés ou mal lavés seraient également des éléments contribuant à la transmission de la peste (Clichés 3 et 4).



**Clichés 1 à 4.** Modes de transmission de la peste perçue par les investigués à Antananarivo durant les séances de *photovoice* (Photos : les participants à l'étude)

3.5.2.2.v. Le rôle des lieux de vie sur la représentation par rapport à la peste de la population d'Antananarivo lors de l'épidémie de peste de 2017 à Antananarivo : le cas du cimetière d'Anjanahary.

Un des objectifs de l'étude sur les représentations de la population d'Antananarivo dans un contexte post-épidémique était de déterminer si la proximité des hôpitaux prenant en charge les patients atteints par la peste pouvait avoir une influence sur la représentation de la population et leurs perceptions par rapport à la maladie. Les F.G avec les populations dans le cinquième arrondissement ont mis en exergue un aspect inattendu de cette influence des lieux sur les représentations des populations par rapport à la peste et par rapport à l'épidémie de peste de 2017. En effet, les quartiers d'Anjanahary II N et II O où des F.G et la méthode du *photovoice* ont été appliquées sont proches du cimetière municipal de la ville d'Antananarivo. Le fait d'habiter près du cimetière d'Anjanahary est perçu comme étant favorable à la transmission de la peste par les habitants des quartiers périphériques. Effectivement, les rumeurs qu'une fosse commune où étaient enterrés les corps des individus ayant succombé à la peste dans ce cimetière circulait dans ces quartiers. Ces rumeurs avaient pour conséquence de la frustration et de la peur spécifiques chez les populations des quartiers environnants le cimetière d'Anjanahary durant l'épidémie de peste. En effet lorsque la question « Où peut-on avoir la peste ? » leur a été posée, certains participants résidant dans les quartiers périphériques du cimetière d'Anjanahary avaient répondu « *Le cimetière (..) Parce que les morts suite à la peste sont enterrés là* ».

3.5.3. Incompréhension et peur de la maladie : une évolution inexistante dans les perceptions des populations à Madagascar

L'épidémie de 2017 à Madagascar a fait resurgir les mêmes problèmes du passé auxquels l'administration coloniale a dû faire face. En effet, l'incompréhension de la population par rapport à la maladie, mais également la remise en question de l'existence même de l'épidémie

de peste de 2017 rappellent les représentations des populations par rapport à la maladie vivant durant l'époque coloniale. La mise en place de mesures concernant les morts suspectés de peste, interdiction de veillée mortuaire et interdiction pour le défunt d'accéder au caveau familial, ont été probablement durement ressenties par les familles des morts suspects de peste durant l'épidémie de 2017. Ce qui pourrait pousser des familles à cacher les causes des décès de leurs proches, pratiques n'ayant pas évolué (ou peu évolué) depuis l'époque coloniale rapportée par Esoavelomandroso. Quelle que soit la place de l'individu dans la société malgache actuelle, quel que soit son niveau d'éducation, quelle que soit la période dans laquelle il vit, la peste fait peur. Des études sur le vécu des familles des individus ayant été atteints par la peste durant cette épidémie de 2017 auraient apporté d'autres précisions sur les représentations des populations autour de la maladie.

#### Conclusion du chapitre

De l'époque coloniale à nos jours, les représentations des populations malgaches par rapport à la peste ont peu évolué. La peur et la méconnaissance de la maladie peuvent être des éléments contribuant à la circulation et à la persistance de celle-ci à Madagascar. Le fait que les acteurs principaux du cycle de transmission de la peste aient élu domicile sur les HTC n'ôte pas le fait que cette maladie ne risque potentiellement pas de se propager dans des zones hors foyers pesteux situés à moins de 800 mètres d'altitude, l'épidémie de 2017 a effectivement atteint la ville portuaire de Toamasina sur la côte est malgache. La mobilité humaine ainsi que le comportement humain jouant probablement un rôle important dans la circulation de la maladie dans le territoire malgache. L'insuffisance des infrastructures sanitaires et le manque de personnel à vocation médicale ajoutent une difficulté supplémentaire à la gestion de la lutte contre la maladie, malgré la structure pyramidale du système de santé malgache visant à se rapprocher de la population.

Le seuil de 800 mètres d'altitude comme seuil regroupant les conditions favorables aux acteurs du cycle transmission de la peste peut être remis en question. L'apparition des cas de peste tout le long de l'année suggère également que les saisons pesteuses ne prévalent plus à Madagascar, parler de basse ou de haute saison pesteuse semble plus adéquate quant à la situation de la grande île face à la maladie.

L'évolution de la situation malgache face au risque pesteux doit préalablement se baser sur les situations réelles à différentes échelles sur l'ensemble du territoire Malgache.

## CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

Les dynamiques des grandes pandémies historiques mondiales de peste ont pour points communs les rôles joués par les mobilités des populations, à différentes échelles (provinces, régions transfrontalières...), mais surtout les échanges commerciaux entre royaumes, nations ou empires. Ces échanges de biens et de personnes ont accéléré la propagation et la circulation des acteurs principaux de la peste, l'agent pathogène, le vecteur et l'hôte. Ce qui a permis d'étendre les zones géographiques des foyers naturels de peste où l'on peut rencontrer le trio du complexe pathogène de la peste. C'est probablement en grande partie à cause des échanges de biens et de personnes que la carte de la distribution actuelle des régions foyers naturels est telle que nous la connaissons aujourd'hui.

La peste bien que cantonnée dans quelques régions du monde, dans sa forme humaine, peut être un véritable défi de santé publique pour les pays qui y font face, dont Madagascar.

A Madagascar la peste arrive sur la côte est pour se propager progressivement à l'intérieur de l'île en suivant le parcours de construction de la ligne de chemin de fer, nerf commercial reliant les HTC à la cote est malgache.

La persistance, la réémergence ainsi que la dynamique de circulation de la peste à Madagascar peuvent être liées aux représentations de la population autour de la maladie. Cette représentation, mais aussi les perceptions de la peste par les populations n'ont pas beaucoup évoluées depuis les récits rapportés autour de la pandémie de Justinien jusqu'à l'épidémie de peste pulmonaire urbaine dans la ville d'Antananarivo à Madagascar entre 2017 et 2018. Malgré les avancées en matière de recherches sur la peste, notamment par rapport au cycle de transmission de la maladie, l'identification des acteurs principaux ainsi que leur rôle dans le mécanisme de transmission, la peste est encore méconnue par les populations à Madagascar.

La peste a toujours été une maladie qui inspire la crainte chez les populations des régions concernées à Madagascar, longtemps considérées par une partie de la population comme inventée par l'administration coloniale durant les près de 60 années de colonisation française

Mais ces perceptions de la peste ainsi que les représentations des populations autour de la maladie peuvent être liées à l'expression épidémiologique de la maladie et varier d'une région à une autre. Expliquant en partie les différences de contextes épidémiologiques entre diverses

régions administratives à Madagascar. Madagascar, un des principaux pays où les cas humains de peste apparaissent quasi annuellement.

Ce qui entraîne à se pencher sur le contexte particulier de Madagascar et aux vulnérabilités des espaces humanisés face au risque pesteux

Plusieurs questions se posent alors :

Les contextes et caractéristiques naturels des régions à Madagascar expliquent-ils à eux seuls la réémergence et/ou la persistance de la peste ? Quelle serait la part des comportements des populations, des représentations et des perceptions de celles-ci par rapport à la maladie dans l'expression du risque pesteux à Madagascar? Les perceptions autour de la maladie sont-elles identiques dans différentes régions et à différentes échelles à Madagascar ?

**PARTIE II**  
**VULNERABILITÉ DES ESPACES**  
**HUMANISÉS FACE AU RISQUE**  
**PESTEUX A MADAGASCAR**

La peste à Madagascar est un problème de santé publique quasi annuel. L'endémicité de la maladie sur les HTC ainsi que l'apparition, sporadique ou non, de cas humains dans d'autres zones renvoie à la notion de vulnérabilité des espaces humanisés au risque pesteux. Les populations des HTC sont exposées annuellement au risque pesteux, mais l'expression de la maladie dans cet espace, bien que faisant partie d'une même région naturelle, semble hétérogène.

La deuxième partie de cette thèse est basée sur les données recueillies. Dans un premier temps, les données épidémiologiques relatives à la peste sont décrites puis dans un second temps, ce sont les données recueillies sur le terrain qui ont fait l'objet d'analyses. Ces analyses ont été faites pour tenter de mettre en exergue l'influence de différents déterminants (comportementaux, socio-spatiaux, environnementaux et socio-environnementaux) sur cette hétérogénéité spatiale dans l'expression épidémiologique de la maladie.

Plusieurs questions pourraient se poser alors :

- dans les différentes régions étudiées, les mêmes déterminants influencent-ils toujours l'apparition des cas de peste ?
- au sein même des HTC, les déterminants dans l'expression de la peste sont-ils les mêmes ?
- quels déterminants pourraient accentuer le plus l'exposition au risque pesteux ?

Les trois chapitres de cette deuxième partie s'attèleront à essayer de répondre à ces interrogations.

## **Chapitre 4**

### **Hétérogénéité de l'expression épidémiologique de la peste à Madagascar et spécificités locales**

Ce chapitre constitue la première étape de l'étude sur la vulnérabilité des espaces humanisés face à l'exposition au risque pesteux à Madagascar. En effet, c'est à partir de ce chapitre qu'ont été déterminés les sites à investiguer dans le cadre de l'étude sur les différentes thématiques qu'aborde ce travail. Le choix des sites d'études a été fait selon les différentes situations et les spécificités en matière de localisation et l'expression du contexte épidémiologique. Effectivement, les 2 sites des HTC ont été choisis, ces sites appartenant à la zone d'endémicité pesteuse dite « Triangle de la peste » à Madagascar. Le troisième site pris en compte est le district de Mahajanga I, sur le littoral nord-ouest de Madagascar, hors zone d'endémie pesteuse, où des cas humains de peste sont apparus en 2006.

Le but de la prise en compte de ces trois sites d'études n'est pas de faire une analyse comparative, sachant que ces trois sites d'études ont des contextes spécifiques aussi bien du point de vue climatique, démographique qu'épidémiologiques. Il s'agit de mettre en exergue l'hétérogénéité et les spécificités de ces trois sites d'études par rapport à la situation pesteuse. Le choix de la période d'étude - c'est-à-dire de la prise en compte des variations épidémiologiques et de la dynamique pesteuse - s'est porté sur la base de données partant de 2006 à 2015. Cette période étudiée permettra dans un premier lieu d'établir l'évolution spatio-temporelle du nombre de cas de peste pour les sites étudiés pour une décennie, mais également, dans un second lieu, d'en tirer les facteurs environnementaux probables ayant concouru à l'apparition de cas humains de peste (Chapitre 6). La période d'étude est le socle de départ pour faciliter les démarches sur le terrain, notamment afin de catégoriser à différentes échelles administratives (*fokontany*/communes/ districts) l'absence ou la présence de cas humains de peste et, par la suite tirer au sort, les localités à investiguer.

#### **4.1. Les informations recueillies issues de la base de données IPM de 2006 à 2015**

La base de données contenait des informations collectées à partir des déclarations des différentes formations sanitaires implantées dans tout le territoire malgache. La peste étant une maladie à déclaration obligatoire, les informations sur tout cas de peste suspecté, probable

ou confirmé sont notifiées dans cette base de données. L'unité peste de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) regroupant le Laboratoire central peste (LCP) du Ministère de la Santé Publique (MinSanP) de la République de Madagascar, est également un centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Les Tests de diagnostics rapides (TDR) sont produits dans ce laboratoire et les analyses biologiques pour la confirmation des cas de peste à Madagascar se font essentiellement dans ce laboratoire d'où son statut de Laboratoire national de référence peste, c'est-à-dire que tous prélèvements suspectés de peste sont normalement envoyés vers ce laboratoire pour subir des analyses biologiques et autres confirmant s'il s'agit bel et bien de la peste humaine ou non. L'IPM tient donc une place incontournable dans la détection des cas humains de peste à Madagascar.

La base de données de l'IPM contient les informations sur les cas humains de peste déclarés dans les Formations sanitaires (FS) de Madagascar ayant permis la distribution spatio-temporelle des cas de peste recensés dans les sites d'études. Sur 37 variables disponibles sur la base de données de l'IPM, nous avons pris en compte 12 variables. Les autres variables contenaient des informations cliniques ou biologiques non nécessaires à notre étude (température, localisation de bubon, présence de rats morts à proximité de la résidence de l'individu...) ou des variables confidentielles, relatives à l'identité des individus enregistrés. Les variables retenues étaient:

1) les informations sur l'individu comportant : i) l'année de la déclaration du cas ou date de passage à la FS. ii) descriptifs sur l'individu : âge, sexe. iii) Adresse de l'individu : Hameau, *fokontany*, commune, district.

2) les informations sur la F.S de déclaration : i) Service de santé de district (SSD). ii) FS de déclaration.

3) les informations cliniques et biologiques concernant l'individu : i) statut de l'individu (décédé, vivant). ii) forme clinique de la peste (bubonique, pulmonaire ou septicémique). iii) définition du cas (suspect, probable ou confirmé).

#### **4.2. Trois sites d'études différents de par l'expression épidémiologique de la peste**

Les sites pris en compte dans l'étude (carte 5) ont été choisis et déterminés à partir de critères bien définis :

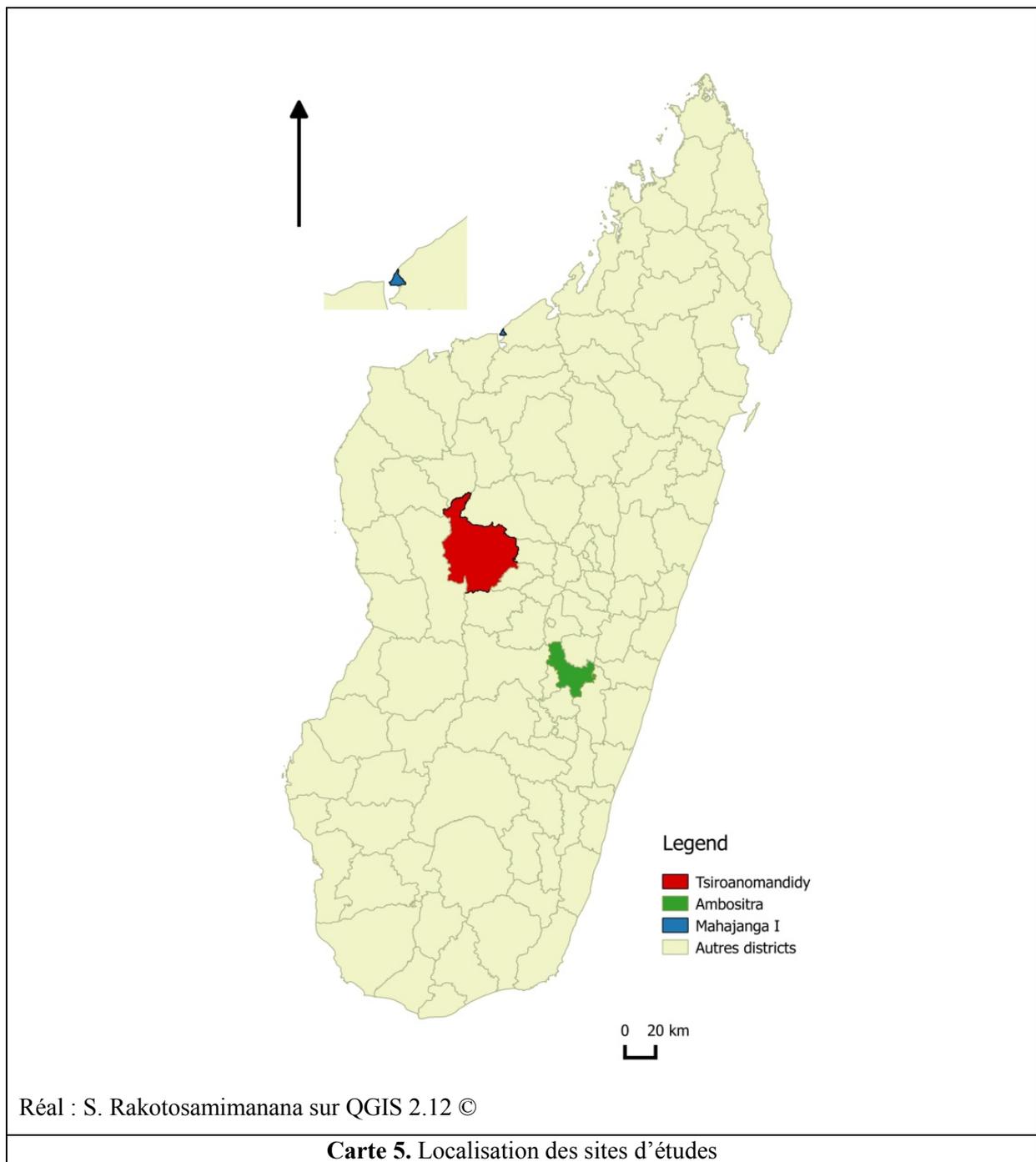
Il s'agit de trois sites où des cas de peste ont été déclarés entre 2006 et 2015 (déclarations enregistrées dans la base de données de l'IPM). Le deuxième critère était la localisation

géographique des sites, 2 sites des HTC à majorité de populations rurales et un site du littoral ouest, urbain.

Deux des sites sont des régions des HTC, faisant partie de ce qui est appelé « le triangle de la peste », situés à plus de 800 mètres d'altitude.

- le district de Tsiroanomandidy, dans le moyen ouest malgache
- le district d'Ambositra, sur l'axe sud vers Fianarantsoa et Toliary

Le district de Mahajanga I est, quant à lui, issu de la zone côtière de la bordure occidentale de Madagascar.



#### 4.2.1. Les districts pris en compte dans l'étude

Au-delà de 800 mètres d'altitude, la peste est endémique à Madagascar, ce seuil correspond à la région des HTC. Les conditions naturelles y sont favorables à la fois au développement de la puce et du rat. Le district de Tsiroanomandidy et celui d'Ambositra font partie de cette partie centrale de Madagascar. Ces 2 districts sont très souvent confrontés à des épidémies de peste annuelles. En effet, des cas humains de peste y apparaissent quasi annuellement. Contrairement dans les autres régions hors foyers pesteux où les cas de peste sont sporadiques comme pour le cas de Mahajanga I. La maladie étant probablement introduite par les déplacements et/ou les flux et mouvements de population circulant à l'intérieur même de l'île de Madagascar.

On peut donc s'avancer à dire qu'il y a deux types de peste pour le cas de Madagascar dans cette présente étude : la peste des HTC, endémique et la peste de la bande côtière, épidémique. La plupart des auteurs et des chercheurs qui étudient la peste s'attèlent à dire qu'il y a plusieurs types de peste, selon le milieu d'apparition des cas. Des auteurs parlent également de peste urbaine, de peste rurale, ainsi que de peste selvatique pour le cas de Madagascar, du fait que la maladie peut évoluer dans des environnements différents (Duplantier, Duchemin *et al.* 2005 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

#### 4.2.2. Présentation des sites d'études

Les sites d'études pris en compte dans le cadre de cette étude présentent des caractéristiques différentes. Afin d'avoir une vue globale sur les caractéristiques de chaque district, il est important de les cadrer sur les points de vue localisation, géophysique, administratif et socio-économique.

##### 4.2.2.1. Le district de Tsiroanomandidy

Avec le district de Fenoarivobe, ils composent la région Bongolava. Cette région est située dans le moyen ouest de Madagascar entre 17.16° et 19.46° de latitude Sud et 45.48° et 47°08 de longitude Est. Les altitudes de cette région peuvent varier de 800 à 1500 mètres. La végétation dominante est la végétation de type savane herbeuse. Dans cette région il est également fréquent de voir un paysage caractérisé par des passages répétés de feux de brousse. Le district de Tsiroanomandidy compte 18 communes avec 212 *fokontany*. Le chef-lieu de région est le district de Tsiroanomandidy situé à 219 kilomètres de la ville d'Antananarivo en longeant la RN 1. Selon la projection de l'Instat pour 2015, le district de Tsiroanomandidy compte une population de 345000 habitants pour une superficie de 10600

km<sup>2</sup> soit une densité de 33 habitants au km<sup>2</sup> avec une population concentrée autour du principal réseau routier dans les centres urbains et les bourgs, les autres zones étant enclavées. Le district représente près de 57% de la surface totale de l'ensemble de la région Bongolava. C'est un large bassin de production et la région Bongolava en général est une zone à fort potentiel agro-pastoral. C'est une zone de migration avec une mosaïque d'ethnies. L'élevage extensif pastoral pratiqué dans la région favorise cette migration interne. La région est aussi marquée par une insécurité rurale qui peut constituer un frein au développement de la région en général. Quant au niveau développement humain, l'IDH pour l'ensemble de la région était de 0.548 en 2013, de 0.542 pour 2014 et 0.545 en 2015 contre 0.536 en 2016 (PNUD 2018).



**Cliché 5.** Piste en terre ferrallitique, commun dans le moyen Ouest des HTC, district de Tsiroanomandidy (Réal : S.R, juillet 2017)



**Cliché 6.** Crépuscule d'un jour de marché avec l'installation des étals de marchands, CR d'Ambohimiarina, district de Tsiroanomandidy (Réal : S. R, juillet 2017)



**Cliché 7.** Construction d'un toit de chaume, CR de Miadanarivo, district de Tsiroanomandidy  
(Réal : S. R, juillet 2017)

#### 4.2.2.2. Le district d'Ambositra

Ambositra se trouve à 255 kilomètres au sud d'Antananarivo sur l'axe de la RN 7, reliant Antananarivo à Toliara. Ce district, chef-lieu de région, fait partie intégrante de la région Amoron'i Mania (quatre districts au total) dans la partie méridionale des HTC de Madagascar. Si pour l'ensemble de la région l'altitude peut aller jusqu'à 1500 mètres d'altitude, pour le district d'Ambositra les altitudes varient de 700 à 1000 mètres en moyenne. Situé au Nord-est de la région Amoron'i Mania, il compte 23 communes pour 290 *fokontany* et couvre une surface de 2943 kilomètres carrés (soit près de 18% de la région). La population du district d'Ambositra compte 277000 habitants selon les projections pour 2015 de l'Institut national de statistiques (Instat) de Madagascar soit une densité de 94 habitants au km<sup>2</sup>. L'ensemble de la région Amoron'i Mania dont fait partie le district d'Ambositra est une zone dite à fort potentiel agricole. L'élevage à cycle court est pratiqué dans cette région surtout le long de la RN 7. C'est une zone à vocation agro-pastorale. L'IDH pour l'ensemble de la région Amoron'i Mania a été estimé à 0.467 en 2013, 0.468 en 2014, et 0.462 en 2015 contre 0.455 en 2016 (PNUD 2018).



**Cliché 8.** Paysage des HTC sur la RN7, entre Antsirabe et Ambositra  
(Réal : S. R, juin 2017)



**Cliché 9.** Maison traditionnelle en bois, Zafimaniry, dans la Commune rurale (CR) d'Antoetra,  
district d'Ambositra (Réal : S. R, juin 2017)



**Cliché 10.** Jour de marché à Ivony, marchands de tabac, CR Ivony Miaramiasa, district  
d'Ambositra (Réal : S. R, juin 2017)

#### 4.2.2.3. Le district de Mahajanga I

Mahajanga I est un district de la région du Boeny, sur la partie nord-ouest de Madagascar. Séparé par les 571 kilomètres de la RN4 reliant Antananarivo à Mahajanga I. Ce chef-lieu de district du littoral nord-ouest jouit d'un statut administratif particulier puisqu'il est à la fois district et commune urbaine. Il compte 26 *fokontany*. Sur les six districts de la région Boeny, Mahajanga I couvre 0.2% de la superficie de la région. Ce grand centre urbain avait près de 107000 habitants en 2018 avec un Taux de croissance annuel moyen (TCAM) de 3.10 entre 1975 et 2018 (Instat 2019) pour une population de la région Boeny de 930000 habitants en 2018 avec un TCAM de 3.53 (Instat 2019). Le port de Mahajanga a un poids économique important pour l'ensemble du pays, car c'est un Port long courrier et également un port à gestion économique. C'est le troisième port le plus important de Madagascar après le port de Toamasina à l'Est (77 % du trafic maritime) et de Toalagnaro dans le Sud (11 % du trafic maritime), effectivement le port de Mahajanga I draine 5 % du trafic maritime national. Le commerce y tient donc une place importante. (PNUD 2018). Pour le développement humain, en 2013 il était de 0.476, en 2014 de 4.461 en 2015 de 0.478 contre 0.470 en 2016 (PNUD 2018).

### **4.3. Analyse descriptive des données des individus inscrits dans la base de données IPM 2006 à 2015**

#### 4.3.1. Cas de peste, toutes formes confondues, dans les districts d'étude

La base de données du LCP pour les trois districts d'études comptait 865 individus inscrits entre 2006 et 2015. La moyenne d'âge pour l'ensemble des individus inscrits est de 16 ans.

**Tableau 4.** Résumé des caractéristiques des individus déclarés dans la base de données du LCP entre 2006 et 2015 dans les trois sites d'études

Caractéristiques	Catégories	Districts						Total	
		Ambositra		Tsiroanomandidy		Mahajanga I		n	%
		n	%	n	%	n	%		
Sexe	Hommes	83	<b>16.08</b>	416	<b>80.62</b>	17	<b>3.3</b>	516	<b>10</b>
	Femmes	74	<b>21.2</b>	267	<b>76.5</b>	8	<b>2.3</b>	349	<b>10</b>
Catégories de cas	Suspect	52	<b>17.51</b>	225	<b>75.76</b>	20	<b>6.73</b>	297	<b>10</b>
	Probable	43	<b>17.69</b>	195	<b>80.25</b>	5	<b>2.06</b>	243	<b>10</b>
	Confirmé	61	<b>18.83</b>	263	<b>81.17</b>	0	<b>0</b>	324	<b>10</b>
	Non identifié	1	<b>100</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	1	<b>10</b>
Décès		96	<b>50</b>	96	<b>50</b>	0	<b>0</b>	192	<b>10</b>

Source : LCP/IPM

Sur ces 865 individus, 79% (n=683) ont été déclarés Tsiroanomandidy, 18 % (n=157) à Ambositra à et 3 % (n=25) à Mahajanga I (tableau 4). En ce qui concerne la forme clinique, on note des cas probables et confirmés déclarés dans les trois sites d'études entre 2006 et 2015 (tableau 5). Pour le district de Tsiroanomandidy, près de 2 % (11/458) étaient des cas de peste pulmonaire, autour de 93 % (427/458) des cas de peste bubonique et près de 4 % (20/458) des cas à formes cliniques non précisées. Pour 104 cas probables et confirmés dans le district d'Ambositra, environ 10 % (10/104) étaient des cas de peste pulmonaire, près de 80 % (84/104) des cas de peste bubonique et environ 10 % (10/104) étaient des cas non précisés. Pour les cas déclarés à Mahajanga I, entre la période sélectionnée, les 2 cas déclarés étaient des cas de peste bubonique.

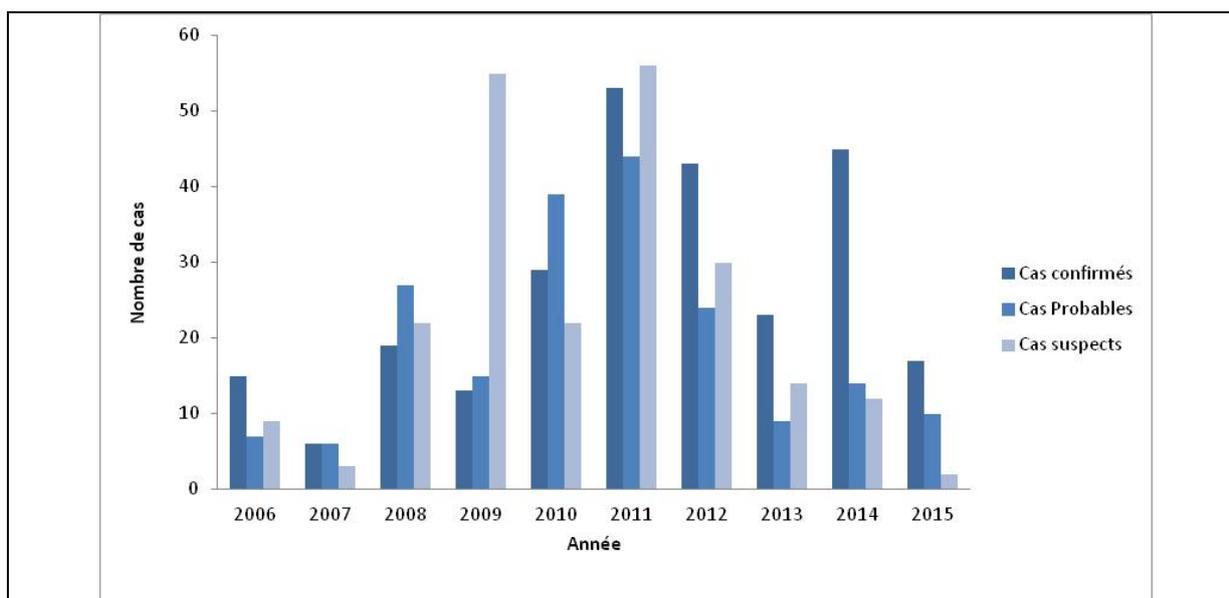
**Tableau 5.** Proportion des formes de peste pour les cas probables et confirmés déclarés par districts d'études

	<b>Peste Pulmonaire</b>		<b>Peste Bubonique</b>		<b>Non précisée</b>		<b>Total</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Ambositra</b>	10	<b>9.6</b>	84	<b>80.8</b>	10	<b>9.6</b>	104	<b>100</b>
<b>Tsiroanomandidy</b>	11	<b>2.4</b>	427	<b>93.2</b>	20	<b>4.4</b>	458	<b>100</b>
<b>Mahajanga I</b>	0	<b>0</b>	2	<b>100</b>	0	<b>0</b>	2	<b>100</b>
<b>Total</b>	21	<b>3.7</b>	513	<b>91</b>	30	<b>5.3</b>	564	<b>100</b>

Source : LCP/IPM

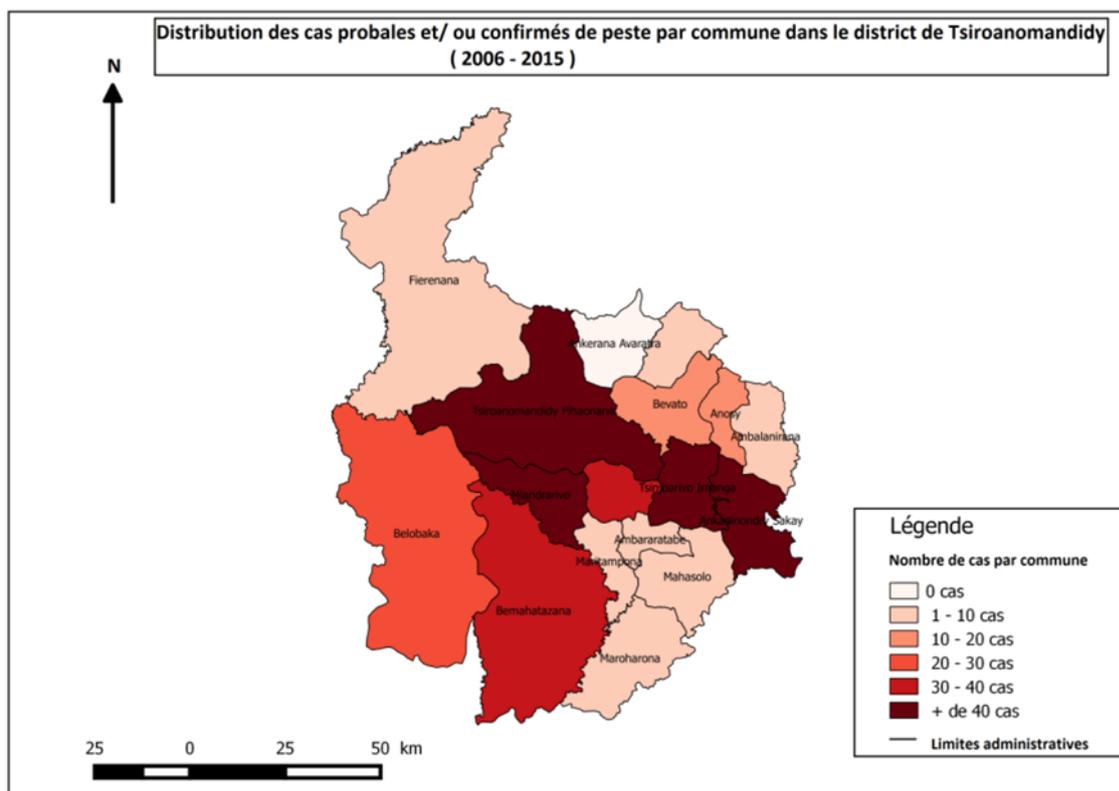
#### 4.3.1.1. Les cas de peste à Tsiroanomandidy

Dans le district de Tsiroanomandidy, faisant partie de la région Bongolava, au cours des 10 dernières années, c'est-à-dire de 2006 à 2015, se basant sur les données en possession de l'unité peste de l'IPM, 683 individus ont fréquenté une structure sanitaire afin de se faire diagnostiquer sur la peste, suite à des symptômes inquiétants. Sur ces 683 individus, ont été recensés, toutes formes de peste confondues : 38.5% (n=263) étaient des cas confirmés, 28.6% (n=195) des cas probables et 32.9% (n=225) cas suspects (Cf. tableau 3 partie I, pp 35).



Source LCP/IPM

**Figure 5.** Cas de peste par année toutes formes confondues déclarées dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015



Source : LCP/IPM

**Carte 6.** Cas de peste confirmés, probables toutes formes confondues, déclarés dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015 (Réal : SR sur QGIS 2.12 ©)

La moyenne annuelle du nombre de cas probables et confirmés, pour les 10 dernières années, pour l'ensemble du district de Tsiroanomandidy, tourne autour des 46 cas notifiés (figure 5). Les années 2010 et 2011 sont les années où le nombre de cas probables et confirmés de peste ont atteint des sommets dans ce district pour la décade. En effet, on y a compté, respectivement pour les 2 années, 68 et 97 cas probables et confirmés, ce qui est largement supérieur à la moyenne annuelle citée plus haut. Ce sont les nombres de cas probables et confirmés déclarés dans les communes respectives d'Ankadinondry Sakay et de Tsiroanomandidy qui ont gonflé les chiffres des cas probables et confirmés, pour l'année 2010. En effet, 21 cas pour chacune des 2 communes ont été déclarés. Si l'on y ajoute le nombre de cas déclaré dans la commune de Miandrarivo (15 cas probables et confirmés, en 2010), la somme du nombre des cas notifiés dans ces 3 communes, pour l'année 2010, représente près de 84% du nombre total de cas probables et confirmés déclarés de l'année 2010, pour l'ensemble du district d'étude. Sachant que le nombre de cas probables et confirmés de peste des communes de Tsiroanomandidy et d'Ankadinondry représente environ 62 % du nombre total de cas probables et confirmés de l'ensemble du district d'étude pour la même année. Ces 3 communes citées font également partie, avec la commune de Tsinjoarivo, des 4 communes dont le nombre de cas probables et confirmés dépasse largement les 40 cas, de 2006 à 2015 (carte 6).

#### 4.3.1.1.i. Répartition par commune des cas de peste dans ce district de 2006 à 2015

Sur une période de 10 ans, le district a compté 458 cas confirmés et probables de peste (toutes formes confondues). Effectivement, sur les 17 communes que comptent ce district, 16 communes n'ont pas été épargnées par l'infection (Carte 6), dont la commune de Tsiroanomandidy, le chef-lieu de district. Seule, la commune d'Ankerana Avaratra, située dans la partie nord Est du district, ne comptait aucun cas confirmé ou probable de peste. Pour le district de Tsiroanomandidy, **4 communes ont compté plus de 40 cas probables et confirmés**. Sur les 16 communes avec des cas probables et confirmés de peste, de 2006 à 2015, dans ce district, 4 communes sortent du lot. En effet, dans le classement des communes avec plus de 40 cas probables et confirmés notifiés de 2006 à 2015, le chef-lieu du district, la commune urbaine de Tsiroanomandidy, avec 86 cas, tient la tête de ce quatuor, suivi par la commune d'**Ankadinondry Sakay** avec 82 cas. Ce duo de communes avec plus de 40 cas probables et confirmés déclarés est complété par la commune de Miandrarivo (73 cas) et la commune de Tsinjoarivo (54 cas).

#### 4.3.1.1.ii. Décès dus à la peste à Tsiroanomandidy

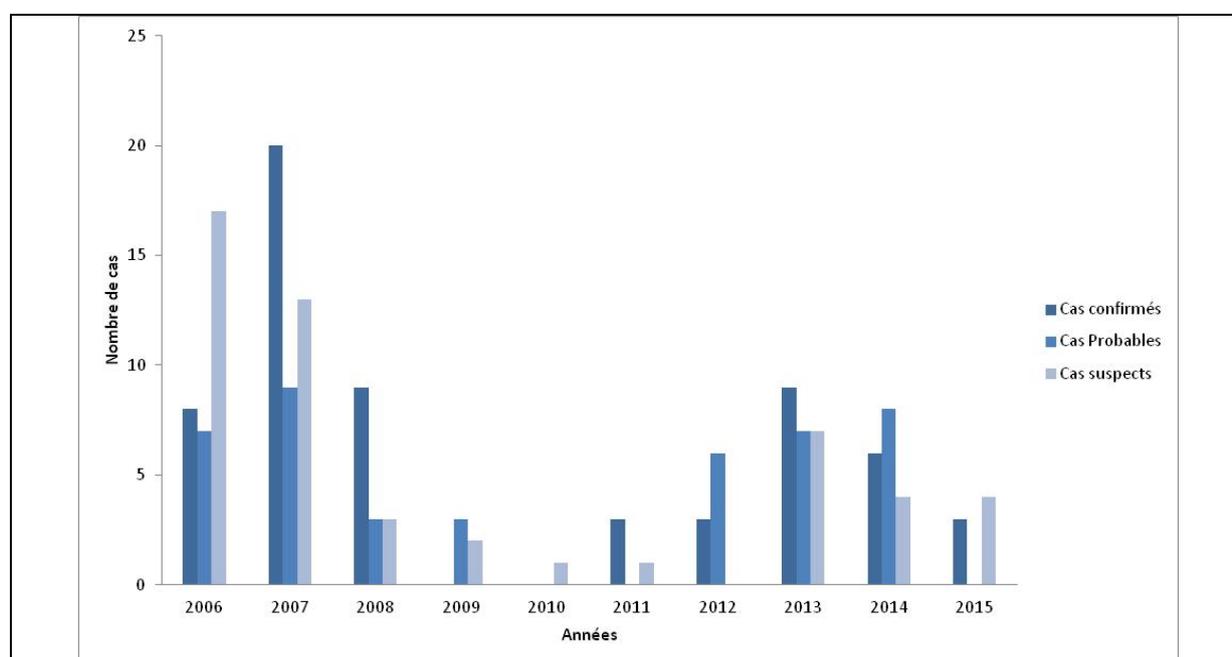
Au total, entre 2006 et 2015, 86 individus ont succombé à la maladie dans ce district. En moyenne, ce district a compté 9 décès par an. Des pics de décès ont été décelés en 2011, en 2012 et en 2014 avec respectivement : 25.6% (n=22) décès en 2011, 17.4% (n=15) décès en 2012 et 24.4% (n=21) décès en 2014. Ces trois années totalisant à elles seules 64.4% (58/86) des décès de peste déclarés durant la période étudiée.

#### 4.3.1.1.iii. Les formes cliniques de peste pour les cas probables et confirmés

Sur les 458 cas probables et confirmés de peste à Tsiroanomandidy : 93.2% (n=427) étaient des cas de peste bubonique dont 14.9% (n=64) décès, 2.4% (n=11) des cas de peste pulmonaire avec 45.5% (n=5) décès et les autres formes non spécifiées représentaient 4.4% (n=20) des cas probables et confirmés dont 85% (n=17) décès.

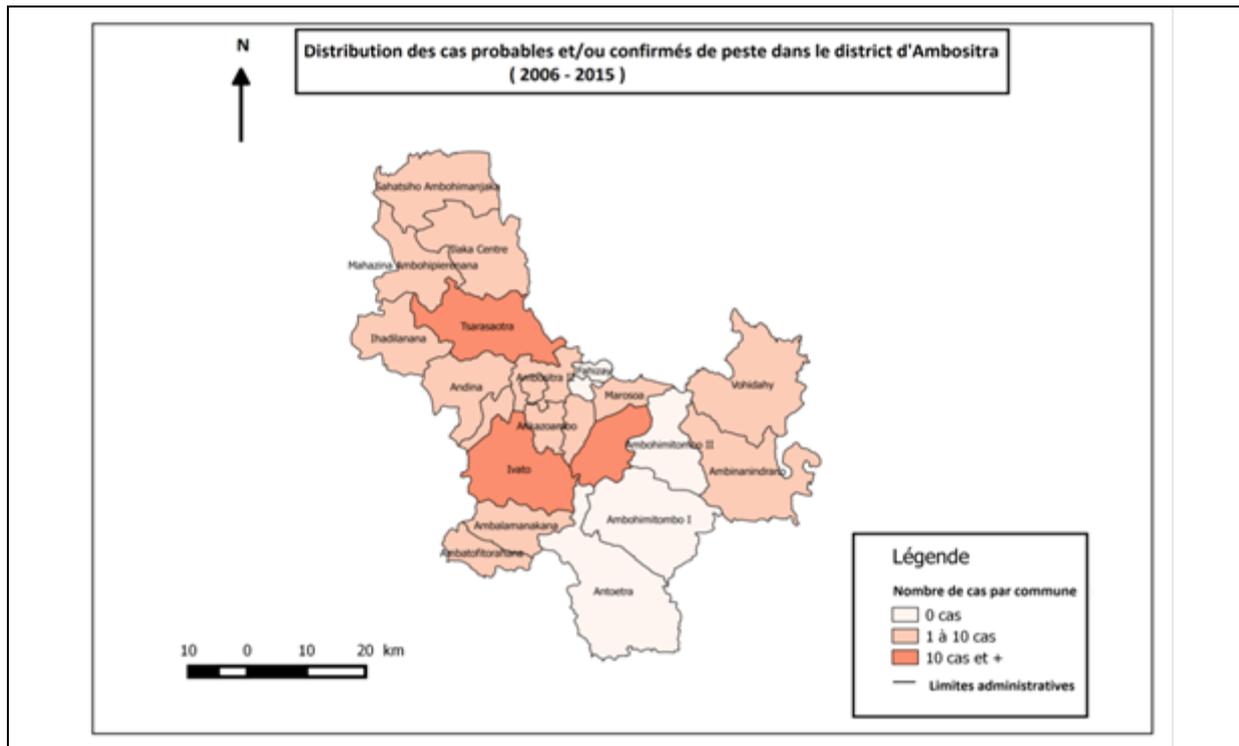
#### 4.3.1.2. Cas de peste dans le district d'Ambositra

Pour le cas du district d'Ambositra, de la région Amoron'i Mania, pour les 10 dernières années, 157 individus ont été déclarés dans des formations sanitaires, repartis dans 18 communes sur les 23 que compte le district : autour de 38.8% (n=61) étaient des cas confirmés, 27.5% (n=43) cas probables et 33.7% (n=53) cas suspects (figure 5).



Source : LCP/IPM

**Figure 6.** Cas de peste par année, toutes formes confondues, déclarées dans le district d'Ambositra de 2006 à 2015



Source : LCP/IPM

**Carte 7.** Cas de peste confirmés, probables toutes formes confondues, notifiés dans le district d'Ambositra de 2006 à 2015 (Réal : SR sur QGIS2.12 ©)

Pour ce district de la région Amoron'i Mania, deux années ont marqué la décade 2006-2015, si l'on se réfère au nombre de cas probables et confirmés de peste. Il s'agit de l'année 2007 et celle de 2013. Effectivement, ce nombre est passé de 15 cas à 29 de 2006 à 2007 et de 9 à 16 entre 2013 à 2014 (figure 6). La moyenne du nombre de cas confirmés et probables pour ce district de 2006 à 2015 est de 10 cas par an.

#### 4.3.1.2.i. Répartition par commune des cas probables et confirmés de peste dans le district d'Ambositra, de 2006 à 2015

Ce district de la région Amoron'i Mania, qui compte au total 23 communes, a connu aussi des épidémies épisodiques de peste, au cours de ces 10 dernières années. En effet, 18 communes sur ces 23 ont été touchées par la peste (Carte 7). Au total on y a compté 104 cas probables et confirmés de peste toutes formes confondues. Pour la période sélectionnée, **3 communes ont notifié plus de 10 cas probables et confirmés** (Carte 7). La plupart des communes touchées par la peste ne dépassent guère la dizaine de cas probables et confirmés 3 communes de ce district l'ont dépassé entre 2006 et 2015. Il s'agit de la commune d'Ivato avec 16 cas, celle de Tsarasoatra (13 cas) et enfin, la commune de Kianjandraikefina avec 11

cas. Enfin, 5 communes n'ont connu aucun épisode épidémique de peste de 2006 à 2015 pour ce district (les communes en blanc, sur la carte).

#### 4.3.1.2.ii. Décès dus à la peste à Ambositra

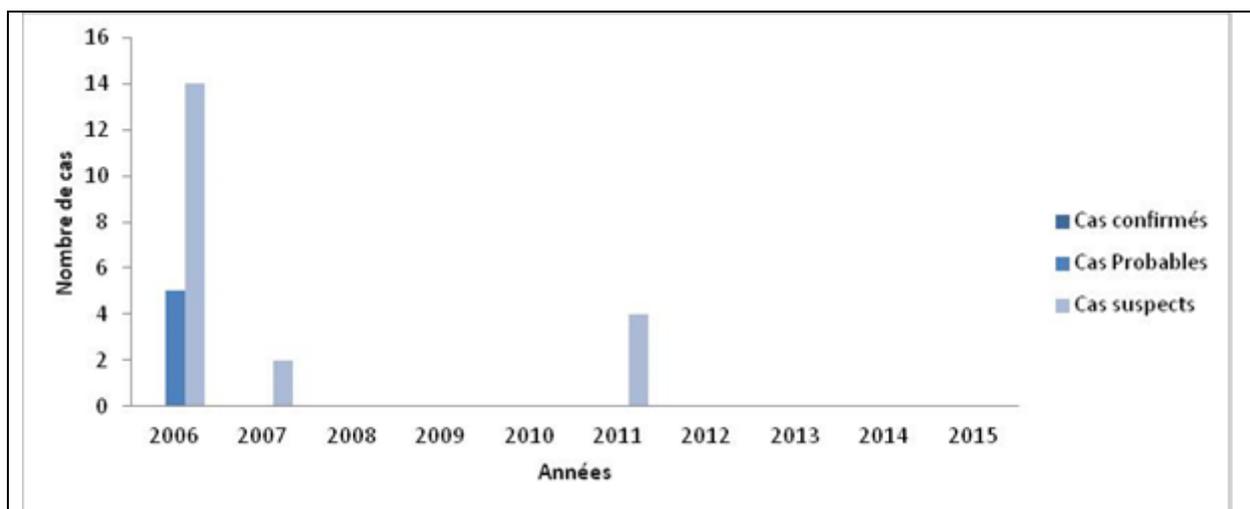
Au cours de la durée comprise entre l'année 2006 et celle de 2015, 33 décès ont été répertoriés, pour une moyenne annuelle de 4 décès. Des pics y ont été détectés, notamment pour l'année 2007 avec 7 décès et l'année 2013 avec 6 décès. Pour les années 2009 et 2010, par contre, aucun décès n'a été recensé dans ce district.

#### 4.3.1.2.iii. Les formes cliniques de peste pour les cas probables et confirmés

Sur les 104 cas probables et confirmés de peste à Ambositra: 80.8% (n=84) étaient des cas de peste bubonique dont 16 décès, soit 19% sur l'ensemble des cas de peste bubonique, 9.6% (n=10) cas de peste pulmonaire avec 5 décès, soit 50% de l'ensemble des cas totaux de peste pulmonaire. Autres formes non spécifiées : 9.6% (n=10) avec 7 décès soit 70% des cas non spécifiés de peste.

#### 4.3.1.3. District de Mahajanga I

Pour le district de Mahajanga I, 25 individus ont été déclarés dans les formations sanitaires, durant le laps de temps compris entre 2006 et 2015, répartis dans 3 communes, dont 5 cas probables et 20 cas suspects (figure 7).



Source LCP/IPM

**Figure 7.** Cas de peste par année, toutes formes confondues, déclarés dans le district de Mahajanga I de 2006 à 2015

Aucun décès dû à la peste n'a été signalé dans ce district du nord-ouest de Madagascar durant ces 10 dernières années.

#### 4.3.2. Tranches d'âge des individus déclarés cas probables et/ou confirmés dans les districts d'étude

Ce qui est flagrant aux premiers abords, concernant les tranches d'âges des individus ayant été notifiés cas probables ou confirmés, dans les 3 districts pris en compte dans l'étude, au cours de la décennie 2006-2015 c'est que la majeure partie d'entre eux (60.6%, 344/568) sont des individus de moins de 15 ans. Si l'on se focalise au cas par cas, c'est-à-dire sur les chiffres par district, le constat est que la situation suit la tendance générale de l'ensemble des districts.

#### 4.3.3. Formations sanitaires fréquentées par la population des sites d'études en cas d'apparition de symptômes

##### 4.3.3.1. District de Tsiroanomandidy

Sur les 29 formations sanitaires déclarantes, fréquentées par au moins un individu en quête de diagnostic et/ou de traitement de la peste (2006 à 2015), dans le district de Tsiroanomandidy : 693 individus ont fréquenté ces structures. Autour de 23 individus, en moyenne, sont passés dans ces structures pour un diagnostic et/ou un traitement de la peste, en 10 ans.

##### 4.3.3.2. District d'Ambositra

156 individus ont fréquenté les 34 structures sanitaires de ce district. En 10 ans, ces formations sanitaires ont vu passer, en moyenne, 4 individus, en quête de diagnostic, de soins ou de traitements relatifs à la peste. 5 FS de ce district se distinguent du reste avec au moins 10 consultations (diagnostic, traitement...) relatives à la peste.

##### 4.3.3.3. District de Mahajanga I

En ce qui concerne les formations sanitaires fréquentées en cas de suspicion de peste à Mahajanga, seule celle d'Androva a connu un *rush* de la part de la demande en matière de soins, si l'on peut le définir ainsi, notamment en 2006 avec 19 individus fréquentant, en 2007, avec 2 individus ayant fréquenté Androva et en 2011, avec 4 individus en quête de diagnostic de soins ou de traitements. Un total de 25 individus avait fréquenté cette structure de 2006 à 2015. Pour les cas confirmés et probables de peste toutes formes confondues pour les Districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy le taux de létalité est de près de 20% (114 décès/562 cas). Pour les cas probables et confirmés de peste bubonique, ce taux est de 16% (80

décès/511 cas). Pour les cas probables et confirmés de peste pulmonaire, il est d'environ 48%, soit 10 décès/21 cas.

L'évolution spatio-temporelle des cas probables et confirmés de peste dans les deux districts des HTC dans le cadre de l'étude. De 2006 à 2015, des cas humains de peste sont apparus dans les districts de Tsiroanomandidy et d'Ambositra. Pour le cas du district de Tsiroanomandidy, plusieurs communes ont enregistré des cas de peste bubonique durant la totalité de la période d'étude. Mais des cas de peste pulmonaire ont été également notifiés dans certaines communes en 2008, 2011, 2012 et 2014. La cartographie de l'évolution spatiale des communes où des cas de peste ont été déclarés durant la période d'étude illustre bien le statut d'endémicité de la peste dans cette région des HTC. Pour l'ensemble des cas probables et confirmés de peste bubonique pris en compte dans cette étude, la plupart des cas notifiés sont des cas de peste bubonique et la mortalité due à la peste bubonique est relativement faible si le taux de létalité de peste pulmonaire avoisine les 50% pour l'ensemble des sites des HTC étudiés.

## Conclusion du chapitre

Entre 2006 et 2015, plusieurs cas de peste ont été déclarés et enregistrés dans la base de données du LCP dans les trois districts pris en compte dans le cadre de cette étude. Dans les districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy, bien que faisant partie des HTC, les cas humains de peste n'apparaissent pas de la même façon. Les cas de peste apparaissent quasi annuellement dans le district de Tsiroanomandidy si dans le district d'Ambositra, une période de silence a été identifiée en 2010. Pour le cas du district de Mahajanga I, dans le littoral ouest-malgache, une épidémie de peste a été déclarée en 2006.

Il est fort probable que les espaces humanisés dans ces trois districts ne soient pas exposés de la même manière face au risque pesteux. Certaines régions administratives et donc certaines populations sont plus exposées et donc plus vulnérables face au risque pesteux. Le district de Tsiroanomandidy semblant être plus exposé et donc plus vulnérable au risque d'apparition de cas humains de peste que les districts d'Ambositra et de Mahajanga I.

Les différentes situations épidémiologiques de la peste dans les trois sites d'études ouvrent la voie à plusieurs pistes quant à l'hétérogénéité spatiale de l'expression de la maladie à Madagascar.

Mais certaines questions semblent nécessiter des éclaircissements. Ainsi, quels seraient alors les facteurs pouvant expliquer cette hétérogénéité ?

Quel rôle pourrait jouer les connaissances des populations sur la peste dans cette expression de la maladie dans différents espaces ?

La perception des populations par rapport à la maladie varie-t-elle selon l'espace ?

## **Chapitre 5**

### **Hétérogénéité des contextes épidémiologiques et comportements contextualisés : influence des perceptions et des connaissances de la population sur le risque pesteux**

Ce chapitre est consacré aux perceptions de la population par rapport à la peste dans les sites étudiés mais également les perceptions des professionnels de santé par rapport à la maladie. Les principaux aspects qui seront soulevés dans ce chapitre sont les connaissances de la maladie, les attitudes en général, en cas de maladie, ainsi que les pratiques en cas de recours aux soins. Ces différents aspects seront synthétisés à partir d'une étude des Connaissances, attitudes et pratiques (CAP) par rapport à la peste d'une part du point de vue de la population générale et d'autre part selon les professionnels de santé. La méthodologie du CAP par rapport à des infections ou maladies est utilisée pour détecter d'éventuelles lacunes dans les campagnes des sensibilisations ou d'informations (Vakani, Basaria *et al.* 2011 ; Zhao, Shen *et al.* 2013 ; Wang, Yang *et al.* 2015 ; Arbiol, Orencio *et al.* 2016 ; Fatema, Hossain *et al.* 2017 ; Rahaman, Majdzadeh *et al.* 2017 ; Chen, Zhao *et al.* 2018) ; diffuser des messages sanitaires à la population, par exemple ; mais également pour identifier les liens entre situations épidémiologiques et comportements humains dans le cas précis de la peste, comme en Ouganda (Kugeler, Apangub *et al.* 2017).

Sur les HTC, les situations épidémiologiques varient d'une région à une autre. Ainsi le district de Tsiroanomandidy, est une région où des cas de peste humaine sont déclarés chaque année. Quant au district d'Ambositra, parfois des flambées épidémiques y sont déclarées, parfois des périodes de silence caractérisent les années (Cf. Chapitre 4). Ces deux districts faisant pourtant partie du « triangle de la peste » des HTC. En effet, ce sont des foyers de l'endémie pesteuse à Madagascar.

La question qui se pose est de savoir s'il y a un lien entre les comportements et/ou les perceptions de la population par rapport à la peste de ces districts et les situations épidémiologiques dans ces régions ce qui démontrerait le rôle de l'hétérogénéité spatiale dans la dynamique de la peste et le risque d'exposition à la peste à Madagascar, du moins, dans les perceptions et les comportements des populations face à la maladie.

L'étude menée a été une étude transversale exploratoire basée sur un questionnaire CAP. L'approche vise en premier lieu à évaluer les CAP des populations des sites d'études par rapport à la peste et en deuxième lieu de déterminer l'influence du contexte épidémiologique

sur les variations de degrés CAP selon les sites étudiés. Enfin, il s'agit de déterminer les paramètres expliquant ces variations dans l'expression épidémiologique de la peste i) dans les différentes régions foyer de la peste des HTC, prises en compte dans l'étude ii) pour le cas du district de Mahajanga, dans le littoral ouest. Ces sites ont été choisis du fait de leurs caractéristiques géographiques et de la présence de cas déclarés entre 2006 et 2015.

## **5.1. Évaluer la vulnérabilité de la population face au risque pesteux à Madagascar. L'étude CAP en population**

Les CAP peuvent être des indicateurs de vulnérabilité à l'exposition au risque pesteux. Effectivement, ils peuvent être déterminants lors de l'apparition de cas de peste dans une localité et un faible CAP par rapport à une maladie au sein d'une population peut avoir des conséquences importantes quant à la dynamique d'une maladie. C'est pour évaluer les CAP des populations et déterminer l'influence des niveaux de CAP des populations par rapport à la peste sur les contextes épidémiologiques que l'étude CAP en population a été réalisée.

### **5.1.1. Les démarches méthodologiques adoptées**

#### **5.1.1.1. Distribution spatiale des cas de peste déclarés entre 2006 et 2015 dans les districts étudiés**

Cette étude est basée sur la distribution des cas confirmés et probables de peste entre 2006 et 2015 dans les trois districts étudiés (Tsiroanomandidy et Ambositra pour les HTC, Mahajanga I pour le littoral Ouest), selon les données du Laboratoire central peste (LCP). Cette distribution s'est faite à deux échelles administratives i) à l'échelle des communes ii) à l'échelle des *fokontany* (plus petite unité administrative à Madagascar). En effet, la distribution des cas humains de peste, cas probables et confirmés, toutes formes confondues ont été déduites à partir de la base de données du LCP (centre de référence OMS en matière de peste à Madagascar sise à l'IPM). Dans un premier temps, les cas de peste ont été catégorisés (selon les catégories de l'OMS) : i) cas suspects ii) cas probables et iii) cas confirmés de peste. Ils sont ensuite répartis selon les lieux de résidence du cas déclaré. Une carte de distribution des cas probables et confirmés de peste par commune pour chaque district a pu être établie pour la période comprise entre 2006 et 2015.

#### 5.1.1.1.i. Catégorisation à différentes échelles administratives selon le statut épidémiologique

Les différentes unités administratives ont été classées selon leur statut épidémiologique. Le statut épidémiologique étant défini dans cette étude par la présence ou l'absence de cas probable ou confirmé dans une unité administrative, entre 2006 et 2015 (un cas équivalent à une épidémie pour le cas de la peste).

##### a. *Statut épidémiologique des communes*

Les communes, ayant déclaré au moins un cas de peste, étant catégorisées comme communes cas et les communes n'ayant signalé aucun cas de peste, communes témoins. Au sein même des communes, la distribution des cas de peste par *fokontany* a été faite. La catégorisation des communes en communes cas et témoins a permis le tirage au sort des communes où les enquêtes CAP en population ont été effectuées.

##### b. *Statut épidémiologique des fokontany*

Afin de sélectionner les *fokontany* où les investigations en population ont eu lieu, il a fallu également catégoriser les *fokontany* en *fokontany* cas et témoins. C'est la même démarche que pour la catégorisation des communes, les *fokontany* ayant déclaré au moins un cas de peste humaine ont été catégorisés *fokontany* cas et les *fokontany* n'ayant signalé aucun cas ou *fokontany* témoins.

#### 5.1.1.1.ii. Sites investigués tirés au sort

C'est après le tirage au sort des communes cas/témoins dans un premier lieu puis des *fokontany* cas/témoins dans un deuxième temps que s'est faite ensuite la sélection des sites à enquêter. Le district de Mahajanga I étant à la fois district et commune urbaine, la sélection des sites à investiguer s'est faite directement au niveau des *fokontany*.

#### 5.1.1.1.iii. CAP de la population générale

##### a. *Le questionnaire (cf. annexe)*

Afin d'évaluer les CAP par rapport à la peste de la population générale des sites, un questionnaire CAP individuel a été mis au point. Ce questionnaire est une variante de la méthodologie CAP par rapport à la tuberculose mise au point par l'OMS (WHO 2008) adapté à la thématique de la peste. Développé en langue française il a été ensuite traduit en langue malgache.

Outre les informations sur l'état civil et les caractéristiques socio-démographiques des répondants, le questionnaire comportait trois grandes sections:

1. Connaissances sur la peste : les aspects de la maladie que le répondant pourrait connaître (mode de transmission, caractère contagieux, caractère mortel, existence de traitement ou de médicaments ...)
2. Attitudes en cas de maladie : les attitudes adoptées par l'individu par rapport à n'importe quelle maladie (partage d'informations avec tierce personne, mesures préventives prises en cas de survenue de maladie...)
3. Pratiques en cas de recours aux soins : les actions de l'individu en cas de recours aux soins (structures sanitaires fréquentées, pratique en cas d'apparition de symptômes de la peste...)

Le questionnaire CAP a été administré avec un questionnaire socio-environnemental par ménage (voir chapitre 6). Avant d'avoir été administré dans les sites d'études, le questionnaire a été testé en situation réelle dans le district de Miarinarivo, zone foyer de la peste du moyen Ouest des HTC. Ce site a été choisi, car il fait partie des zones des HTC où la peste est endémique, ses caractéristiques sont donc à peu près semblables à celles d'autres sites foyers pesteux des HTC. Enfin, ce site est proche du district de Tsiroanomandidy dans le moyen Ouest des HTC. Après ce test, le questionnaire a été corrigé et réadapté et a été administré dans les sites d'études. Les données recueillies lors de ce test ne seront pas prises en compte dans l'étude.

#### *b. Considérations éthiques*

L'étude et le protocole de recherche suivi a reçu l'autorisation du comité d'éthique auprès du Ministère de la santé de République de Madagascar n°50 CE/MINSAN du 26 Avril 2016. Les informations sur l'étude en général et son déroulement ont été fournies à partir de séances d'informations avant et après les enquêtes. Les informations sur les participants à l'étude sont confidentielles, le droit de refus des individus de participer à tout moment à l'étude a été respecté. Il a été demandé aux participants à l'étude de lire, remplir et signer un formulaire de consentement éclairé en trois exemplaires.



**Cliché 11.** Administration de questionnaire dans la CR de Bemahatazana, district de Tsiroanomandidy (Réal. : S. R, juillet 2017)



**Cliché 12.** Administration de questionnaire dans la CR de Tsarasaotra, district d'Ambositra (Réal. : S. R, juin 2017)

#### 5.1.1.1.iv. Mode d'administration et critères d'inclusions

*a. Le questionnaire CAP a été administré à partir d'entretiens individuels.*

Les participants inclus dans l'étude étaient des individus résidants dans les localités tirées au sort des trois districts d'études au moment de l'investigation, âgés de plus de 15 ans, ayant accepté de participer à l'étude et signé le formulaire de consentement éclairé. Il n'a pas été inclus dans l'étude les individus ne résidant pas dans les localités tirées au sort des districts d'études, les individus âgés de moins de 15 ans et les individus ayant refusé de participer à l'étude ou n'ayant pas signé le formulaire de consentement éclairé.

*b. Échantillonnage, critères de sélection des ménages et individus à investiguer sur le terrain*

A partir d'un calculateur de taille d'échantillon en ligne ([www.checkmarket.com](http://www.checkmarket.com)) nous avons calculé la taille de l'échantillon représentant la population des deux districts d'étude, avec une marge d'erreur de 5% et un intervalle de confiance à 95%. La taille minimale requise de l'échantillon a été estimée à 548 individus avec un taux de réponse estimé à 70%.

Les communes à investiguer ont été tirées au sort pour chaque district, selon la présence ou l'absence de cas humains dans les communes (commune cas / commune témoin). 50 % des communes cas et 50 % des communes témoins par district ont été choisies au hasard. 30 personnes à enquêter étaient prévues par site tiré au sort. En comptant deux personnes consentant par ménage, nous avons estimé 20 ménages à visiter par *fokontany*.

*c. Périodes d'investigation*

Pour mener les investigations sur le terrain, 4 missions ont été effectuées de juin 2016 à août 2017 dans les trois sites d'études ainsi que le site où le test du questionnaire:

Test du questionnaire, dans le district de Miarinarivo en juin 2016

Mahajanga I de juillet 2016 à août 2016

Ambositra en juin 2017

Tsiroanomandidy juillet 2017 à août 2017

5.1.1.2. Évaluation des degrés CAP de la population

Pour évaluer le degré CAP de la population générale, les niveaux CAP de la population ont été estimés à partir d'attribution de scores individuels. Les scores sont attribués selon le nombre de réponses correctes fournies par les individus rapporté au nombre de réponses correctes totales possibles (Zhao, Shen *et al.* 2013 ; Arbiol, Orencio *et al.* 2016 ; Fatema, Hossain *et al.* 2017 ; Rahaman, Majdzadeh *et al.* 2017). Une bonne réponse équivaut à 1 point, une mauvaise réponse vaut 0 point. Le questionnaire CAP comportait 3 volets pour un total de 39 (100%) points possibles, 24 points pour la composante connaissance (61% des bonnes réponses possibles), 12 points pour la composante attitude (30% des bonnes réponses possibles), 3 points pour la composante « pratiques » (7% des bonnes réponses possibles).

Selon des méthodes de catégorisation des scores CAP (Raj *and* Angadi 2011 ; Fatema, Hossain *et al.* 2017) pour un échantillon de population pour d'autres maladies, les degrés combinés de CAP ont été classés en trois niveaux calculés en fonction de la moyenne ( $\mu$ ) et de l'écart type ( $\sigma$ ) des scores obtenus par l'ensemble des individus:

faible degré CAP : les individus ayant un score inférieur à la moyenne moins l'écart type de l'ensemble des scores des répondants.  $< \mu - \sigma$

degré CAP moyen : les individus ayant un score compris entre la moyenne moins l'écart type et la moyenne plus l'écart-type des scores totaux individuels.  $\mu \pm \sigma$

bon degré CAP, les individus ayant un score supérieur au score moyen plus l'écart type des scores totaux.  $> \mu + \sigma$

#### 5.1.1.2.i. Analyses statistiques : le modèle de régression logistique

Des analyses statistiques descriptives ont été effectuées pour l'ensemble des données, les variables ont été dans un premier temps représentées sous forme de proportions pour des variables qualitatives. Les variables quantitatives (âge) ont été représentées par des moyennes. Afin de déterminer les influences des différentes variables sur la variation des CAP de la population par rapport à la peste des analyses univariées et multivariées ont été effectuées. Ceci par la régression logistique ordinale. Toutes les analyses statistiques dans le cadre de l'étude CAP ont été faites à l'aide du logiciel statistique Stata 12 ®. La méthode de régression logistique (Preux, Odermatt *et al.* 2005 ; Sanharawi *and* Naudet 2013) a été utilisée dans le cadre de cette étude. La régression logistique est une méthode statistique, pouvant être utilisée en sciences sociales ou en épidémiologie, qui permet de déterminer l'influence d'une ou de plusieurs variables sur la survenue d'un événement, d'une maladie, par exemple. En d'autres termes, elle permet de mesurer l'association entre la survenue d'un événement et les facteurs qui pourraient l'influencer. La force de cette association est fournie par les Odds ratios (OR). Si la variable d'intérêt ou variable à expliquer est binaire, pour l'apparition ou l'absence d'un événement par exemple, absence ou présence de cas de peste pour le cas concret de l'étude, on utilise la régression logistique binomiale (binaire, car on peut assigner les valeurs 1 pour la survenue d'un événement et 0 pour l'absence de cet événement).

Pour mesurer cette association entre les variables à expliquer et les variables explicatives, il est important de déterminer les OR de l'analyse. Les OR sont des rapports de côtes, quantifiés, permettant de mesurer et la force de l'association et son sens. L'OR est toujours

positif. Plus OR est proche de 0, plus les variables sont liées entre elles. Si  $OR=1$  les deux variables sont indépendantes. Si  $OR<1$  il s'agit d'une association négative si  $OR>1$  l'association va dans le sens positif. En règle générale, l'OR est fourni avec un intervalle de confiance à 95% (95% IC). L'intervalle de confiance à 95% est une estimation mathématique qui permet d'avoir une idée sur la marge d'erreur par rapport à l'échantillon. Plus la fourchette est réduite plus l'échantillon est représentatif. Pour le cas d'une régression logistique, l'IC à 95% donne une fourchette de valeur de l'OR. C'est-à-dire qu'il y a 95% de chance d'avoir une valeur réelle de l'OR comprise entre l'IC. La valeur p, valeur de probabilité ou p-value en anglais est la probabilité qu'un événement soit dû au hasard, plus elle est infime plus l'on se rapproche de la réalité. Les résultats des tests statistiques sur logiciels statistiques sont, en règle générale, représentés de cette valeur. Plus la valeur p est proche de 0 plus les résultats sont significatifs.

#### 5.1.1.2.ii. Étapes d'une régression logistique

Un modèle de régression logistique pas-à-pas descendante comporte 3 étapes principales.

La **première étape** est le choix des variables explicatives. Le choix des variables explicatives est basé sur l'influence potentielle des variables sur les variables à expliquer. En règle générale, lors de la réalisation d'une régression logistique binomiale, par exemple, ce choix est conséquent d'une connaissance sur les variables susceptibles d'influencer la survenue (étiqueté 1) ou non (étiqueté 0) d'une maladie ou d'un événement. Dans le cas de la présente étude, il s'agit des variables susceptibles d'influencer les variations de niveaux CAP de la population.

La **deuxième étape** vise à choisir les variables explicatives à intégrer dans le modèle final par des analyses univariées. Cette étape consiste à lancer une régression logistique croisant une à une, variables par variables afin de déterminer quelles variables explicatives ou indépendantes ont une association statistiquement significative avec la variable dépendante ou à expliquer. Pour le cas de l'étude, nous voulons déterminer les variables explicatives qui ont un effet sur la variation du degré CAP des populations. Cette étape vise à éliminer les variables ayant une association statistiquement significative non mise en évidence pour l'échantillon analysé. Le seuil de significativité pris en compte dans cette étape a été fixé à  $p \leq 0,2$ . Toutefois dans le cadre d'une régression logistique pas-à-pas descendante, des variables n'ayant pas eu d'association significative mise en évidence, mais pouvant influencer ou avoir une association avec la variable à expliquer (prouvé par la littérature ou estimé par le

chercheur) peuvent être intégrées dans le modèle de régression logistique final. Ce sont des variables dites « forcées ».

Enfin, la **troisième étape** est la détermination des variables retenues dans le modèle de régression logistique final. Les variables retenues dans le modèle de régression final sont les variables dont les p-value sont inférieures à 0.05 ; Les OR de ces variables sont affinés et sont dits ajustés après la première et la deuxième étape. La question qui se pose est alors de savoir laquelle des variables sociodémographiques, géographiques et épidémiologiques influence le niveau de CAP individuel ?

La variable à expliquer est le score CAP individuel qui a été catégorisé en trois modalités suivant une hiérarchie ou un ordre déterminé : Faible, moyen, élevé ; le type de régression logistique utilisé est la régression logistique ordinale qui s'applique lorsque le nombre de modalité est supérieur à deux et que les différentes modalités suivent un ordre de grandeur ou d'importance.

Pour le cas de l'étude deux types de variables ont été prises en compte i) les variables à expliquer ou variable d'intérêt : les degrés de CAP de la population ii) les variables explicatives ou indépendantes : des caractéristiques socio-démographiques aux statuts épidémiologiques. Ce sont les variables susceptibles d'impacter sur le niveau de CAP. Des facteurs pouvant influencer le degré CAP. Elles ont été choisies soit selon la littérature scientifique soit par hypothèse. Sept variables explicatives subdivisées en trois catégories ont été prises en compte pour lancer le modèle de régression logistique multinomiale et afin de répondre à la question posée dans le cadre de l'étude CAP par rapport à la peste de la population:

i) Les variables sociodémographiques : Ce sont les variables relatives à l'âge et au sexe des individus ainsi que des caractéristiques individuelles comme le niveau scolaire atteint (niveau de scolarité ou niveau d'éducation) ou la possession d'un outil de télécommunication type téléphone ou mobile.

ii) Les variables géographiques : Une variable prise en compte pour déterminer si le lieu de résidence a un effet sur le degré CAP : le district de résidence des individus.

iii) Les variables épidémiologiques ou relatives à la peste : Elles sont liées aux situations épidémiologiques du lieu de résidence de l'individu (zone avec ou sans apparition de cas de peste durant la période entre 2006 et 2015) et le passé relatif à la peste de l'individu (contact avec un individu ayant contracté la peste ou non).

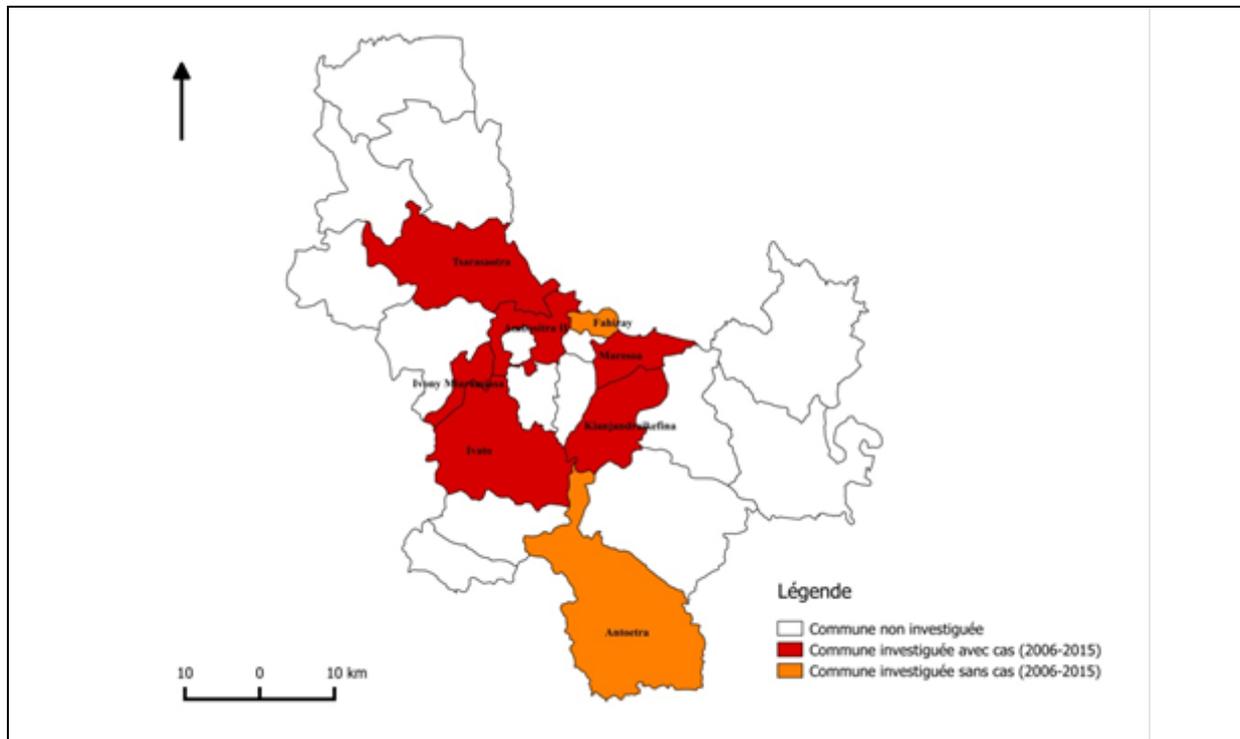
Dans le modèle final, les variables explicatives, une association statistiquement significative est évidente avec une valeur  $p < 0.05$ . Ce seuil de significativité sera pris en

compte dans le cadre du modèle de régression ordinal de l'étude (Preux, Odermatt *et al.* 2005 ; Sanharawi *and* Naudet 2013)

5.1.1.2.iii. Communes et localités investiguées : Du milieu rural au milieu urbain, des HTC à la bordure côtière.

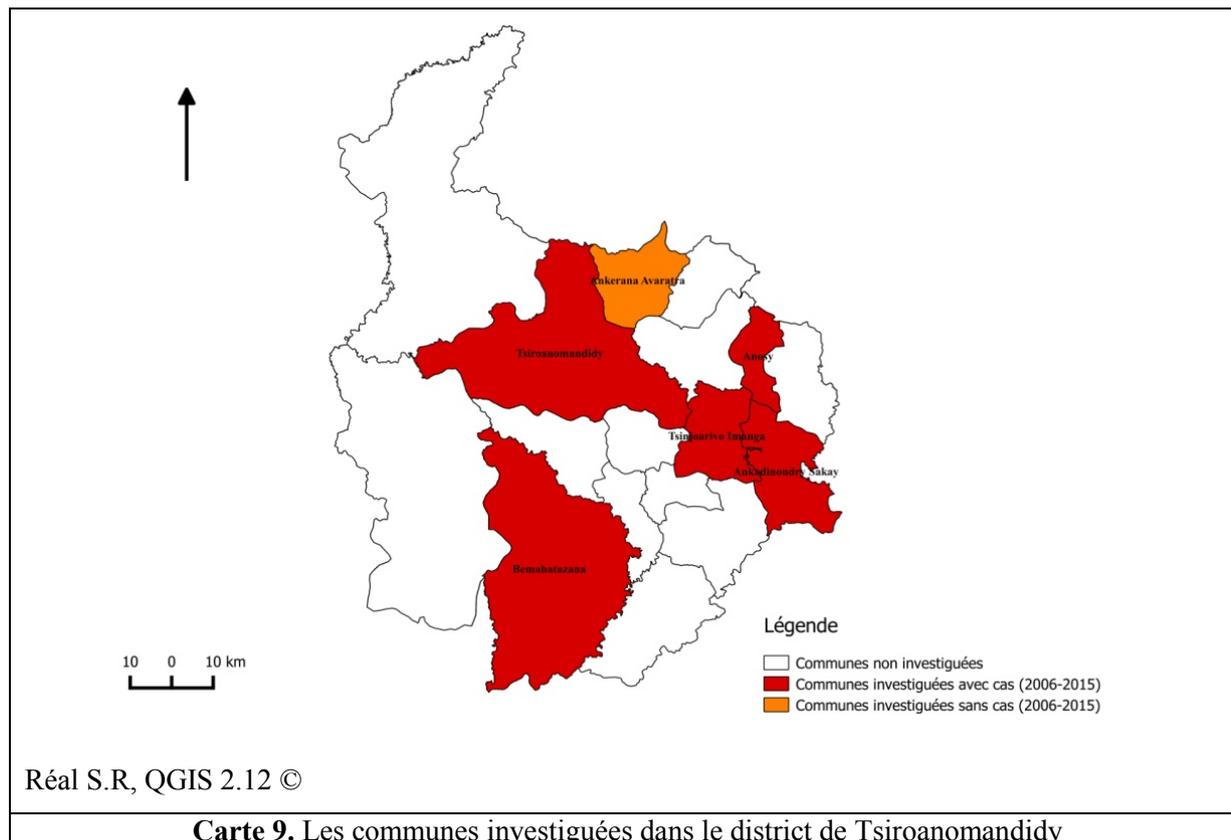
Pour l'ensemble des sites d'études, 15 communes au total, ont été investiguées.

Pour les HTC : Dans le cas d'Ambositra, 7 communes ont été investiguées dont 5 communes cas (présence de cas entre 2006 et 2015) et 2 communes témoins (pas de cas déclaré durant la période étudiée), parmi lesquelles 11 localités ont été visitées (carte 8). Pour Tsiroanomandidy : 7 communes dont 6 communes cas et une commune témoin ont été visité pour 10 *fokontany* visités (carte 9). Pour Mahajanga I : Le district de Mahajanga I étant également une commune urbaine, 8 *fokontany* ont été investigués.



Réal S.R, QGIS 2.12 ©

**Carte 8.** Les communes investiguées dans le district d'Ambositra



### 5.1.2. Caractéristiques générales de l'ensemble de la population étudiée des HTC

Un total de 597 individus a été questionné, dont environ 61 % (n=364) de femmes et 39 % (n=233) d'hommes. La proportion de femmes questionnées étant supérieure du fait que les femmes des localités investiguées étaient généralement astreintes aux tâches ménagères, les hommes étaient, eux, généralement au travail (travaux des champs essentiellement). L'âge minimum des répondants était de 15 ans et l'âge maximum 80 ans. L'âge médian de l'ensemble des individus questionnés est de 36 ans. Près de 24.8 % (n=148), soit à peu près du quart des individus questionnés, sont âgés entre 15 et 24 ans. Environ 7% (n=40) n'ont jamais été scolarisés, 52 % (n=316) des individus ont un niveau d'éducation de l'école primaire, 38 % (n=225) un degré équivalent au second cycle et 3% (n=16) ont atteint le niveau d'étude supérieure. Au total 340 individus questionnés (soit 57 ne possédaient pas de téléphone. Parmi les 597 sujets, 55 % (n= 330) des individus habitaient dans un *fokontany* où des cas de peste ont été déclarés entre 2006 et 2015 et 45 % (n=267) résidaient dans un *fokontany* témoin. La proportion d'individus ayant eu un contact avec une personne ayant déjà contracté la peste est environ de 11 % (n=64) ; parmi eux, 45% (n=29) de ces contacts étaient des membres de leur famille.

**Tableau 6.** Résumé des caractéristiques des individus questionnés dans le cadre de l'enquête CAP dans les deux districts étudiés des HTC

Variables	Nombre	Pourcentage (%)
Age ( $\mu \pm \sigma$ ), années	38 $\pm$ 15	
Tranche d'age		
15 à 24 ans	148	24.79
25 à 34 ans	127	21.27
35 à 44 ans	126	21.11
45 à 54 ans	89	14.91
> 55 ans	107	17.92
Genre		
Femme	364	60.97
Homme	233	39.03
Sex ratio (H : F)	0.64 (233 : 364)	
Niveau scolaire		
Illettré	40	6.7
Primaire	316	52.93
Secondaire	225	37.69
Supérieur	16	2.68
Possession téléphone		
Oui	257	43.05
Non	340	56.95
Contact avec un pesteux		
Oui	64	10.72
Non	530	88.78
Ne sait pas	3	0.5
District de résidence		
Ambositra	325	54.44
Tsiroanomandidy	272	45.56
Catégorie de la commune de résidence		
Témoin	82	13.73
Cas	515	86.27

## 5.2. Connaissances de la peste par les populations des HTC

Le tableau 1 a montré la fréquence des répondants dans l'ensemble des deux districts. Les réponses à la question « *Aviez-vous déjà entendu parler de la peste ?* » ont montré que 97 % (n=580) des questionnés en avaient déjà entendu parler. Les 3 % (n=17) qui n'en avaient jamais entendu parler résidaient tous dans une des communes du district d'Ambositra. Sur la forme de peste connue, 38 % (n=227) des individus connaissent uniquement la forme bubonique, ceux qui ne connaissent que la forme pulmonaire ou la forme septicémique représentaient 1 % des individus ayant déjà entendu parler de la peste. Parmi les individus connaissant au moins deux formes de peste : environ 30 % (n= 174) connaissent la forme bubonique et pulmonaire, près de 4% (n=23) connaissent la forme bubonique et septicémique et autour de 5 % (n=32) des individus ont cité les trois formes (bubonique, pulmonaire et

septicémique). Environ 20 % (n=115) n'ont pu énumérer aucune forme. Concernant les symptômes de la peste, près de 84 % (n=490) des répondants ont pu citer au moins un signe pouvant évoquer la peste comme une fièvre ou l'apparition de bubons sur le corps. Pour le caractère contagieux de la peste, autour de 95 % (n=551) des individus ayant déjà entendu parler de la peste ont répondu « oui » à la question « la peste est-elle contagieuse ? » ; près de 1 % (n=4) ont répondu « non » à la question et près de 4% (n=25) ne savent pas si la peste est contagieuse ou non. Concernant le mode de transmission, environ 54 % (n=315) des répondants disent que la peste se transmet soit par la pique d'une puce de rat, et près de 25 % (n=143) par les deux. Autour de 21 % (n=122) ont cité d'autres modes de transmissions tels les piqûres de moustiques, le manque d'hygiène ou l'insalubrité dans l'environnement, objets souillés par les malades. Environ 96 % (n=556) des répondants acceptent le fait que la peste est mortelle et près de 67 % (n= 387) pensent qu'on peut mourir de la peste en moins de trois jours. Autour de 92 % (n=532) pensent que le médicament ou le traitement contre la peste existe, environ 3 % (n=16) affirment que le traitement n'existe pas et près de 5 % (n=32) ne savent pas si le traitement existe ou non.

### **5.3. Attitudes des populations des HTC en cas de maladie**

En cas de maladie, près de 97 % (n=576) des répondants disaient partager ce qui leur arrive à leur entourage. Environ 90 % (n=537) disaient prendre des mesures spécifiques pour protéger leur entourage en cas de maladie. Dont 35% (189/537) disaient aller au CSB le plus proche, 23% (124/537) voir le médecin et environ 13% (68/537) disaient faire les deux. 26 % (n=129) vont prendre d'autres types de mesures, prodiguer des médicaments à l'entourage, s'isoler, recourir à des plantes médicinales ou ne pas prendre de mesures spécifiques.

### **5.4. Pratiques des populations des HTC en cas de recours aux soins**

En cas de nécessité de recours aux soins, la majeure partie des répondants soit environ 81 % (n=483) disaient aller soit à l'hôpital soit fréquenter un centre de santé. Autour de 14 % (n=84) ont évoqué les deux et près de 5 % (n=30) disaient ni aller dans un centre de santé ni à l'hôpital. Par rapport à la question « *En cas de signes pouvant évoquer la peste (fièvre, bubons...) iriez-vous consulter un médecin ?* », autour de 5 % (n=29) disaient ne pas aller consulter un médecin si les signes pouvant évoquer la peste apparaissaient et environ 67 %

(n= 403) iraient consulter un médecin. Autour de 28 % (n=165) évoquaient l'indécision si des signes évoquant la peste apparaissaient.

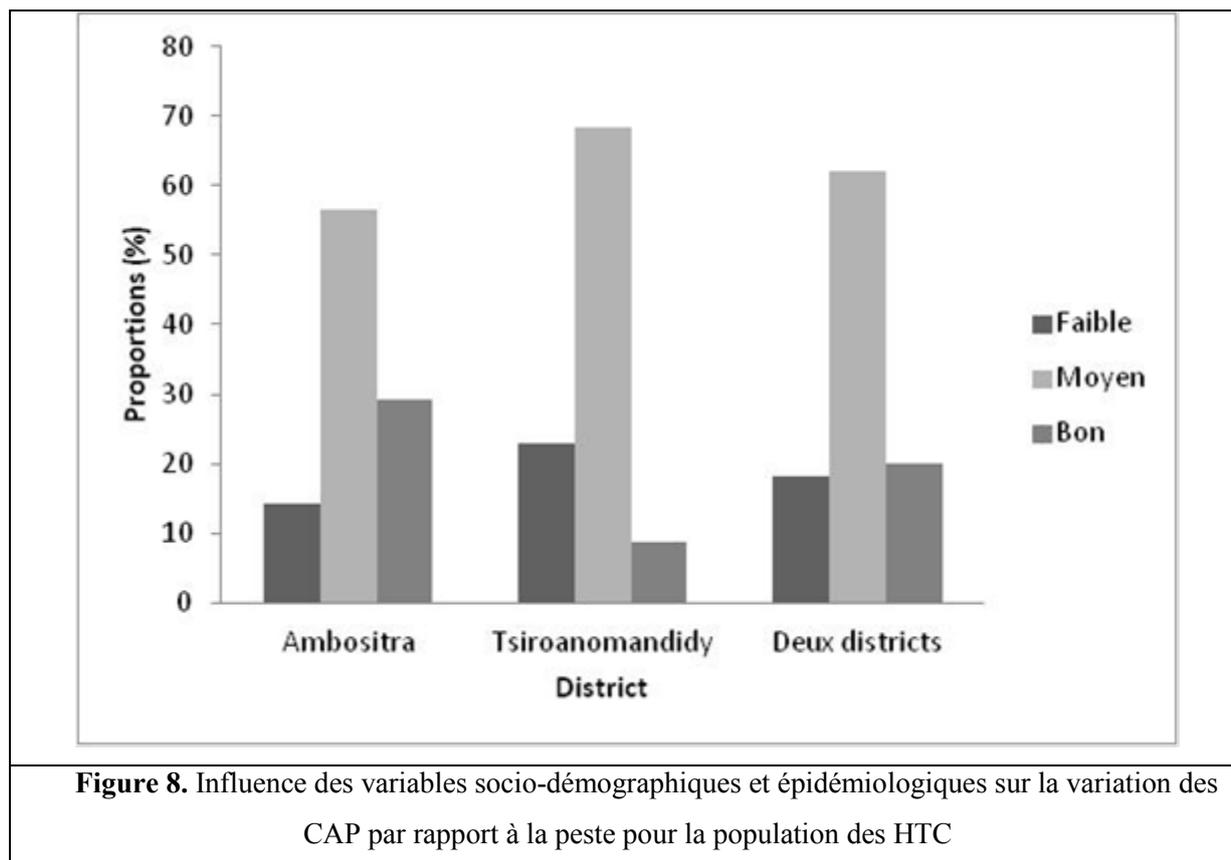
### 5.5. CAP des populations par district des HTC

Pour l'ensemble des participants des deux districts à l'enquête (n=597), après attribution de scores, le score maximum était de 35 et le score minimum de 0. Le score moyen  $\mu$  a été de 19.4 pour un écart type  $\sigma=6.3$ . Les individus ayant un faible niveau CAP représentaient environ 18 % (n=108) de l'ensemble des répondants. Autour de 62 % (n=370) des individus avaient un niveau CAP moyen et près de 20% (n=119) des répondants avaient un bon niveau CAP (Tableau 7).

**Tableau 7.** Scores CAP pour l'ensemble des individus interrogés dans le cadre de l'enquête CAP pour les districts des HTC étudiés

Score/District	Ambositra		Tsiroanomandidy		Total	
	n	%	n	%	n	%
Faible	<b>46</b>	<b>14.2</b>	<b>62</b>	<b>22.8</b>	<b>108</b>	<b>18.1</b>
Moyen	<b>184</b>	<b>56.6</b>	<b>186</b>	<b>68.4</b>	<b>370</b>	<b>62</b>
Bon	<b>95</b>	<b>29.2</b>	<b>24</b>	<b>8.8</b>	<b>119</b>	<b>19.9</b>
Total	<b>325</b>	<b>100</b>	<b>272</b>	<b>100</b>	<b>597</b>	<b>100</b>

Pour les individus investigués (n=325) à Ambositra, près de 14 % (46/325) avaient un faible niveau CAP, environ 57% (184/325) avaient un niveau moyen et près de 29% (95/325) avaient un niveau CAP élevé. Pour les individus questionnés à Tsiroanomandidy (n=272), environ 23% (62/272) avaient un niveau CAP faible, près de 68 % (186/272) un niveau moyen et près de 9% (24/272) avaient un bon niveau CAP (tableau 7). Les niveaux CAP des répondants peuvent varier selon les districts des HTC. Par district, les CAP des populations ne sont pas les mêmes.



### 5.5.1. Associations entre niveaux CAP et autres variables (Analyses univariées)

Pour établir l'association entre les niveaux CAP des populations avec d'autres variables, des analyses statistiques univariées et multivariées ont été réalisées à partir de l'échantillon de population des deux sites des HTC. L'analyse univariée a été effectuée à partir d'une régression logistique ordinale qui consiste à croiser une par une les variables indépendantes (variables épidémiologiques, socio-démographiques ...) avec la variable dépendante (niveaux CAP). Cette analyse permet d'établir l'influence que peuvent exercer les différentes variables dépendantes sur la variation des niveaux CAP.

**Tableau 8.** Influence des différentes variables indépendantes sur le niveau CAP (Analyse univariée par régression logistique ordinale)

Variables	<i>p-value</i>	<i>OR*</i>	95% IC (Inf, Sup)
<b>Variable dépendante: niveau CAP</b>			
Age	<i>0.401</i>	<i>0.95</i>	(0.85, 1.07)
Sexe	<i>0.436</i>	<i>1.14</i>	(0.82, 1.58)
Niveau scolaire	<i>0.152**</i>	<i>1.2</i>	(0.93, 1.54)
Possession téléphone	<i>&lt; 0.05**</i>	<i>0.54</i>	(0.39, 0.75)
Contact avec un pesteux	<i>&lt; 0.05**</i>	<i>0.41</i>	(0.25, 0.69)
District de résidence	<i>&lt; 0.05**</i>	<i>0.37</i>	(0.27, 0.52)
Catégorie de la commune de résidence	<i>&lt; 0.05**</i>	<i>2.01</i>	(1.27, 3.19)
<i>*Odds Ratio</i>			

Lors de l'analyse univariée, 5 variables ont été retenues pour l'analyse de régression logistique ordinale multivariée pas à pas descendante. Le niveau d'éducation [Odds ratio (OR)= 1.2 ; Intervalle de confiance à 95% (95%IC) 0.93, 1.54 ; p=0.152], la possession de téléphone (OR=0.54 ; 95%IC 0.39, 0.75 ; p<0.05), le contact avec un pesteux (OR= 0.41 ; 95%IC 0.25, 0.69, p<0.05), le district de résidence (OR=0.37 ; 95%IC 0.27,0.52 ; p<0.05) ainsi que la catégorie épidémiologique de la commune de résidence (cas/témoin) (OR=2.01 ; 95%IC 1.27, 3.19 ; p<0.05).

#### 5.5.2. Influences des déterminants socio-spatiaux sur les CAP de la population des HTC

Après régression logistique ordinale pas-à-pas descendante multivariée, quatre variables ont été retenues dans le modèle final affiné. Ces quatre variables sont les variables qui ont une influence statistiquement significative sur la variation du niveau CAP pour l'échantillon prit en compte dans le cadre de cette étude. La possession de téléphone a une influence positive sur le niveau CAP. En effet, après ajustement du modèle à partir des Odds ratios ajustés (ORa), les résultats de l'analyse multivariée a mis en évidence que les individus ne possédant pas de téléphone sont plus susceptibles d'avoir un niveau CAP faible (Odds ratio ajusté (ORa)= 0.64 ; 95%IC 0.46, 0.90 ; p<0.05). La non-possession de téléphone diminue de 0.64 fois les chances d'avoir un niveau CAP moyen ou bon.

**Tableau 9.** Influence des variables indépendantes sur le niveau CAP (Analyse multivariée par régression logistique ordinale avec OR ajustés)

Variabes	Modalités	<i>p-value</i>	OR ajusté	95% IC (Int)
Possession téléphone	Oui	-	-	-
	Non	< 0.05*	0.64	(0.46,0.9)
Contact avec un pesteux	Oui	-	-	-
	Non	< 0.05*	0.42	(0.25, 0.71
	Ne sait pas	0.7	0.67	(0.05, 7.12
District de résidence	Ambositra	-	-	-
	Tsiroanomandidy	< 0.05*	0.37	(0.26, 0.52
Catégorie de la commune de résidence	Témoins	-	-	-
	Cas	< 0.05*	2.13	(1.32, 3.45

Le fait de ne jamais avoir été en contact avec un cas avéré de peste a une influence négative sur le niveau CAP. N'avoir jamais été en contact avec un ancien pesteux diminue de 0.42 fois les chances d'avoir un niveau CAP supérieur (moyen ou bon) (ORa=0.42 ; 95%IC 0.25, 0.71 ; p=0.001) pour un individu. Par rapport à un individu habitant à Ambositra, un individu résidant à Tsiroanomandidy a 0.37 fois moins de chance d'avoir un niveau CAP supérieur au niveau CAP faible (ORa=0.37 ; 95%IC 0.26, 0.52 ; p<0.001). Enfin le fait d'habiter dans une commune où des cas de peste se sont avérés entre 2006 et 2015, pour cet échantillon, est associé à une augmentation de chances d'avoir un niveau CAP supérieur pour les populations y résidant (ORa=2.13 ; 95% IC 1.32, 3.45 ; p=0.002). Habiter dans une commune où des cas de peste ont été déclarés entre 2006 et 2015 augmente de 2.13 fois les chances d'avoir un niveau CAP moyen ou bon. En d'autres termes, en ce qui concerne cet échantillon pour les deux districts des HTC que nous avons pris en compte, la probabilité pour un individu d'avoir un niveau CAP moyen ou bon est supérieure pour un individu ayant un téléphone, ayant déjà été en contact avec un pesteux, habitant dans une commune où des cas de peste ont été avérés, par rapport à un individu ne remplissant pas l'un ou tous ces critères. Le fait d'habiter à Tsiroanomandidy diminue également les probabilités pour un individu d'avoir un niveau CAP moyen ou bon.

## **5.6. CAP de la population du littoral ouest : cas de Mahajanga I**

Pour le cas du district de Mahajanga I (également commune urbaine), un total de 115 individus ont été investigués. L'âge moyen de l'ensemble de l'échantillon était de 35.42 ans avec un écart type de 15.32, l'âge minimum est de 15 ans et le plus âgé des individus investigués avait 83 ans. Les femmes représentent 80% (92/115) de l'échantillon et les hommes 20% (23/115), comme pour le cas du déséquilibre homme femme sur les HTC, lors des investigations les hommes étaient partis travailler et la plupart des femmes investiguées s'occupaient de leur ménage.

Les niveaux CAP de la population de Mahajanga I ont été catégorisés en trois en fonction de l'attribution des scores : faible niveau CAP ( $<\mu-\sigma$ ), niveau CAP moyen ( $\mu\pm\sigma$ ) et bon niveau CAP ( $>\mu+\sigma$ ). La moyenne ( $\mu$ ) des scores CAP pour la population de Mahajanga I étant 11.10 et l'écart type ( $\sigma$ ) 4.65. Le score minimum était de 0 et le score maximum 25. Ce qui donne une proportion de 15.65% (18/115) pour les individus ayant un faible niveau CAP, les individus avec un niveau CAP moyen représentaient 68.7% (79/115) de l'échantillon et 15.65% (18/115) avaient un bon niveau CAP.

Les analyses univariées et multivariées par régression logistique ordinale pour l'échantillon d'individus investigués à Mahajanga I ont mises en évidence une influence significativement positive exercée par le degré d'éducation des individus sur le niveau CAP. Plus un individu a un niveau d'éducation élevé plus il a de fortes chances d'avoir un niveau CAP moyen ou bon (ORa= 2.46 ; 95%IC 1.33, 4.55 ; p=0.004).

Si tels sont les CAP des populations des trois sites d'études, quelles sont les perceptions des professionnels de santé des trois sites vis-à-vis de la peste ?

## **5.7. Perception des professionnels de santé par rapport aux CAP de la population et à l'accès aux soins : une étude qualitative**

Pour déterminer la perception des professionnels de santé par rapport à la peste, mais également par rapport aux pratiques des populations des sites d'études, une étude qualitative basée sur des entretiens groupés ou *focus group* (F.G) et/ou entretiens individuels ont été menés en parallèle avec les enquêtes CAP. Les résultats de ces F.G ont été classés en deux catégories : 1) le point de vue des professionnels de santé travaillant à Ambositra et Tsiroanomandidy (zones où la peste est endémique) 2) les perceptions des professionnels de santé du district de Mahajanga I (zone du littoral, urbain, hors foyer pesteux). L'étude a été

menée à partir d'entretiens individuels et d'un entretien collectif auprès de professionnels de la santé tout âge, sexe et fonction confondus. Deux formations sanitaires de types CSB (Centres de soins de base) par district ont été choisies aléatoirement parmi les communes tirées au sort à investiguer dans le cadre des enquêtes CAP individuels. Les entretiens individuels ou collectifs ont été effectués selon la disponibilité du personnel. Un canevas d'entretien préétabli (cf. Annexes) a été utilisé pour les deux types d'entretiens. Le canevas comportait trois grands volets : un volet connaissances des professionnels de santé sur la peste, un volet sur la perception des attitudes des habitants des localités administrées par les professionnels de santé, en cas de peste et un volet sur la perception des professionnels de santé sur les pratiques des populations en cas de peste. Les groupes de discussion et les entretiens individuels ont été menés en langue malagasy, enregistrés sur un dictaphone, après consentement des participants, puis transcrits et enfin traduits en langue française.



**Cliché 13.** CSB au milieu d'un vaste terrain à plusieurs lieux des villages alentour, CR d'Anosy, district de Tsiroanomandidy (Réal : S. R., juillet 2017)



**Cliché 14.** Malade transporté d'urgence en brouette au CSB, CR Vatambe, district d'Ambositra (Réal : S. R, juin 2017)

#### 5.7.1. Perceptions des professionnels de santé des deux districts des HTC : Des interventions dans la lutte contre la peste influençant les connaissances des populations par rapport à la peste

Trois entretiens individuels et un entretien collectif, avec un total de 10 participants ont été menés au sein des formations sanitaires CSB des deux districts des HTC. Deux CSB du district d'Ambositra ont été investigués avec 8 participants : deux médecins, une infirmière, trois sages-femmes, une stagiaire paramédicale et un aide-soignant. Deux entretiens individuels ont été effectués dans deux CSB du district de Tsiroanomandidy avec deux médecins y participant. La durée moyenne d'un entretien (individuel ou collectif) est de 34 minutes. La plupart des participants aux entretiens ont pu identifier deux formes de peste, la peste bubonique et la forme pulmonaire. La forme septicémique de la peste n'a pas été souvent citée et ses symptômes n'ont pas été bien clairs pour les professionnels de santé. La malpropreté, le manque d'hygiène, les puces et le rat ont été identifiés par les participants comme étant les sources de la peste. La transmission par voie aérienne de la peste pulmonaire a également été mentionnée par l'ensemble des répondants. Le caractère contagieux et le fait que la peste soit une maladie mortelle en l'absence de traitements dans de brefs délais ont été également cités par l'ensemble des participants. Voici des extraits des entretiens sur la

perception des professionnels de santé sur les connaissances par rapport à la peste des populations habitant dans les localités qu'ils administrent :

*«Les gens d'ici connaissent déjà [la peste] parce que beaucoup de sensibilisations ont déjà été effectuées».* Cette affirmation rejoint les résultats des analyses multivariées montrant que les populations habitant dans des communes où des cas de peste se sont avérés sont plus susceptibles d'avoir un niveau CAP moyen ou bon dans les districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy. Ces résultats pourraient être expliqués par le fait que la présence quasi permanente du risque pesteux dans ces districts contraint les autorités sanitaires locales à se prémunir par la formation des agents de santé communautaire (AC= Agent communautaire, COSAN= Comité santé) à avoir une connaissance élevée des symptômes de la peste ainsi que du parcours à adopter en cas de suspicion de peste chez les populations des localités des deux districts. La proximité directe des AC avec les populations a pour conséquence une meilleure connaissance de la maladie chez les populations des districts endémiques de la peste.

*« (...), les agents communautaires de santé (COSAN ou les AC), sont déjà plutôt expérimentés dès qu'il s'agit de la peste ! (...) leur connaissance sur les symptômes est déjà plutôt bonne.»*

*« Étant dans une zone pesteuse, nous avons adopté une stratégie pour que la prise en charge soit plus rapide »*

*« Dès qu'ils suspectent la peste, ils vont tout de suite à l'hôpital ! »*

La peur de mourir et de tomber malade à cause de la peste chez les populations des zones endémiques est aussi perçue chez les médecins ou professionnels de santé des deux districts.

*« (...) les gens en ont peur ! Ils ont peur de la peste parce qu'ils ont su depuis toujours que c'est une maladie redoutable (...) »*

La connaissance des symptômes ou des mesures à prendre, ainsi que le parcours de recours aux soins peut alors avoir une conséquence sur les pratiques des populations des deux districts. Ce qui peut entraîner une diminution des retards dans la prise en charge des malades, mais également réduire le risque de mortalité dû à la peste dans les régions endémiques.

*« En fait nous sommes dans un foyer ! Les gens savent déjà que dans tel cas il s'agit de la peste (...) 'il n'y a plus vraiment de personnes qui vont chez le dadarabe [guérisseurs], dès que les gens remarquent quelque chose de suspect, ils disent: c'est la peste, docteur. ».*

### 5.7.2. Perception de la peste chez les professionnels de santé dans un district hors foyer endémique : le cas de Mahajanga I

Deux FG avec 9 participants ont été effectués dans 2 F.S type CSB II du district de Mahajanga I, regroupant 6 professionnels de santé pour la première structure sanitaire et 3 professionnels pour la deuxième. La durée moyenne des deux F.G effectués dans le district de Mahajanga I était de 36 minutes. La population de Mahajanga I a déjà entendu parler de la peste, selon un répondant, mais leurs connaissances par rapport à la maladie ne sont pas exhaustives, surtout par rapport aux modalités de transmission de la maladie. La responsabilité du rat dans sa transmission est connue, selon lui.

*« (...) Certains connaissent la peste et il y en a qui ne la connaissent pas [ils connaissent la peste, mais c'est peut-être le mode de transmission de la peste qu'ils peuvent ne pas savoir], mais le fait que la peste soit liée au les rats est peut-être ce qu'ils savent (...) »*

Pour un autre répondant la population ne sait pas ce qu'est la peste, parce qu'étant une zone hors foyer pesteux, aucun cas de peste n'a été déclaré à Mahajanga I.

*« (...) La peste, pour la population, ça n'a jamais existé ! Personne ne sait ce que c'est, parce que ce n'est pas fréquent ici (...) »*

Vu que Mahajanga I n'est pas une zone foyer de peste, la plupart des populations se réfèrent aux rumeurs ou aux médias quand il s'agit de la peste, selon un autre répondant.

*« Moi, je n'ai pas encore entendu parler de cas avérés ici, mais souvent la manière par laquelle les gens s'informent c'est à partir des rumeurs concernant la lutte contre la peste menée par l'État. C'est de cette manière qu'ils en entendent parler ».*

Le fait que la peste peut causer la mort est source de peur par rapport à la maladie chez les populations habitant à Mahajanga I selon un professionnel de santé.

*« Ils ont peur car la peste peut causer la mort. ».*

### **5.8. Deux contextes épidémiologiques et géographiques différents, deux expressions différentes de la perception vis-à-vis de la peste**

Les entretiens collectifs et individuels menés auprès des professionnels de santé dans les deux zones étudiées, zone foyer de la peste et zone hors foyer, montrent des points de vue différents par rapport à la perception des populations concernant la peste. Si les professionnels de santé dans les zones foyers de la peste suggèrent que les populations connaissent la peste, les mesures prises par les autorités dans la lutte contre la peste dans les zones qu'ils

administrent y étant quasi-permanentes, les professionnels de santé de Mahajanga I sont plutôt mitigés par rapport à la connaissance par la population de la maladie. Ce constat est une des expressions de l'hétérogénéité spatiale par rapport aux comportements et aux idées faites vis-à-vis de la peste. Les connaissances des populations évoluant selon les contextes et l'environnement dans lequel ils habitent et vivent. Une population faisant face, quasi quotidiennement au risque pesteux n'a pas le même mode de vie et donc la même perception de la maladie que les populations y faisant rarement, voire jamais, face. Toutefois, des similarités ont été détectées entre les perceptions des professionnels de santé des deux zones : la peur de la mort que peut causer la peste chez les populations.

### Conclusion du chapitre

Les variations de contextes épidémiologiques, par rapport à la peste, à Madagascar et outre mesure sur les HTC, peuvent être expliquées, en partie par les différences de niveau de connaissances, d'attitudes et de pratiques et de comportements contextualisés dans les différentes régions de Madagascar. Les comportements contextualisés ainsi que les connaissances ; attitudes et pratiques des populations de Madagascar peuvent différer d'une zone géographique à une autre. Sur les HTC, notamment dans le district d'Ambositra et de Tsiroanomandidy, zones endémiques de la peste, il apparaîtra que les populations aient une meilleure connaissance de la maladie par rapport aux zones de Madagascar où la peste ne sévit pas d'une manière endémique, comme à Mahajanga, ville du littoral nord-ouest malgache. Les zones où la peste étant endémique étant enclines à des bouffées de cas de peste quasi annuellement, les populations de ces régions étant exposées au risque pesteux et les campagnes de sensibilisation et/ou les actions de préventions contre la maladie y sont quasiment permanentes.

Mais les comportements contextualisés ainsi que les CAP des populations à différentes zones géographiques n'expliquent pas entièrement la persistance, l'émergence ou la réémergence de la peste dans différentes régions de Madagascar. Les éléments et paramètres environnementaux et socio-environnementaux, éléments pouvant favoriser les contacts entre les vecteurs/réservoirs et les hommes, jouent également un rôle d'importance non négligeable dans l'apparition des cas humains et de peste dans les différentes régions de Madagascar, mais également dans la variation des situations épidémiologiques notamment dans les régions des

HTC. Quels seraient alors les éléments socio-environnementaux pouvant expliquer la vulnérabilité des espaces humanisés des HTC au risque pesteux ? Quels seraient les liens entre ces paramètres et les variations de contextes épidémiologiques au sein des différentes régions des HTC?

## **Chapitre 6**

### **Les facteurs socio-environnementaux et environnementaux favorables au risque pesteux sur les HTC**

Les modes de vie des populations en milieu rural sur les HTC à Madagascar et dans d'autres régions où la peste sévit dans le monde tendent à favoriser le contact entre les vecteurs/ réservoirs et les êtres humains (Mann, Martone *et al.* 1979 ; Kilonzo, Mvena *et al.* 1997 ; Eisen, Reynolds *et al.* 2007 ; Eisen, MacMillan *et al.* 2014 ; Nyirenda, Hang'ombe *et al.* 2017 ; Rivière-Cinnamond, Santandreu *et al.* 2017 ; Rivière-Cinnamond, Santandreu *et al.* 2018). Comme dans des régions en Afrique, en Ouganda où les modes de vie des populations ont été identifiés comme facteurs de risque par rapport à la peste (Eisen, MacMillan *et al.* 2014), ou encore au Mexique où l'habitat humain et les modes de vie liés à cela contribueraient à l'exposition des populations au risque pesteux (Mann, Martone *et al.* 1979 ; Eisen, Reynolds *et al.* 2007). Ceci peut contribuer à l'apparition des cas humains de peste dans ces régions. Ce qui fait des populations des régions des HTC où la peste est endémique, vulnérables au risque pesteux.

La peste est avant tout une zoonose. Les éléments environnementaux et climatiques bouleversant l'écologie des trois acteurs principaux peuvent expliquer, en partie, l'apparition des cas humains de peste (Cavanaugh *and* Marshall 1972 ; Stenseth, Samia *et al.* 2006 ; Ben Ari, Gershunov *et al.* 2010 ; Ben Ari, Neerinckx *et al.* 2011 ; Gage 2012 ; Xu, Stige *et al.* 2014 ; Hinnebusch, Chouikha *et al.* 2016 ; Kreppel, Telfer *et al.* 2016). En effet, les paramètres environnementaux et climatiques influencent les modes de vie ainsi que la biologie des rongeurs, d'une part, des vecteurs d'autre part (Cavanaugh *and* Marshall 1972 ; Makundi, Massawe *et al.* 2005 ; Levick, Laudisoit *et al.* 2015 ; McCauley, Salkeld *et al.* 2015 ; Kreppel, Telfer *et al.* 2016 ; Lucaccioni, Granjon *et al.* 2016). Les bouleversements occasionnés par le climat et les changements environnementaux peuvent également favoriser le contact entre les rongeurs, leurs puces avec les êtres humains et/ou les espaces humanisés (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000 ; Gage 2012).

A Madagascar, les conditions environnementales et climatiques, notamment celles des HTC, tendent à pousser les acteurs principaux de la peste à rencontrer les espaces humanisés (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000). Cela peut se traduire par l'apparition des cas humains de peste, annuelle ou non, sur les HTC.

Mais quelles seraient alors les composantes climatiques et environnementales pouvant avoir un lien avec l'apparition des cas humains de peste sur les HTC à Madagascar ? Ces facteurs évoluent-ils dans le temps ou seraient ce les mêmes facteurs qui provoquent l'apparition des cas humains dans les foyers endémiques Malgaches ? L'environnement et le climat, expliquent-ils à eux seuls les contextes épidémiologiques variés sur les HTC ?

Dans ce chapitre il s'agit d'une part d'identifier les éléments socio-environnementaux rendant les espaces humanisés des HTC vulnérables au risque pesteux et d'autre part de déterminer les liens entre changements environnementaux, climat et apparition de cas humains de peste sur les HTC.

## **6.1. Ruralité et vulnérabilité face au risque pesteux sur les HTC malgaches : le mode de vie des populations rurales**

Des paramètres socio-environnementaux liés aux modes de vie des populations rurales sur les HTC ont été étudiés dans le cadre d'investigations dans deux districts des HTC : le district d'Ambositra et le district de Tsiroanomandidy. Que ce soient les matériaux de construction des bâtis dans les HTC ou les modes de vie liés à l'agriculture ou l'élevage, socle des pratiques des populations en milieu rural, ce sont des paramètres pouvant avoir un lien avec la vulnérabilité des espaces humanisés face au risque pesteux sur les HTC. A cela s'ajoute l'organisation des sociétés rurales dans les HTC.

Quelles sont les caractéristiques des constructions et des bâtis dans les espaces humanisés sur les HTC ?

### **6.1.1. Caractéristiques de l'habitat humain dans 2 districts des HTC malgaches**

En général, le paysage des contrées et villages des régions rurales des HTC de Madagascar sont jalonnés d'habitations en dur. Ceci est visible lorsque l'observateur suit les routes nationales bitumées ou les pistes de ces régions.

Selon nos observations, les habitations rurales des HTC se déclinent en deux catégories distinctes, avec des variantes diverses. Les premières catégories correspondent aux catégories des habitations basses sans étage, avec une seule pièce. Les habitations en brique de terre cuite à étages, avec un revêtement en terre crue latéritique rouge (*tanimena*) ou torchis (*rojo-peta* : mortier de terre grasse, d'argile et de paille) ou encore en pisé (construction en terre crue) « traditionnels », avec toiture en chaume (*bozaka* en malgache, paille) ou de tuiles (Cliché 15).



**Cliché 15.** Une habitation basse, avec toit en chaume et mur en torchis, district de Tsiroanomandidy  
(Réal : S. R, juillet 2017)

Les secondes catégories sont les maisons à étage, dites hautes. Les maisons hautes sont le plus souvent habitées par plusieurs ménages issus, pour la majorité d'entre elles, de mêmes familles. Ces maisons comptent, pour la plupart du temps, qu'un seul étage. Les habitations en briques, revêtues ou non de torchis ou de ciment, pouvant comporter des étages, avec toiture de tuiles ou en tôle (Cliché 16).



**Cliché 16.** Une habitation à étage, toiture en chaume et murs de briques de terre rouge, district d'Ambositra (Réal : S. R, juin 2017)

L'on pourrait rajouter à ces deux catégories de types de bâtis et de maisons des HTC, une troisième catégorie, celle des habitations modernes en briques, ciment ou béton avec toits en tuiles ou en tôles. Effectivement, de plus en plus d'habitations ont un toit en tôle métallique.

Ce choix étant dépendant de la situation sociale des habitants des villages, les maisons à étages, en dur, avec un toit en tuiles ou en tôles traduisant souvent le rang social de la famille, sa place ou celle d'un de ses membres dans la communauté.

#### 6.1.2. La structure et la localisation du bâti comme signe de prestige social en milieu rural sur les HTC

La structure et/ou l'architecture du bâti témoignent du prestige social du ménage, de la réussite financière d'un groupe familial ou d'un individu. Si pour le paysage urbain les maisons traditionnelles représentent l'identité des castes « nobles », ce n'est pas forcément le cas pour le paysage rural. Les types d'habitations et leur localisation dans un village rural des HTC pourraient être le fruit de l'héritage historique de la période du royaume de Madagascar (hiérarchie sociale des castes : les « *hova* » et les « *andriana* » habitent dans des maisons hautes et à l'intérieur des villages, les « *andevo* » et leur descendants habitent dans des maisons basses à la lisière des villages.) (Handschemacher, Duplantier *et al.* 2000). Néanmoins, l'hypothèse que ces caractéristiques soient conséquentes de la situation sociale ou économique d'une famille ou d'un ménage habitant dans une maisonnée, n'est pas à exclure. Les habitations basses de la première sous-catégorie abritent souvent des familles modestes. Ou encore des migrants venus s'installer que « récemment » dans un village (Handschemacher, Duplantier *et al.* 2000). Au fur et à mesure que l'on s'éloigne d'un chef-lieu de commune, le paysage du bâti se compose, la plupart du temps, de constructions du style « traditionnel ». Par rapport aux cours et à l'aspect extérieur des habitations des zones rurales des HTC, en général, à quelques exceptions près (élevage de lapins ou cochon d'inde, mais ce genre d'élevage n'est pas commun) les bêtes d'élevage (zébus, porcs, volaille ...) sont cloîtrées à l'extérieur. Avec la peur des vols perpétrés par les *dahalos* et donc de l'inquiétude chez les populations rurales, les animaux se retrouvent à l'intérieur des habitations, surtout durant la nuit. Les végétations denses, touffues et broussailleuses autour des villages constituent aussi des milieux favorables au contact entre le rat et les habitations humaines. Effectivement, celles-ci peuvent être des « abris » pour les rongeurs. Ces abris sont généralement intermédiaires entre les champs et les habitations humaines (Handschemacher, Duplantier *et al.* 2000 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013). Ce sont essentiellement les habitations en bordure des villages qui sont le plus souvent « assaillies » par les rongeurs venus des champs. Donc ce genre d'habitation est le plus propice au risque d'apparition de cas de peste chez les êtres humains.

## **6.2. Vulnérabilité socio-environnementale des espaces humanisés en milieu rural face au risque pesteux sur les HTC : cas d'Ambositra et de Tsiroanomandidy**

Des études menées en milieu rural sur les HTC ont démontré que les modes de vie des populations (type de bâtis, pratiques agricoles ...), de ces zones jouent un rôle important dans l'apparition de cas humains de peste dans ces régions (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013). Pour déterminer l'influence du mode de vie de ces populations sur le risque pesteux, une étude a été menée auprès des ménages de populations issues de deux districts des HTC. Des enquêtes ménages ainsi que des observations directes ont été effectuées dans plusieurs localités de deux districts, Ambositra et Tsiroanomandidy entre juin 2017 et août 2017. Ces études ont été couplées aux enquêtes CAP individuelles menées dans les deux districts des HTC (cf. chapitre 5).

Pour le district d'Ambositra, 7 communes (carte 7, chapitre 5) dont 5 communes cas et 2 communes témoins ont été investiguées. Les enquêtes et observation ont été effectuées dans 11 localités issues de 10 *fokontany*. Pour le district de Tsiroanomandidy (carte 8, chapitre 5), 7 communes dont 6 communes cas et une commune témoin ont été investigués. Les enquêtes et observations ont été faites dans 9 localités issues de 10 *fokontany*. Un total de 503 ménages (pour 597 individus) a été investigué.

### **6.2.1. Caractéristiques générales des ménages**

Sur les 503 ménages, la taille moyenne est de 5,3 individus par ménage. Au minimum un ménage est composé d'un individu et au maximum 19 individus. En moyenne un ménage peut être composé de trois adultes et de deux enfants de moins de 15 ans.

Pour l'ensemble des ménages investigués, environ 88 %, (n= 441) pratiquent l'élevage d'animaux de ferme dont près de 49 % (n=246) dans le district d'Ambositra et autour de 39% (n=195) dans le district de Tsiroanomandidy. Environ 39 % (n=198) des ménages ont un animal de compagnie type chien et/ou chat, dont près de 24% (n= 122) à Ambositra et environ 15 % (n=76) à Tsiroanomandidy. Environ 81% (n=409) des ménages stockent des produits agricoles dans leur habitation dont près de 44% (n=223) dans les ménages du district Ambositra et autour de 37% (n=186) dans les ménages à Tsiroanomandidy. Près de 91% (n=457) des ménages ont une fosse à ordures ou un endroit où les ordures sont jetées à proximité de leur habitation et environ 16.5% (n=83) des habitations sont clôturées.

### 6.2.2. Types de bâtis et caractéristiques socio-environnementales

Pour les types de bâtis, environ 49% (n=245) des habitations investiguées ont un mur en briques, dont près de 31% (n=157) à Ambositra et autour de 18% à Tsiroanomandidy. Pour les près de 49 % (n=245) de murs d'habitation en torchis (mortier composé de terre rouge et de paille), environ 22 % étaient des habitations d'Ambositra et près de 26 % (n=133) des habitations de Tsiroanomandidy. Environ 2% (n=13) des habitations sont bâties en d'autres matériaux pour les ménages investigués dans les deux districts. En ce qui concerne les toits des habitations, 40% (n=200) des toits des habitations sont faites en tuile dont 29 % (n=145) des habitations du district d'Ambositra et 11% (n=55) du district de Tsiroanomandidy. 52 % (n=263) des habitations avaient un toit en chaume ou en paille, dont 18% (n=93) des habitations du district d'Ambositra et 34 % (n=170) dans le district de Tsiroanomandidy. Environ 78 % (n=390) des habitations investiguées disposaient au moins d'un étage, dont autour de 52% (n=260) dans le district d'Ambositra et près de 26 % (n=130) dans le district de Tsiroanomandidy. Pour la présence de haies de sisal aux alentours des habitations, environ 8 % (n=43) des habitations en disposaient dont près de 6 % (n=32) pour les habitations du district d'Ambositra et autour de 2 % (n=11) dans le district de Tsiroanomandidy. Environ 25 % (n=25%) des habitations avaient des broussailles à proximité dont près de 16% (n=82) dans le district d'Ambositra et autour de 9 % (n=45) dans le district de Tsiroanomandidy.

**Encadré 3.** Les types d'habitats malgaches des HTC pouvant constituer des facteurs de risque de la peste selon Handschumacher et son équipe.

D'après les études menées par Handschumacher *et al.*, des relations significatives entre nature de l'habitat humain et sérologie positive par rapport à la peste ont été remarquées en milieu rural sur les HTC de Madagascar. Les habitats présentant les caractéristiques suivantes présentent un risque élevé par rapport à la peste

- i) Maisons basse
- ii) Toitures en chaume
- iii) Murs en torchis
- iv) Localisation en périphérie des villages

Les maisons hautes avec une toiture en tuile ou en tôle, murs en briques localisées au centre des villages présentent un risque réduit.

Source : Handschumacher *et al.* 2010

### 6.2.3. Caractéristiques socio-environnementales par district investigué

Les caractéristiques socio environnementales des ménages pourraient ne pas être les mêmes pour les deux districts étudiés. Selon le district les caractéristiques sont résumées dans le tableau 10.

**Tableau 10.** Caractéristiques des ménages investigués par district dans le cadre de l'étude socio environnementale

Variables	Modalités	Districts				Total	
		Ambositra		Tsiroa/didy		n	%
		n	%	n	%		
Taille du ménage (par individus)	1 à 3	75	<b>14.91</b>	57	<b>11.33</b>	132	<b>26.2</b>
	4 à 6	140	<b>27.83</b>	104	<b>20.68</b>	244	<b>48.5</b>
	7 à 9	43	<b>8.55</b>	55	<b>10.93</b>	98	<b>19.4</b>
	10 et +	18	<b>3.58</b>	11	<b>2.19</b>	29	<b>5.7</b>
Elevage d'animaux de ferme	Oui	246	<b>48.92</b>	195	<b>38.75</b>	441	<b>87.6</b>
	Non	30	<b>6</b>	32	<b>6.33</b>	62	<b>12.3</b>
Elevage d'animaux de compagnie	Oui	122	<b>24.25</b>	76	<b>15.11</b>	198	<b>39.3</b>
	Non	154	<b>30.62</b>	151	<b>30.02</b>	305	<b>60.6</b>
Types de murs des habitations	Brique	157	<b>31.21</b>	88	<b>17.5</b>	245	<b>48.7</b>
	Torchis	112	<b>22.27</b>	133	<b>26.44</b>	245	<b>48.7</b>
	Bois	2	<b>0.4</b>	2	<b>0.4</b>	4	<b>0.8</b>
	Autre	5	<b>0.99</b>	4	<b>0.79</b>	9	<b>1.78</b>
Types de toitures des habitations	Tuile	145	<b>28.82</b>	55	<b>10.93</b>	200	<b>39.7</b>
	Chaume	93	<b>18.49</b>	170	<b>33.8</b>	263	<b>52.2</b>
	Tôle	29	<b>5.77</b>	2	<b>0.4</b>	31	<b>6.17</b>
	Autre	9	<b>1.79</b>	0	<b>0</b>	9	<b>1.75</b>
Présence de fosse à ordures à proximité	Oui	258	<b>51.29</b>	199	<b>39.56</b>	457	<b>90.8</b>
	Non	18	<b>3.58</b>	28	<b>5.57</b>	46	<b>9.15</b>
Maison à étage	Oui	260	<b>51.69</b>	130	<b>25.84</b>	390	<b>77.5</b>
	Non	16	<b>3.18</b>	97	<b>19.29</b>	113	<b>22.4</b>
Stockage de produits agricoles dans le lieu de vie	Oui	223	<b>44.33</b>	186	<b>36.98</b>	409	<b>81.3</b>
	Non	53	<b>10.54</b>	41	<b>8.15</b>	94	<b>18.6</b>
Présence de clôture autour	Oui	44	<b>8.75</b>	39	<b>7.75</b>	83	<b>16.5</b>
	Non	232	<b>46.12</b>	188	<b>37.38</b>	420	<b>83.5</b>
Haie de sisal aux alentours	Oui	32	<b>6.36</b>	11	<b>2.19</b>	43	<b>8.55</b>
	Non	244	<b>48.51</b>	216	<b>42.94</b>	460	<b>91.4</b>
Présence de broussailles à proximité	Oui	82	<b>16.3</b>	45	<b>8.95</b>	127	<b>25.2</b>
	Non	194	<b>38.57</b>	182	<b>36.18</b>	376	<b>74.7</b>

#### 6.2.3.1. Cas du district d'Ambositra

Pour les 276 ménages investigués dans le district d'Ambositra, environ 89% (n=246) pratiquent l'élevage d'animaux de ferme. Près de 44 % (n=122) ont un animal de compagnie.

Autour de 81% (n=223) d'entre eux stockent des produits agricoles dans leur maison. Près de 94 % (n=258) disposent d'une fosse à ordures à proximité de leur habitation. Environ 16 % (n=44) des habitations sont clôturées.

Près de 57% (n=157) des habitations investiguées dans le district d'Ambositra ont un mur en briques, autour de 41 % (n= 112) en torchis. Pour la toiture, environ 52% (n=145) des habitations à Ambositra ont un toit en tuile et 10.51% (n=29), un toit en tôle. Environ 94% (n=260) des habitations disposaient au moins d'un étage. Environ 12 % (n=32) avaient des haies de sisal aux alentours et près de 30% (n=82) comportaient de la broussaille aux alentours de leur habitat.

#### 6.2.3.2. Cas du district de Tsiroanomandidy

Pour l'ensemble des 227 ménages investigués dans ce district, environ 86% (n=195) pratiquent l'élevage d'animaux de ferme et près de 34 % (n=76) ont un animal de compagnie. Environ 82 % (n= 186) des ménages entreposent des produits agricoles dans leur maison et près de 88% (n=199) disposent de fosse à ordures à proximité de leur habitation. Environ 17 % (n=39) des maisons sont clôturées, si autour de 20 % (n=45) des maisons se trouvent à proximité de broussailles et près de 5 % (n=11) sont entourées par des haies de sisal.

Près de 39 % (n=88) des murs des habitations sont faites en briques et autour de 59 % (n=133) en torchis, les autres matériaux de construction représentent près de 2 % (n=6) des habitations. Environ 24% (n=55) des toits des habitations sont faites en tuile et près de 75 % (n=170) en chaume. Les maisons avec un toit en tôle représentent un peu moins de 1 % (n=2) des habitations. Autour de 43% (n=97) des habitations de ce district étaient des maisons basses, sans étages.

#### 6.2.4. Déterminants socio-environnementaux et exposition au risque pesteux en milieu rural des HTC

##### 6.2.4.1. Analyses univariées

Une régression logistique binomiale univariée a été effectuée pour comprendre l'influence exercée par chacune des 10 variables socio-environnementales (Tableau 8) sur le statut épidémiologique du *fokontany* investigué (cas/ témoin). A l'issue de l'analyse univariée 5 variables ont été retenues dans le modèle de régression logistique binomiale multivariée Ce sont les variables élevage d'animaux de ferme possession d'animaux domestiques, type de mur présence d'étages et présence de broussailles à proximité de l'habitation. Les variables type de mur et habitation à étage ou non sont les plus significativement associés au statu épidémiologique. La variable toiture a été intégrée dans le modèle de régression logistique

binomiale multivariée, car elle peut influencer le statut épidémiologique. C'est une variable dite forcée (Sanharawi *and* Naudet 2013). Effectivement, les toitures en chaume peuvent constituer des abris aux rongeurs.

#### 6.2.4.2. Analyse multivariée

Les variables qui ont retenues dans le modèle final après régression logistique binomiale pas-à-pas descendantes ont été : les variables type de toit et présence/absence d'étage, sont des facteurs favorisant l'exposition des ménages investigués au risque pesteux. Selon les résultats de l'analyse multivariée, par rapport à des ménages avec une habitation dont le toit est fabriqué à base d'autres matériaux, les ménages avec une toiture en chaume présente plus de risque d'être dans un *fokontany* cas (ORa=1.78 ; 95% IC 1.23, 2.57 ; p=0.002) .Les ménages vivants dans une maison basse sans étage présentent plus de risque d'être dans un *fokontany* cas par rapport à des ménages résidants dans des habitations à étages (ORa=2.26 ; 95% CI 1.42, 3.60 ; p=0.001). Outre les questionnaires ménages administrés dans les localités des HTC des districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy, des faits pouvant apporter quelques éclaircissements et sur le mode de vie des populations des HTC et sur des éléments pouvant expliquer l'apparition de cas humains de peste dans ces régions, ont été observées. Ces éléments, exprimant l'organisation des sociétés en milieu rural, ont été observés lors des démarches sur terrain dans les localités et ouvrent la voie à des réflexions et à des perspectives multiples quant à l'explication de la vulnérabilité des espaces humanisés des HTC face au risque pesteux à Madagascar.

#### 6.2.5. Déterminants socio-spatiaux et exposition au risque pesteux : Expérience du cas déclaré à Amindrazaka, dans la CR d'Ivato Centre, district d'Ambositra, région d'Amoron'i mania

Lors des démarches entreprises sur le terrain en juin 2017 dans le district d'Ambositra dans le cadre de nos investigations, nous avons observé un cas suspect de peste dans la CR d'Ivato Centre. Cela a permis d'observer en conditions réelles in situ l'environnement socio-spatial du cas, mais également de suivre les étapes des mesures prises par les autorités en cas d'apparition de cas de peste dans le district d'Ambositra.

Durant la mission effectuée dans la commune rurale d'Ivato, district d'Ambositra, région Amoron'I Mania, un nouveau cas de peste a été déclaré dans le *fokontany* d'Amindrazaka. Des cas de peste sont déclarés chaque année, dans cette localité, de 2006 à 2016. La particularité de l'épidémie de peste durant la mission, réside dans le fait que le cas a été déclaré en dehors de la haute saison pesteuse. Habituellement, les cas de peste dans les HTC

(dont fait partie le district d'Ambositra et donc le *fokontany* d'Amindrazaka) apparaissent durant la période s'étalant d'Octobre à Avril (saison chaude et pluvieuse) (Chanteau 2006 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013). L'apparition de ce cas s'est faite durant le mois de juin, plus précisément le 16 juin de l'année 2017. Par hasard, des enquêtes dans le cadre de la mission ont été faites dans ce *fokontany*, mais dans un hameau différent nommé Fenomanta, non loin du hameau où le cas a été déclaré, la veille de l'apparition du cas, c'est-à-dire, le 15 juin. L'équipe de l'unité peste a été informée par rapport à ce cas le samedi 17 juin matin, par la Brigade anti-rat d'Ambositra, (BAR) alors que la mission s'apprêtait à effectuer des enquêtes dans la commune rurale de Tsarasaotra, située au nord-ouest d'Ambositra, chef-lieu de district, où le quartier général de la mission a été implanté.

#### 6.2.5.1. Descriptif de la situation du cas déclaré

La personne qui était hospitalisée à l'hôpital du district d'Ambositra était une petite fille âgée de 10 ans. Cette petite fille étudie à Ivato centre et rentre à Amindrazaka le week-end. Il s'agit d'un cas de peste bubonique diagnostiqué positif par test des bandelettes (test de diagnostic rapide). Le test a été effectué par les autorités sanitaires d'Ambositra. Le prélèvement du bubon de l'individu a été confiée à l'équipe de l'unité peste de l'IPM, le laboratoire central de référence de la peste, étant l'unité peste de l'IPM pour analyses complémentaires, pour confirmation. L'équipe accompagnée par la BAR est donc allée sur place pour constater et observer l'habitat et l'environnement de l'habitation du cas de peste. Il s'agissait d'une maison traditionnelle à deux étages, en argile rouge et en briques, avec un toit de chaume, habitation typique en milieu rural dans cette région des HTC de Madagascar. Aux premiers abords, ce qui frappe l'observateur, est l'environnement autour de l'habitation, la saleté, des animaux d'élevage et leur habitation à proximité de la maison. Par l'observation directe, distante, on peut voir que la population du hameau élève des zébus, des porcs et des animaux de basse-cour. Les broussailles pullulent également à proximité directe de la maison du cas déclaré. Plusieurs ménages vivent dans cette même maison. Et les animaux, notamment des lapins, des zébus, les porcs, et la volaille, sont mis au rez-de-chaussée, le soir, de peur des vols perpétrés par les *dahalo*, les voleurs de bétail. Les zones de cultures se trouvent également non loin de la maison. Les conditions favorables au rat ainsi qu'à la puce et donc à la peste sont, dans ce cas précis, pouvant être réunies.

#### 6.2.5.2. Quand la fièvre de l'or entraîne la fièvre de la peste

Fait important à noter, des cas de peste ont été déclarés dans cette même maison, dans la même pièce, au sein de la même famille, en 3 ans (de 2014 à 2017), un décès dû à la peste y a été même déclaré, selon les voisins, et ce sont toujours des enfants de moins de 15 ans qui sont touchés. Pour ces mêmes voisins c'est dû à un sort jeté sur la famille, une malédiction qui plane sur la maison. L'apparition de ces cas de peste dans cette maison coïncide avec le début des activités d'orpillage que l'on peut observer aux alentours du *fokontany* et du hameau. En effet, tout le long du trajet allant d'Ivato centre au *fokontany* d'Amindrazaka et même au-delà, des trous jonchent le sol. Les chercheurs d'or improvisés parsèment des trous pour y trouver un « filon » qui, selon nos guides, ne sont en fait que de la poussière d'or, ne représentant qu'une mince once. L'hypothèse qui semble la plus vraisemblable pouvant expliquer à priori l'apparition des cas de peste, presque chaque année, dans le même *fokontany*, et plus loin encore, l'apparition des cas de peste hors saison pesteuse peut s'expliquer par les activités des orpailleurs aux alentours.



**Clichés 17 et 18.** Orpailleurs creusant le sol, à proximité du village cas, CR d'Ivato centre, district d'Ambositra (Réal : S. R, juin 2017).

L'habitat naturel du rat étant bouleversé, le rat migre plus près des habitations humaines. Et les conditions qui lui sont favorables étant réunies dans la maison « pesteuse » et ses alentours (broussailles, élevage, cachettes, quasi inexistence de prédateurs, saleté...), les rats et leur puces auraient pu élire domicile dans ce milieu.

6.2.5.3. Les mesures de prises en charge en cas de déclaration de cas de peste, à Ambositra

En cas de déclaration de peste, des mesures sont immédiatement prises par les autorités sanitaires du district concerné afin de limiter la propagation de la maladie. L’OMS préconise des mesures précises en cas de déclaration suspecte de cas de peste. Ces mesures sont déclinées comme suit :

**Premièrement**, éliminer le vecteur par l’aspersion d’insecticide dans la maison du cas déclaré de peste et aux alentours (cours, voisinage ...).



**Cliché 19.** La BAR en pleine action avant l’aspersion d’insecticide  
(Réal : S. R, juin 2017)

**Deuxièmement**, prévenir l’apparition d’autres cas par des mesures chimioprophylactiques : distribution de comprimés aux personnes contacts.



**Cliché 20.** Distribution de comprimés de COTRIM à la maisonnée  
(Réal : S. R, juin 2017)

**Troisièmement**, faire une séance d'information et de sensibilisation sur la peste aux individus habitants dans le *fokontany*.



**Cliché 21.** Séance d'information et de sensibilisation sur la peste faite par un médecin au voisinage, après la distribution de comprimés (Réal : S. R, juin 2017)

Durant l'observation de ces mesures prises, la deuxième et la troisième mesure ont été suivies à la lettre : Les comprimés de COTRIM 500 mg ont été distribués aux personnes habitant dans la maison. La posologie a été expliquée : 2 comprimés le matin, et 2 autres comprimés le soir pendant 5 jours pour les adultes de plus de 15 ans. Cette posologie varie selon l'âge des individus.

#### 6.2.5.4. La lutte anti-vectorielle : entre prescriptions théoriques et pratiques réelles sur terrain

La séance d'information sur la peste et sur les mesures préventives pour éviter que les rats n'envahissent la localité s'est également tenue. Le rôle de la puce et du rat dans le cycle de transmission de la peste a été expliqué et les mesures à prendre en cas d'apparition de symptômes évoquant la peste, également. La première mesure à suivre, concernant l'intervention de la BAR durant notre séjour, suscite des questions. L'épandage d'insecticide dans la maison. En effet, seule la pièce où l'individu cas habitait a été aspergée d'insecticide, sachant que la maison comptait six pièces. Et la cours, le voisinage immédiat (autres ménages composant la maisonnée, autre que celle du cas déclaré) ainsi que la cour et l'environnement direct de la maison, n'ont pas été aspergés d'insecticide. Alors que normalement, la pulvérisation d'insecticide devrait être faite pour l'ensemble de la maison où le cas de peste a été déclaré, mais également au voisinage et aux maisons adjacentes du ménage où le cas de peste a été décelé. « (...) Enfin chaque habitation touchée, mais également les habitations adjacentes doivent être traitées en pulvérisations intra-domiciliaires contre les puces qui pourraient subsister dans les maisons (...) ».<sup>10</sup>

#### 6.2.6. Discussion autour de l'expérience du cas déclaré

Des questions se posent par rapport à la propagation des puces dans les autres pièces de l'habitation du cas de peste. Le risque de résistance des puces aux insecticides étant accru si le dosage d'insecticide à pulvériser prescrit n'est pas respecté. Si de telles pratiques en cas de déclaration de cas de peste sont habituellement faites, il est probable que les vecteurs ne soient pas totalement éliminés, ce qui pourrait expliquer la persistance du bacille dans cette localité. C'est la seconde hypothèse par rapport à l'apparition presque annuelle de cas de peste dans cette région. Depuis notre départ de la zone d'étude, les mesures prises ont permis une issue favorable par rapport à la situation de l'individu infecté. Effectivement, l'enfant s'en est

---

<sup>10</sup> in [P. Handschumacher](#), [JM. Duplantier](#), [S. Chanteau](#) (2000) *La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie* Ed. Persée ; Col.: [Espace, populations, sociétés](#) ; Vol 18, [N° 2](#) ; pp. 195-208.

sortie indemne, car la prise en charge s'est faite à temps. La riposte des autorités sanitaires pour stopper toute propagation de l'épidémie à l'échelle de la localité s'est avérée, momentanément, efficace.

### **6.3. Les facteurs environnementaux et écologiques favorables au risque pesteux sur les HTC**

A l'aide des outils de télédétection et de modèles statistiques dans le cadre de l'étude, ce chapitre essaye de définir le rôle des facteurs naturels dans la dynamique d'apparition des cas de peste dans deux districts foyers endémiques des HTC à Madagascar. Il ne s'agit pas ici de lancer une analyse multivariée, telle la régression logistique pour identifier et évaluer la force de l'influence exercée par les éléments climatiques et les changements environnementaux sur l'apparition des cas humains de peste. Ces paramètres n'étant que des éléments pouvant avoir un impact sur le mode de vie des vecteurs et réservoirs de la peste. Ce qui implique qu'ils n'influent pas directement sur l'apparition des cas humains.

#### **6.3.1. Les changements environnementaux influençant l'apparition de cas humains de peste**

##### **6.3.1.1. Le climat**

Dans les régions des HTC, foyers de la peste, les cas de peste humaine apparaissent annuellement suivant deux saisons coïncidant avec les saisons du climat tropical austral. La haute saison pesteuse dure du mois d'octobre au mois d'avril, correspondant à la saison chaude et pluvieuse de l'été austral (Duplantier, Duchemin *et al.* 2005 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013). Cependant, des cas de peste peuvent apparaître durant la basse saison pesteuse entre mai et septembre en période d'hiver austral (saison sèche et fraîche). Ces variations de saison coïncidant avec l'apparition de cas humains de peste suggèrent un lien entre épidémies de peste et composantes climatiques dans le monde et à Madagascar (Parmenter, Pratap Yadav *et al.* 1999 ; Duplantier, Duchemin *et al.* 2005 ; Stenseth, Samia *et al.* 2006 ; Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013 ; Kreppel, Telfer *et al.* 2016). Il a été établi que le climat et ses composantes (température, précipitations, humidité relative), influent sur l'écologie du vecteur et de l'hôte favorisant le contact entre les trois acteurs de la peste avec l'homme, comme ce fut le cas pour une étude au Mexique où les saisons influent sur l'apparition des cas humains (Parmenter, Pratap Yadav *et al.* 1999). A Madagascar les fortes températures, notamment la chaleur et l'humidité sont favorables au

développement et à la survie des populations des puces vectrices (Kreppel, Telfer *et al.* 2016). La densité de celles-ci sur le rongeur augmente lorsque les conditions climatiques sont réunies les poussant à passer d'hôte en hôte. Les facteurs climatiques impactent également sur la reproduction des populations de rats. Cet impact se manifeste par la baisse des populations de rats et de leur activité de reproduction dues à la faible disponibilité des sources de nourritures en saison fraîche et sèche (Duplantier, Duchemin *et al.* 1999). A Madagascar, La période de moisson du riz (la riziculture est une des activités agricoles principales sur les HTC) correspondant à cette saison.

#### 6.3.1.2. Influences des actions anthropiques

Les bouleversements occasionnés par les actions anthropiques sur l'habitat du rongeur peuvent également favoriser le contact rongeur-homme. A Madagascar, les activités forestières, les pratiques culturelles (cultures sur brulis, riziculture...) ainsi que le calendrier agricole influent sur l'habitat et le mode de vie du rongeur qui entraînent des migrations de la population murine vers des zones proches des sociétés humaines, sources d'abris et de nourriture (Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013).

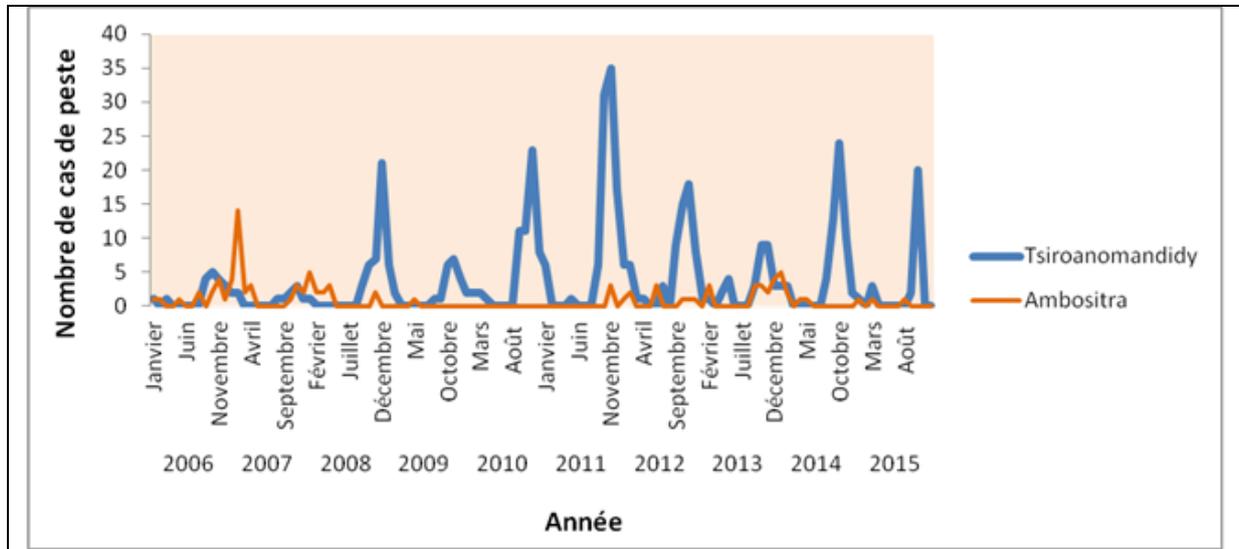
#### 6.3.2. Détection des changements environnementaux et climatiques pour les districts des HTC étudiés

Afin de déterminer si des changements environnementaux et climatiques ont pu avoir eu lieu dans les districts d'Ambositra et Tsiroanomandidy entre les années 2006 et 2015, nous avons réalisé une étude à partir des données épidémiologiques, climatiques et environnementales disponibles pour ces deux districts pour cette période. Le lien entre apparition de cas humains de peste et changements climatiques et environnementaux a été supposé pour cette étude.

##### 6.3.2.1. Choix des années de références

Les critères pris en compte pour la distribution des cas de peste et le choix des années références sont la date de déclaration du cas entre 2006 et 2015, la résidence du cas enregistré dans le district d'Ambositra ou le district de Tsiroanomandidy, la catégorie du cas, probable ou confirmé déclarée au sein du LCP (chapitre 4). A partir de l'exploitation de la base de données, la distribution des cas de peste par unités administratives, communes et *fokontany* (plus petite unité administrative à Madagascar), pour les districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy, a été cartographiée (Voir chapitre 4). Pour permettre de déterminer l'évolution temporelle des cas de peste durant la période d'étude et afin de choisir les années

références à prendre en compte dans l'étude, une courbe épidémiologique mensuelle a été réalisée. Cette courbe est basée sur le nombre de cas de peste probables et confirmés mensuels notifiés dans les districts d'Ambositra et Tsiroanomandidy entre janvier 2006 et décembre 2015. Trois années références par district ont été prises en compte.



Source : LCP/IPM

**Figure 9.** Évolution du nombre de cas probables et confirmés de peste de 2006 à 2015 dans les deux districts d'étude des HTC

La courbe représente l'évolution temporelle des cas de peste selon les données du LCP de 2006 à 2015 pour le cas des deux districts des HTC pris en compte dans le cadre de l'étude. Cette courbe a permis de déterminer les années de référence afin de permettre une analyse des facteurs environnementaux et climatiques pouvant influencer l'apparition des cas humains de peste à Ambositra et Tsiroanomandidy (figure 9).

#### 6.3.2.2. Pour le district d'Ambositra

Pour la période de 10 ans prise en compte, un pic de cas humain de peste a été détecté entre novembre 2006 et avril 2007 dans ce district. Une période de silence a été mise en exergue de mai 2009 et novembre 2011. Ce qui fait de l'année 2010 une année de silence de peste pour le district d'Ambositra. En novembre 2011 les cas humains de peste ont réapparu jusqu'au mois d'août de l'année 2015 où les cas de peste humaine ont commencé à baisser. Trois années ont été prises comme référence pour détecter l'influence des facteurs climatiques et environnementale par rapport à l'apparition de cas humains de peste pour le district

d'Ambositra selon l'allure de la courbe évolutive des cas de peste de 2006 à 2015 : l'année 2006, l'année 2010 et l'année 2015.

#### 6.3.2.3. Pour le district de Tsiroanomandidy

Depuis janvier 2006, des cas de peste ont été notifiés dans ce district. L'apparition des cas humains de peste est annuelle pour ce district. Un pic de cas humains de peste a été détecté pour le mois de novembre de l'année 2011. Jusqu'à 2015, les cas de peste ont été déclarés dans ce district. Trois années : 2006, 2011 et 2015 ont été prises en compte dans le cadre de la détection des changements environnementaux et dynamiques climatiques pouvant être liées à l'apparition de cas de peste pour le district de Tsiroanomandidy.

#### 6.3.2.4. Les données collectées

Les données climatiques et environnementales ont été collectées via des plateformes spécifiques dans lesquelles ces types de données sont disponibles. Les plateformes pouvant fournir des relevés à différentes périodes t (hebdomadaires, mensuelles). Les calculs des valeurs des différents paramètres ont été basés sur la moyenne annuelle de ces relevés.

##### 6.3.2.4.i. Les données climatiques

Les données climatiques prises en compte et extraites ont été la température et l'indice de végétation (NDVI). Ces paramètres ont été extraits par communes pour les trois années de référence. Les données ont été ensuite intégrées dans un tableau par commune pour les deux districts. Les températures moyennes par commune pour une année donnée, ont été extraites sur la plateforme de l'*International research institute for climate and society* (IRI) Les données sur l'indice de végétation ou NDVI ont été également extraites grâce à la plateforme d'IRI. Les valeurs de NDVI extraites ont été les valeurs moyennes pour chacune des années de références par commune pour les deux districts.

##### 6.3.2.4.ii. Les données sur l'occupation du sol

Des images satellites Landsat 8 ont été utilisées pour extraire l'occupation du sol, sur les trois années de référence, dans les zones d'étude. Les surfaces de différentes classes d'Occupation du sol détectées à différentes périodes t ont été prises en compte. Il s'agit des forêts et autres types de couverture végétale ; les routes ; les surfaces en eau ; les cultures ou autres types d'activités liés à l'action anthropique ; les surfaces non classées. Ces images ont été obtenues depuis la plateforme *earth explorer de l'United States geological survey* (USGS).

#### 6.3.2.4.iii. Le relief

Les données sur le relief, notamment l'altitude moyenne par *fokontany*, ont été extraites depuis *Shuttle radar topography mission* (SRTM) avec une résolution spatiale de 90 mètres.

#### 6.3.2.5. Télédétection et traitements des données

Les données ainsi collectées ont été ensuite traitées selon des techniques de télédétection notamment pour la classification des variables relatives à l'occupation du sol qui ont subies une classification non supervisée et une classification supervisée. Le travail de traitement des données a été effectué en collaboration avec l'équipe Santé géomatique (SaGEO) de l'Unité épidémiologie et recherches cliniques de l'IPM. Les démarches et techniques suivies ainsi que les méthodes utilisées pour ces traitements méritant un chapitre à part entière plus issue des sciences géomatiques, elles n'ont pas été relatées dans ce travail. Ces démarches ayant fait l'objet d'un travail de master 2 dans le cadre du projet de recherche.

#### 6.3.2.6. Analyses statistiques

Afin de déterminer si des changements climatiques et environnementaux ont marqué les trois années sélectionnées par district, les données quantitatives recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques. Outre les statistiques descriptives une analyse de variance (Anova) à mesures répétées pour échantillons appariés a été réalisée pour chaque variable prise en compte par district. L'Anova à mesures répétées permet de comparer plusieurs positions observées à des périodes différentes pour un même échantillon ou des échantillons dépendantes. Plusieurs séries de mesures quantitatives, sur des périodes différentes, pour les mêmes individus statistiques (commune ou *fokontany* pour le cas de notre étude) ont été réalisées. L'analyse détecte des différences entre les moyennes des variables pour les périodes sélectionnées pour les mêmes individus. Un test post-hoc ou test à posteriori a été effectué pour déceler les moyennes qui sont particulièrement différentes les unes des autres. Pour le cas de l'étude le test utilisé a été le test de Bonferroni. Les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel statistique Stata 12 ®.

L'Anova à mesures répétées a été utilisée pour détecter l'évolution.

#### 6.3.3. Variations climatiques entre 2006 et 2015 dans les districts des HTC étudiés

Des différences de moyennes ont été détectées par l'Anova à mesures répétées pour les données climatiques prises en compte pour les communes durant les périodes sélectionnées.

#### 6.3.3.1. Cas du district d'Ambositra (années références 2006, 2010 et 2015)

Pour les 23 communes du district d'Ambositra, une différence significative des moyennes du NDVI entre les périodes sélectionnées a été détectée par l'Anova à mesures répétées [ $F_{(2,44)} = 14.48, p < 0.001$ ]. Le test de Bonferroni a démontré une baisse significative du NDVI de - 0.088 [95% IC (-0.252, 0.076)] entre 2010 et 2015. En ce qui concerne les températures moyennes par communes pour ce district, une différence statistiquement significative a été détectée par l'Anova à mesures répétées [ $F_{(2,44)} = 14.98, p < 0.001$ ], la température ayant augmenté entre 2006 et 2010 pour ce district.

#### 6.3.3.2. Cas du district de Tsiroanomandidy (années références 2006, 2011 et 2015)

Pour les 17 communes que compte ce district une différence significative du NDVI a été détectée par l'Anova à mesures répétées entre les périodes sélectionnées [ $F_{(2,32)} = 9.06, p < 0.001$ ]. Une diminution du NDVI s'étant opérée entre 2006 et 2011. En ce qui concerne les températures moyennes, une différence significative a été détectée par le test entre les périodes sélectionnées [ $F_{(2,32)} = 31.97, p < 0.001$ ]. En effet, le test de Bonferroni a décelé une augmentation significative de température entre les années 2011 et 2015 pour l'ensemble des communes de ce district.

#### 6.3.4. Évolution temporelle des classes d'occupation du sol dans les districts d'Ambositra et Tsiroanomandidy de 2006 à 2015

Pour déterminer si des changements significatifs de l'occupation du sol dans les deux districts étudiés ont été détectés, un Anova à mesures répétées a été également lancé. Les années références prises en compte ont été les mêmes prises que pour les données climatiques pour les deux districts. Pour les classes relatives à l'occupation du sol, les données extraites ont été recueillies par *fokontany* et exprimées en surface (km<sup>2</sup>).

##### 6.3.4.1. Évolution de l'occupation du sol de 2006 à 2015 pour le district d'Ambositra (Années références 2006, 2010 et 2015)

Pour le district d'Ambositra, 6 classes relatives à l'occupation du sol ont été extraites : les éléments non classifiés, les forêts, les sols nus, l'eau, la savane, les cultures. Des changements significatifs ont été détectés par l'Anova à mesures répétées pour 5 variables (5 classes). Effectivement, les forêts, les sols nus, les surfaces d'eau, les savanes et les cultures ont connu une évolution.

#### 6.3.4.1.i. Les forêts

Une évolution statistiquement significative des surfaces en forêt a été détecté par l'Anova à mesures répétées pour le district d'Ambositra entre les périodes sélectionnées [ $F_{(2,578)} = 15.59$ ,  $p < 0.001$ ]. Entre 2006 et 2010, le test de Bonferroni a mis en exergue une diminution significative des surfaces des forêts ( $p < 0.001$ ).

#### 6.3.4.1.ii. Les sols nus

Les sols nus ont également connu une évolution significative entre 2006 et 2015 dans le district d'Ambositra [ $F_{(2,578)} = 54.91$ ,  $p < 0.001$ ]. Si entre 2006 et 2010 le test de Bonferroni a détecté une baisse significative des surfaces nues ( $p < 0.001$ ), une augmentation significative de la surface des sols nus s'est opérée entre 2010 et 2015 ( $p < 0.001$ ).

#### 6.3.4.1.iii. Les surfaces en eau

Les surfaces en eau ont également significativement évolué entre 2006 et 2015 dans le district d'Ambositra [ $F_{(2,578)} = 37.73$ ,  $p < 0.001$ ]. Si une augmentation significative des surfaces en eau a été décelé entre 2006 et 2010, une baisse significative a été détecté par le test de Bonferroni de 2010 à 2015 ( $p < 0.001$ ).

#### 6.3.4.1.iv. La savane

La savane dans le district d'Ambositra a également connu une évolution significative durant la période sélectionnée [ $F_{(2,578)} = 156.38$ ,  $p < 0.001$ ]. Ce changement a été déterminé par le test de Bonferroni entre 2006 et 2010 où une augmentation significative des surfaces en savane a été détecté ( $p < 0.001$ ) et une diminution significative entre 2010 et 2015 ( $p < 0.001$ ).

#### 6.3.4.1.v. Les cultures

Les surfaces de cultures ont significativement évolué pour la période sélectionnée [ $F_{(2,578)} = 108.43$ ,  $p < 0.001$ ]. L'évolution de surfaces des cultures s'est opérée entre 2006 et 2015 et exprimée par une diminution significative de surfaces cultivée entre 2006 et 2010 ( $p < 0.001$ ) et une augmentation significative entre 2010 et 2015 ( $p < 0.001$ ).

Pour le cas de l'ensemble du district d'Ambositra, les données extraites relatives à l'occupation du sol ont fait ressortir l'apparition et la disparition de classes d'occupation du sol différentes entre la période étudiée. Il s'agit de la présence de forêt arborée en 2006 puis de forêt dégradée en 2010 et enfin de savane arborée en 2015.

**Tableau 11.** Changements environnementaux détectés par l’Anova dans le district Ambositra de 2006 à 2015

	2006 à 2010	2010 à 2015	
Evenement épidémiologique	Période silence	Reprise cas	
NDVI	N.S	D	N.S Non significatif
Température moyenne	N.S	A	A Augmentation sig
Surf. Forêt	D	A	D Diminution signif
Surf. Eau	N.S	D	
Surf. Savane	A	D	
Surf. Cultures	D	A	
Surf. sols nus	D	A	

Le tableau 11 est une synthèse des changements environnementaux détectés dans le district d’Ambositra entre 2006 et 2015. De 2006 à 2010, le district d’Ambositra a connu une baisse significative de surfaces en forêt et des surfaces dites de sols nus. Toutefois, une augmentation significative de la savane a été détectée par l’Anova, entre la même période. 2006 et 2010 correspond à un évènement épidémiologique précédant une période de silence (absence de cas de peste), en 2010. De 2010 à 2015, la température, les surfaces forestières, les surfaces cultivées et les sols nus ont significativement augmenté. Par contre, pour la période succédant à 2010 correspondant à une reprise de l’apparition de cas de peste dans ce district, les NDVI, les surfaces en eau ainsi que les surfaces de savane ont connu une diminution significative.

#### 6.3.4.2. Évolution de l’occupation du sol de 2006 à 2015 pour le district de Tsiroanomandidy

En ce qui concerne l’occupation du sol pour le district de Tsiroanomandidy, 6 classes ont été extraites : les éléments non classifiés, les forêts, les surfaces d’eau, les sols nus, la forêt dégradée et les routes. Hormis les éléments non classifiés, les cinq autres classes ont connu une évolution temporelle significative durant la période sélectionnée.

##### 6.3.4.2.i. Les forêts

Une évolution significative des surfaces en forêt a été détectée par à Tsiroanomandidy pour la période étudiée [ $F_{(2,394)} = 7.83, p=0.0055$ ]. Le test de Bonferroni a permis de détecter une augmentation de la surface en forêt entre 2011 et 2015 ( $p=0.001$ ).

#### 6.3.4.2.ii. L'eau

Les surfaces d'eau ont connu une évolution entre la période d'étude pour le district de Tsiroanomandidy [ $F_{(2,394)} = 11.20, p=0.0010$ ]. Cette évolution s'est opérée entre 2011 et 2015 et s'est traduite par une augmentation significative ( $p<0.001$ ).

#### 6.3.4.2.iii. Les sols nus

Les sols nus ont significativement évolué entre 2006 et 2015 pour le district de Tsiroanomandidy [ $F_{(2,394)} = 8.73, p<0.005$ ]. Une augmentation des surfaces de sols nus a été détecté entre 2011 et 2015 ( $p=0.001$ ).

#### 6.3.4.2.iv. La forêt dégradée

Les surfaces en forêt dégradée ont connu une évolution significative entre la période sélectionnée [ $F_{(2,394)} = 19.27, p<0.001$ ]. Cette évolution des surfaces en forêt dégradée se traduit par une diminution significative entre 2006 et 2011 ( $p<0.001$ ).

#### 6.3.4.2.v. Les routes

Les routes ont significativement évolué entre 2006 et 2015 [ $F(2,394) = 28.28, p<0.001$ ], elles ont significativement diminué entre 2011 et 2015 ( $p=0.001$ ). Cette variation des surfaces routières peut-être dû à la présence de pistes praticables selon les saisons, mais aussi de l'évolution des couvertures végétales qui auraient pu recouvrir les routes.

**Tableau 12.** Changements environnementaux détectés par l'Anova dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015

Evenement épidémiologique	2006 à 2011	2011 à 2015	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> N.S Non significatif  <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> A Augmentation signifi  <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cfe2f3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> D Diminution signifi         </div>	
	Pic cas	Baisse cas		
NDVI	D	N.S		
Température moyenne	N.S	A		
Surf. Forêt	N.S	A		
Surf. Eau	N.S	A		
Surf. Sols nus	N.S	A		
Surf. Forêt dégradée	D	N.S		

Le tableau 12 résume les changements environnementaux détectés dans le district de Tsiroanomandidy entre la période étudiée. De 2006 à 2011 à Tsiroanomandidy, l'indice de végétation ainsi que les surfaces en forêt ont diminué significativement avant 2011. L'année

2011 a été marquée par un événement épidémiologique correspondant à un pic de cas humains de peste dans ce district. Par contre, de 2011 à 2015, la température, les surfaces forestières, les surfaces en eau et en sols nus ont connus une augmentation significative correspondant à une baisse du nombre de cas de peste de 2011 à 2015.

### Conclusion du chapitre

Les caractéristiques socio-environnementales en milieu rural dans les deux districts étudiés et les changements environnementaux opérés entre 2006 et 2015, pour ces mêmes districts, peuvent être liés au risque pesteux. Les caractéristiques socio-environnementales, notamment les habitats humains, en milieu rural sur les HTC pourraient favoriser l'exposition au risque pesteux. En effet, certains types d'habitats humains peuvent servir d'interface de contact entre les humains et les acteurs principaux du cycle de transmission de la peste. Ce qui rendrait certains espaces humanisés en milieu rural des HTC, des espaces vulnérables au risque pesteux à l'exemple du district de Tsiroanomandidy. Cette vulnérabilité au risque pesteux peut varier selon les échelles administratives ou varier selon la structure sociétale propre aux espaces humanisés, le district de Tsiroanomandidy étant, selon nos résultats, plus exposé au risque pesteux que le district d'Ambositra.

Des variations et changements environnementaux et climatiques dans les deux districts entre 2006 et 2015, avec ou sans l'empreinte anthropique, pour les deux districts des HTC étudiés ont été observés et peuvent être liées à l'apparition ou l'absence de cas humains de peste dans ces deux régions. Ces changements environnementaux entre 2006 et 2015 coïncident avec la fluctuation de la courbe d'évolution d'apparition des cas humains pour les deux districts entre la même période.

## CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

L'influence de l'hétérogénéité spatiale sur l'expression épidémiologique et la dynamique de la peste à Madagascar a été mise en exergue à différents niveaux. Cette hétérogénéité spatiale peut s'exprimer dans la dynamique épidémiologique de la peste à différentes échelles administratives, dans la variation des perceptions, représentations et comportements contextualisés face à la maladie, mais également dans les différences de degrés de vulnérabilité des espaces humanisés face à l'exposition au risque pesteux.

L'exploitation des données sur la distribution des cas humains de peste entre 2006 et 2015 dans les trois districts étudiés a mis en relief l'expression hétérogène de la dynamique pesteuse à Madagascar. Les liens entre contextes épidémiologiques, déterminants démographiques et spatiaux avec les comportements contextualisés et les perceptions de la population vis-à-vis de la peste a été vérifiée pour la présente étude, pour le cas du district d'Ambositra et de Tsiroanomandidy. En effet, la possession de téléphone, le contact avec un ancien pesteux et le fait d'habiter à Tsiroanomandidy, foyer actif de la peste, sont significativement liés aux degrés de CAP vis-à-vis de la peste des populations des deux districts des HTC pris en compte dans le cadre de l'étude. Si, par contre, le niveau de scolarité est lié aux degrés CAP par rapport à la peste de la population de la ville de Mahajanga I sur le littoral nord-ouest. Les entretiens menés avec les professionnels de santé sur leur perception de la peste ont renforcé l'hypothèse que les populations vivant dans les zones endémiques de la peste, notamment dans les districts foyers des HTC, ont une meilleure connaissance de la maladie que les populations vivant hors foyer pesteux.

Les modes de vie des populations en milieu rural des HTC pourraient favoriser l'exposition de ceux-ci au risque pesteux. Les modes de vie des populations rurales pouvant jouer le rôle d'interface de contact favorisant le contact entre le complexe pathogène et l'être humain. Cela pourrait expliquer les différentes situations épidémiologiques des districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy par rapport à la peste. En effet, les spécificités socio-environnementales des deux districts pourraient être liées à la différence d'expression épidémiologique de la peste. Enfin, les changements et bouleversements environnementaux et climatiques entre 2006 et 2015 dans ces deux districts des HTC pourraient être liés à l'apparition des cas humains de peste durant la période sélectionnée.

Ces résultats et ces constats pourraient confirmer la nécessité de la prise en compte des spécificités des lieux et des espaces dans le cadre des prises de décisions face au contrôle et à la lutte contre les maladies infectieuses à Madagascar et, outre mesure, dans le mode.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Les démarches menées dans le cadre de cette thèse de doctorat sur la peste dans 4 districts de Madagascar - Antananarivo Renivohitra, Mahajanga I, Ambositra et Tsiroanomandidy- ont permis de mettre en exergue l'hétérogénéité spatiale et dans l'expression épidémiologique de la maladie, mais également dans les spécificités des lieux (sociétales, environnementales...) à Madagascar. Les liens entre les comportements humains contextualisés, notamment les Connaissances, attitudes et pratiques (CAP) des populations d'Ambositra, de Tsiroanomandidy et de Mahajanga, et l'absence/ la présence de cas de peste dans ces districts ont été également déterminés.

Quels seraient alors les éléments de réflexions par rapport aux différentes thématiques abordées tout au long de l'étude ?

Perceptions de la population d'Antananarivo Renivohitra par rapport à la peste dans un contexte post épidémique

L'étude sur la perception par rapport à la peste de la population d'Antananarivo Renivohitra dans un contexte post-épidémique a mis en exergue les compréhensions de la population de deux arrondissements de la ville d'Antananarivo par rapport à l'épidémie de peste de 2017. Cette étude a montré, grâce à la méthode *photovoice* et aux *focus groups*, une méconnaissance de la peste, notamment une confusion dans les modes de transmission de la maladie. Effectivement, l'épidémie de peste de 2017 est une épidémie de peste pulmonaire urbaine, les cas de peste bubonique étant les plus fréquents à Madagascar notamment en milieu rural des Hautes Terres Centrales (HTC) (Andrianaivoarimanana, Piola *et al.* 2019). Les campagnes de sensibilisation ainsi que les mesures dans la lutte contre la peste à Madagascar pouvant être essentiellement axées sur la peste bubonique (rats, puces...) dans les zones d'endémicité de la peste (milieu rural, HTC). Ce fait ayant probablement joué un rôle dans la confusion entre les deux formes de peste chez la population d'Antananarivo. Quant à la compréhension de l'évolution de la perception par rapport à la peste de la population d'Antananarivo, cela nécessiterait une étude en contexte épidémique et pré-épidémique. Les perceptions de la population de certains quartiers d'Antananarivo sont également influencées par les lieux. En effet, la présence du cimetière d'Anjanahary à proximité des habitations des personnes investiguées a entraîné un sentiment de crainte chez ces derniers. Les rumeurs de

bouche à oreille ou alimentés par les réseaux sociaux ayant probablement joué un rôle important dans la perception de la peste dans la société Antananarivienne actuelle.

Influence des déterminants socio-spatiaux sur les CAP par rapport à la peste des populations d'Ambositra et de Tsiroanomandidy

Pour cette étude les CAP par rapport à la peste de la population de deux districts des HTC et du district de Mahajanga I ont été évalués. Cette évaluation s'est faite à partir d'un questionnaire individuel. Pour les deux districts investigués issus des HTC, les contextes épidémiologiques diffèrent. Des cas humains de peste sont apparus annuellement de 2006 à 2015 à Tsiroanomandidy si des périodes de silence, notamment en 2010, ont caractérisé le district d'Ambositra durant la même période. Les CAP des populations des deux districts sont significativement différents, selon nos résultats. Effectivement, les populations investiguées dans le district d'Ambositra avaient un niveau CAP supérieur à celles résidant dans le district de Tsiroanomandidy. Pour le cas de Mahajanga I, la population a un faible degré CAP par rapport à la peste que les deux districts des HTC, fait qui a été souligné par les professionnels de santé lors des entretiens groupés effectués dans deux Formations sanitaires (F.S) du district. Une forte proportion d'individus investigués dans les sites d'études des HTC a déjà entendu parler de la peste et la plupart des individus investigués ont au moins un degré CAP moyen. Ce qui évoquerait une possible influence du contexte épidémiologique, ici la présence de cas humains annuels de peste dans les deux districts entre 2006 et 2015. C'est également ce qui a été constaté lors d'une étude menée en zone endémique de la peste en Ouganda où la population des régions endémiques ont un bon degré de connaissances sur la peste et de bonnes pratiques en cas de peste (Kugeler, Apangub *et al.* 2017). Ce bon degré CAP dans les deux districts de notre étude pourrait s'expliquer par la présence quasi annuelle des cas de peste et donc des interventions et campagnes de sensibilisations fréquentes au sein des différentes localités de ces districts. Les agents communautaires de santé, en contact direct avec les populations des localités, étant formés pour et sensibiliser les populations sur la peste et pour reconnaître les symptômes pouvant évoquer la peste, comme le suggèrent les résultats des entretiens individuels effectués avec les professionnels de santé dans le cadre de cette étude. Ce constat a été également observé en Ouganda (Kugeler, Apangub *et al.* 2017) chez les agents communautaires de santé en région d'endémie pesteuse, mais également en Inde par rapport aux CAP par rapport aux maladies zoonotiques chez des fermiers locaux (Singha, Kaura *et al.* 2019). Les agents communautaires ayant été formés pour avoir une bonne connaissance sur la maladie ainsi que les mesures à prendre en cas d'apparition de cas de

peste dans leurs localités. Ce qui permet aux agents communautaires de partager leurs connaissances sur la maladie, aux populations. La forme la plus connue des investigués est la forme bubonique étant donné que la forme la plus commune en milieu rural sur les HTC est cette forme (Andrianaivoarimanana, Piola *et al.* 2019) comme pour les résultats d'une étude sur les connaissances, attitudes par rapport à la peste menée à Petauke, Zambie, en zone endémique de la peste (Ngulube, Mwanza *et al.* 2006). La peste pulmonaire, moins mentionnée par les investigués est souvent associée à la forme bubonique. Si le mode de transmission de la peste est souvent associé aux rongeurs et à la malpropreté, la transmission par pique de puce et la voie aérienne sont également évoquées. Ce constat diffère des résultats des études menées à Petauke en Zambie où les répondants ont majoritairement identifié les rats et les puces comme mode de transmission de la peste (Ngulube, Mwanza *et al.* 2006). Les résultats des analyses multivariées sur l'association des niveaux CAP par rapport à la peste des populations des HTC avec des variables socio-démographiques, épidémiologiques et socio-spatiales ont mis en exergue des influences du contexte épidémiologique, mais surtout des déterminants socio-spatiaux sur les CAP des populations. En effet, si pour le district de Mahajanga I, site du littoral Ouest hors zone endémique, le niveau CAP par rapport à la peste des populations est influencé par le niveau d'éducation, pour les deux districts des HTC investigués, le fait d'avoir un téléphone, le fait d'avoir été en contact avec un ancien cas de peste, mais, augmentent les chances d'avoir un niveau CAP moyen ou bon. Ces constats suggèrent l'importance donnée aux informations émanant de la famille ou des proches concernant les faits de santé pour un individu, mais également de l'impact de l'utilisation des technologies de télécommunication dans les stratégies de sensibilisation et d'informations sur des faits de santé. Les campagnes de sensibilisation menées dans les localités des zones endémiques des HTC pourraient avoir joué un rôle important dans la connaissance des populations sur la peste, mais également sur les attitudes et les pratiques à adopter en cas d'apparition de cas de peste. Selon nos résultats, par rapport au fait de résider à Ambositra, habiter à Tsiroanomandidy réduit les chances d'avoir un niveau CAP moyen ou bon. Cela pourrait suggérer la non-maitrise de l'espace et des territoires par les autorités. Le district de Tsiroanomandidy étant un district large en superficie (10550 km<sup>2</sup>) par rapport au district d'Ambositra (2910 km<sup>2</sup>) moins densément peuplé (33 habitants au km<sup>2</sup> contre 95 pour Ambositra selon une projection Institut national des statistiques, Instat, en 2015), mais également un district plus rural. Effectivement, les mesures de sensibilisations et d'informations pourraient ne pas avoir couvertes l'ensemble du district de Tsiroanomandidy,

certaines localités étant enclavées, difficilement accessibles ou encore sous la menace permanente des *dahalos*.

L'évaluation quantitative des CAP par rapport à une thématique chez un groupe d'individu ou chez des professionnels de santé peut faire appel à différents types d'approches, de méthodes et de démarches. Des méthodes quantitatives suivant l'administration de questionnaires individuels puis l'attribution de scores selon la proportion de bonnes réponses fournies par les répondants sont des méthodes souvent utilisées dans le cadre d'études comportementales par rapport à un fait de santé : comme en Chine par rapport à la pollution de l'air (Wang, Yang *et al.* 2015), au Pakistan par rapport au diabète (Memon, Ali Shaikh *et al.* 2015), en Malaisie par rapport à l'ostéoporose (Khan, Sarriff *et al.* 2014). Si dans certaines études des approches qualitatives sont utilisées pour déterminer les connaissances et perceptions des populations par rapport à une maladie comme le cas d'une étude menée sur les déterminants socio-épidémiologiques liés à une épidémie de peste en 2002 en Inde (Goel, Kaur *et al.* 2014). La catégorisation des scores CAP en 3 selon une discrétisation statistique permet une meilleure analyse univariée et multivariée des influences d'autres variables sur les classes CAP (Raj et Angadi 2011 ; Fatema, Hossain *et al.* 2017), c'est la méthode qui a été adoptée pour catégoriser les scores CAP dans cette thèse. Pour le cas de l'étude CAP, il s'agissait d'une étude adoptant une approche mixte combinant approches quantitatives et qualitatives. Comme dans le cas de notre étude, une étude menée en Colombie Pacifique sur les connaissances et croyances sur la malaria combinant ces deux approches a pu justifier et comparer les résultats obtenus (Nieto, MeÂndeza *et al.* 1999). La combinaison de l'approche quantitative avec l'approche qualitative pouvant exprimer les représentations réelles ou proches de la réalité chez un groupe d'individu par rapport à une thématique de santé. En effet, les résultats obtenus lors des *focus groups* et entretiens individuels auprès des professionnels de santé des sites investigués sur leur perception de la peste nous ont permis d'avoir des éclaircissements sur les CAP par rapport à la peste des populations des trois sites. Toutefois, avoir une représentativité exhaustive de l'ensemble de la population des trois sites investigués permettrait d'avoir une idée précise sur les liens entre les CAP des populations sur la peste et les différents déterminants.

L'ensemble des résultats de l'étude CAP par rapport à la peste sur un échantillon de la population des trois districts confirmerait l'hypothèse que les CAP par rapport à la peste des populations aient un lien avec la présence ou l'absence des cas de peste dans une région.

Caractéristiques socio-environnementales, changements environnementaux et vulnérabilité face au risque pesteux en milieu rural sur les HTC : cas d'Ambositra et de Tsiroanomandidy

Des enquêtes ménages, des observations sur le terrain ainsi que des analyses à partir d'images et de données issues de la télédétection ont été réalisées dans le cadre de ce volet pour les districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy. Ces démarches ont permis de mettre en relief les différentes spécificités environnementales et socio-environnementales des deux districts par rapport à l'exposition au risque pesteux, mais également d'identifier de potentiels facteurs environnementaux et socio-environnementaux favorables à l'exposition des espaces humanisés au risque pesteux en milieu rural sur les HTC. Effectivement, d'une part, les caractéristiques socio-environnementales des espaces humanisés en milieu rural sur les deux districts investigués des HTC peuvent être des paramètres associés à l'exposition au risque pesteux. Les analyses multivariées effectuées après exploitation des données recueillies après enquêtes ménages et observation directes ont montré une association significative entre la vulnérabilité des ménages au risque pesteux et les habitats humains en milieu rural sur les HTC. Selon nos résultats, les habitations basses avec un toit en chaume seraient plus exposées et donc plus vulnérables au risque pesteux que d'autres types d'habitations dans les deux districts investigués des HTC. Ces résultats sont quasiment similaires avec les résultats des études menées par Handschumacher et son équipe par rapport à la peste en milieu rural des HTC (Handschumacher, Duplantier *et al.* 2000). En effet, les types habitations des HTC avec ces caractéristiques pourraient favoriser le contact entre les rongeurs, les puces et les êtres humains. Les habitations avec toit de chaume constituant une source d'abri pour les rongeurs. Et les maisons basses à une pièce poussant les humains à dormir en contact direct avec le sol avec leur nourriture et leur stock d'aliments, favorisant le contact direct avec les rongeurs et leurs puces, comme une étude menée en Tanzanie en zone rurale où la peste est endémique l'a suggéré (Kilonzo, Mvena *et al.* 1997). Les habitations humaines et les espaces humanisés pouvant être des sources d'abris et de nourriture pour les rongeurs et deviennent donc favorables à l'apparition des cas de peste dans les zones endémiques de la peste dans le monde (Gage 2012), comme l'a démontré une étude menée au Mexique en Amérique latine (Mann, Martone *et al.* 1979) ou en Ouganda (Eisen, MacMillan *et al.* 2014) en Afrique. Il est important de préciser qu'une étude exhaustive sur un plus grand nombre de ménages pourrait affiner le modèle statistique utilisé dans le cadre de cette partie de l'étude. Cela pourrait

apporter plus de précisions sur les déterminants socio-environnementaux favorables au risque pesteux sur les HTC et, outre mesure, dans d'autres régions où des cas de peste se sont avérés.

D'autre part, les changements environnementaux entre 2006 et 2015 dans les deux districts pourraient être liés à l'apparition ou l'absence de cas humains de peste, entre cette période dans ces deux districts. Pour le district de Tsiroanomandidy, un pic en nombre de cas probables et confirmés de peste a caractérisé l'année 2011. Nos résultats ont montré qu'entre 2006 et 2011 pour ce district, des baisses significatives de l'indice de végétation et des surfaces de forêt dégradée se sont opérées. Ce qui pourrait suggérer une réduction de l'habitat naturel des rongeurs qui pourrait les avoir conduits à plus se rapprocher des villages humains à la recherche d'abris et de nourriture (Mann, Martone *et al.* 1979 ; Gage 2012 ; Eisen, MacMillan *et al.* 2014) et favoriser le contact entre le complexe pathogène de la peste et les êtres humains dans ce district. Cette diminution de la végétation et donc des sources de nourriture pour les rongeurs comme favorable à l'apparition de cas humain a été mentionnée dans une revue sur la persistance de la peste à Madagascar (Andrianaivoarimanana, Kreppel *et al.* 2013). Pour le district d'Ambositra, l'année 2010 est une année de silence par rapport à la peste. En effet, aucun cas humain de peste n'a été déclaré dans ce district pour cette année. Entre 2006 et 2010, si les températures ont augmenté significativement, les surfaces forestières, les surfaces nues et les surfaces cultivées ont significativement diminué. Et la forêt arborée a progressivement évolué en forêt dégradée de 2006 à 2010. Ces résultats pourraient signifier qu'une relation entre les pratiques agricoles et l'apparition ou l'absence des cas humains de peste comme le suggère une étude menée à Madagascar sur les relations entre l'agriculture, les rongeurs et la peste (Duplantier, Duchemin *et al.* 1999). Pour le cas de cette étude, pour les données recueillies pour la période sélectionnée et pour ces deux districts, il semblerait que les changements environnementaux, notamment l'occupation du sol, pourraient être davantage liés à l'apparition ou l'absence de cas humains de peste que d'autres paramètres. Effectivement, les fluctuations des surfaces des couvertures végétales dues aux changements climatiques mais également les pratiques anthropiques ainsi que l'augmentation des surfaces cultivées par les populations pourraient tendre à favoriser les contacts entre rongeurs et les êtres humains. La diminution des couvertures végétales poussant les rongeurs à migrer vers les villages humains. Et la multiplication des champs, sources de nourritures et d'abris pour les rongeurs, les attirant vers les espaces humanisés.

Cependant, les résultats obtenus doivent être pris avec précautions, car ils restent à l'état d'hypothèses. Une confrontation avec des données sur le terrain entre 2006 et 2015 aurait pu infirmer ou confirmer ces hypothèses, l'étude environnementale étant rétrospective.

Déterminer les principales communes où des bouleversements climatiques et environnementaux ont eu lieu pourrait également apporter des éclaircissements précis sur cette relation environnement/peste à une échelle plus fine.

Les études menées, qualitatives, quantitatives et environnementales dans ces sites n'ont pas la prétention de représenter l'ensemble du territoire malgache. Cette ouverture pouvant faire l'objet d'une étude plus exhaustive quant à la représentativité des espaces malgaches. La première limite de l'ensemble de l'étude étant la non-représentativité du territoire malgache et donc des représentations, perceptions et CAP de la population du pays par rapport à la peste. Toutefois, l'étude peut donner des éclaircissements sur des éléments sociaux, socio spatiaux, socio-environnementaux et environnementaux pouvant être liés à la dynamique et l'expression épidémiologique de la peste à Madagascar. La combinaison de plusieurs disciplines (la géographie de la santé, l'épidémiologie, l'anthropologie, les sciences de l'information géographique, et les statistiques) constitue une force majeure dans la compréhension de cette dynamique et expression de la maladie dans l'espace. En effet, cette multidisciplinarité inclut l'emprunt de plusieurs démarches et méthodes, quantitatives comme qualitatives pouvant refléter, du moins tenter de refléter, les réalités inhérentes au terrain et donc au vécu des populations.

Les résultats des études qui ont été menées dans le cadre de cette recherche mettent en exergue l'hétérogénéité spatiale, du moins sous trois angles thématiques : les perceptions et représentations des populations de Madagascar par rapport à la peste .les paramètres physico-environnementaux (climatiques et environnementaux), et le mode de vie des sociétés rurales en particulier sur les HTC. Quatre districts ,dont trois des HTC et un du littoral Ouest de Madagascar ont été investigués durant des périodes différentes, contexte pré-épidémique pour Ambositra, Tsiroanomandidy et Mahajanga I et contexte post-épidémique pour le cas d'Antananarivo Renivohitra.

#### Expression épidémiologique de la peste à Madagascar et hétérogénéité spatiale

Les différentes expressions épidémiologiques de la peste à Madagascar sont liées à l'action combinée de trois facteurs principaux qui ont été étudiés dans le cadre de nos recherches : i) le comportement humain et ses composantes notamment les CAP de la population par rapport à la peste ii) les facteurs socio-environnementaux iii) les facteurs physico-environnementaux. Ces trois facteurs impliquent dans un premier temps, l'homme et les sociétés humaines pour ce qu'il est du comportement humain. Dans un second temps, ce sont les éléments physiques, climatiques et environnementaux qui peuvent favoriser ces différences d'expressions

épidémiologiques. Enfin, cette variation des expressions épidémiologiques peut résulter des actions combinées de l'homme et des sociétés humaines qui façonnent ainsi leurs environnements.

### Comportements contextualisés et vulnérabilité des populations face au risque pesteux à Madagascar

En ce qui concerne les comportements ainsi que les CAP des populations par rapport à la peste ils sont liés à l'expression spatiale et épidémiologique de la maladie. De fait, les CAP des populations par rapport à la peste sont influencés par les contextes épidémiologiques des zones. En effet, nous avons mis en évidence une variation des niveaux CAP des populations selon les situations propres aux régions étudiées. Sur les HTC, zones foyers de la peste ; les CAP des populations ainsi que leurs comportements face à la maladie sont influencés par les contextes épidémiologiques. Les populations habitant dans des régions où des cas de peste ont été déclarés, donc des zones pesteuses, ont selon nos résultats, une meilleure connaissance de la maladie. Ce constat est également partagé les professionnels de santé de ces régions qui ont été investiguées dans le cadre de l'étude. Et dans ces régions, le niveau d'éducation n'est pas associé à un niveau CAP moyen ou bon. Les différences de contextes épidémiologiques dans les deux districts étudiés, Ambositra et Tsiroanomandidy sont aussi probablement dues à la composition sociale et culturelle variée des populations de ces deux districts, aspect qui n'a pas été abordé dans le cadre de cette étude car nécessitant d'autres types d'approches plus axés sur l'anthropologie. Toutefois, ces aspects méritent d'être traités et approfondis dans de futures études. Pour les populations des zones hors foyers de la peste, les niveaux CAP, notamment les connaissances sur la maladie sont associées au niveau d'éducation. Parce que la maladie n'est pas fréquente dans ces régions, il semblerait que les populations ne prêtent pas d'attention à la maladie d'où un niveau de connaissance moins important que pour les populations habitant dans les zones foyers de la peste à Madagascar. Les comportements contextualisés par rapport à la peste sont pourtant des éléments importants dans le cadre de la lutte contre la maladie. Ils peuvent être des facteurs favorisant la circulation et la dynamique de la peste humaine à Madagascar et sont probablement déterminants dans la persistance de la maladie. La variation des comportements des populations dans les régions de Madagascar explique, en partie, l'expression épidémiologique à différente échelle de la maladie sur la grande île.

Les modes de vie des sociétés des HTC en milieu rural favorables à la persistance de la peste

L'apparition des cas humains de peste particulièrement en zone rurale sur les HTC est également associée aux modes de vie liées à la ruralité adoptées par les populations. Ce qui font des populations vivant dans zones rurales des HTC des sociétés vulnérables au risque pesteux. Le type de bâti des populations ainsi que les conditions environnementales liées à l'habitat en milieu rural sur les HTC sont des éléments indicatifs du risque pesteux à Madagascar. L'habitat humain étant une interface de contact entre les rongeurs leurs puces et les êtres humains. Cela multipliant les risques d'apparitions de cas humains de peste sur les HTC. La variation de l'expression épidémiologique de la peste humaine dans les districts d'Ambositra et de Tsiroanomandidy pourrait s'expliquer par les caractéristiques socio-environnementales des espaces humanisés à différentes échelles administratives dans ces deux districts. Le risque pesteux peut être accru dans les localités rurales des HTC où les habitations basses sont construites en torchis avec des toits en chaume. Les caractéristiques socio-environnementales peuvent être des indicateurs pouvant établir si une localité présente un risque pesteux ou non.

Éléments naturels et risque pesteux : des facteurs naturels différents selon les zones et les périodes

Les conditions naturelles : l'altitude en premier lieu, mais également les changements climatiques, l'évolution et la diminution des couvertures végétales due aux activités humaines liées à l'agriculture ainsi que les changements environnementaux sont liés à l'apparition des cas de peste sur les HTC à Madagascar. Mais, là encore, les facteurs et déterminants naturels expliquant les différences de contextes épidémiologiques expriment l'hétérogénéité des espaces et des communautés humaines. Les différents facteurs naturels (température, précipitation, NDVI...) pouvant se relayer au fil des années dans l'explication de l'apparition de cas humains annuels de peste pour chaque région donnée. Si, par exemple, pour certaines régions, l'apparition de cas humains est favorisée par l'augmentation de la température, pour d'autres elle peut s'expliquer par la baisse des surfaces végétales. Les pratiques agricoles sur les HTC jouent également un rôle important dans l'apparition des cas de peste et dans l'expression du risque pesteux en milieu rural. Les éléments naturels et les changements du paysage, conséquences des actions anthropiques sur leur milieu ou non, contribuent à favoriser la persistance de la peste sur les HTC à Madagascar, mais n'expliquent pas, à eux seuls, cette persistance et la dynamique de la maladie à travers les espaces et les régions de la grande île.

Pourquoi la peste sévit –elle encore à Madagascar ?

Une réponse à la question « *pourquoi ici et pas ailleurs ?* », pourquoi la peste sévit-elle encore à Madagascar est parce qu'à part la complexité du système pathogène qu'est la peste, les conditions favorables des acteurs du cycle de transmission de la maladie et au risque pesteux se conjuguent sur la grande île. Ces conditions sont réunies du fait de la combinaison de facteurs propres au contexte malgache. Les conditions naturelles, les comportements humains, le mode de vie en milieu rural, la mobilité humaine ainsi que les situations socio-économiques de la plupart des ménages malgaches concourent à favoriser la persistance de la peste à Madagascar et même son apparition dans des régions jusque-là épargnées par la maladie, hors foyers pesteux.

Les approches et démarches adoptées dans une étude géographique face à un problème de santé

Les méthodes basées sur des démarches quantitatives et qualitatives sont complémentaires et permettent d'apporter des éclaircissements sur un aspect sous étudié par rapport à la peste à Madagascar : celui de l'aspect socio-spatial lié à la maladie nous avons rajouté à cet aspect l'angle géographique. Cet aspect socio-spatial de la maladie doit être appréhendé sous deux angles : le point de vue des populations, et le point de vue des professionnels de santé. Ces deux catégories sont les acteurs, bien que secondaires, faisant face à la peste à Madagascar. En se basant sur les analyses statistiques et sur des approches qualitatives (*photovoice, focus group, observations directes sur le terrain...*), nous avons pu mettre en évidence le lien entre perceptions des populations / professionnels de santé et la réémergence de la peste à Madagascar. A part ce lien, la puissance des analyses statistiques, notamment les modèles de régression logistiques, a mis en exergue l'association entre les contextes épidémiologiques des différentes zones étudiées, les représentations et pratiques des populations par rapport à la peste. Cette association a été justifiée par les différents entretiens individuels et collectifs menés auprès des professionnels de santé travaillant dans les zones étudiées.\$

Contraintes sur les terrains de thèse

Le nombre de districts à investiguer aurait pu être augmenté pour une meilleure représentativité de la population à l'échelle nationale. Néanmoins, les limites de ces investigations supplémentaires sont liées à la difficulté d'accessibilité à certaines localités et à la présence quasi permanente de la menace des *dahalos* dans les localités que nous avons

investigués sur les HTC. Cette menace a été source de contraintes en matière de temps pour nos équipes sur le terrain.

Perspectives et visions géographiques dans la compréhension du mécanisme de la persistance de la peste à Madagascar : quelles solutions pour lutter contre la peste ?

La lutte contre la peste nécessite des actions d'envergures visant à contrôler les vecteurs et les réservoirs, mais également se focaliser sur les comportements humains favorables à la réémergence ou l'émergence de la maladie à différentes échelles administratives à Madagascar. Ces différents résultats suggèrent une nouvelle approche quant à la manière de lutter contre la peste à Madagascar. Les variations des contextes épidémiologiques, les différences en matière de comportements contextualisés (variant selon les échelles administratives), les caractéristiques climatiques et environnementales (dicté par les subdivisions en régions bioclimatiques) à Madagascar renforcent la nécessité de la mise en place d'une planification sanitaire basée sur les réalités et contextes locaux. Les prises de décisions dans la lutte contre la peste devraient se baser sur les besoins réels estimés grâce à différentes études ou exprimés par les populations. Les campagnes de sensibilisation, par exemple, doivent être adaptées aux contextes épidémiologiques et socioculturels propres à une entité administrative. En d'autres termes, la lutte contre la peste à Madagascar et dans le monde ne doit pas être la même, mais varier et être adaptée selon les situations réelles des régions. Avant l'allocation de ressources, aussi bien humaines que financières, les autorités des pays doivent prendre en compte trois aspects principaux dans le cadre de la lutte contre la peste : les situations épidémiologiques dans les territoires concernés, l'organisation sociale et économique des populations dans ces territoires, les pratiques culturelles des sociétés qui y vivent. Ne pas prendre en compte ces différentes thématiques dans le cadre de la lutte de la peste, aussi bien que d'autres maladies, aurait pour conséquence le gaspillage des ressources, mais également multiplier les risques de réémergence de maladies. Ces thématiques pouvant être des facteurs liés à l'apparition, la dynamique ou la circulation des maladies dans une zone ou un territoire. Se calquer aux principes de décentralisation, en matière de gestion des moyens humains et financiers, dans le cadre de la lutte contre les maladies infectieuses est une option faisable et loin d'être utopique qui ne demande que la volonté de la part des politiques et des décideurs. Cette décentralisation vise à distribuer les ressources destinées à la lutte contre les maladies selon les situations réelles et les contextes des régions administratives. Il s'agit d'octroyer les ressources nécessaires à chaque unité administrative en fonction des contextes locaux préalablement établis. La gestion des ressources dans le cadre de la lutte

contre les maladies se ferait alors au sein des entités territoriales décentralisées. La prise en compte du contexte malgache est un fait important compte tenu des caractéristiques historiques, environnementales, sociales et culturelles singulières et propre à la situation de la grande île par rapport à la peste.

La peste peut-elle disparaître à Madagascar et dans le monde? Réflexions sur les différentes perspectives dans le futur proche et lointain

Bien que la peste soit une maladie qui probablement est une des plus connues du fait de son caractère historique, de ses conséquences démographiques non négligeables ainsi que de la peur chez les populations qu'elle peut évoquer, c'est une réalité dont doivent faire face plusieurs pays répartis dans le monde. Madagascar, avec d'autres pays du continent africain, fait partie des zones où la peste reste un problème de santé publique. Maladie complexe et dans son cycle de transmission et dans son expression dans l'espace, la peste ne semble pas vouloir disparaître de la liste des maladies infectieuses, potentiellement mortelles et sources de difficultés, dans les pays qui y font face. La peste est réémergente avec une intensité accrue dans certains pays, dont Madagascar. Madagascar qui a été touché par une épidémie de grande ampleur de par la forme prédominante (la peste pulmonaire) et de par les régions touchées (de grandes villes comme Toamasina et Antananarivo) en 2017. Cette épidémie a mis en exergue les liens existants entre l'expression de la maladie dans l'espace et les représentations des populations par rapport à la maladie. A cela s'ajoutent les difficultés que pose la lutte contre les vecteurs et les réservoirs de la peste sur la grande île. Le contrôle et la surveillance des rats et des puces sont un défi majeur pour les autorités à l'échelle nationale, mais également pour la plupart des pays où la peste est un problème de santé publique.

De nos jours la peste à Madagascar reste une maladie liée à la pauvreté, car sans nul doute la persistance et la réémergence de la maladie sont conséquentes aux situations de précarité et de pauvreté dont la population malgache et les autorités de la grande île doivent faire face. La peste à Madagascar est à l'image de la pauvreté, elle semble ne pas vouloir la quitter.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A

- Abbott, R. C. and T. E. Rocke (2012). *Plague*. Reston, Virginia, U.S Geological Survey Circular 1372.
- Achtman, M., K. Zurth, *et al.* (1999). "Yersinia pestis, the cause of plague, is a recently emerged clone of Yersinia pseudotuberculosis." *PNAS* 96(24): 43–48.
- Andrianaivoarimanana, V., K. Kreppel, *et al.* (2013). "Understanding the persistence of plague foci in Madagascar." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 7(11): 1-8.
- Andrianaivoarimanana, V., P. Piola, *et al.* (2019). "Trends of Human Plague, Madagascar, 1998–2016." *Emerg Infect Dis.* 25(2): 220-228.
- Arbiol, J., P. M. Orencio, *et al.* (2016). "Knowledge, Attitude and Practices towards leptospirosis among Lakeshore communities of Calamba and Los Banos, Laguna, Philippines." *Agriculture* 6(2): 1-12.
- Audoin-Rouzeau, F. (1999). "Le rat noir (*Rattus rattus*) et la peste dans l'occident antique et médiéval." *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* (92): 422–426.

### B

- Barry, S. and N. Gualde (2007). "La troisième pandémie de peste et les épidémies contemporaines : une nouvelle menace planétaire ?" *Conférence Universitaire de Démographie et d'Étude des Populations, Démographie et santé*. Bordeaux: 363-374.
- Barry, S. and N. Gualde (2008). "La Peste noire dans l'Occident chrétien et musulman, 1347-1353." *CBMH/BCHM* 25(2): 461-498.
- Ben Ari, T., A. Gershunov, *et al.* (2010). "Interannual variability of human plague occurrence in the Western United States explained by tropical and North Pacific ocean climate variability." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 83(3): 624-632.
- Ben Ari, T., S. Neerinckx, *et al.* (2011). "Plague and climate: scales matter." *PLoS Pathogens* 7(9): 1-9.
- Bertherat, E., S. Bekhoucha, *et al.* (2007). "Plague reappearance in Algeria after 50 Years, 2003." *Emerging Infectious Diseases* 13(10): 1459-1462.
- Bertherat, E., S. Bekhoucha, *et al.* (2007). "Plague reappearance in Algeria after 50 Years, 2003." *Emerging Infectious Diseases* 13(10): 1459-1462.
- Bertrand, M., F. Blot, *et al.* (2007). "Géographie et représentations : De la nécessité des méthodes qualitatives." *Bilan et perspectives de la recherche qualitative* Hors série (3): 313-334.
- Blanchy, S. (1995). "Contribution de l'histoire à la compréhension de l'épidémiologie de la peste à Madagascar." *Histoire des sciences médicales* Tome XXIX(4): 355-364.
- Boisier, P., L. Rahalison, *et al.* (2002). "Epidemiological features of 4 successive annual outbreaks of Bubonic Plague in Mahajanga, Madagascar." *Emerging Infectious Diseases* 8(3): 311-315.
- Boisier, P., M. Rasolomaharo, *et al.* (1997). "Urban epidemic of bubonic plague in Mahajanga : epidemiological aspects." *Tropical Medicine and International Health* 2(5): 422-425.
- Brygoo, E.-R. (1966). "Epidémiologie de la peste à Madagascar " *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar* 35(39-11): 9-149.
- Burki, T. (2017). "Plague in Madagascar." *The Lancet Infection* 17: 1241.

### C

- Carpentier, E. (1962). "Autour de la peste noire: famines et épidémies dans l'histoire du XIV<sup>ème</sup> siècle." *Annales : Economies, sociétés, civilisations* 17(6): 1062-1092.

- Catalani, C. and M. Minkler (2010). "Photovoice: A Review of the Literature in Health and Public Health." *Health Education & Behavior* 37: 424-451.
- Chanteau, S. (2006). "Atlas de la peste à Madagascar". Marseille, *Atlas et cartes*.
- Chanteau, S., L. Ratsifasoamanana, *et al.* (1998). "Plague, a reemerging disease in Madagascar." *Emerging Infectious Diseases* 4(1): 101-104.
- Chanteau, S., M. Ratsitorahina, *et al.* (2000). "Current epidemiology of human plague in Madagascar." *Microbes and infection*(2): 25-31.
- Cavanaugh, D. C. and J. D. J. Marshall (1972). "The influence of climate on the seasonal prevalence of plague in the Republic of Vietnam." *Journal of Wildlife Diseases* 8(1): 85-84.
- Chen, J., H. Zhao, *et al.* (2018). "Knowledge, attitude, and practice toward the daily management of PICC in critically ill cancer patients discharged from intensive care units." *Cancer Management and Research* 10: 1565—1574.
- Clem, A. and S. Galwankar (2005). "Plague : A decade since the 1994 outbreaks in India." *JAPI* 53: 457 - 464.
- Congourdeau, M.-H. and M. Melhaoui (2001). "La perception de la peste en pays chrétien byzantin et musulman." *Revue des études byzantines, Institut Français d'Etudes Byzantines/Peeters* 59: 95-124.
- D**
- Duplantier, J.-M., J.-B. Duchemin, *et al.* (2005). "From the recent lessons of the Malagasy foci towards a global understanding of the factors involved in plague reemergence." *Veterinary Research* 36: 437-453.
- Duplantier, J.-M., J. B. Duchemin, *et al.* (1999). "The rodent problem in Madagascar: agricultural pest and threat to human health." *Ecologically Based Rodent Management. Canberra, Australia: Australia Centre for International Agricultural Research*: 441- 459.
- E**
- Esoavelomandroso, F. (1981). "Résistance à la médecine en situation coloniale : La peste à Madagascar " *Annales. Economies, Sociétés, Civilisations* 2: 169-190.
- Eisen, R. J., K. MacMillan, *et al.* (2014). "Identification of Risk Factors for Plague in the West Nile Region of Uganda." *Am J Trop Med Hyg* 90(6): 1047-1058.
- Eisen, R. J., P. J. Reynolds, *et al.* (2007). "Residence-Linked Human Plague in New Mexico: A Habitat-Suitability Model." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 77(1): 121-125.
- F**
- Fatema, K., S. Hossain, *et al.* (2017). "Knowledge attitude and practice regarding diabetes mellitus among Nondiabetic and diabetic study participants in Bangladesh." *BMC Public Health* 17: 364.
- Fremigacci, J. (2006). "Les chemins de fer à Madagascar (1901-1936). Une modernisation manquée." *Afrique & Histoire* 6(2): 161-191.
- Funk, S., M. Salathé, *et al.* (2010). "Modelling the influence of human behaviour on the spread of infectious diseases: a review." *Journal of the Royal Society Interface* 7: 1247-1256.
- G**
- Gage, K. (1999). Plague Manual: Epidemiology, Distribution, Surveillance and Control. *Plague surveillance*. G. K. Dennis DT, Gratz NG, Poland JD, Tikhomirov Geneva, World Health Organization 135–165.
- Gage, K. L. (2012). "Factors Affecting the Spread and Maintenance of Plague." *Advances in Experimental Medicine and Biology* 954: 79-93.
- Gensinia, G. F., M. H. Yacouba, *et al.* (2004 ). "The concept of quarantine in history: from plague to SARS." *Journal of Infection* 49: 257–261.

- GIALP (2018). Situation épidémiologique et mesures de lutte entreprises contre la peste. MSANP. Antananarivo: pp34.
- Gibson, C. (2009). " Human Geography". *International Encyclopedia of Human Geography*. R. K. N. Thrift. Amsterdam, Elsevier: 218-231.
- Goel, S., H. Kaur, *et al.* (2014). "Socio-epidemiological determinants of 2002 plague outbreak in Himachal Pradesh, India: a qualitative study." *BMC Public Health* 14: 325.
- Guis, H. (2003). LA PESTE A MADAGASCAR : État des connaissances et étude de la surveillance humaine, murine et entomologique à Antananarivo de 1998 à 2001. *Ecole Nationale Vétérinaire*. Toulouse, Université de Toulouse. Doctorat Veterinaire: 192.
- H**
- Handschumacher, P., J.-M. Duplantier, *et al.* (2000). "La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie." *Espaces, Populations, Sociétés*(2): 195-208.
- Hinnebusch, B. J., I. Chouikha, *et al.* (2016). "Ecological Opportunity, Evolution, and the Emergence of Flea-Borne Plague." *Infect Immun* 84: 1932-1940.
- I**
- Instat (2019). Troisième recensement général de la population et de l'habitation (RGPH-3): pp 98.
- IPM (2016). Renforcement de la campagne de prévention contre la peste à Tsiroanomandidy : l'Institut Pasteur de Madagascar appuyé par la Fondation de Lille. Antananarivo, Institut Pasteur de Madagascar.
- J**
- Jacquart, D. (2005). " La perception par les contemporains de la peste de 1348". *Actes du 16ème colloque de la Villa Kérylos à Beaulieu-sur-Mer les 14 & 15 octobre 2005*. Paris : Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, Cahiers de la Villa Kérylos,.
- Jones, K. E., N. G. Patel, *et al.* (2008). "Global trends in emerging infectious diseases." *Nature* 451: 990-994.
- K**
- Khan, Y. H., A. Sarriff, *et al.* (2014). "Knowledge, Attitude and Practice (KAP) Survey of Osteoporosis among Students of a Tertiary Institution in Malaysia." *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* January 13(1): 155-162.
- Kilonzo, B. S., Z. S. K. Mvena, *et al.* (1997). "Preliminary observations on factors responsible for long persistence and continued outbreaks of plague in Lushoto district, Tanzania." *Acta Tropica* 68: 215-227.
- Kool, J. L. (2005). "Risk of Person-to-Person Transmission of Pneumonic Plague." *Clinical Infectious Diseases* 40: 1166-1172.
- Kugeler, J. K., T. Apangub, *et al.* (2017). "Knowledge and practices related to plague in an endemic area of Uganda." *International Journal of Infectious Diseases* 64: 80-84.
- Kreppel, K. S., S. Telfer, *et al.* (2016). "Effect of temperature and relative humidity on the development times and survival of *Synopsyllus fonquerniei* and *Xenopsylla cheopis*, the flea vectors of plague in Madagascar." *Parasites & Vectors* 9(82): 1-10.
- L**
- Lal, S., T. Jarus, *et al.* (2012). "A scoping review of the Photovoice method: Implications for occupational therapy research." *Canadian Journal of Occupational Therapy* 79(3): 181-190.
- Le Bras, M. and J.-M. D. Malvy (2004). "Le complexe pathogène tropical: regard nouveau sur un concept ancien." *Medecine Tropicale* 64: 613-618.

- Levick, B., A. Laudisoit, *et al.* (2015). "The perfect burrow, but for what? Identifying local habitat conditions promoting the presence of the host and vector species in the Kazakh plague system." *PLoS ONE* 10(9): 1-14.
- Levison, M. E. (2000). "Lessons Learned from History on Mode of Transmission for Control of Pneumonic Plague." *Current Infectious Diseases Reports* 2: 269-271.
- Liu, H., M. Jiao, *et al.* (2015). "Controlling Ebola: what we can learn from China's 1911 battle against the pneumonic plague in Manchuria." *International Journal of Infectious Diseases* 33: 222-226.
- Lucaccioni, H., L. Granjon, *et al.* (2016). "From human geography to biological invasions: the black rat distribution in the changing Southeastern of Senegal." *PLoS ONE* 11(9): 1-16.
- Lucenet, M. "La peste, fléau majeur." *Bibliothèque numérique Medic@* from <http://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/peste.php>.

## M

- Makundi, R. H., A. Massawe, *et al.* (2005). "Rodent population fluctuations in three ecologically heterogeneous locations in northeast, central and southwest Tanzania." *Belgium Journal of Zoology* 135: 159-165.
- Mann, J. M., W. J. Martone, *et al.* (1979). "Endemic Human Plague in New Mexico: Risk Factors Associated with Infection." *The Journal of Infectious Diseases* 140(3): 397-401.
- McCauley, D. J., D. J. Salkeld, *et al.* (2015). "Effects of land use on plague (*Yersinia pestis*) activity in rodents in Tanzania." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 92(4): 776-783.
- MacMillan, K., R. E. Enscore, *et al.* (2011). "Landscape and Residential Variables Associated with Plague-Endemic Villages in the West Nile Region of Uganda." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 84(3): 435-442.
- McGovern, T. W. and A. M. Faredlander (1997). Chapter 23 Plague. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. F. R. Sidell, E. T. Takafuji and D. R. Franz. Washington, DC, The Office of the Surgeon General: 479-502.
- Memon, M. S., S. Ali Shaikh, *et al.* (2015). "An assessment of knowledge, attitude and practices (KAP) towards diabetes and diabetic retinopathy in a suburban town of Karachi." *Pak J Med Sci* 31(1): 183-188
- Ménard, B. (2002). "Questions de géographie de la santé." *L'espace géographique* 31(3): 264-275.
- Merlin, M. (1999). "Vaccination antipesteuse: le passé et les perspectives d'avenir." *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*(1963).
- Migliani, R., S. Chanteau, *et al.* (2006). "Epidemiological trends for human plague in Madagascar during the second half of 20th century : A survey of 20900 notified cases." *Tropical Medicine and International Health* II(8): 1228-1237.
- MSANP (2015). Plan de développement du secteur santé 2015-2019 Ministère de la santé publique.

## N

- Ngulube, T., K. Mwanza, *et al.* (2006). "Knowledge, attitudes and public health response towards plague in Petauke, Zambia." *Tropical Doctor* 4(36): 223-225.
- Nieto, T., F. MeÂndeza, *et al.* (1999). "Knowledge, beliefs and practices relevant for malaria control in an endemic urban area of the Colombian Pacific." *Social Science & Medicine* 49: 601-609.
- Nyirenda, S. S., B. M. Hang'ombe, *et al.* (2017). "Identification of Risk Factors Associated with Transmission of Plague Disease in Eastern Zambia." *Am J Trop Med Hyg* 97(3): 826-830.

## P

- Palibroda, B., B. Krieg, *et al.* (2009). "A practical guide to photovoice : sharing pictures, telling stories and changing communities." *Prairie Women's Health Centre of Excellence* 157: pp 84.
- Panagiotakopulu, E. (2004). "Pharaonic Egypt and the origins of plague." *Journal of Biogeography* 31(2): 269-275.
- Parmenter, R. R., E. Pratap Yadav, *et al.* (1999). "Incidence of plague associated with increased winter-spring precipitation in New-Mexico." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 61(5): 814-821.
- Pham, H. V., D. T. Dang, *et al.* (2009). "Correlates of environmental factors and human plague: an ecological study in Vietnam." *Int. J. Epidemiol.*: 1-8.
- Picheral, H. and G. Salem (1992). "De la géographie médicale à la géographie de la santé : Bilan et tendances de la géographie française (1960-1991)." *Cahiers GEOS*(22): 1-48.
- Pollitzer, R. (1954). "Plague." *WHO, Monogr.*(Ser. No. 22).
- PNUD (2018). Rapport national sur le développement humain, Madagascar 2018 Développement humain et mobilisation des ressources intérieures: pp 138.
- Preux, P. M., P. Odermatt, *et al.* (2005). "Qu'est ce qu'une régression logistique?" *Revue des Maladies Respiratoires* 22(1): 159-162.

## R

- Rahaman, K. S., R. Majdzadeh, *et al.* (2017). "Knowledge, Attitude and Practices (KAP) Regarding Chronic Complications of Diabetes among Patients with Type 2 Diabetes in Dhaka." *Int J Endocrinol Metab* 15(3): e12555.
- Raj, C. and M. Angadi (2011). "Hospital-based KAP study on diabetes in Bijapur, Karnataka." *Indian J Med Specialities* 1(2): 80–3.
- Rakotoarisoa, A., T. Ramihangihajason, *et al.* (2016). "Bubonic Plague Outbreak Investigation in the Endemic District of Tsiroanomandidy - Madagascar, October 2014." *Case Rep Stud* 5(1): 103.
- Randremanana, R., V. Andrianaivoarimanana, *et al.* (2019). "Epidemiological characteristics of an urban plague epidemic in Madagascar, August–November, 2017: an outbreak report." *Lancet Infect Dis* 19: 537-45.
- Raoult, D., N. Mouffok, *et al.* (2013). "Plague: History and contemporary analysis." *Journal of infection* 66: 18-26.
- Rasmussen, S., M. E. Allentoft, *et al.* (2015). "Early Divergent Strains of *Yersinia pestis* in Eurasia 5,000 Years Ago." *Cell* 163: 571-582.
- Rivière-Cinnamond, A., A. Santandreu, *et al.* (2017). "A qualitative socio-ecological characterization of the plague threat at Hermelinda Market, La Libertad, Peru." *Rev Panam Salud Publica* 41: e107.
- Rivière-Cinnamond, A., A. Santandreu, *et al.* (2018). "Identifying the social and environmental determinants of plague endemicity in Peru: insights from a case study in Ascope, La Libertad." *BMC Public Health* 18: 220.
- Rosenberg, M.-W. and K. Wilson (2005). "Remaking medical geography." *Territoris*(5): 17-32.

## S

- Salem, G. (1995). "Géographie de la santé, santé de la géographie." *Espace, populations, sociétés* 1: 25-30.
- Sanharawi, M. E. and F. Naudet (2013). "Comprendre la régression logistique (Understanding logistic regression)." *Journal français d'ophtalmologie* 36: 710-715.
- Singha, B. B., R. Kaura, *et al.* (2019). "Knowledge, attitude and practices relating to zoonotic diseases among livestock farmers in Punjab, India." *Acta Tropica* 189: 15-21.

Staiano, J. (2008). "The Impact of the Plague on Human Behavior in Seventeenth Century Europe." *ESSAI* 6(46): 140-144.

Stenseth, N. C., N. I. Samia, *et al.* (2006). "Plague dynamics are driven by climate variation." *PNAS* 103(35): 131110-131115.

## T

Taglioni, F., (2019). "Zika et autres arboviroses" in Fleuret, S. ; Gasquet-Blanchard, C. ; Hoyez, A-C. (dir.), *Abécédaire de la géographie de la santé*, Paris, Editions Matériologiques, p. 219-227

Taglioni, F. and J. S. Dehecq (2009). "L'environnement socio-spatial comme facteur d'émergence des maladies infectieuses " *EchoGeo, Pôle de Recherche pour l'Organisation et la diffusion de l'Information Géographique* 9: 1-36.

Tollenaere, C., L. Rahalison, *et al.* (2010). "Susceptibility to *Yersinia pestis* experimental infection in wild *Rattus rattus*, reservoir of plague in Madagascar." *EcoHealth* 7: 242-247.

Tonnellier, F. (1997). "Géographie de la santé." *Actualité et dossiers en santé publique*(19): 1-40.

Trevor Dummer, J.-B. (2008). "La géographie de la santé à l'appui des politiques et de la planification en santé publique." *JAMC* 178(9): 4.

## V

Vakani, F., N. Basaria, *et al.* (2011). "Oral hygiene KAP assessment and DMFT scoring among children aged 11-12 years in an urban school of Karachi." *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 21(4): 223-226.

Vitoux, J. (2010). La médecine face à la peste. *Histoire de la peste*: 131-148.

Vogler, A., F. Chan, *et al.* (2011). "Phylogeography and molecular epidemiology of *Yersinia pestis* in Madagascar." *Plos Negl Trop Dis* 5(9): 1-11.

## W

Waelput, G. (2001). "Les juifs au Moyen âge (Partie 1)." *Le Moyen âge- Revue d'histoire et de philologie* 2: 283-304

Wagner, D. M., J. Klunk, *et al.* (2014). "*Yersinia pestis* and the Plague of Justinian 541-542 AD : a genomic analysis." *Lancet Infect Dis* 14: 319-326.

Wang, C. C. (1999). "Photovoice : A Participatory Action Research Strategy Applied to Women's Health." *Journal of women's health* 8(2): 185-191.

Wang, C. C., W. K. Yi, *et al.* (1998). "Photovoice as a participatory health promotion strategy." *Health Promotion International* 13(1): 75-86.

Wang, R., Y. Yang, *et al.* (2015). "Knowledge, Attitudes, and Practices (KAP) of the Relationship between Air Pollution and Children's Respiratory Health in Shanghai, China." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12: 1834-1848.

WHO (2008). Advocacy, Communication and Social Mobilization for TB control / A guide to developing knowledge attitude and practice surveys. Geneva.

WHO (2016). Global distribution of natural plague foci as of March 2016.

WHO (2016). "Weekly epidemiological record." 8(91): 89-104.

WHO (2017). "Plague outbreak Madagascar". *Plague Outbreak situation reports*. 8, WHO: 8.

Winters A.M, J. Erin Staples, *et al.* (2009). "Spatial Risk Models for human plague in the West Nile Region of Uganda." *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 80(6): 1014-1022.

## X

Xu, L., L. C. Stige, *et al.* (2014). "Wet climate and transportation routes accelerate spread of human plague." *Proc. R. Soc. B* 281: 1-10.

## Y

Yu, H. and G. Christakos (2006). "Spatiotemporal modelling and mapping of the bubonic plague epidemic in India." *International Journal of Health Geographics* 5(12): 1-15.

## Z

Zeppelini, C. G., A. M. Paiva de Almeida, *et al.* (2016). "Zoonoses as ecological entities: A case review of plague." *Plos Negl Trop Dis* 10(10): 1-10.

Zhang, Q., F. Zhang, *et al.* (2018). "Pneumonic plague epidemic in Northeast China in 1910–1911: Dr. Wu Lien-Teh's epidemic preventive system for plague control." *Front. Med.* 12(1): 113-115.

Zhao, J., K. Shen, *et al.* (2013). "The knowledge, attitudes and practices of parents of children with asthma in 29 cities of China: a multi-center study." *BMC pediatrics* 13: 20.

## TABLE DES CARTES

	Pages
<b>Carte 1.</b> La distribution mondiale des foyers de peste en 2016	35
<b>Carte 2.</b> La progression historique de la peste à Madagascar	58
<b>Carte 3.</b> Les « Triangle de la peste » et les districts les composant	62
<b>Carte 4.</b> Fokontany investigués dans le cadre de l'étude qualitative à Antananarivo	77
<b>Carte 5.</b> Localisation des sites d'études	89
<b>Carte 6.</b> Cas de peste confirmés, probables toutes formes confondues, déclarés dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015	97
<b>Carte 7.</b> Cas de peste confirmés, probables toutes formes confondues, notifiés dans le district d'Ambositra de 2006 à 2015	100
<b>Carte 8.</b> Les communes investiguées dans le district d'Ambositra	114
<b>Carte 9.</b> Les communes investiguées dans le district de Tsiroanomandidy	115

## TABLE DES FIGURES

	Pages
<b>Figure 1.</b> Carte mondiale de la circulation des trois grandes pandémies de peste	22
<b>Figure 2.</b> Chronologie des trois pandémies historiques de peste de l'Antiquité à nos jours	23
<b>Figure 3.</b> Le cycle de transmission de la peste : du bacille à l'homme	40
<b>Figure 4.</b> Évolution temporelle des cas de peste à Madagascar et campagnes de vaccinations de masse de 1933 à 1959	68
<b>Figure 5.</b> Cas de peste par année toutes formes confondues déclarées dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015	97
<b>Figure 6.</b> Cas de peste par année, toutes formes confondues, déclarées dans le district d'Ambositra de 2006 à 2015	99
<b>Figure 7.</b> Cas de peste par année, toutes formes confondues, déclarés dans le district de Mahajanga I de 2006 à 2015	101
<b>Figure 8.</b> Influence des variables socio-démographiques et épidémiologiques sur la variation des CAP par rapport à la peste pour la population des HTC	119
<b>Figure 9.</b> Évolution du nombre de cas probables et confirmés de peste de 2006 à 2015 dans les deux districts d'étude des HTC	145

## TABLE DES TABLEAUX

	Pages
<b>Tableau 1.</b> Résumé des caractéristiques des trois pandémies historiques mondiales de la peste	28
<b>Tableau 2.</b> Les grandes découvertes dans la recherche sur la peste : de la découverte du bacille en 1894 à l'utilisation des antibiotiques en 1947	33
<b>Tableau 3.</b> Définition standard des cas de peste selon l'OMS	37
<b>Tableau 4.</b> Résumé des caractéristiques des individus déclarés dans la base de données du LCP entre 2006 et 2015 dans les trois sites d'études	95
<b>Tableau 5.</b> Proportion des formes de peste pour les cas probables et confirmés déclarés par districts d'études	96
<b>Tableau 6.</b> Résumé des caractéristiques des individus questionnés dans le cadre de l'enquête CAP dans les deux districts étudiés des HTC.	116
<b>Tableau 7.</b> Scores CAP pour l'ensemble des individus interrogés dans le cadre de l'enquête CAP pour les districts des HTC étudiés	118
<b>Tableau 8.</b> Influence des différentes variables indépendantes sur le niveau CAP (Analyse univariée par régression logistique ordinale)	120
<b>Tableau 9.</b> Influence des variables indépendantes sur le niveau CAP (Analyse multivariée par régression logistique ordinale avec OR ajustés)	121
<b>Tableau 10.</b> Caractéristiques des ménages investigués par district dans le cadre de l'étude socio environnementale	135
<b>Tableau 11.</b> Changements environnementaux détectés par l'Anova dans le district Ambositra de 2006 à 2015	150
<b>Tableau 12.</b> Changements environnementaux détectés par l'Anova dans le district de Tsiroanomandidy de 2006 à 2015	151

## TABLE DES ENCADRÉS

	Pages
<b>Encadré 1.</b> Organisation du système de santé à Madagascar	71
<b>Encadré 2.</b> Psychose et conséquences sur le comportement des populations: utilisation abusive du Cotrim en 2017	79
<b>Encadré 3.</b> Les types d'habitats malgaches des HTC pouvant constituer des facteurs de risque de la peste selon Handschumacher et son équipe.	134

## TABLE DES PHOTOGRAPHIES

	Pages
<b>Clichés 1 à 4.</b> Modes de transmission de la peste perçue par les investigués à Antananarivo durant les séances de <i>photovoice</i>	81
<b>Cliché 5.</b> Piste en terre ferrallitique, commun dans le moyen Ouest des HTC, district de Tsiroanomandidy	91
<b>Cliché 6.</b> Crépuscule d'un jour de marché avec l'installation des étals de marchands, CR d'Ambohimiarina, district de Tsiroanomandidy	91
<b>Cliché 7.</b> Construction d'un toit de chaume, CR de Miadanarivo, district de Tsiroanomandidy	92
<b>Cliché 8.</b> Paysage des HTC sur la RN7, entre Antsirabe et Ambositra	93
<b>Cliché 9.</b> Maison traditionnelle en bois, Zafimaniry, dans la Commune Rurale (CR) d'Antoetra, district d'Ambositra	93
<b>Cliché 10.</b> Jour de marché à Ivony, marchands de tabac, CR Ivony Miaramiasa, district d'Ambositra	93
<b>Cliché 11.</b> Administration de questionnaire dans la CR de Bemahatazana, district de Tsiroanomandidy	109
<b>Cliché 12.</b> Administration de questionnaire dans la CR de Tsarasaotra, district d'Ambositra	109
<b>Cliché 13.</b> CSB au milieu d'un vaste terrain à plusieurs lieux des villages alentours, CR d'Anosy, district de Tsiroanomandidy	123
<b>Cliché 14.</b> Malade transporté d'urgence en brouette au CSB, CR Vatambe, district d'Ambositra	124
<b>Cliché 15.</b> Une habitation basse, avec toit en chaume et mur en torchis, district de Tsiroanomandidy	131
<b>Cliché 16.</b> Une habitation à étage, toiture en chaume et murs de briques de terre rouge, district d'Ambositra	131
<b>Clichés 17 et 18.</b> Orpailleurs creusant le sol, à proximité du village cas, CR d'Ivato centre, district d'Ambositra	139
<b>Cliché 19.</b> La BAR en pleine action avant l'aspersion d'insecticide	140
<b>Cliché 20.</b> Distribution de comprimés de COTRIM à la maisonnée	141
<b>Cliché 21.</b> Séance d'information et de sensibilisation sur la peste faite par un médecin au voisinage, après la distribution de comprimé	141

## TABLE DES ACRONYMES ET DES ABREVIATIONS

<b>AC</b>	: Agent communautaire
<b>ADN</b>	: Acide désoxyribonucléique
<b>CAP</b>	: Connaissances, attitudes et pratiques
<b>CHD</b>	: Centre hospitalier de district
<b>CHRD</b>	: Centre hospitalier de référence de district
<b>CHRR</b>	: Centre hospitalier de référence régionale
<b>CHU</b>	: Centre hospitalier universitaire
<b>COSAN</b>	: Comité santé
<b>CR</b>	: Commune rurale
<b>CSB</b>	: Centre de santé de base
<b>CUA</b>	: Commune urbaine d'Antananarivo
<b>DDT</b>	: dichloro-diphényle-trichloro-éthane
<b>DLMT</b>	: Direction de lutte contre les maladies transmissibles
<b>DVSSE</b>	: Direction de la veille sanitaire et de la surveillance épidémiologique
<b>F.G</b>	: <i>Focus group</i>
<b>F.S</b>	: Formation sanitaire
<b>HTC</b>	: Hautes Terres Centrales
<b>IDH</b>	: Indice de développement humain
<b>INSTAT</b>	: Institut national de statistiques
<b>IPM</b>	: Institut Pasteur de Madagascar
<b>LCP</b>	: Laboratoire central peste
<b>MinSanP</b>	: Ministère de la santé publique
<b>MTN</b>	: Maladie tropicale négligée
<b>NDVI</b>	: Indice de végétation
<b>OMS</b>	: Organisation mondiale de la santé
<b>ONU</b>	: Organisation des nations unies
<b>OR</b>	: Odds ratio
<b>ORa</b>	: Odds ratio ajusté
<b>OS</b>	: Occupation du sol
<b>PMA</b>	: Pays moins avancé
<b>PNLP</b>	: Programme national de lutte contre la peste

**PNUD**: Programme des nations unies pour le développement  
**PCR** : *Polymerase chain reaction*  
**RDC** : République démocratique du Congo  
**RN** : Route nationale  
**RSI** : Règlement sanitaire international  
**RUT** : République-unie de Tanzanie  
**SIG** : Système d'information géographique  
**SLCP** : Service de lutte contre la peste  
**SSD**: Service de santé de district  
**SRTM**: *Shuttle radar topography mission*  
**TCAM** : Taux de croissance annuel moyen  
**TCE** : Tananarive cote-Est  
**TDR** : Test de diagnostic rapide  
**USPPI** : Urgence de santé publique de portée internationale  
**USGS**: *United States geological survey*  
**WER**: *Weekly epidemiological record*  
**WHO**: *World health organization* (cf. OMS)  
**95% IC**: Indice de confiance à 95 pourcents

# ANNEXES

## ANNEXE 1

### Questionnaire individuel CAP

#### I. IDENTIFICATION DU SUJET

**I-1 .Nom :**

**I-2 .Prénom :**

**I-3 .Age :**      **I-4 Sexe :** (1=Masculin, 2=Féminin)

**I-5. Situation matrimoniale :**

1. Célibataire  - 2.Marié(e) - 3.Divorcé(e) - 4.Veuf (ve)

**I-6**

**Profession :**.....

**I-7 .Niveau de scolarité :**

**a)En cours de scolarité :**

1.Oui  2.Non

**b) Scolarité atteint ou en cours**

1.Aucune - 2. Études primaires - 3. Études secondaires - 4. Études supérieures

**I-8 .Possession d'outils de télécommunications :**

1.Oui 2. Non

Préciser l'outil :.....

**I-9 .Accès à l'information :**

1.Poste Radio  - 2.Téléviseur  - 3.Journaux  - 4.Autres

Si autres, préciser :.....

**I-10. Moyen de déplacement habituel (Moyen de locomotion) :**

1.Pédestre  - 2.Charette  - 3.Véhicule personnel  - 4.Bicyclette  - 5.Motocyclette

6.Transports en commun (Taxi brousse ...)  - 7.Autre

**Q.M I-11 .Taille du ménage :**

Adultes :

Enfants (- de 15 ans) :      Total :

**Q.M I-12 .Bêtes de traite/ élevage :**

1.Oui  2.Non

**Type :**

1.Volailles  - 2.Ovins  - 3. Caprins  - 4.Bovins  - 5.Porcins  - 6.Lapin  - 7.Autres

Si autres préciser : .....

**QM I-13 .Animaux de compagnie :**

1.Chat  - 2.Chien  - 3.Autres

Si autres, préciser : .....

**QM I-14. Y a-t-il des ordures à proximité de chez vous ?**

1.Oui  2.Non  3. Ne sait pas

**QM I- 15. Votre maison compte-t-elle un grenier ou une cave ?**

1.Oui  2.Non

**I-16 .Contact avec des cas suspects de peste :**

1.Oui  2.Non  3.Ne sait pas

**I-17. Si, oui cet individu était :**

1.Un parent  - 2.Une connaissance  - 3.Un voisin  - 4.Un visiteur

## **II- CONNAISSANCES SUR LA PESTE**

**II-1.Avant votre traitement, aviez-vous déjà entendu parler de la peste ?**

1.Oui  2.Non

**II-2.Si oui, Où /comment en aviez vous entendu parler ?**

1.Ecole  - 2.Campagne de sensibilisation / Prévention  - 3. A la radio  - 4.Entourage  
 - 5.Affiches  - 6.Autres

Si ..... autres,  
préciser : .....

.....

**II-3. Selon vous, ces informations étaient elles suffisantes ?**

1.Oui  - 2.Non  - 3.Ne sait pas

**II-4. Combien de formes/types de peste connaissez-vous ?**

**Nombre**  Ne sait pas

**II-5 .Lesquelles ?**

1.Bubonique  - 2. Pulmonaire  - 3.Septicémique

**II-6 .Quels sont les symptômes que vous connaissez ?**

1.Fièvre  - 2.Bubon  - 3.Toux  - 4.Céphalée  - 5.Frissons  - 6.Nausées  -  
7.Vomissements  - 8 .Diahrées

**II-7 .La peste est elle une maladie contagieuse ?**

1.Oui  2. Non  3.Ne sait pas

**II-8 .Comment la peste se transmet elle ?**

1. Pique de puce  - 2. Air  - 3. Ne sait pas

Autres :

**II-9.** Peut-on mourir de la peste ?

1. Oui  - 2. Non  - 3. Ne sait pas

**II-10** .A votre avis, après l'apparition des premiers symptômes, en combien de temps meurt on de la peste ?

-Jours -Semaines-Mois-Années

**II-11** .Au bout de combien de temps la peste peut elle entrainer la mort, sans traitement ?

-Jours - Semaines-Mois-Année

**II-12.**Peut-on guérir de la peste ?

1. Oui  2. Non  3. Ne sait pas

**II-13** .Y a-t-il des remèdes contre la peste ?

1. Oui  2. Non  3. Ne sait pas

Si oui, lesquels ?

**II-14** .Où trouve- t-on les remèdes contre la peste ?

1. CSB  -2. Hôpital  -3. Tradipraticien  -4. Pharmacie  - 5. Guérisseur  - 6. Autres

### **III- PERCEPTIONS ET ATTITUDES VIS-A-VIS DE LA PESTE**

**III-1.** Quand vous aviez su que vous aviez la peste, en aviez vous fait part à votre entourage ?

1. Oui  2. Non  3. Ne sait pas

**III-2.** Aviez-vous changé d'attitude à l'égard de votre entourage ?

1. Oui  2. Non  3. Ne sait pas

**III-3.** Aviez-vous pris des mesures préventives et spécifiques vis-à-vis de votre entourage ?

1. Oui  2. Non  3. Ne sait pas

Si oui, lesquelles ?

**III-4.** Quelles sont les premières mesures à prendre, selon vous, en cas d'épidémie ou de suspicion d'épidémie de peste, dans votre localité/circonscription?

1. Dératisation   
2. Désinsectisation   
3. Isolation des malades

4.Bruler les déchets/ les ordures

5.Prophylaxie

6.Autres

Si autres, préciser :

#### **IV-PRATIQUES PAR RAPPORT A LA QUETE DE SOINS**

**IV-1 .En cas de maladie, quelle structure consultez-vous ?**

1.CSB  - 2.Hôpital  – 3.Tradipraticien  – 4.Autres

Si  autres,  
préciser :.....

**IV-2.Lors de suspicion de maladie :**

**IV-2.1.A quel moment allez-vous au CSB ?**

**IV-2.2.A quel moment allez-vous à l'hôpital ?**

**IV-2.3.A quel moment consultez-vous le tradipraticien ?**

**IV-3.Dès l'apparition de symptômes inquiétants de la peste (ex fièvre ou apparition de bubons), aviez vous eu directement recours à une structure médicale ?**

1.Oui  2.Non 3.NSP

#### **V- ACCES AUX STRUCTURES SANITAIRES**

**V-1.Connaissiez-vous une structure de santé à proximité de votre lieu de résidence ?**

1.Oui  2.Non 3.Ne sait pas

**V-2.Combien en connaissez-vous ?**

1-

2-

3-

**V-3.Distance trajet domicile/Formation sanitaire(Durée) :**

- Jours -  Heures -Minutes

**V-4.Selon vos estimations, par rapport à votre lieu de résidence, le service de santé que vous avez fréquenté est il :**

1= Très proche - 2= proche - 3= loin - 4= très loin

**V-5.Moyens de déplacement :**

1.A pied  - 2.Véhicule personnel -3. Taxi brousse (Transports en commun) –  
4.Motocyclette 5.Bicyclette  - 6.Charette  – 7.Autres

Si autres, préciser : .....

**V-6.**Aviez-vous été satisfait de l'accueil de la structure sanitaire ?

1.Oui  2.Non  3.Ne sait pas

**V-7.**Quel est le degré de votre satisfaction sur une échelle de 1 à 3 :

1= pleinement satisfait  - 2=moyennement satisfait  - 3= déçu

**V-8.**Pourquoi aviez vous choisi de vous faire soigner ou traiter dans cette structure sanitaire ?

1= Proximité avec le lieu de résidence

2=Type de la structure sanitaire (CSB/Hopital)

3=Qualité de service

4=Durée d'attente (rapidité)

5=Recommandation d'une tierce personne

6=Réputation, prestige de la structure sanitaire

Ne sait pas

Autres

Si autres, préciser :

## ANNEXE 2

### Questionnaire socio-environnemental, ménages

**I- Typologie de l'habitat** (Karazan-trano fonenana) :

Toiture (tafo) :

1-Chaume (Bozaka)  2- Tuile (Taflo kapila)  3- Tôle (tôla)   
4- Autre

Murs (rindrina) :

1-Torchis (tanimena sy bozaka)  2- Brique (Biriky)   
3-Bois (Hazo)  4- Tôle (Tôla)   
5-Autre

Étage (rihina):

1- Oui (eny)  2- Non (tsia)

Nombre de pièces (isan'ny efitra) :

Entreposez-vous vos produits dans une pièce de votre maison? (Mitahiry vokatra ao amin'ny efitra ve ianareo ?)

1-Oui (eny )  2- Non (Tsia)

Quels types de produits sont stockés dans la maison ? (Karazam-bokatra salan'ny ahoana no tehirizinao ao an-trano ?)

Maison cloturée (Mifefy ve ny trano ?)

1-Oui (Eny)  2- Non (Tsia)

**II- Localisation de l'habitat (toerana misy ny trano ao amin'ny tanàna) :**

II-1 Centrale (afovoany) OUI  NON

II-2 Bordure (périphérie du village) (ivelan'ny tanàna/monodidina ny tanàna) OUI  NON

II-3 Autres

**III- Environnement (tontolo manodidina):**

1-Présence de haies de sisal (fisian'ny fefy taretra) :

1-Oui (Eny)  2-Non (Tsia)

2- Broussailles ( lobolobo)

1-Oui (Eny)  2-Non (Tsia)

3- Végétation

1- Oui (Eny)  2- Non (Tsia)

4- Forêts à proximité - 350 mètres autour de la maison (Ala manodidina )

1- Oui (Eny)  2- Non (Tsia)

5- Fosse à ordures à proximité (lava-pako manodidina)

1- Oui (Eny)  2- Non (Tsia)

6- Jardin potager (zaridaina fambolena vokatra)

1- Oui (Eny)  2- Non (Tsia)

**IV- Types de produits cultivés (Karazam-bokatra ambolena)**

1- Fruits (Voankazo)

2- Légumes (Legioma)

3- Tubercules

4- Légumineuses

5- Autres

Si autres préciser :

6- Elevage à proximité- Parc à animaux 350 mètres (fiompina manodidina)

Oui (Eny)  Non (Tsia)

7- Point d'eau à proximité du village (350 mètres)

Oui (Eny)  Non (Tsia)

8- Canal d'évacuation d'eau ( lalan-drano maloto)

9- Oui (Eny)  Non (Tsia)

10- Présence de zones défrichées ? (350 mètres) Oui  Non

7- Quand (10 dernières années)  jours  mois  Année

1-Où ? (proximité des zones habitués)  mètres

11- Présence des zones brûlées Oui  Non

1- Quand (10 dernières années)  jours  mois  Année

2- Où (Proximité des zones habitués)  mètres

12- Présence de rizières à proximité des zones habitées (350 mètres)

13- Oui (Eny)  Non (Tsia)

**2-Pratique culturelles et culturelles (Fomba amam-panao ara kolotsaina sy ara-pambolena)**

Feux de brousse (doro-tanety) Oui  Non

Culture sur brûlis ( Tavy) Oui  Non

Exhumation (Famadihina) Oui  Non   
Recours aux guérisseurs traditionnels ( Mandeha any @ mpitsabo nenti-paharazana) Oui  Non

### ANNEXE 3

#### Canevas « Focus group/ Entretien individuel professionnel de santé »

**Date :**

**Site :**

**Population cible :** Professionnel de santé selon catégorie professionnelle (Médecins, infirmiers, sage femme ...)

**Nombre de personnes par groupe :** 1-6

**Présentation et information sur le projet de recherche (10 minutes)**

#### **A-Introduction**

1. Merci d'être venu.
2. Votre présence est importante
3. Je m'appelle \_\_\_\_\_. Je réalise une recherche qualitative sur les Connaissances, Attitudes et Pratiques et l'accessibilité aux soins de la population mais aussi des professionnels de santé vis-à-vis de la peste. Je travaille avec l'Institut Pasteur de Madagascar. Voici mes collègues \_\_\_\_\_ (Je les laisse se présenter) Chaque participant peut-il se présenter, s'il vous plaît ? Votre âge, votre profession. Aujourd'hui, nous allons réaliser un groupe de discussion qui ressemble à une enquête d'opinion très générale.
4. L'objectif de notre discussion consiste à collecter des informations sur vos connaissances sur la peste, vos attitudes, vos pratiques, vos perceptions vis-à-vis de la maladie. Mais aussi d'évaluer les facteurs d'accessibilité de la population par rapport aux soins.
5. Nous allons donc procéder par enregistrement à l'aide d'un dictaphone pour enregistrer les discussions. Le contenu des discussions est confidentiel et est utilisé uniquement à des fins de recherche. Je serai le (la) seul(e) à conserver ces enregistrements. Je souhaite que ce soit une discussion de groupe, donc vous ne devez pas vous attendre à ce que je fasse appel à vous, pour vous exprimer. Je vous demande, s'il vous plaît, de ne pas parler en même temps pour que le dictaphone puisse tout enregistrer.
6. Nous avons de sujets à aborder, alors je serais amené( e ) à changer de sujet pour avancer. S'il vous plaît, arrêtez-moi si vous souhaitez ajouter quelque chose. Je m'intéresse à toutes vos idées, vos commentaires ou vos suggestions. Il n'y a pas de réponses correctes ni de mauvaises réponses. Tous les commentaires, aussi bien positifs que négatifs sont les bienvenus. S'il vous plaît, n'hésitez pas à exprimer votre désaccord. Nous aimerions avoir plusieurs points de vue.

**B- Lire le formulaire de consentement et faire signer.**

**QUESTIONNAIRE FOCUS GROUP PROFESSIONNEL DE SANTE**

**THEME 1 : CONNAISSANCES SUR LA PESTE (20 min)**

- Qu'est-ce que la peste ?
- Quelles sont les formes de peste que vous connaissez ?
- Quels sont les symptômes pour chaque forme de peste ?
- Quelle est la source de transmission de la peste ?
- Quelle est la meilleure méthode pour diagnostiquer la peste ?
- Quel est le traitement adéquat pour chaque forme de peste ?
- Pourquoi ?
- Quelle posologie (dosage) pour chaque traitement ?
- Comment prévenir la peste ?
- Quelles catégories de la population (genre, tranche d'âge, catégorie sociale...) sont le plus souvent infectées par la peste ?

**THEME 2 : ATTITUDES ET PERCEPTIONS DE LA POPULATION PAR RAPPORT A LA PESTE (30 min)**

*1) Attitudes des professionnels de santé vis-à-vis de la peste*

- Quelles sont les premières mesures à prendre en cas de déclaration de cas de peste dans la localité où votre structure sanitaire est implantée ?
- Estimez-vous que les attitudes de la population en cas de déclaration de peste dans votre localité est correcte ou non ?
- Quelles mesures prophylactiques prenez-vous en cas de déclaration de cas de pestes dans la localité d'implantation de votre structure sanitaire ?
- Quelles actions de préventions faut-il entreprendre dans un foyer pesteux ?

*2) Perceptions populaires vis-à-vis de la peste du point de vue des professionnels de santé*

- Comment la peste est-elle perçue chez les individus qui viennent se faire traiter de la peste au sein de votre structure sanitaire ?
- Comment ses individus en parlent-ils ?
- Les individus ont-ils peurs de la peste ?
- Pourquoi ?

### **THEME 3 : PRATIQUES EN CAS DE RECOURS AUX SOINS (20 min)**

#### *1) Pratiques de la population en cas de recours aux soins, en général*

- En cas de recours aux soins, est ce que la population demande conseil auprès des structures sanitaires ?

- En général, quel membre de la famille choisi le lieu pour se soigner, en cas de maladie ?

- Quel type de structure est, selon vous, privilégiée par la population, en cas de recours aux soins ?

- A votre avis, les tradipraticiens et/ou les guérisseurs attirent ils plus de personnes que les structures sanitaires officielles ?

#### *2) Proximité perçue de la structure sanitaire*

- A votre avis, la proximité joue –t-elle un rôle quant au choix des individus en cas de recours aux soins ?

- Si non, quel est le principal critère, qui pourrait orienter leur choix ?

- Selon vous, quelle distance par rapport à une structure sanitaire vous paraît raisonnable pour les patients en cas de recours aux soins

## TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE .....	2
REMERCIEMENTS.....	4
INTRODUCTION.....	7

### PARTIE I LA PESTE FLÉAU DU PASSÉ ET PARFOIS CALAMITÉ DU PRESENT 18

#### CHAPITRE 1. LA PESTE DANS LE MONDE : MALADIE ANTIQUE, PRESENCE INTERCONTINENTALE CONTEMPORAINE ..... 20

1.1. Les origines de la peste.....	20
1.2. L'odyssée de la peste à travers l'histoire mondiale : les trois grandes pandémies de peste 21	
1.3. Les caractéristiques des pandémies historiques de peste.....	23
1.3.1. La peste de Justinien (VI <sup>ème</sup> au VIII <sup>ème</sup> siècle) .....	24
1.3.2. La peste noire ou mort noire (XIV <sup>ème</sup> au XVII <sup>ème</sup> siècle).....	25
1.3.3. La troisième pandémie de peste ou la pandémie des temps modernes (XIX <sup>ème</sup> au XX <sup>ème</sup> siècle) 26	
1.4. Les rôles de la mobilité humaine et les échanges commerciaux dans la diffusion de la peste .....	27
1.5. La peste comme fléau de la peur : perceptions et représentations liées à la maladie dans l'histoire .....	29
1.5.1. La perception de la population sur la peste durant la peste de Justinien : premières mesures pour lutter et se prémunir contre la maladie.....	29
1.5.2. La peste noire : entre colère divine et fatalité, impuissance et panique .....	30
1.5.3. La pandémie contemporaine de peste : l'avènement des grandes découvertes, des premières mesures médicales modernes post-pasteuriennes.....	31
1.6. Répartition actuelle de la peste à l'échelle mondiale .....	34
1.6.1. Des foyers naturels présents un peu partout dans le monde .....	34
1.6.1.1. Les foyers naturels ou selvatiques .....	35
1.6.1.2. Les foyers domestiques .....	35
1.6.2. Les principaux pays où la peste est un problème de santé publique .....	36
Conclusion du chapitre .....	38

<b>CHAPITRE 2. LA SITUATION MONDIALE, ASPECTS SPATIAUX ET BIOLOGIQUES DE LA PESTE.....</b>	<b>39</b>
--	-----------

<b>2.1. Les acteurs et le mécanisme de transmission de la peste : un complexe pathogène à part entière.....</b>	<b>39</b>
2.1.1. Le bacille.....	41
2.1.2. Le vecteur.....	41
2.1.2.1. Découverte du rôle de la puce dans le mécanisme de transmission de la peste.....	41
2.1.2.2. Caractéristiques de la puce.....	42
2.1.3. L'hôte.....	42
2.1.4. L'homme.....	43
<b>2.2. Les formes de peste humaine.....</b>	<b>43</b>
2.2.1. La peste bubonique.....	44
2.2.2. La peste pulmonaire.....	44
2.2.3. La peste septicémique.....	45
<b>2.3. Eléments probables et prouvés dans le maintien de la zoonose et dans la réémergence de la maladie à l'échelle mondiale.....</b>	<b>45</b>
2.3.1. Les facteurs concourant à l'apparition des cas humains de peste.....	45
2.3.1.1. Les éléments naturels et physiques.....	47
2.3.1.1.i. Les conditions climatiques, la végétation et les actions anthropiques sur l'environnement.....	47
2.3.1.1.ii. L'altitude.....	49
2.3.2. Les conditions socio-économiques, les conjonctures sociopolitiques.....	50
<b>2.4. Les réponses des différents systèmes sanitaires dans la lutte contre la peste.....</b>	<b>51</b>
2.4.1. Dans un cadre international.....	52
2.4.1.1. La peste maladie à déclaration obligatoire selon le Règlement sanitaire international ou RSI.....	52
2.4.1.2. Historique du RSI.....	52
2.4.2. Dans un cadre national, à l'échelle des pays concernés : la lutte contre la peste à l'échelle des états et les recommandations de l'OMS.....	53
2.4.2.1. Surveillance continue des réservoirs et des vecteurs de la peste en zone d'endémicité pesteuse.....	53
2.4.2.2. La lutte contre les puces vectrices.....	53
2.4.2.3. Lutte contre les hôtes-réservoirs : un objectif complexe.....	54
2.4.2.4. Les mesures prises par les structures et services de santé en cas de notification des cas de peste.....	54
<b>Conclusion du chapitre.....</b>	<b>55</b>

**CHAPITRE 3. PARTICULARITES DE L'ENDEMICITE DE LA PESTE A MADAGASCAR : ENTRE COMPLEXITE EPIDEMIOLOGIQUE ET CONTRASTES SPATIAUX ..... 56**

<b>3.1. Une maladie introduite, liée à l'histoire contemporaine de la grande île .....</b>	<b>56</b>
3.1.1. La peste à Madagascar : Une maladie liée à l'histoire .....	56
3.1.1.1. Peste et besoins économiques : le rôle des chemins de fer dans la progression historique de la maladie à Madagascar .....	57
3.1.2. Une maladie importée par l'administration coloniale ? .....	59
3.1.2.1. Après la période coloniale : la peste sévit toujours sur la grande île.....	60
<b>3.2. Endémicité de la maladie à Madagascar : des conditions naturelles et sociales réunies..</b>	<b>60</b>
3.2.1. Les foyers de la peste à Madagascar .....	61
3.2.2. Des réservoirs et des vecteurs : distribution et caractéristiques .....	63
3.2.2.1. Les rongeurs .....	63
3.2.2.1.i. <i>Rattus rattus</i> , le rat noir invasif.....	63
3.2.2.1.ii. <i>Rattus norvegicus</i> , le rat de Norvège ou surmulot : le rat des villes.....	64
3.2.2.2. Les puces vectrices .....	64
3.2.3. L'influence du paysage et du relief sur le risque pesteux .....	65
3.2.4. Les conditions climatiques favorables aux vecteurs et réservoirs à Madagascar.....	65
3.2.5. Les autres conditions favorisant l'émergence et la réémergence des cas humains de peste à Madagascar .....	66
3.2.6. La peste à Madagascar de 1899 à l'indépendance : Les « miracles » du vaccin EV ?...	67
<b>3.3. La lutte contre la peste à Madagascar : défi national de santé publique .....</b>	<b>69</b>
3.3.1. La centralisation dans la lutte contre la peste à Madagascar : Le laboratoire central peste (LCP) 69	
3.3.1.1. Analyse des prélèvements provenant de l'ensemble du territoire malgache .....	70
3.3.1.2. Surveillance de la peste animale.....	70
3.3.1.3. Les rôles du ministère de la santé dans le cadre de la lutte contre la peste .....	70
3.3.2. L'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) .....	70
<b>3.4. Culture, traditionalisme, modernité et maladie : la psychose sociale de 2017 .....</b>	<b>72</b>
3.4.1. De 2012 à 2017, retour sur cinq années d'épidémies.....	72
3.4.2. L'épidémie de peste pulmonaire de 2017-2018 en chiffres .....	72
3.4.2.1. Les cas de peste bubonique .....	72
3.4.2.2. L'épidémie de peste pulmonaire.....	73
<b>3.5. Étude des perceptions de la peste par la population d'Antananarivo après l'épidémie de 2017 par une approche qualitative. ....</b>	<b>73</b>
3.5.1. Deux arrondissements enclins à des pics dans de cas de peste pulmonaire .....	74
3.5.2. L'investigation qualitative à base de supports photographiques pour explorer les connaissances, attitudes et pratiques de la population .....	74

3.5.2.1. Démarche, réalisations sur le terrain et recueil de données.....	74
3.5.2.1.i. Descriptif d'un <i>photovoice</i> .....	74
3.5.2.1.ii. Type d'étude .....	75
3.5.2.1.iii. Zones d'investigation.....	75
3.5.2.1.iv. Population d'étude .....	75
3.5.2.1.v. Considérations éthiques .....	75
3.5.2.1.vi. Critères d'inclusion.....	76
3.5.2.1.vii. Le canevas d'entretien .....	76
3.5.2.1.viii. Déroulement et démarches .....	77
3.5.2.2. Résultats .....	78
3.5.2.2.i. Les représentations autour de la maladie .....	78
3.5.2.2.ii. La peste, maladie des pauvres ?.....	79
3.5.2.2.iii. Influence des médias sur la représentation des populations .....	80
3.5.2.2.iv. Ambiguïté autour des formes de peste et leurs modes de transmission.....	80
3.5.2.2.v. Le rôle des lieux de vie sur la représentation par rapport à la peste de la population d'Antananarivo lors de l'épidémie de peste de 2017 à Antananarivo : le cas du cimetière d'Anjanahary.....	81
3.5.3. Incompréhension et peur de la maladie : une évolution inexistante dans les perceptions des populations à Madagascar.....	81
<b>Conclusion du chapitre .....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE .....</b>	<b>83</b>

<b>PARTIE II VULNERABILITÉ DES ESPACES HUMANISÉS FACE AU RISQUE PESTEUX A MADAGASCAR .....</b>	<b>85</b>
--	-----------

<b>CHAPITRE 4. HETEROGENEITE DE L'EXPRESSION EPIDEMIOLOGIQUE DE LA PESTE A MADAGASCAR ET SPECIFICITES LOCALES.....</b>	<b>87</b>
--	-----------

4.1. Les informations recueillies issues de la base de données IPM de 2006 à 2015 .....	87
4.2. Trois sites d'études différents de par l'expression épidémiologique de la peste .....	88
4.2.1. Les districts pris en compte dans l'étude.....	90
4.2.2. Présentation des sites d'études .....	90
4.2.2.1. Le district de Tsiroanomandidy.....	90
4.2.2.2. Le district d'Ambositra.....	92
4.2.2.3. Le district de Mahajanga I.....	94

<b>4.3. Analyse descriptive des données des individus inscrits dans la base de données IPM 2006 à 2015.....</b>	<b>94</b>
4.3.1. Cas de peste, toutes formes confondues, dans les districts d'étude.....	94
4.3.1.1. Les cas de peste à Tsiroanomandidy .....	96
4.3.1.1.i. Répartition par commune des cas de peste dans ce district de 2006 à 2015 ...	98
4.3.1.1.ii. Décès dus à la peste à Tsiroanomandidy .....	99
4.3.1.1.iii. Les formes cliniques de peste pour les cas probables et confirmés .....	99
4.3.1.2. Cas de peste dans le district d'Ambositra.....	99
4.3.1.2.i. Répartition par commune des cas probables et confirmés de peste dans le district d'Ambositra, de 2006 à 2015.....	100
4.3.1.2.ii. Décès dus à la peste à Ambositra.....	101
4.3.1.2.iii. Les formes cliniques de peste pour les cas probables et confirmés .....	101
4.3.1.3. District de Mahajanga I .....	101
4.3.2. Tranches d'âge des individus déclarés cas probables et/ou confirmés dans les districts d'étude	102
4.3.3. Formations sanitaires fréquentées par la population des sites d'études en cas d'apparition de symptômes .....	102
4.3.3.1. District de Tsiroanomandidy .....	102
4.3.3.2. District d'Ambositra.....	102
4.3.3.3. District de Mahajanga I .....	102
<b>Conclusion du chapitre .....</b>	<b>103</b>

<p><b>CHAPITRE 5. HETEROGENEITE DES CONTEXTES EPIDEMIOLOGIQUES ET COMPORTEMENTS CONTEXTUALISES : INFLUENCE DES PERCEPTIONS ET DES CONNAISSANCES DE LA POPULATION SUR LE RISQUE PESTEUX ..... 105</b></p>
--

<b>5.1. Évaluer la vulnérabilité de la population face au risque pesteux à Madagascar. L'étude CAP en population .....</b>	<b>106</b>
5.1.1. Les démarches méthodologiques adoptées.....	106
5.1.1.1. Distribution spatiale des cas de peste déclarés entre 2006 et 2015 dans les districts étudiés	106
5.1.1.1.i. Catégorisation à différentes échelles administratives selon le statut épidémiologique.....	107
a. Statut épidémiologique des communes .....	107
b. Statut épidémiologique des fokontany.....	107
5.1.1.1.ii. Sites investigués tirés au sort .....	107
5.1.1.1.iii. CAP de la population générale .....	107
a. Le questionnaire (cf. annexe) .....	107

b.	Considérations éthiques .....	108
5.1.1.1.iv.	Mode d'administration et critères d'inclusions.....	109
a.	Le questionnaire CAP a été administré à partir d'entretiens individuels.....	109
b.	Échantillonnage, critères de sélection des ménages et individus à investiguer sur le terrain.....	110
c.	Périodes d'investigation .....	110
5.1.1.2.	Evaluation des degrés CAP de la population.....	110
5.1.1.2.i.	Analyses statistiques : le modèle de régression logistique .....	111
5.1.1.2.ii.	Etapas d'une régression logistique.....	112
5.1.1.2.iii.	Communes et localités investiguées : Du milieu rural au milieu urbain, des HTC à la bordure côtière.....	114
5.1.2.	Caractéristiques générales de l'ensemble de la population étudiée des HTC .....	115
<b>5.2.</b>	<b>Connaissances de la peste par les populations des HTC .....</b>	<b>116</b>
<b>5.3.</b>	<b>Attitudes des populations des HTC en cas de maladie .....</b>	<b>117</b>
<b>5.4.</b>	<b>Pratiques des populations des HTC en cas de recours aux soins .....</b>	<b>117</b>
<b>5.5.</b>	<b>CAP des populations par district des HTC .....</b>	<b>118</b>
5.5.1.	Associations entre niveaux CAP et autres variables (Analyses univariées).....	119
5.5.2.	Influences des déterminants socio-spatiaux sur les CAP de la population des HTC ...	120
<b>5.6.</b>	<b>CAP de la population du littoral ouest : cas de Mahajanga I.....</b>	<b>122</b>
<b>5.7.</b>	<b>Perception des professionnels de santé par rapport aux CAP de la population et à l'accès aux soins : une étude qualitative .....</b>	<b>122</b>
5.7.1.	Perceptions des professionnels de santé des deux districts des HTC : Des interventions dans la lutte contre la peste influençant les connaissances des populations par rapport à la peste	124
5.7.2.	Perception de la peste chez les professionnels de santé dans un district hors foyer endémique : le cas de Mahajanga I .....	126
<b>5.8.</b>	<b>Deux contextes épidémiologiques et géographiques différents, deux expressions différentes de la perception vis-à-vis de la peste.....</b>	<b>126</b>
<b>Conclusion du chapitre</b>	<b>.....</b>	<b>127</b>

<b>CHAPITRE 6. LES FACTEURS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX ET ENVIRONNEMENTAUX FAVORABLES AU RISQUE PESTEUX SUR LES HTC.....</b>	<b>129</b>
--	------------

<b>6.1.</b>	<b>Ruralité et vulnérabilité face au risque pesteux sur les HTC malgaches : le mode de vie des populations rurales .....</b>	<b>130</b>
6.1.1.	Caractéristiques de l'habitat humain dans 2 districts des HTC malgaches .....	130
6.1.2.	La structure et la localisation du bâti comme signe de prestige social en milieu rural sur les HTC .....	132

<b>6.2. Vulnérabilité socio-environnementale des espaces humanisés en milieu rural face au risque pesteux sur les HTC : cas d'Ambositra et de Tsiroanomandidy</b> .....	133
6.2.1. Caractéristiques générales des ménages.....	133
6.2.2. Types de bâtis et caractéristiques socio-environnementales .....	134
6.2.3. Caractéristiques socio-environnementales par district investigué.....	135
6.2.3.1. Cas du district d'Ambositra.....	135
6.2.3.2. Cas du district de Tsiroanomandidy .....	136
6.2.4. Déterminants socio-environnementaux et exposition au risque pesteux en milieu rural des HTC .....	136
6.2.4.1. Analyses univariées .....	136
6.2.4.2. Analyse multivariée.....	137
6.2.5. Déterminants socio-spatiaux et exposition au risque pesteux : Expérience du cas déclaré à Amindrazaka, dans la CR d'Ivato Centre, district d'Ambositra, région d'Amoron'i mania..	137
6.2.5.1. Descriptif de la situation du cas déclaré .....	138
6.2.5.2. Quand la fièvre de l'or entraîne la fièvre de la peste.....	139
6.2.5.3. Les mesures de prises en charge en cas de déclaration de cas de peste, à Ambositra	140
6.2.5.4. La lutte anti-vectorielle : entre prescriptions théoriques et pratiques réelles sur terrain	142
6.2.6. Discussion autour de l'expérience du cas déclaré .....	142
<b>6.3. Les facteurs environnementaux et écologiques favorables au risque pesteux sur les HTC</b> .....	143
6.3.1. Les changements environnementaux influençant l'apparition de cas humains de peste	143
6.3.1.1. Le climat.....	143
6.3.1.2. Influences des actions anthropiques .....	144
6.3.2. Détection des changements environnementaux et climatiques pour les districts des HTC étudiés	144
6.3.2.1. Choix des années de références .....	144
6.3.2.2. Pour le district d'Ambositra .....	145
6.3.2.3. Pour le district de Tsiroanomandidy.....	146
6.3.2.4. Les données collectées.....	146
6.3.2.4.i. Les données climatiques .....	146
6.3.2.4.ii. Les données sur l'occupation du sol .....	146
6.3.2.4.iii. Le relief.....	147
6.3.2.5. Télédétection et traitements des données .....	147
6.3.2.6. Analyses statistiques.....	147

6.3.3. Variations climatiques entre 2006 et 2015 dans les districts des HTC étudiés .....	147
6.3.3.1. Cas du district d'Ambositra (années références 2006, 2010 et 2015) .....	148
6.3.3.2. Cas du district de Tsiroanomandidy (années références 2006, 2011 et 2015).....	148
6.3.4. Evolution temporelle des classes d'occupation du sol dans les districts d'Ambositra et Tsiroanomandidy de 2006 à 2015 .....	148
6.3.4.1. Evolution de l'occupation du sol de 2006 à 2015 pour le district d'Ambositra (Années références 2006, 2010 et 2015).....	148
6.3.4.1.i. Les forêts.....	149
6.3.4.1.ii. Les sols nus.....	149
6.3.4.1.iii. Les surfaces en eau .....	149
6.3.4.1.iv. La savane .....	149
6.3.4.1.v. Les cultures .....	149
6.3.4.2. Evolution de l'occupation du sol de 2006 à 2015 pour le district de Tsiroanomandidy .....	150
6.3.4.2.i. Les forêts.....	150
6.3.4.2.ii. L'eau .....	151
6.3.4.2.iii. Les sols nus.....	151
6.3.4.2.iv. La forêt dégradée .....	151
6.3.4.2.v. Les routes.....	151
<b>Conclusion du chapitre .....</b>	<b>152</b>
<b>CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE .....</b>	<b>153</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>155</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>167</b>
<b>TABLE DES CARTES .....</b>	<b>174</b>
<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>175</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX .....</b>	<b>176</b>
<b>TABLE DES ENCADRÉS.....</b>	<b>177</b>
<b>TABLE DES PHOTOGRAPHIES .....</b>	<b>178</b>
<b>TABLE DES ACRONYMES ET DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>179</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>181</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>190</b>

## RÉSUMÉ

La peste est un complexe pathogène regroupant trois acteurs principaux : l'agent pathogène, la puce et le rongeur. C'est un fléau majeur dans l'histoire de l'humanité. Si dans certaines régions du monde elle a disparue, à Madagascar elle sévit d'une manière endémo-épidémique et est un problème de santé publique. Cette zoonose, sous sa forme humaine, touche chaque année environ 400 individus notamment dans les zones situées à plus de 800 mètres d'altitude dites des Hautes Terres Centrales. Au sein même des Hautes Terres Centrales, l'expression de la maladie n'est pas la même. Cette thèse de géographie vise à identifier les différents facteurs pouvant expliquer à la fois l'endémicité, la persistance, les différences d'expressions épidémiologiques de la maladie mais aussi l'apparition des cas humains de la peste sur la grande île. Les facteurs biologiques et écologiques ne pouvant pas expliquer, à eux seuls, la dynamique et la circulation de la peste à Madagascar. La santé revêtant à la fois un aspect social et biologique, les déterminants socio-spatiaux, comportementaux et environnementaux liés à l'apparition des cas humains et la circulation de la maladie ont été explorées dans le cadre de cette thèse.

Mots-clés : Peste, Madagascar, CAP, comportements contextualisés, vulnérabilité, déterminants socio-spatiaux, changements environnementaux

## ABSTRACT

The plague is a pathogen complex with three main actors: the pathogen, the flea and the rodent. It is a major threat in the history of humanity. While in some parts of the world it has disappeared, in Madagascar it is endemic and a public health problem. This zoonosis, in its human form, affects about 400 individuals every year, particularly in areas located at an altitude of more than 800 meters above sea level, known as the central highlands. Even within the central highlands, the expression of the disease is not the same. This geography thesis aims to identify the different factors that can explain the endimicity, persistence and differences in the epidemiological expression of the disease, as well as the appearance of human cases of the plague on the island. Biological and ecological factors alone cannot explain the dynamics and circulation of the plague in Madagascar. Since health has both a social and biological aspect, the socio-spatial, behavioral and environmental factors that promote the appearance of human cases and the circulation of the disease have been explored in this thesis.

Key words: Plague, Madagascar, KAP, contextualized behaviors, vulnerability, socio-spatial determinants, environmental changes

**LETTRÉ D'ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT**

Je, soussigné Sitraka RAKOTOSAMIMANANA, en ma qualité de doctorant de l'Université de La Réunion, déclare être conscient que le plagiat est un acte délictueux passible de sanctions disciplinaires. Aussi, dans le respect de la propriété intellectuelle et du droit d'auteur, je m'engage à systématiquement citer mes sources, quelle qu'en soit la forme (textes, images, audiovisuel, internet), dans le cadre de la rédaction de ma thèse et de toute autre production scientifique, sachant que l'établissement est susceptible de soumettre le texte de ma thèse à un logiciel anti-plagiat.

Fait à Antananarivo, Madagascar, le 23 octobre 2020

Signature :



**Extrait du Règlement intérieur de l'Université de La Réunion**  
(validé par le Conseil d'Administration en date du 11 décembre 2014)

**Article 9. Protection de la propriété intellectuelle – Faux et usage de faux, contrefaçon, plagiat**

L'utilisation des ressources informatiques de l'Université implique le respect de ses droits de propriété intellectuelle ainsi que ceux de ses partenaires et plus généralement, de tous tiers titulaires de tels droits.

En conséquence, chaque utilisateur doit :

- utiliser les logiciels dans les conditions de licences souscrites ;
- ne pas reproduire, copier, diffuser, modifier ou utiliser des logiciels, bases de données, pages Web, textes, images, photographies ou autres créations protégées par le droit d'auteur ou un droit privatif, sans avoir obtenu préalablement l'autorisation des titulaires de ces droits.

**La contrefaçon et le faux**

Conformément aux dispositions du code de la propriété intellectuelle, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle d'une œuvre de l'esprit faite sans le consentement de son auteur est illicite et constitue un délit pénal.

L'article 444-1 du code pénal dispose : « Constitue un faux toute altération frauduleuse de la vérité, de nature à causer un préjudice et accomplie par quelque moyen que ce soit, dans un écrit ou tout autre support d'expression de la pensée qui a pour objet ou qui peut avoir pour effet d'établir la preuve d'un droit ou d'un fait ayant des conséquences juridiques ».

L'article L335\_3 du code de la propriété intellectuelle précise que : « Est également un délit de contrefaçon toute reproduction, représentation ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur, tels qu'ils sont définis et réglementés par la loi. Est également un délit de contrefaçon la violation de l'un des droits de l'auteur d'un logiciel (...) ».

**Le plagiat** est constitué par la copie, totale ou partielle d'un travail réalisé par autrui, lorsque la source empruntée n'est pas citée, quel que soit le moyen utilisé. Le plagiat constitue une violation du droit d'auteur (au sens des articles L 335-2 et L 335-3 du code de la propriété intellectuelle). Il peut être assimilé à un délit de contrefaçon. C'est aussi une faute disciplinaire, susceptible d'entraîner une sanction.

Les sources et les références utilisées dans le cadre des travaux (préparations, devoirs, mémoires, thèses, rapports de stage...) doivent être clairement citées. Des citations intégrales peuvent figurer dans les documents rendus, si elles sont assorties de leur référence (nom d'auteur, publication, date, éditeur...) et identifiées comme telles par des guillemets ou des italiques.

Les délits de contrefaçon, de plagiat et d'usage de faux peuvent donner lieu à une sanction disciplinaire indépendante de la mise en œuvre de poursuites pénales.