

# Approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs : le cas du rat noir au Sénégal oriental

Héloïse Lucaccioni

▶ **To cite this version:**

Héloïse Lucaccioni. Approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs : le cas du rat noir au Sénégal oriental. Géographie. 2012. dumas-01644833

**HAL Id: dumas-01644833**

**https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01644833**

Submitted on 22 Nov 2017

**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.

# Approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs : le cas du rat noir au Sénégal oriental



Master 2 Géographie, Santé, Territoires et Environnement
Université Paris Ouest Nanterre la Défense
**Héloïse LUCACCIONI**

Sous la direction de : Pascal Handschumacher

Jury :

| | |
|---|---|
| Jeanne-Marie Amat-Roze, | Professeur, Université Paris-Est Créteil |
| Pascal Handschumacher, | Chargé de recherche, IRD |
| Zoé Vaillant, | Maître de conférences, Université Paris-Ouest |

Le 20 Juin 2012, Nanterre

# Approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs : le cas du rat noir au Sénégal oriental

Master 2 Géographie, Santé, Territoires et Environnement
Université Paris Ouest Nanterre la Défense
**Héloïse LUCACCIONI**

Sous la direction de : Pascal Handschumacher

Jury :

| | |
|---|---|
| Jeanne-Marie Amat-Roze, | Professeur, Université Paris-Est Créteil |
| Pascal Handschumacher, | Chargé de recherche, IRD |
| Zoé Vaillant, | Maître de conférences, Université Paris-Ouest |

Le 20 Juin 2012, Nanterre

## Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à la participation, aux conseils et au soutien de nombreuses personnes. Qu'elles trouvent ici mes sincères remerciements :

Dr Pascal Handschumacher pour avoir encadré ce travail ;

Les équipes de l'Institut Pasteur de Dakar pour leur contribution à ce travail et leur accueil lors de mon séjour au Sénégal, en particulier le Dr Amadou Sall et les collègues de l'Unité d'Arbovirologie, le Dr Mawlouth Diallo et les collègues de l'Unité d'Entomologie. Merci également au Dr Ousmane Faye, au Dr Yamar Ba, ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe de la station de Kédougou ;

Dr Laurent Granjon et l'équipe de l'IRD ;

Oumar Sall pour sa précieuse contribution lors de la mission de terrain ;

Les différentes autorités sanitaires et administratives pour avoir permis le bon déroulement de notre travail à Kédougou ;

Les populations de Kédougou et de Sabodala, ainsi que les nombreux interlocuteurs ayant accepté de répondre à nos questions.

# Table des matières

Remerciements ..... 3

Table des matières ..... 4

**Introduction** ..... 6

**Partie I Fondements conceptuels et théoriques : approche géographique de l'émergence d'arboviroses liées aux rongeurs ..... 7**

**I.1 Anthropozoonoses et émergence d'espaces à risque ..... 8**

I.1.1 Modèles de diffusion et risque d'émergence d'anthropozoonoses ..... 8

*I.1.1.1 Des phénomènes de diffusion révélateurs de l'organisation et du fonctionnement des territoires 8*

*I.1.1.2 Diffusion, système risque et émergence : une question située à l'interface entre milieu et société ..... 10*

I.1.2 Qu'est-ce qu'une anthropozoonose ? ..... 12

I.1.3 Enjeux actuels des anthropozoonoses ..... 14

*I.1.3.1 Des espaces naïfs précaires en mutation… ..... 14*

*I.1.3.2 …et des moyens de lutte limités qui appellent à une démarche préventive spatialement ciblée 16*

I.1.4 Du risque d'émergence à l'émergence d'espaces à risque ..... 18

*I.1.4.1 De l'introduction d'hôtes-réservoir aux mailles élémentaires du phénomène pathogène ..... 18*

*I.1.4.2 L'espace du risque en tant que construction socio-spatiale ..... 20*

**I.2 Justification des modèles retenus ..... 23**

I.2.1. Les arboviroses liées aux rongeurs ..... 23

*I.2.1.1 Le rat noir, un réservoir privilégié d'anthropozoonoses ..... 23*

*I.2.1.2 Les arbovirus, des agents pathogènes à surveiller ..... 24*

I.2.2 Le Sénégal oriental, entre périphérie et carrefour ..... 26

*I.2.2.1 Un territoire construit sur des paradoxes ..... 26*

*I.2.2.2 Un espace en cours de colonisation par le rat noir ..... 29*

**I.3 Géographie et arboviroses liées aux rongeurs : construction de l'objet géographique et de la démarche ..... 31**

I.3.1 Le risque d'arbovirose comme objet géographique ..... 31

I.3.2 D'une question de recherche à la mise en œuvre d'une méthodologie ..... 33

*I.3.2.1 Hypothèses de travail et objectifs ..... 33*

*I.3.2.2 Méthodes ..... 35*

**Partie II Dynamiques spatio-temporelles et espaces à enjeux concernant les arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental ..... 39**

**II.1 Territoires de l'homme, territoires du rat ..... 41**

II.1.1 Le Sénégal oriental, un territoire multiple ..... 41

*II.1.1.1 Un territoire fragmenté hérité des trajectoires historiques ..... 41*

Confrontation de pouvoirs, oppositions de territoires : « espaces francs » *versus* « espaces étatisés » ..... 41

Des terroirs aux territoires, la construction d'un espace en marge ..... 44

*II. 1.1.2 Des dynamiques territoriales de complexification* ... *48*
Vers une nouvelle intégration nationale et subrégionale ? ... 48
Mise en valeur du territoire : vers un rééquilibrage territorial ? ... 50
II.1.2 Expansion et régression des territoires murins ... 54
*II.1.2.1 Propagation récente du rat noir au Sénégal oriental* ... *56*
*II.1.2.2 Mastomys natalensis : une répartition ubiquiste remise en question ?* ... *59*

**II.2 Diagnostic de la répartition spatiale des arbovirus ... 62**

**II.3 Les territoires de la diffusion : émergence d'espaces vulnérables face aux arboviroses liées aux rongeurs ... 66**
II.3.1 Des relations privilégiées entre des espaces et des lieux hiérarchisés ... 67
II.3.2 Espaces intermédiaires et lieux de transit ... 69

**Partie III Dynamiques urbaines et émergence de territoires vulnérables ... 72**

**III.1 Pratiques socio-spatiales des ménages et disparités de contact potentiel avec un réservoir d'arbovirus ... 73**
III.1.1 Espace, territoires et vulnérabilité face au contact homme/rongeur ... 73
III.1.2 Un ensemble de variables thématiques pour décrire les concessions ... 74
III.1.3 Vers une typologie des ménages ... 78
*III.1.3.1 Une dimension collective prédominante* ... *78*
Le facteur urbain au cœur de la différenciation des ménages ... 78
Des regroupements d'individus révélateurs des quartiers ... 80
*III.1.3.2 Des comportements individuels porteurs de diversité ?* ... *82*
III.1.4 Disparités de contact avec le rat noir : quels facteurs de vulnérabilité ? ... 86

**III.2 Des territoires du risque complexes ... 88**
III.2.1 Multiplicité des trajectoires urbaines, singularités des ancrages territoriaux : le poids de la dimension collective ... 89
*III.2.1.1 Fadiga : de la distance physique à la distance sociale* ... *89*
*III.2.1.2 Bassari, Peul et Malinké à Sabodala : la ressource aurifère, source de rassemblement et d'éclatement* ... *91*
*III.2.1.3 Au centre de Kédougou (Dalaba et Dandemayo) : des diversités cristallisées au sein d'un territoire urbain* ... *92*
III.2.2 Dimension collective, domiciliaire, et individuelle : des niveaux en interaction ... 92
III.2.3 Croisement d'informations biologiques et géographique : comment mesurer et définir le(s) risque(s) ? ... 93

**Conclusion** ... 95

Bibliographie ... 97
Annexes ... 103
Table des cartes ... 113
Table des figures ... 113
Table des tableaux ... 114
Table des photos ... 114

## Introduction

La dimension spatiale du risque sanitaire, bien que rarement formulée explicitement, est prépondérante et sa compréhension indispensable à une prévention et une gestion efficace du risque. De tout temps, l'homme a ainsi cherché à lutter contre la diffusion et l'émergence de pathogènes en inscrivant son action dans l'espace. De la mise en quarantaine lors des épidémies de peste du Moyen-âge à l'aspersion d'insecticides lors des vols internationaux, la réponse des sociétés humaines au risque sanitaire se réfère directement à cette dimension spatiale. Cette dernière alimente d'ailleurs les préoccupations sanitaires actuelles à travers notamment l'interconnexion croissante des lieux, l'augmentation des flux de marchandises, ou encore l'apparition de nouveaux agents pathogènes dans des espaces jusque là non atteints.

Dans ce contexte, les anthropozoonoses s'imposent comme un enjeu de santé publique majeur. Maladies des animaux transmissibles à l'homme, ces dernières ont marqué l'Histoire, souvent par de grandes épidémies, depuis la peste antique aux récents épisodes de grippe aviaire. La question des anthropozoonoses se pose pourtant aujourd'hui de manière forte face aux modifications des aires de répartition de certaines espèces potentiellement réservoir d'agents infectieux et face à la mise en relation accrue des espaces.

Cependant, l'espace du risque ne saurait être confondu avec la seule aire de présence d'une espèce-réservoir de pathogènes. En effet, depuis la présence d'espèces-réservoir jusqu'à la manifestation de différents niveaux de contamination chez l'homme, le risque d'anthropozoonoses dépend des modalités de contact dans l'espace entre les différents maillons de la chaîne épidémiologique. Il est alors possible d'appréhender les territoires du risque comme une construction issue des modes de gestion et des pratiques socio-spatiales des sociétés.

Au Sénégal oriental l'arrivée récente du rat noir, rongeur commensal hôte potentiel de plusieurs virus, au gré des dynamiques territoriales anthropiques, soulève des interrogations sur le risque d'émergence anthropozoonoses dans cette région peu développée. Dans ce contexte, il s'agit notamment de s'interroger sur la vulnérabilité des territoires au regard de la diffusion et de la propagation du rongeur d'une part, et de sa mise en contact avec l'homme d'autre part.

Ce travail se décompose en trois parties : la première partie (I) pose les bases théoriques de la démarche géographique face à la question de l'émergence d'arboviroses liées aux rongeurs, la seconde partie (II) propose un diagnostic territorial du Sénégal oriental et identifie les principaux espaces à enjeux, enfin la dernière partie (III) cherche à mettre en évidence des territoires potentiellement vulnérables au contact homme/rongeur au sein des systèmes spatiaux précédemment identifiés.

# Partie I

## Fondements conceptuels et théoriques : approche géographique de l'émergence d'arboviroses liées aux rongeurs

L'émergence d'anthropozoonoses est une préoccupation majeure de ces dernières décennies, source d'enjeux sanitaires depuis l'échelle mondiale jusqu'à l'échelle locale et des zones tempérées aux zones tropicales. La question de l'émergence ou de la réémergence de maladies infectieuses, en particulier d'origine zoonotique, fait l'objet de nombreux travaux mobilisant surtout des disciplines biomédicales (épidémiologie, infectiologie, biologie, zoologie, etc.). Nous pouvons distinguer deux grandes approches des phénomènes d'émergence. La première se rapporte à la compréhension des mécanismes infectieux (évolution et adaptation des agents infectieux, franchissement des barrières d'espèces, pouvoir pathogène, etc.), et relève du domaine strictement biomédical. Le second type d'approche cherche à mettre en évidence des facteurs dits « géographiques » de l'émergence. Elle reconnaît ainsi l'importance des actions anthropiques sur les dynamiques des pathologies infectieuses. Pourtant, bien souvent cette dimension géographique du risque d'émergence n'est évoquée que pour désigner des modifications des milieux (déforestation, urbanisation, agriculture, etc.) qui supporteraient à elles seules l'apparition et le maintien du risque. Nier la complexité du risque, son caractère systémique, la diversité de la nature et des interrelations des éléments qui le composent et surtout sa dimension spatiale inciterait, à tort, à adopter un raisonnement déterministe bien incapable de rendre compte de la dynamique spatiale de l'émergence et de ses processus sous-jacents.

Cette partie a pour objectif d'expliciter la pertinence d'une approche géographique du risque d'émergence d'arboviroses. La première partie (I.1) pose la question de l'émergence sous un angle géographique, la seconde partie (I.2) étaye le choix du modèle des arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental, enfin la dernière partie (I.3) présente la méthodologie adoptée.

## I.1 Anthropozoonoses et émergence d'espaces à risque

Face aux moyens de lutte techniques, matériels et humains limités, la compréhension de l'émergence d'espaces à risque apparaît comme une condition indispensable à la mise en place de stratégies de lutte et de prévention raisonnées et efficaces. Les anthropozoonoses sont des infections d'origine animale dont l'agent pathogène a réussi à s'adapter à l'homme. Les grandes épidémies ayant marqué l'Histoire sont pour beaucoup des anthropozoonoses ou des viroses d'origine zoonotique (peste, variole, rougeole, etc.) (Saluzzo et *al.*, 2004). Pour cette dernière décennie seulement, la FAO estime que plus de 75 % des maladies nouvelles, émergentes ou ré-émergentes ayant affecté l'homme sont d'origine animale (HIV, Ebola, West Nile, etc.) (FAO et *al.*, 2004). En ce début de 21$^{ème}$ siècle, les anthropozoonoses constituent donc des questions sanitaires incontournables.

### I.1.1 Modèles de diffusion et risque d'émergence d'anthropozoonoses

Les phénomènes de diffusion ont suscité l'intérêt de multiples domaines. Leur dimension spatiale incontournable et leur rôle dans la constitution des territoires ont amené la géographie à proposer des schémas explicatifs et des modèles de ces phénomènes. Les épidémies ont alors très tôt constitué un objet d'application et d'investigation des modèles de diffusion. En particulier la question du risque de diffusion et d'émergence d'anthropozoonoses apparaît comme une préoccupation majeure de part sa situation d'interface entre le milieu et la société.

#### *I.1.1.1 Des phénomènes de diffusion révélateurs de l'organisation et du fonctionnement des territoires*

Un phénomène de diffusion peut s'appliquer à tout objet, matériel ou non, capable d'un déplacement et dont l'action principale consiste à se répandre dans un système à partir d'un point d'origine, jusqu'à atteindre un degré d'homogénéisation qui se concrétise par son installation. La question de la diffusion concerne donc des domaines et des objets variés : diffusion des hommes et des biens, mais aussi des pratiques, des idées, des épidémies, etc. Saint-Julien (2004) propose la définition suivante de la diffusion qui traduit « l'ensemble des processus qui concourent au déplacement, à la migration dans l'espace géographique, et aux effets en retour que ces déplacements engendrent dans cet espace ». Cette dimension spatiale intrinsèque de la diffusion a très tôt suscité l'intérêt de la géographie. En effet, puisque les phénomènes de diffusion jouent un rôle actif dans l'évolution des structures spatiales, leur construction et leur conservation (Langlois et Daudé, 2007), ils en sont en retour de véritables révélateurs. Les multiples formes et canaux de la diffusion sont par conséquent autant de marqueurs de l'hétérogénéité de l'espace géographique et de son fonctionnement.

Schématiquement la diffusion spatiale suppose l'existence d'une ou plusieurs origines, des lieux émetteurs, de destinations, des lieux récepteurs, et de canaux de diffusion par lesquels se déplace l'objet de la diffusion selon différentes modalités et sous différentes formes. Hägerstrand (1967) est un des premiers géographes à proposer une approche nomothétique des phénomènes de diffusion à travers l'exemple de la diffusion d'une innovation. Sa démarche s'appuie sur l'existence de régularités dans les processus de diffusion spatiale. Ainsi les différentes étapes de la diffusion d'une innovation sont régies par des règles simples dominées par deux faits principaux : d'une part la hiérarchie des lieux, d'autre part les effets de voisinage. La hiérarchie des lieux favorise une progression du phénomène en cascade des hauts rangs vers le bas, soit depuis les plus grands centres vers ceux de moindre importance. Cette forme de diffusion correspond à un phénomène de propagation. A l'inverse, la distance entre les lieux détermine les modalités de diffusion de proche en proche. Autrement dit, le phénomène de contagion perd en intensité alors que la distance entre émetteurs et récepteurs augmente et que les probabilités d'interactions sont par là même réduites (Cliff et *al.*, 1981).

Une telle approche ouvre la voie à la formalisation mathématique de ces régularités et à la modélisation des phénomènes de diffusion (Saint Julien, 2004 ; Haggett, 2000). Ces derniers font alors l'objet de nombreuses applications, en particulier dans le domaine des sciences sociales. Aux modèles classiques d'interaction spatiale qui mettent l'accent sur l'influence des distances et l'importance des structures spatiales s'ajoutent ensuite des méthodes de simulation intégrant les comportements individuels selon une approche complexe (Daudé, 2002).

Dans ce contexte les questions sanitaires, en particulier les épidémies, ont très vite constitué un champ d'intérêt pour les phénomènes de diffusion. En effet, la diffusion géographique offre un cadre théorique pour répondre aux grandes interrogations suscitées par l'émergence de pathogènes, c'est-à-dire leurs origines et leurs trajectoires spatiales (Haggett, 2000). La modélisation des épidémies a ainsi fait l'objet de nombreuses études. Les travaux de Cliff et *al.*, (2009) se sont par exemple focalisés sur l'étude des vagues épidémiques de plusieurs maladies au sein d'espaces insulaires dans une perspective historique. A travers l'exemple de l'Islande, ils ont ainsi montré le lien existant entre la diffusion géographique de plusieurs pathogènes et l'évolution territoriale de l'île du point de vue démographique, des transports, mais également d'évènements conjoncturels comme la seconde guerre mondiale ou encore les changements relatifs au domaine de l'éducation. Gould et *al.*, 1991 proposent un autre exemple d'application de la théorie de la diffusion à l'étude d'un phénomène épidémique, en démontrant la propagation du VIH aux Etats-Unis selon le schéma de la hiérarchie urbaine.

De telles études sur les dynamiques spatio-temporelles, en particulier des pathogènes, révèlent ainsi à quel point les phénomènes de diffusion participent à et de l'organisation et du fonctionnement des territoires. Expliciter les phénomènes de diffusion des épidémies, ou des

agents infectieux en général, présente donc un intérêt majeur pour la compréhension des mécanismes territoriaux de l'émergencen, en vue de la délimitation des espaces à risque.

#### *I.1.1.2 Diffusion, système risque et émergence : une question située à l'interface entre milieu et société*

L'interconnexion croissante des espaces et des lieux de l'échelle mondiale à l'échelle locale pose la question de la diffusion du risque. En effet, l'augmentation de la circulation des hommes et des biens contribue à la redistribution spatio-temporelle des pathogènes et de leurs hôtes (Haggett, 1994). Les phénomènes de diffusion contribuent ainsi à l'émergence du risque et à la redéfinition des espaces à risque. Dans ce contexte, la compréhension des phénomènes de diffusion présente donc un intérêt particulier afin de cibler au mieux les espaces et les populations à risque, en vue d'une optimisation des moyens de lutte et de prévention.

Un phénomène de diffusion, quelle que soit sa nature, consiste avant tout à introduire un élément nouveau au sein d'un système spatial. Ce peut être l'introduction d'une rumeur, d'un nouvel agent pathogène, d'un produit technologique, etc. qui participe alors à la déstabilisation du système initial. En effet, l'introduction d'un nouvel élément accentue l'hétérogénéité relative des lieux puisque ce dernier se diffuse de manière progressive et non uniforme parmi ces mêmes lieux. Autrement dit, les contrastes spatiaux sont maximums au moment de l'introduction de l'objet puis tendent à s'effacer à mesure que le phénomène de diffusion prend place. En théorie, le phénomène de diffusion se poursuit alors jusqu'à atteindre un nouvel état d'équilibre qui se concrétise finalement par l'homogénéisation de l'espace face à la répartition de l'objet diffusé (Saint Julien, 2004 ; Daudé, 2002). Dans le cas des anthropozoonoses il peut s'agir de l'introduction d'un maillon de la chaîne pathogène (vecteur, espèce-réservoir porteuse d'agents infectieux ou hôte potentiel) au sein d'un espace naïf. Un tel évènement participe donc à la déstabilisation, du point de vue épidémiogène, du système spatial dans lequel il s'inscrit, puisque les conditions théoriques de transmission de l'agent pathogène y sont alors potentiellement réalisées par la présence des différents maillons de la chaîne épidémiologique nouvellement réunis.

L'apparition du risque de grippe aviaire en France lors de la vague épizootique des années 2000 est à ce titre particulièrement illustrative (Manceron, 2009). Le virus de la grippe aviaire affecte avant tout les oiseaux sauvages et domestiques mais pour certaines souches, dont la très médiatique H5N1, peut être transmis à l'homme. Les oiseaux migrateurs sauvages constituent donc les principaux disséminateurs du virus dans le monde. Celui-ci fait l'objet d'épizooties régulières dont la plus connue a eu lieu entre 2004 et 2007 et s'est accompagnée de quelques centaines de cas humains. La souche H5N1, classée hautement pathogène, apparaît à Hong Kong en 1997. Des foyers permanents se développent ensuite rapidement en

Asie du sud, avant que le virus ne s'introduise en Europe, en Afrique, en Inde et au Moyen-Orient.

En France, le virus apparaît en 2006 dans la zone rurale de Dombes. Il est introduit par des canards sauvages migrateurs fuyant une vague de froid à l'est, avant de contaminer de la volaille d'élevage à proximité de l'étang où ils avaient trouvé refuge. L'atteinte d'un élevage industriel suscite alors la mise en place de nombreuses mesures : mise en quarantaine des exploitations contaminées et abattages systématiques des volailles, confinement des volailles d'élevage et désinfection, etc. Le secteur de l'élevage est ainsi particulièrement atteint, mais également les activités piscicoles ou de loisir comme la chasse en raison, entre autres, de l'interdiction de s'approcher des étangs. Du point de vue spatial, les mesures visent donc à instaurer des barrières au phénomène de diffusion et de propagation du virus, et à limiter sa mise en contact avec l'homme. Des zones de sécurité sont pour cela définies et des barrages sont érigés sur les routes d'accès aux fermes et aux principaux espaces naturels servant d'habitats à l'avifaune.

Dans cet exemple, l'introduction et la diffusion d'un agent pathogène par une espèce-hôte dans un espace initialement naïf contribue à l'émergence d'un risque sanitaire au sein d'un système aux multiples composantes. A partir d'un évènement d'origine biologique, la migration d'une espèce en réponse à des conditions climatiques particulières, se construit alors un risque aux dimensions à la fois sanitaire, économique, sociétale, voire politique. Plus précisément, la manifestation du risque de grippe aviaire en Dombes traduit un déséquilibre entre des modes de gestion et des pratiques des sociétés (élevage industriel, activités de chasse, pratiques piscicoles, etc.) et un environnement aux potentiels épidémiogènes également façonné par l'homme (étangs abritant l'avifaune, zone Natura 2000 assurant la protection de certaines espèces d'oiseaux, etc.).

La question de la diffusion du risque et de l'émergence d'anthropozoonoses se situe donc, plus que n'importe quelle autre question sanitaire, à l'interface entre le milieu et la société. Autrement dit, déterminants biologiques et déterminants sociétaux s'organisent en interrelation au sein d'un système complexe jusqu'à l'émergence du risque pathogène, depuis son caractère potentiel jusqu'à la contamination voire la manifestation morbide qu'il implique. Plus encore, les questions de diffusion du risque et la dimension spatiale de l'émergence constituent des éléments incontournables de ces questions socio-sanitaires. L'approche géographique apparaît donc particulièrement pertinente pour traiter du risque d'anthropozoonoses et contribuer aux moyens de prévention de lutte à travers notamment la délimitation et la hiérarchisation des espaces à risque.

### I.1.2 Qu'est-ce qu'une anthropozoonose ?

La définition des zoonoses proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1959, décrit des « maladies et infections qui se transmettent naturellement des animaux vertébrés à l'homme et vice versa » (OMS, 1959). Le terme d'anthropozoonoses y restreint celles dont le sens de transmission s'effectue de l'animal vers l'être humain. Ces dernières ne sont pas nécessairement pathogènes pour l'homme, c'est-à-dire qu'elles n'impliquent pas obligatoirement un état de maladie clinique. Par ailleurs, leur nombre important regroupe une diversité de situation selon la nature des agents infectieux, les modes de transmission, et les types de cycles épidémiologiques qu'elles impliquent (Dufour et Savay, 2006).

Les agents étiologiques à l'origine d'anthropozoonoses sont des virus, des bactéries, des parasites ou des prions dont la particularité est de ne pas être inféodés à un hôte unique, mais au contraire d'avoir la capacité de franchissement des barrières d'espèces, en particulier d'animaux vertébrés vers l'homme. Ces agents infectieux peuvent être transmis à ce dernier de plusieurs manières. Le pathogène peut être assimilé suite à l'ingestion de nourriture ou d'eau infestée, c'est le cas de plusieurs zoonoses bactériennes comme les salmonelloses. La contamination peut également se faire par contact direct avec un environnement souillé, par exemple la leptospirose suite au contact avec des urines de rongeur infecté. Enfin, le cas le plus fréquent demeure l'inoculation par un agent vecteur. Dans le cas qui nous intéresse présentement, celui des arboviroses, il s'agira donc d'anthropozoonoses virales à transmission vectorielle.

Le mode de transmission vectoriel implique plusieurs éléments qu'il convient de préciser. L'hôte-réservoir constitue le maillon central de la chaîne pathogène puisqu'il assure le maintien de l'agent infectieux. Dans le cas des anthropozoonoses, le réservoir est un animal vertébré résistant à l'agent pathogène. Si ce dernier n'est pas présent à l'état libre dans la nature, nous pouvons alors parler de couple réservoir-pathogène. L'hôte-incident se différencie du premier maillon puisqu'il n'est pas indispensable au maintien du pathogène. Il peut être considéré comme un hôte accidentel, jouant éventuellement un rôle d'amplificateur lors de périodes épidémiques. Par exemple dans le cas de la peste, maladie des rongeurs transmise par une puce vectrice, l'homme est atteint occasionnellement lorsqu'une épizootie des rongeurs contraint le vecteur porteur du bacille à se nourrir sur l'être humain et ainsi à lui inoculer l'agent infectieux. Enfin, le dernier maillon de la chaîne pathogène est le vecteur, organisme vivant qui assure la transmission entre les hôtes. Il s'agit généralement d'arthropodes hématophages comme des moustiques, tiques, phlébotomes, puces, etc.

Le schéma ci-dessous (fig. 1) résume le fonctionnement général d'une anthropozoonose virale à transmission vectorielle, qui doit évidemment être adapté au regard de chaque cas particulier. Le virus circule au sein d'un cycle domestique qui regroupe les animaux vertébrés

jouant le rôle de réservoir, et les vecteurs. La proximité du réservoir avec l'homme, généralement de part son caractère commensal, favorise la transmission de l'agent pathogène à cet hôte-incident par le vecteur. Il peut également exister une transmission transovarienne au sein de la population de vecteurs qui endosse alors également le rôle de réservoir de l'agent infectieux. Enfin, dans certains cas, un cycle sauvage parallèle assure aussi le maintien de la circulation du pathogène. La transmission à l'homme peut alors se faire s'il entre en contact avec ce cycle sauvage, ou bien si le passage de l'agent infectieux se fait entre les deux types de cycles, soit par le biais d'un vecteur, soit par l'existence d'un réservoir commun à la fois sauvage et commensal.

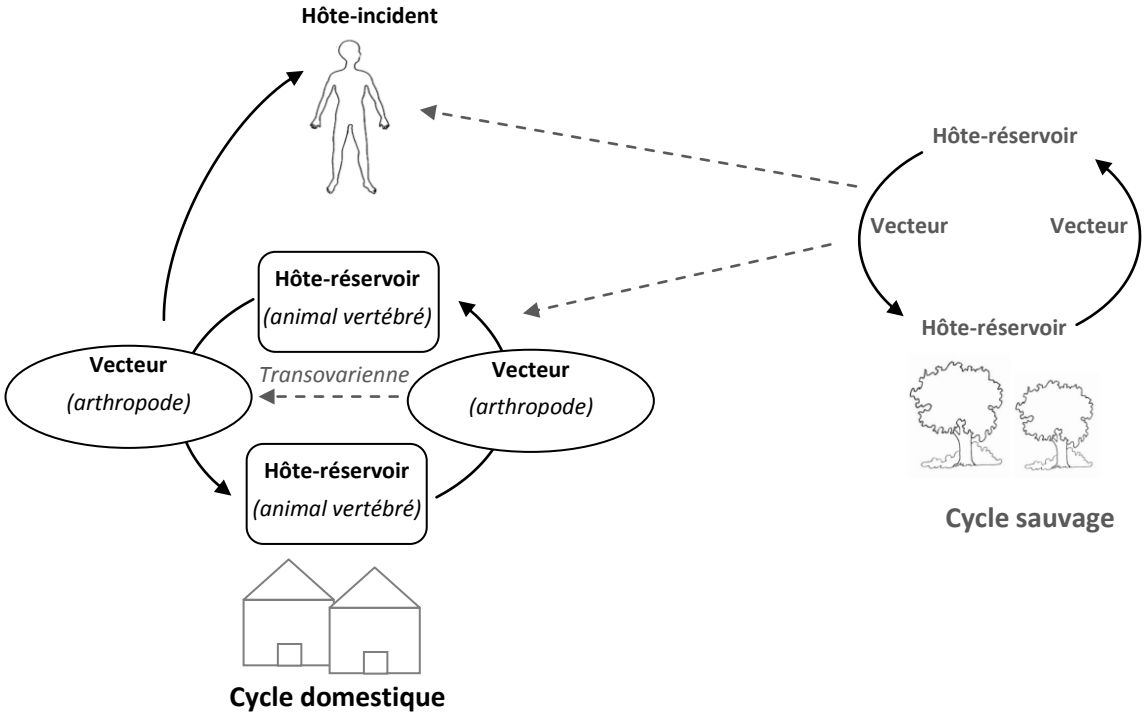



**Figure 1 Cycle épidémiologique général d'anthropozoonoses virales à transmission vectorielle**

Par exemple, la fièvre jaune est une arbovirose affectant les grands singes de la forêt équatoriale. Ces derniers contribuent à la circulation du virus dans un cycle sauvage, dont la transmission est assurée par un moustique vecteur du genre *Aedes*. L'homme qui entre en contact avec le cycle selvatique lors de sa pénétration dans le foyer forestier peut être contaminé sporadiquement par une piqûre d'*Aedes*. Il devient alors à son tour réservoir au sein d'un cycle domestique dont le vecteur de transmission est un *Aedes* commensal. Une seconde illustration est donnée par la peste qui sévit sur les Hautes Terres malgaches, dont le rat noir commensal est le réservoir principal commun au cycle sauvage et au cycle domestique.

### I.1.3 Enjeux actuels des anthropozoonoses

Les anthropozoonoses ne sont pas des infections nouvelles, elles ont bien au contraire jalonnée l'Histoire depuis la mise en contact de l'homme avec les animaux il y a plus de 10 000 ans jusqu'à aujourd'hui (Saluzzo et *al.*, 2004). Pourtant, face aux évolutions socio-spatiales contemporaines et malgré l'existence de moyens médicaux et biomédicaux, les anthropozoonoses continuent de soulever des inquiétudes appelant à une intégration de la dimension spatiale du risque, en particulier en zone tropicale.

#### *I.1.3.1 Des espaces naïfs précaires en mutation…*

Les pays du Sud, notamment les espaces ruraux africains (Lesourd, 1997), connaissent ces dernières décennies des changements rapides des milieux et des sociétés modifiant profondément les espaces. La croissance démographique, l'intensification des mobilités régionales, les recompositions du peuplement, l'urbanisation ou encore le développement des infrastructures routières, sont autant d'éléments marquants des mutations récentes en zone tropicale (CEDEAO et CSAO, 2005 ; Pourtier, 1995 cité par Lombard et Ninot, 2010). De telles évolutions soulèvent des interrogations sur leurs éventuelles conséquences sanitaires, en particulier quant au risque d'anthropozoonoses. En effet, les dynamiques spatiales et temporelles des maladies infectieuses, bien que complexes et difficilement comprises, peuvent être reliées à ces changements socio-environnementaux (Gubler, 2002 ; Haggett, 1994). L'expansion géographique récente de multiples pathologies majeures (dengue, fièvre jaune, fièvre de la Vallée du Rift, etc.), au gré de l'intensification des échanges et des transformations des écosystèmes en est l'illustration (Gubler, 2002). Dans un tel contexte se pose alors la question de la vulnérabilité des espaces à l'émergence de nouveaux foyers d'anthropozoonoses d'une part au regard de l'introduction et de la dissémination d'espèces-réservoir au sein d'espaces jusque-là indemnes, d'autre part quant à la mise en contact de ces mêmes réservoirs avec l'homme.

L'introduction d'un nouvel hôte porteur de virus dans un espace naïf peut avoir des conséquences sur la mise en place d'un cycle épidémiologique. Par exemple, en Sibérie l'importation depuis le Canada du rat musqué pour la chasse, dans les années 1920, aurait contribué à la dissémination du virus de la fièvre hémorragique d'Omsk à l'origine de plusieurs épidémies dès 1940 (Saluzzo et *al.*, 2004). L'extension de l'aire de répartition des réservoirs au-delà de leur aire d'endémicité répond avant tout à une mise en relation accrue des espaces et des lieux. Si les échanges de marchandises et les mouvements de populations ont de tout temps favorisé l'introduction et la dissémination involontaire d'espèces exogènes (Morse, 1997), ces phénomènes ont connu un essor récent et rapide en lien avec la mondialisation. En effet, les échanges et les mobilités s'amplifient à la fois dans leurs emprises spatiales, dans leurs volumes et dans leurs fréquences (Floerl et *al.*, 2009 ; Hulme,

2009). Or, l'augmentation du taux d'invasion des espèces est directement reliée avec la croissance des mobilités des hommes et des biens (Vitousek et *al.*, 1997).

A l'échelle mondiale, les « hubs » de transports que forment les ports et les aéroports constituent des points d'entrée privilégiés d'espèces non autochtones, qui s'immiscent alors clandestinement avec les marchandises transportées. Ces espèces profitent ensuite des réseaux de transports locaux pour se diffuser et se propager. En effet, les infrastructures de transports (routes, rails, canaux, etc.) constituent autant de corridors potentiels de dissémination des hôtes-réservoir et des pathogènes dont ils sont porteurs (Hulme, 2009).

La dengue constitue un des nombreux exemples marquant d'introduction et de dispersion d'un réservoir, avec pour conséquence la survenue d'épidémies au sein d'espaces initialement naïfs. La dynamique de répartition du moustique tigre, *Aedes albopictus*, est le reflet de l'augmentation des échanges et de la mise en relation des lieux à l'échelle mondiale. Originaire d'Asie, le moustique joue à la fois le rôle de vecteur en assurant la transmission à l'homme par piqûre, et celui de réservoir grâce à la transmission transovarienne permettant le maintien du virus dans la population culicidienne. L'hôte a d'abord été introduit aux Etats-Unis et en Amérique du Sud par voie maritime tandis que le continent Africain a été atteint plus tardivement du fait de sa position marginale dans les échanges mondiaux. Le commerce de pneus avec l'Asie y a d'ailleurs joué un rôle important en offrant un gîte favorable au moustique lors de son transport intercontinental. En quelques siècles, l'augmentation des échanges a donc conduit à une répartition mondiale du principal réservoir de la dengue, la maladie a ensuite pu se développer en trouvant dans ces espaces nouvellement colonisés des conditions socio-environnementales favorables à sa manifestation (Saluzzo et *al.*, 2004 ; Gubler, 2002).

Si le rôle de l'homme dans l'introduction et la dissémination des réservoirs est prépondérant, l'extension des aires de répartition de ces derniers soulève également des questionnements au regard des modifications climatiques. En effet, les changements globaux sont susceptibles d'offrir des conditions propices à l'extension des aires géographiques des espèces (Gage, 2008 ; Louria, 2000), en particulier dans les espaces en marges des zones bioclimatiques particulièrement sensibles aux variabilités climatiques (Thomson et *al.*, 2004 ; Thiam et *al.*, 2008). Ainsi au Sénégal, zone sahélienne de transition entre le désert du Sahara au nord et les forêts soudaniennes au sud, les changements de répartition de plusieurs espèces de rongeurs seraient imputables, au moins en partie, aux modifications climatiques caractérisées par le déplacement des isohyètes vers le sud (Thiam et *al.*, 2008).

La mise en relation des lieux par les échanges et les mobilités ainsi que les variabilités climatiques favorisent donc l'introduction, la diffusion et la propagation des couples réservoirs-pathogènes dans des espaces jusque là indemnes. Par ailleurs, l'évolution des

paysages à l'échelle locale contribue à accroître la mise en contact des différents maillons de la chaine pathogène (Hulme, 2009). En effet, les modifications des écosystèmes conditionnent grandement la mise en contact des réservoirs d'anthropozoonoses avec l'homme (Lambin et *al.*, 2010). En particulier l'évolution de l'occupation du sol (exploitation agricole, déforestation, développement urbain, etc.) contribue à créer des conditions propices à l'installation et au développement des populations réservoirs à proximité de l'être humain. Par exemple, l'urbanisation favorise l'établissement d'espèces commensales en offrant des ressources alimentaires pérennes et abondantes, ainsi qu'un abri contre les prédateurs et les aléas climatiques (Mc Kinney, 2006). Elle facilite alors l'exposition de l'homme aux couples réservoirs-pathogènes et la mise en place d'un cycle zoonotique domestique. L'émergence de la fièvre de Lassa en Afrique serait ainsi encouragée par la croissance urbaine, elle-même propice au développement des populations de rongeurs-réservoir au sein des établissements anthropiques (Morse, 1997).

Les modifications des écosystèmes peuvent également contribuer à la mise en contact de l'homme avec le cycle zoonotique sauvage. En Amérique du Sud, la déforestation a par exemple conduit au développement rapide de la maladie de Chagas. Le cycle sauvage de cette pathologie vectorielle parasitaire se manifeste au sein de la forêt équatoriale, dont le défrichement accéléré dans les années 1970 et l'installation de population humaine dans ces mêmes zones a entraîné le passage à l'homme et la mise en place d'un cycle domestique (Louria, 2000).

Les différents exemples cités illustrent à quel point le caractère naïf des espaces au regard d'un agent pathogène demeure précaire face aux dynamiques socio-environnementales qui s'y déploient. Dans ce contexte, le risque d'émergence d'anthropozoonoses s'impose alors comme un enjeu actuel d'autant plus important que les moyens de lutte sont limités.

#### *I.1.3.2 …et des moyens de lutte limités qui appellent à une démarche préventive spatialement ciblée*

Le risque d'anthropozoonoses soulève des préoccupations à l'égard des conséquences sanitaires et économiques qu'elles peuvent avoir, en particulier dans le contexte déjà fragile des pays en développement. En effet, les infrastructures de santé publique y semblent peu adaptées à faire face à ce risque (Gubler, 2002). Les enjeux sont multiples à la fois du point de vue humain et économique : morbidité voire mortalité, réduction du nombre d'actifs, soins et moyens de prévention ou de lutte onéreux et à l'efficacité parfois limitée, etc.

Parmi les moyens préventifs la vaccination constitue le principal moyen de défense contre les maladies infectieuses. Pourtant, ce procédé n'existe pas toujours y compris pour des

pathologies majeures ou à forte létalité (dengue, Ebola, etc.), et lorsqu'il est disponible il nécessite une couverture complète et soutenue dans le temps pour laquelle les moyens humains et matériels sont restreints (Saluzzo et *al.*, 2004). De plus, si la vaccination de l'homme permet une immunisation personnelle du sujet, elle ne peut conduire à l'éradication de l'agent infectieux zoonotique dont le maintien se fait au sein de la population-réservoir d'animaux vertébrés ou des vecteurs en cas de transmission transovarienne (Begon, 2003). La vaccination des animaux-réservoir apparaît alors comme une solution possible, bien qu'elle soit en pratique difficilement concevable notamment en raison de la multiplicité des espèces-réservoir ou de la présence de réservoirs sauvages (Rodhain, 1998). Face à ce constat la suppression du réservoir ou des vecteurs s'avère une autre option de lutte contre les anthropozoonoses à transmission vectorielle (Belmain et *al.*, 2003), dont la principale restriction est son coût (achat de produits ou pièges, difficultés d'acheminement, etc.) ou encore l'apparition de phénomènes de résistance suite à l'utilisation récurrente de prophylaxie chimique.

L'incapacité à bloquer la circulation du virus par l'immunisation ou la lutte contre le réservoir conduit à développer la surveillance et la détection précoce des foyers épidémiques comme un élément de réponse face au risque d'émergence. Elle répond au besoin de disposer de moyens d'alerte anticipés afin d'agir le plus rapidement possible pour éviter une situation épidémique non contrôlée (Morse, 1997). Pourtant, la mise en place d'un tel système de surveillance suppose de disposer des moyens institutionnels, humains, et financiers nécessaires à son bon fonctionnement. En d'autres termes, la surveillance implique une observation de terrain, des prélèvements biologiques réguliers, leur acheminement et leur analyse, etc., le tout dans des lieux parfois isolés et difficiles d'accès, imposant un coût important. Déjà la faiblesse du système de soins dans beaucoup de pays en développement laisse entrevoir l'ampleur de la tâche quant à la mise en place de réseaux de surveillance et d'alerte continus (Louria, 2000).

Les moyens de lutte médicaux et biomédicaux contre les anthropozoonoses sont donc limités par leur efficacité et leur coût. La limitation du contact entre l'homme et le réservoir porteur du virus est souvent le seul moyen envisageable pour minimiser le risque en l'absence d'immunisation efficiente ou d'éradication possible du réservoir ou du pathogène. De plus, les limites des espaces à risque et les flux de dispersion demeurent souvent imprécis, rendant de fait difficile l'élaboration de stratégies de lutte et de prévention (Handschumacher, 2011). Face à ces constats, il est alors nécessaire de faire appel à des moyens de lutte et de vigilance ciblés dans l'espace et dans le temps, qui intègrent l'ensemble des maillons de la chaîne épidémiologique en amont même de l'infection. Autrement dit, il s'agit de passer d'une compréhension du risque d'émergence à une compréhension de l'émergence d'espaces à risque.

### I.1.4 Du risque d'émergence à l'émergence d'espaces à risque

Plus que l'identification des multiples facteurs à l'origine du risque, la compréhension des processus sous-jacents à l'émergence d'espaces inégalement vulnérables face au risque semble primordiale. Or, l'espace du risque apparaît lui aussi complexe puisqu'il dépend non seulement de la distribution dans l'espace mais également des conditions de contact des hôtes, vecteurs et agents infectieux. De l'aire de présence du couple réservoir-pathogène aux modalités de passage à l'homme, le risque peut être appréhendé en tant que système socio-spatial multiscalaire révélateur des constructions territoriales ainsi que des pratiques et des modes de gestion de l'espace par les sociétés (Hervouët et *al.*, 2004).

#### *I.1.4.1 De l'introduction d'hôtes-réservoir aux mailles élémentaires du phénomène pathogène*

La notion d'émergence recouvre plusieurs réalités[1], dans ce travail nous la considérons comme faisant explicitement référence au cas d'une pathologie ou d'une infection qui se manifeste au sein d'une nouvelle aire géographique ou d'un nouvel environnement jusque là indemne (Saluzzo et *al.*, 2004 ; Louria, 2000). L'apparition nouvelle d'un agent pathogène dans un espace jusque là non atteint est le résultat de son introduction par diffusion ou propagation[2]. Or, les préoccupations face au risque d'émergence d'anthropozoonoses sont directement soulevées par l'introduction de couples réservoir-pathogène au sein d'un espace naïf, dans un contexte global de mutations des milieux et des sociétés. En effet, l'extension de l'aire de répartition de l'hôte-réservoir sous-tend la contamination de nouveaux espaces et la dynamique spatiale et temporelle de la maladie puisque celui-ci assure le maintien et le transport de l'agent pathogène. Dès lors, l'émergence du risque d'anthropozoonoses se réfère en premier lieu à la diffusion et à la propagation de l'espèce-réservoir porteuse du virus.

La théorie de la diffusion géographique offre un cadre pour la compréhension des dynamiques spatio-temporelles. Elle fournit une interprétation des structures et des processus spatiaux à travers l'analyse de l'évolution, dans le temps et dans l'espace, d'un phénomène mettant en jeu des déplacements. Dans son des phénomènes de diffusion, Hägerstrand (1967) met en évidence des régularités dans les processus à l'œuvre. Il considère l'espace géographique comme un système formé de multiples éléments interreliés parmi lesquels se trouvent des centres émetteurs, des centres récepteurs, et des canaux de diffusion et de propagation assurant leur liaison. Au sein de ce système, deux éléments majeurs conditionnent la

[1] L'émergence peut recouvrir une nouvelle maladie au sens strict, c'est-à-dire l'apparition originale de symptômes associés à une étiologie. Elle peut aussi traduire une description étiologique nouvelle pour une affection déjà connue. Enfin, dans le cas d'une affection réapparaissant dans une zone où elle est supposée être éradiquée, il est possible de parler de ré-émergence.

[2] La présence d'un agent pathogène au sein d'un espace où il n'avait jamais été identifié auparavant pourrait aussi être le résultat de son développement au sein même de cet espace, par exemple selon des processus évolutifs.

dynamique spatiale et temporelle du phénomène : la distance, qui implique des effets de voisinage, et la hiérarchie des lieux, imposant des niveaux. Deux grandes formes de processus peuvent alors être distinguées : la diffusion exprime une dissémination de proche en proche, tandis que la propagation traduit une dispersion disjointe entre deux ou plusieurs lieux. (Haggett, 2000)

Cette approche des phénomènes de diffusion a été largement sollicitée pour l'étude et la représentation de la dynamique spatiale et temporelle des maladies infectieuses, généralement sans transmission vectorielle. Or, dans le cas des anthropozoonoses il ne s'agit pas seulement de décrire un phénomène de contagion entre individus infectés et individus naïfs, mais de prendre en compte l'ensemble des dynamiques depuis l'introduction des espèces-réservoir jusqu'au passage du pathogène à l'homme. Le rôle des points nodaux, les « hubs » de transport, et des réseaux de circulation dans la dissémination des couples réservoir-pathogène a déjà été évoqué précédemment (partie I.1.2.1). Dans le cas particulier où l'espèce-réservoir est un animal vertébré commensal au mode de déplacement terrestre, par exemple un rongeur, ce dernier est souvent dépendant de l'homme pour se déplacer. Les réseaux de transports et les circulations anthropiques locales constituent alors les principaux moyens de déplacement, et l'organisation de l'espace, la distance entre les lieux, le types de relations qu'ils entretiennent conditionnent donc grandement la dissémination du couple réservoir-pathogène.

Cependant, les processus de diffusion et de propagation ne permettent pas d'expliquer de manière satisfaisante l'émergence du risque et ses processus sous-jacents. En effet, si le modèle de diffusion décrit par Hägerstrand aboutit à une homogénéisation de l'espace au regard du phénomène considéré, la réalité témoigne de situations infectieuses beaucoup plus complexes et nuancées. Il existe en fait des disparités spatiales dans la manifestation d'une maladie et des niveaux d'infection au sein même de l'aire d'extension des couples réservoir-pathogène. Par conséquent, la présence de l'agent infectieux n'induit pas forcément l'expression de la maladie ou de l'infection. En effet, le couple réservoir-pathogène ne peut suffire à assurer la transmission qui nécessite un vecteur. A l'inverse, la présence seule du vecteur exclue tout risque de contamination en l'absence de l'agent pathogène. Un tel constat conduit à formuler une distinction entre l'aire potentielle et l'aire fonctionnelle ou aire d'expression du phénomène pathogène (Handschumacher et Hervouët, 2004).

L'aire potentielle regroupe les conditions bioécologiques favorables au vecteur. Dès lors que l'agent pathogène y est introduit suite à sa diffusion ou sa propagation, le risque de transmission peut se manifester mais c'est au sein de l'aire d'expression ou aire fonctionnelle de la maladie que le risque de contamination apparaît. Cette dernière, généralement incluse au sein de l'aire potentielle, regroupe l'ensemble des maillons de la chaîne épidémiologique (hôte-réservoir, agent pathogène, vecteur, hôte incident) au sein d'un espace partagé. Cet espace est le résultat d'une combinaison particulière de facteurs de risque propices à la

transmission d'une maladie donnée. De plus au sein même de cet espace partagé, l'exposition et le contact entre réservoir-pathogène, vecteur, et homme est variable. Aussi, il est possible de distinguer des emboîtements de mailles élémentaires qui expriment une hiérarchisation de l'expression de la maladie (Hervouët et *al.*, 2004).

Le risque d'émergence anthropozoonoses est donc bien plus que la simple diffusion et propagation d'espèces-réservoir selon des réseaux de transports structurant l'espace. Il se manifeste au contraire à différents niveaux spatiaux en se référant d'une part au risque de diffusion et de propagation du couple réservoir-pathogène qui définit des espaces colonisés, d'autre part au risque de transmission à l'homme caractérisant les espaces partagés par les différents maillons. De sa potentialité à sa fonctionnalité, le risque est donc modulé en fonction des interactions de multiples facteurs qui, à différentes échelles, conditionnent la diffusion, la propagation et l'exposition dans l'espace des différents maillons de la chaîne épidémiologique.

#### *I.1.4.2 L'espace du risque en tant que construction socio-spatiale*

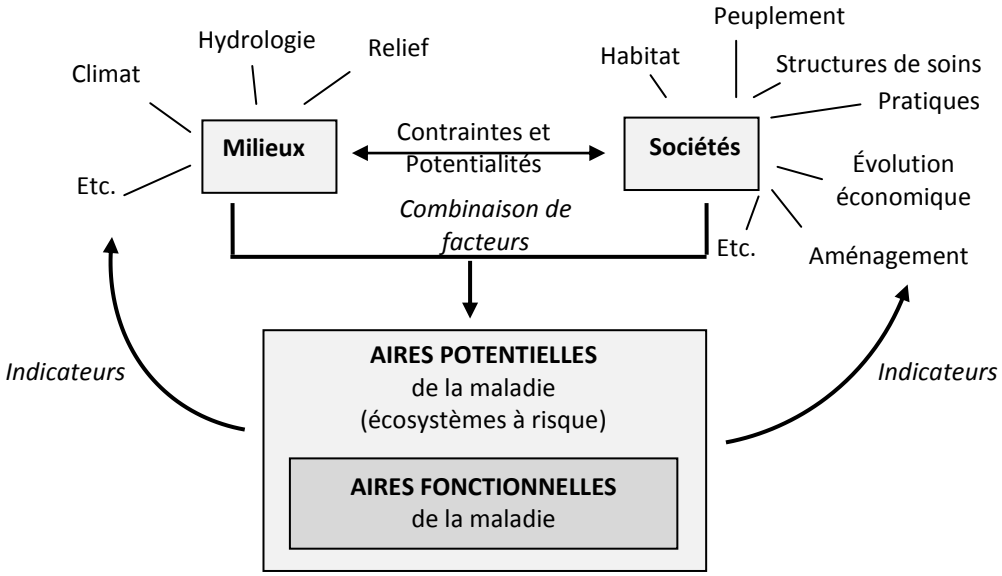
La nécessaire distinction entre aire potentielle et aire fonctionnelle témoigne de la complexité du risque, en particulier dans sa dimension spatiale. Aucun déterminisme ne permet la définition des espaces à risque, ainsi le « complexe pathogène » de Max Sorre qui voit dans l'aire pathogène les seules conditions bioécologiques dictées par le milieu, tout comme sa révision en « système pathogène » par Picheral (1982), ne suffit pas à expliquer les disparités socio-spatiales des maladies. A l'inverse, l'espace n'est en aucun cas un simple support inerte sur lequel le risque ferait irruption comme une fatalité. De la même manière que les individus sont inégaux face à la contraction d'un agent infectieux, les espaces sont différenciés au regard du risque pathogène. En résumé, comme le souligne Hervouët et *al.* (2004) « le risque n'est pas inéluctable, les lieux ne sont pas neutres pas plus que les espaces ne sont indifférents aux phénomènes pathologiques qui s'y développent ». En effet, l'espace n'est pas seulement support de la dynamique spatio-temporelle du risque mais également produit et enjeu des rapports sociaux (Salem, 1998). Dans sa dimension spatiale, le risque d'émergence d'anthropozoonoses est donc avant tout une construction issue des processus sociaux-spatiaux liés aux pratiques aménagistes et aux pratiques de l'espace par les sociétés.

Le risque d'émergence d'anthropozoonoses a pour point d'ancrage l'introduction et la dissémination de couples réservoirs-pathogènes pour lesquelles l'homme joue un rôle majeur. Transports et circulation anthropiques, modifications des écosystèmes, etc. sont effectivement à l'origine de l'aire d'extension des espèces-réservoir (partie I.1.2.1). En ce sens, Saluzzo et *al.* (2004, p. 11) affirment à juste titre que « l'émergence d'agents infectieux (…) découle des modifications apportées par l'homme à l'écosystème ». Les exemples sont d'ailleurs nombreux

où l'homme, en aménageant son « environnement », a contribué à créer des conditions écologiques propices à l'installation de vecteurs ou réservoirs au sein de nouvelles aires potentielles ainsi constituées. Par exemple à Richard-Toll, dans la vallée du fleuve Sénégal, l'aménagement de barrages dans les années 1980 a conduit à l'apparition de conditions hydrologiques propices à la présence pérenne d'un mollusque qui joue le rôle d'hôte intermédiaire dans le cycle épidémiologique de la bilharziose intestinale, et dont la survie était impossible dans le contexte écologique antérieur (Handschumacher, 2011).

Pourtant, si les espaces partagés dépendent avant tout des conditions bioécologiques des vecteurs, des espèces-réservoir, et des agents pathogènes, la manifestation de l'infection est nuancée en fonction des opportunités et des fréquences de contact entre ces différents maillons. Par conséquent, les pratiques spatiales des sociétés modulent grandement le risque de transmission. Par exemple, en Côte d'Ivoire la manifestation de la maladie du sommeil transmise par une mouche vectrice dépend de la fréquence et de l'intensité des contacts avec l'homme. Dans ce contexte un ensemble de caractéristiques sociales et spatiales, dominé par la plus ou moins grande importance des liens sociaux, régit l'intensité des mobilités au sein de l'aire de présence des vecteurs. Ceci explique alors les disparités socio-spatiales de la contamination des hommes opposant aux espaces socialement fermés à moindre risque des espaces socialement ouverts aux densités apparentes élevées et aux contacts homme-vecteur accrus (Hervouët et *al.*, 2004).

En résumé, le milieu et la société imposent un système de contraintes et de potentialités que l'homme entretien, modifie ou génère (Handschumacher et Hervouët, 2004) jusqu'à former des espaces différenciés au regard des conditions de diffusion et de transmission du phénomène pathogène. Par leurs modes de gestion et leurs pratiques spatiales, les sociétés contribuent ainsi directement au façonnement des aires potentielles et des mailles élémentaires de fonctionnement du phénomène infectieux. Plus qu'un risque d'émergence qui serait le résultat d'une somme de facteurs de risque environnementaux localisés, il est alors possible de considérer l'émergence d'espaces à risque en tant que construction socio-spatiale révélatrice des modes de gestion, d'aménagement, de pratique de l'espace des sociétés. (Fig. 2)




*D'après Handschumacher et al., 2003*

**Figure 2 De l'aire potentielle à l'aire fonctionnelle, des espaces du risque construits par les sociétés**

Par exemple, l'onchocercose est une maladie vectorielle cumulative causée par un parasite dont la transmission à l'homme est assurée par une piqûre de moucheron. Alors que les premières conclusions voyaient dans la proximité aux gîtes l'explication des différents degrés de manifestation de cette maladie, les travaux de géographes ont montré au contraire que le niveau de contamination est le reflet des pratiques environnementales induisant des contacts homme/vecteurs différenciés. Ainsi, les grands villages densément peuplés, aux liens sociaux forts et pratiquant une agriculture communautaire, connaissent une moindre exposition au vecteur et donc un risque de contamination plus faible. Dans cet exemple, le niveau de contamination traduit alors l'adéquation des modes de gestion de l'espace par les sociétés face aux potentiels épidémiques de ce dernier (Handschumacher et Hervouët, 2004).

L'homme en tant qu'être social et aménageur est donc capable d'agir sur son espace jusqu'à influencer les dynamiques spatio-temporelles des infections. En considérant non plus le risque mais les espaces du risque, il est alors possible de s'intéresser aux processus sous-jacents sociaux, culturels, environnementaux, politiques, etc. qui participent à et de l'émergence et la différenciation d'espaces à risque, ainsi qu'à leurs dynamiques. Une telle compréhension du risque permettrait alors de contribuer aux actions de santé publique en anticipant la vulnérabilité des espaces face à la pénétration du risque, en ciblant et hiérarchisant les espaces prioritaires, et en autorisant un aménagement sanitaire de l'espace en amont même du risque (Handschumacher, 2011).

## I.2 Justification des modèles retenus

La question de l'émergence des anthropozoonoses concerne toutes les zones bioclimatiques et toutes les sociétés de l'échelle mondiale à l'échelle locale. Cependant, elle s'inscrit de manière particulièrement prégnante en zones rurales d'Afrique de l'Ouest dont les évolutions récentes, la diversité des virus en circulation, et le faible niveau de développement conduisent à s'interroger sur le risque d'anthropozoonoses. C'est dans ce contexte que se positionne le modèle choisi, celui des arboviroses liées au rat noir au Sénégal oriental.

### I.2.1. Les arboviroses liées aux rongeurs

Dans les années 1950, des réseaux de surveillance internationaux sont mis en place afin de recenser et identifier les virus transmis par les insectes et ceux abrités par des animaux hôtes-réservoir. En particulier, les virus transmis par des arthropodes ont fait l'objet de nombreuses investigations (Saluzzo et *al*., 2004). Parmi leurs hôtes, les rongeurs occupent une place prépondérante et, de part leur répartition étendue et leur proximité à l'homme, s'imposent comme des modèles pour l'étude de l'émergence d'anthropozoonoses.

#### *I.2.1.1 Le rat noir, un réservoir privilégié d'anthropozoonoses*

Près de la moitié des espèces de mammifères dans le monde sont des rongeurs. Ces derniers se répartissent dans tous types d'habitat et pour un certain nombre d'entre eux sont commensaux de l'homme. Leur capacité de reproduction leur assure un potentiel invasif important, offrant ainsi la possibilité aux rongeurs de coloniser de nouveaux milieux, de s'y installer et s'y développer en grand nombre de manière rapide et pérenne (Granjon et Duplantier, 2010). Si les rongeurs soulèvent des préoccupations sanitaires c'est avant tout parce qu'ils jouent le rôle de réservoir en assurant le maintien de nombreux pathogènes transmissibles à l'homme (Gratz, 1997) notamment d'arbovirus (Gubler, 2002). Ils sont entre autres impliqués ou soupçonnés d'intervenir pour plusieurs pathologies majeures comme la fièvre de la Vallée du Rift (Diop et *al.*, 2000) ou encore la fièvre de Lassa (Lecompte et *al.*, 2008).

Parmi les rongeurs le rat noir, *Rattus rattus*, constitue un modèle de choix en raison de sa répartition mondiale et de sa proximité avec l'homme (Aplin et *al.*, 2003). Au Sénégal, ce rongeur arboricole originaire d'Asie y est exclusivement commensal et se retrouve donc dans les villes et les villages au sein des établissements humains (Granjon et Duplantier, 2010). Situé en marge de son aire de répartition, *Rattus rattus* est particulièrement sensible aux variabilités climatiques. Plus encore, il est largement dépendant de l'homme dans ses déplacements. En effet, en l'absence de conditions naturelles propices à sa survie ou face la

présence d'obstacles à sa dissémination, liées par exemple aux fragmentations des écosystèmes, le rat noir nécessite un transport que seul l'homme peut offrir. Sa diffusion et sa propagation est donc largement tributaire des réseaux de transports et des flux de circulations anthropiques qui sont d'ailleurs à l'origine de son introduction et de l'extension de son aire de répartition au Sénégal.

#### *I.2.1.2 Les arbovirus, des agents pathogènes à surveiller*

Les arbovirus sont des types de virus de différentes familles rassemblés sous ce même nom selon le mode de transmission qu'ils partagent. Cette dernière est assurée entre espèces d'hôtes vertébrés par des arthropodes hématophages (moustique, phlébotome, tique, puce, etc.). L'arbovirus se multiplie d'abord dans les tissus de l'arthropode vecteur, puis connaît une période d'incubation extrinsèque dans ses glandes salivaires suite à laquelle il est transmis par piqûre à l'hôte vertébré. Une fois inoculé à ce dernier, il s'y multiplie et provoque une virémie, c'est-à-dire une contamination du sang par le virus. La prise d'un repas sanguin sur un hôte vertébré ainsi infesté contamine alors l'arthropode vecteur et boucle le cycle épidémiologique. Si la circulation d'un arbovirus est maintenue au sein d'une ou plusieurs populations d'espèces-réservoir vertébrées, elle peut également l'être dans la population d'arthropodes en cas de transmission transovarienne (WHO, 1985).

Les arboviroses présentent ainsi une grande complexité épidémiologique puisque plusieurs espèces vertébrées et plusieurs vecteurs, nouant différents types de relations, peuvent être impliqués. Ceci les rend d'ailleurs particulièrement sensibles aux modifications environnementales. Pour être considéré comme réservoir d'arbovirus, une espèce vertébrée doit répondre à plusieurs critères, elle doit notamment présenter une population abondante capable de développer une virémie marquée et entretenant des contacts étroits avec les vecteurs. Par conséquent, les espèces commensales jouent souvent des rôles d'amplificateurs plus que de véritables réservoirs d'arbovirus (Rodhain, 1998).

Le Catalogue International des Arbovirus regroupe 534 virus dont 134 sont connus pour leur capacité à affecter la santé humaine (Gubler, 2002). Certain d'entre eux sont à l'origine de pathologies majeures et d'importantes épidémies affectant l'homme (fièvre jaune, dengue, virus West Nile, fièvre de la Vallée du Rift, etc.). Cependant, la majorité des arboviroses sont des anthropozoonoses pour lesquelles l'homme n'est qu'un hôte incident accidentellement atteint qui ne développe pas de virémie importante et ne participe donc pas au cycle de transmission. La plupart des arbovirus ne sont d'ailleurs pas pathogènes pour l'homme ou provoquent des symptômes morbides mineurs (accès fébriles, douleurs articulaires, éruptions cutanées, etc.) sans conséquences vitales. Malgré tout, il demeure difficile d'établir le poids réel des arbovirus en termes de santé publique. En effet, en l'absence d'isolement du virus les

symptômes qu'ils provoquent (fièvre, douleurs, etc.) peuvent s'apparenter à de nombreuses autres maladies, notamment à des pathologies endémiques majeures, comme le paludisme, qui sont alors généralement invoquées (WHO, 1982).

Les arbovirus sont répartis mondialement mais se retrouvent particulièrement en zone tropicale où les conditions climatiques favorisent une transmission pérenne tout au long de l'année par les arthropodes à sang froid. Cependant, ces dernières décennies les arboviroses ont connu une expansion géographique importante ainsi que des épidémies plus fréquentes et plus intenses (Gubler, 2002). De plus, de nouveaux arbovirus sont régulièrement isolés (Krauss et *al.*, 2003). Au final la diversité des arbovirus, leur fort potentiel évolutif et la présence d'espèces potentiellement réservoirs proches de l'homme, conduit à considérer les arbovirus comme un réel enjeu sanitaire (Saluzzo et *al.*, 2004).

Les rongeurs constituent des réservoirs importants d'arbovirus (Gubler, 2002 ; Rodhain, 1998). En Afrique de l'Ouest entre 1965 et 2000, 9 arbovirus différents ont ainsi été isolés sur 12 espèces de rongeurs (Ba, 2002). Les cycles épidémiologiques ne sont pas toujours bien connus, les rongeurs pourraient être soit des réservoirs, soit des hôtes incidents amplificateurs, mais ils agissent dans tous les cas en tant que disséminateurs des virus. Leur implication a été démontrée pour plusieurs arbovirus transmis par des tiques (TBE, Omsk, Pow) ou par des phlébotomes comme le virus Saboya. Ils sont également soupçonnés de jouer un rôle pour des arboviroses majeures comme la Fièvre Hémorragique de Crimée-Congo (FHCC), le virus West Nile ou encore la dengue.

En Afrique, deux arbovirus ont été isolés sur *Rattus rattus* : Babanki et Gabek Forest. Le virus **Babanki** a été isolé sur cette espèce de rongeur à Madagascar. Les moustiques de différents genres (*Culex, Aedes, Anopheles,* etc.) en sont les principaux vecteurs, mais le virus a également été trouvé sur des tiques. Enfin, isolé chez l'homme, Babanki provoque plusieurs symptômes (fièvre, douleurs articulaires, éruption cutanée). Le virus **Gabek Forest** est un *Phlébovirus* isolé pour la première fois au Sénégal en 1967. Il a été trouvé chez plusieurs espèces de rongeurs (*Rattus rattus, Mus musculus, Mastomys natalensis,* etc.) et ses vecteurs sont des phlébotomes, petits insectes hématophages. Chez l'homme aucune propriété pathogène n'est connue à ce jour (Adam et Digoutte, 2005). A ces deux virus déjà isolés sur *R. rattus* peuvent être ajouté d'autres virus atteignant l'homme et pour lesquels les rongeurs en général sont des hôtes potentiels. C'est le cas du virus **West-Nile** et sa variante **Koutango,** arbovirose endémique dans de nombreuses zones tropicales d'Afrique. Si le réservoir principal du virus est formé par les oiseaux, ce dernier a également été isolé chez des mammifères dont plusieurs espèces de rongeurs (*M. erythroleucu*s, *M. sp, A. niloticus*, etc.). Les vecteurs principaux sont des moustiques, mais le virus peut également être transmis par des tiques. Chez l'homme, il provoque plusieurs symptômes (fièvre, céphalées, rash, etc.) et,

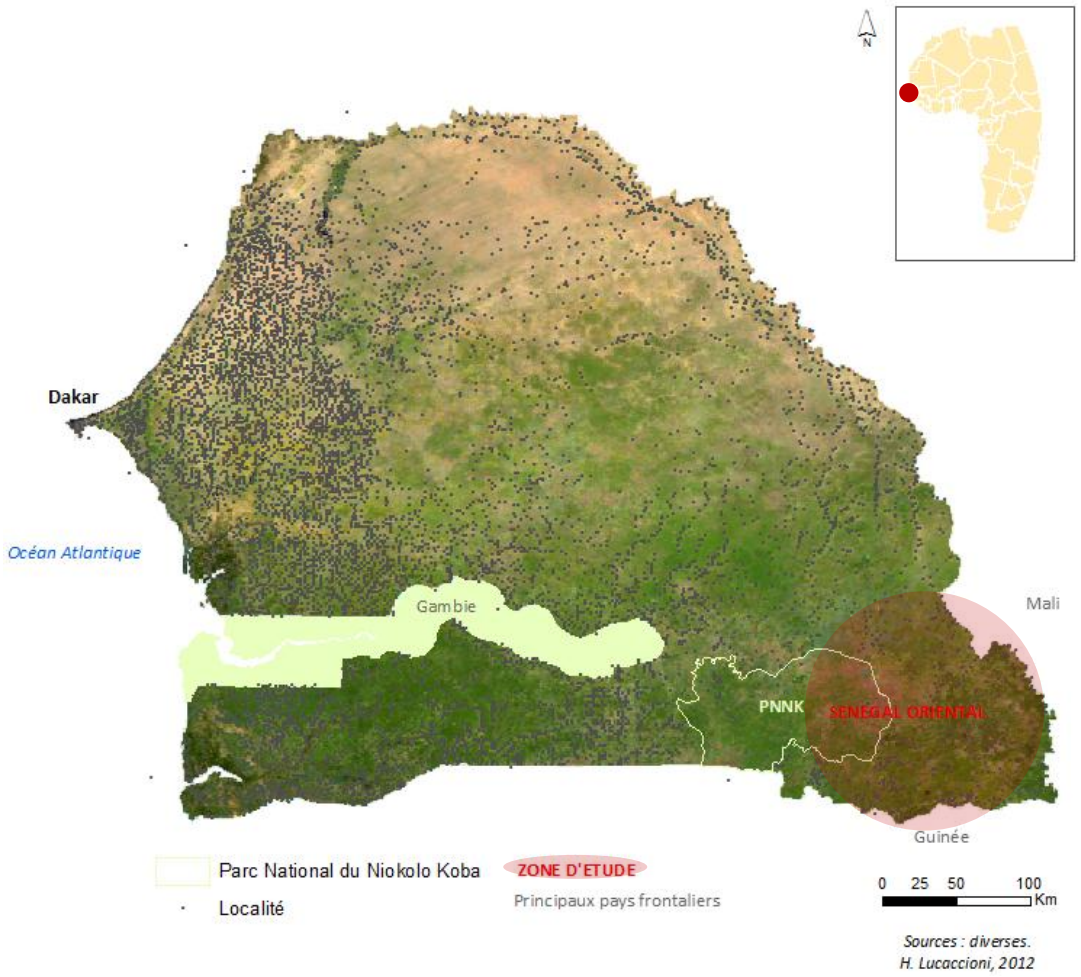
dans certains cas minoritaires, peut aller jusqu'à la mort. (Voir Annexe 1 pour les principales caractéristiques des modèles virologiques)

### I.2.2 Le Sénégal oriental, entre périphérie et carrefour

Le Sénégal, plus précisément l'extrême sud-est du pays, a connu et connaît des mutations importantes favorisant son envahissement par le rat noir. Au niveau national, le Sénégal est formé de deux grands ensembles régionaux aux contrastes démographiques, urbains, économiques, et de développement marqués. A l'hypercentralisation Dakaroise, et plus généralement celle du centre ouest et de la façade littorale du pays, s'opposent des régions périphériques peu peuplées et moins développées (Van Chi Bonnardel, 1978). C'est à l'extrême sud-est du territoire que se situe notre zone d'étude, le Sénégal oriental, qui correspond à la région administrative de Kédougou et à ses marges. (Carte 1 et annexe 2 du découpage administratif)

#### *I.2.2.1 Un territoire construit sur des paradoxes*

Selon le point de vue adopté le Sénégal oriental relève soit d'une position de carrefour transfrontalier, soit d'un espace marginal par rapport au territoire national (Ninot, 2003). C'est précisément sur ce paradoxe mouvant que s'est façonné cet espace régional. Le Sénégal oriental occupe une position privilégiée de carrefour au niveau supranational en partageant ses frontières avec le Mali à l'est, la Guinée au sud, et la Gambie à l'ouest. Intégré en partie à la région aurifère du Bambouk, pôle structurant du commerce transsaharien avant le X$^{ème}$ siècle, le Sénégal oriental se positionne très tôt en espace carrefour entre le Maghreb et l'Afrique noire (Mbodj, 2009). Jusqu'au milieu du XIX$^{ème}$ siècle, il forme un espace de convergence et de passage du commerce continental méridien reliant le Sahel aux forêts soudanienne (Van Chi Bonnardel, 1978). Pourtant, dès la cristallisation des frontières nationales le Sénégal oriental occupe une place périphérique du fait de son éloignement géographique à la capitale, ainsi qu'à un ensemble de facteurs historiques relatifs à l'adoption du modèle de développement arachidier ayant conforté sa mise en périphérie (Ninot, 2003 ; Magrin et Ninot, 2005).




**Carte 1 Localisation de la zone d'étude au sein du Sénégal**

Aujourd'hui, le Sénégal oriental constitue un espace rural très peu peuplé. En 2008, la région de Kédougou possède les plus faibles densité de population du pays avec seulement 7,2 hab./km² (ANSD, 2008). L'urbanisation y est également très faible, moins de 17 % en 1997, et le chef lieu de région qu'est Kédougou constitue l'unique réel pôle urbain de la région avec 17 557 habitants estimés en 2008 (ANSD, 2008). De plus, le Sénégal oriental est caractérisé par une grande pauvreté, un faible dynamisme économique et un sous-équipement affectant tous les domaines (santé, éducation, réseaux de communications, etc.) qui confirme un schéma récurrent associant position périphérique et mal développement (Aidara, 2010 ; Ninot, 2003).

Cette situation contraste cependant avec des ressources riches offrant un fort potentiel de développement du point de vue agricole, touristique ou encore minier. L'extrême sud-est sénégalais regroupe en effet d'importants gisements d'or, de marbre, de fer, de diamant, etc. qui ne sont que partiellement exploités. La région assure aussi le rôle de conservatoire des grands espaces naturels. Dans ce domaine, le Parc National du Niokolo Koba (PNNK) créé en 1954 a pour vocation d'assurer la préservation de la grande faune soudanienne et constitue un intérêt touristique majeur de cette région aux terroirs ethniques marqués (Benoit, 1993).

Malgré ces richesses, le Sénégal oriental demeure pourtant peu intégré à l'économie nationale. En 2006 l'ancienne région de Tambacounda participe alors à moins de 3% du PIB du pays (Greig, 2009).

Bien qu'occupant une position carrefour historique, le Sénégal oriental demeure donc aujourd'hui un espace en marge du territoire national, dont l'enclavement géographique, structurel, économique (Sakho, 2005) participe à un faible niveau de développement. Cette mise en périphérie résulte avant tout de ce que Ninot (2003) définit comme un « processus historique de retournement du territoire ». L'histoire du Sénégal oriental permet alors d'apporter un éclairage sur les spécificités de cet espace et de ses dynamiques.

Au X$^{ème}$ siècle, l'espace régional du Sénégal oriental est occupé par plusieurs principautés (Boundou, Tenda, Bélédougou, Dantilia, etc.). Très tôt, il constitue un espace d'accueil pour les migrants issus des empires en déclin du Ghana et du Mali. Zone tampon entre de grands royaumes, le Gabou au nord et le Fouta Djalon au sud, le Sénégal oriental connaît dès le XVII$^{ème}$ siècle des guerres récurrentes motivées par l'islamisation des populations ou encore les conquêtes du pouvoir et d'expansion territoriale de ces grandes puissances. Pendant près de trois siècles, l'espace régional est ainsi marqué par une instabilité chronique. Les sociétés libertaires refusant la domination des grandes puissances étatiques trouvent alors refuge dans les savanes peu peuplées, offrant des conditions de survie et de perpétuation d'une idéologie égalitaire basée sur le libre accès aux ressources. (Benoit, 1988)

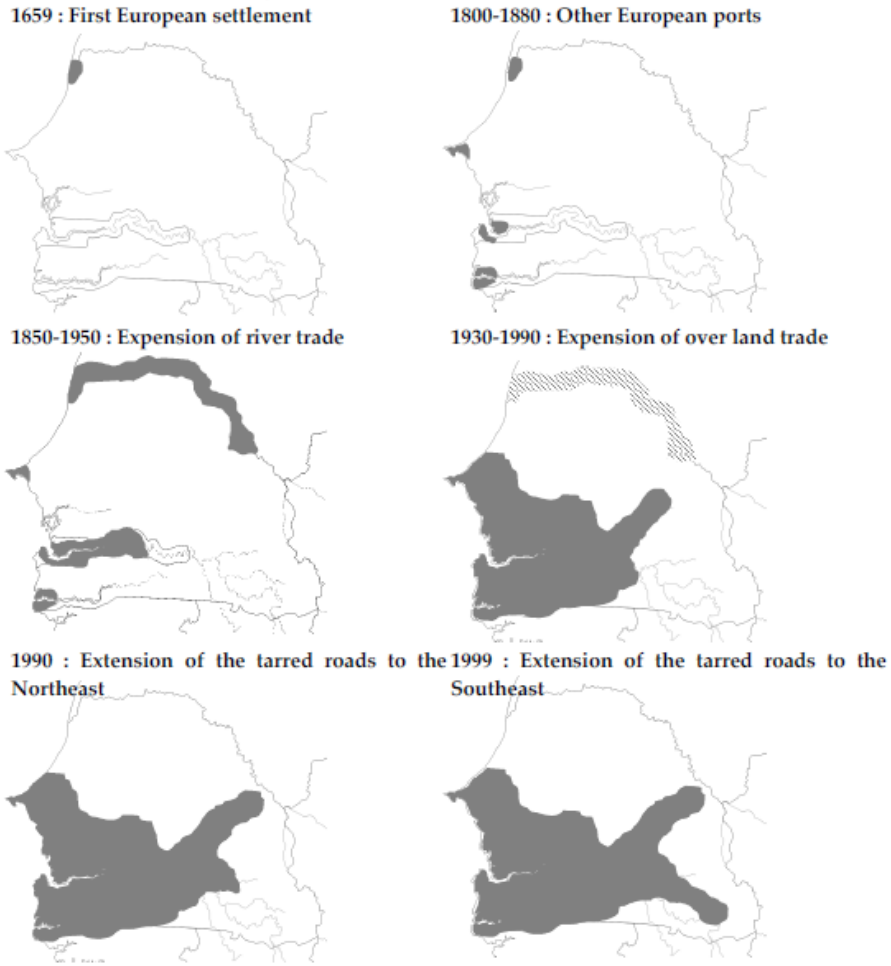
La conquête coloniale de la seconde moitié du XIX$^{ème}$ siècle marque la disparition des grands royaumes par l'annexion et la mise sous protectorat des provinces, et la pacification de l'espace régional cependant toute relative dans un contexte de colonisation. L'organisation administrative du territoire reste pourtant incertaine jusqu'à la création du cercle de Haute Gambie en 1904. Cependant, les frontières externes et internes connaîtront encore de nombreuses modifications jusqu'à l'établissement plus ou moins arbitraire des limites nationales à l'indépendance, en 1960.

Le modèle de développement colonial basé sur le commerce arachidier précipite la mise en périphérie du Sénégal oriental alors placé en « réserve d'espace » (Magrin et Ninot, 2005). Aujourd'hui encore le déséquilibre du territoire national, dominé par le centre-ouest, illustre l'héritage du système arachidier. Les premières tentatives de désenclavement du Sénégal oriental se manifestent tardivement. Ainsi, la liaison routière entre Dakar et Tambacounda se fait lors du 5$^{ème}$ plan routier, et il faut attendre 1996 pour voir l'ouverture de la route goudronnée reliant Kédougou à Tambacounda. En 2008, Kédougou accède au statut de région. Ses dynamiques territoriales récentes (développement de l'activité minière extractive, croissance urbaine rapide, développement des marchés ruraux, etc.) témoignent d'un espace

en pleine mutation confirmant ainsi l'existence d'un processus de « complexification du territoire » (Ninot, 2003) prenant place dans les sillons historiques du Sénégal oriental.

### *I.2.2.2 Un espace en cours de colonisation par le rat noir*

Le Sénégal oriental est un espace en voie de colonisation par le rat noir. Originaire d'Asie, *Rattus rattus* a connu en quelques siècles une dissémination mondiale dont l'homme s'est fait le principal vecteur, à travers le développement d'escales et de routes commerciales (Aplin et *al.*, 2003). Au Sénégal, le rat noir constitue aujourd'hui une des plus importantes espèces de rongeurs non natifs. Les données anciennes sur sa présence, les prospections régulières menées depuis la fin des années 1980, les récentes analyses génétiques des populations de rongeurs (Konecny, 2009), ainsi que la confrontation avec les dynamiques territoriales permettent d'éclairer les chemins et les modalités de la diffusion et de la propagation de ce rongeur au Sénégal (carte 2).



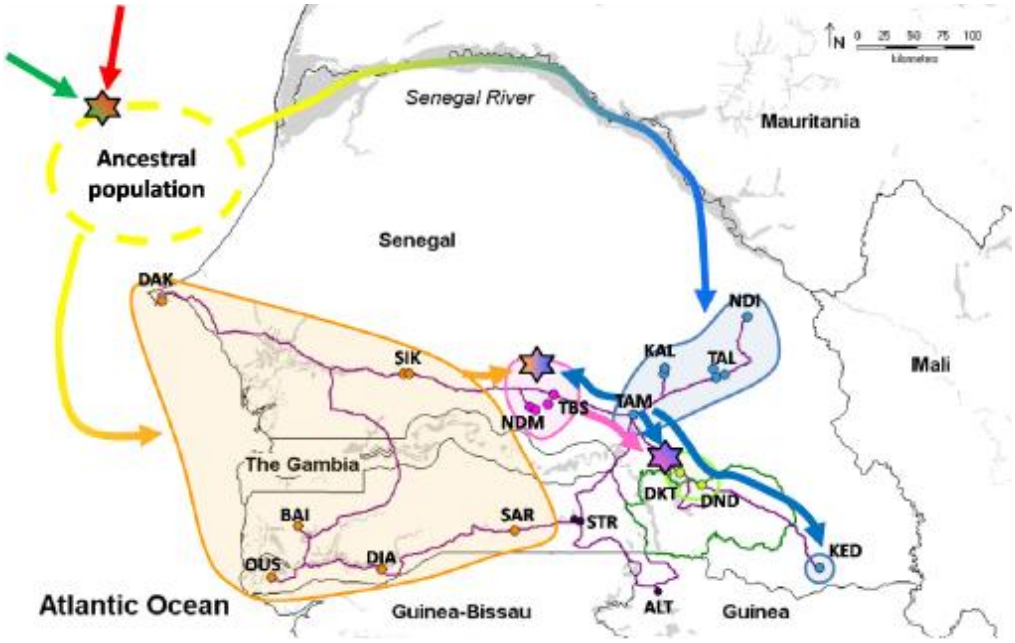

*Source : Konecny, 2009*

**Carte 2 Invasion du Sénégal par le rat noir d'après les données historiques (1659-1999)**

Son introduction en Afrique de l'ouest remonterait aux premières explorations des navigateurs portugais au XV$^{ème}$ siècle (Rosevear, 1969). Les ports commerciaux atlantiques de Saint Louis (1659), Dakar (1860), mais aussi dans une moindre mesure Banjul (1816) et Ziguinchor (1888), constitueraient des points d'entrée du rongeur. Sa présence sur la côte est ainsi attestée dès le XIX$^{ème}$ siècle (Temminck, 1853 ; Rochebrunne, 1883), puis confirmée au XX$^{ème}$ siècle d'après la documentation des épidémies de peste affectant les villes côtières du nord-ouest (Léger et Baury, 1923 ; Cazanove, 1929).

La dissémination du rat noir à l'intérieur du continent s'est appuyée sur les grands axes de circulation mis en place lors de la conquête coloniale. Jusque dans les années 1930, les voies fluviales du Sénégal de Saint-Louis à Bakel et de la Gambie forment les principaux axes de circulation par lesquels le rongeur étend sa présence au sein des comptoirs commerciaux qui les parsèment (Delcourt, 1952). La mise en place de la traite arachidière dans la seconde moitié du XX$^{ème}$ siècle s'accompagne du développement du réseau routier et du déclin de la navigation fluviale. Le rat noir disparaît alors du delta et de la vallée du fleuve Sénégal, probablement encouragé par la péjoration climatique affectant la zone sahélienne dans les années 1970.

Les piégeages répétés réalisés dès les années 1990 offre une image de l'aire de répartition actuelle du rat noir et de sa dynamique spatio-temporelle récente (Duplantier et *al*., 1991, Granjon et Duplantier, 2010). Le rongeur occupe aujourd'hui la moitié sud du pays, en zone soudano-guinéenne offrant des conditions bioclimatiques propices à son installation. Il est ainsi présent au sud de la Gambie, en Casamance, et au Sénégal oriental autour de Tambacounda. Cependant, sa présence à l'extrême sud-est, dans la région de Kédougou, demeure peu marquée et très récente. L'ouverture de la route bitumée reliant Tambacounda au chef lieu de région qu'est la ville de Kédougou, en 1997, offre un nouveau corridor propice à la pénétration du rongeur. Les premières captures ont ainsi été réalisées dans la ville de Kédougou en 1998 soit peu de temps après l'ouverture de la route (Ba, 2002), tandis que sa présence au sein des campements du Parc National du Niokolo Koba n'est confirmée qu'en 2004 (Konecny, 2009) (carte 3). La colonisation du Sénégal oriental par le rat noir, réservoir de plusieurs arbovirus, conduit donc à s'interroger sur l'émergence d'espaces à risque d'arboviroses dans cette zone.




**Carte 3 Scénario des chemins de colonisation du rat noir au Sénégal oriental d'après les analyses génétiques**

*"Localities, whose rats were used in analyses, are marked by circle. The color corresponds to cluster as revealed from the assignment analysis. STRUCTURE: the western cluster in orange, the eastern in blue, the central in pink, the populations near the Niokolo Koba National Park (marked by dark green line) in light green, and the admixed populations in black. Stars indicate the clusters, whose populations were created by an admixture event. Principle roads are indicated in violet. For further information see the text". (Konecny, 2009) p. 121*

## I.3 Géographie et arboviroses liées aux rongeurs : construction de l'objet géographique et de la démarche

L'approche géographique du risque vise à appréhender ce dernier à travers l'émergence d'espaces à risque. Une telle démarche nécessite alors de construire le risque en tant qu'objet géographique en replaçant les données biologiques, sur les virus et sur les rongeurs, au sein des systèmes spatiaux dans lesquels ils s'inscrivent. Cette partie présente également les hypothèses, les objectifs, et la méthodologie adoptée pour traiter de la question de l'émergence d'arboviroses liées au rat noir au Sénégal oriental.

### I.3.1 Le risque d'arbovirose comme objet géographique

L'absence de neutralité des lieux tout comme l'absence de déterminisme conduit à considérer l'émergence d'espaces à risque au regard des modes d'aménagement, de gestion, de pratiques des espaces par les sociétés. Aussi, les données rodentologiques et virologiques ne peuvent avoir de sens d'un point de vue géographique qu'en les replaçant dans leur contexte spatial global. Autrement dit, la confrontation entre données biomédicales d'une part et données socio-environnementales d'autre part doit permettre la mise en évidence de systèmes spatiaux différenciés au regard du risque d'arboviroses.

Une telle démarche nécessite de passer par un indicateur synthétique et réaliste de ce risque puisque, comme le rappelle Salem (1998, p. 50), « ni l'espace ni les sociétés ne se donnent à analyser par une observation simple ». Il s'agit alors de construire l'espace géographique de cet indicateur, c'est-à-dire d'expliciter ses agencements spatiaux, en s'appuyant sur des échelles et des variables pertinentes. Plus encore, l'intérêt de la démarche réside dans une explication de cette géographie particulière qui met en évidence les processus spatiaux-sociaux sous-jacents de la répartition spatiale de cet indicateur (Salem, 1998), éclairant par là même les modalités de construction des espaces à risque. (Fig. 3)

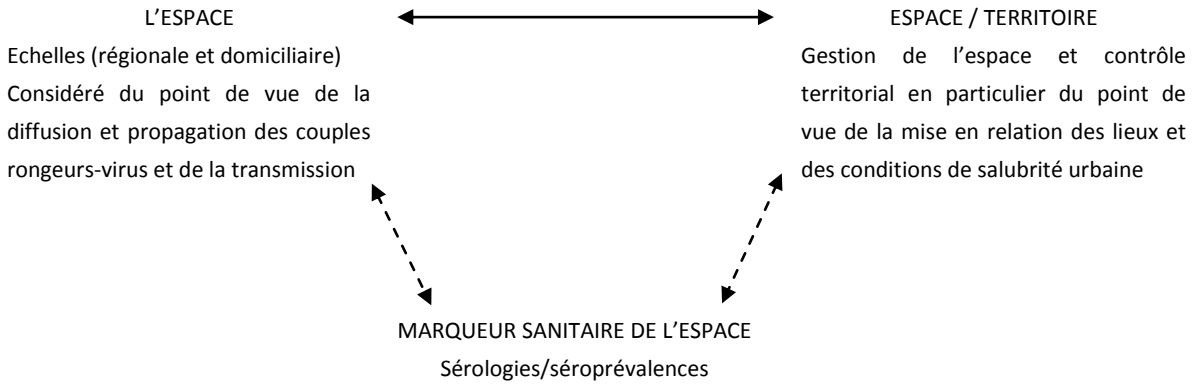



**Figure 3 Démarche de géographie de la santé appliquée à la question des arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental. (Adapté d'après Salem, 1998)**

En résumé, faire du risque un objet géographique consiste à mettre en évidence des gradients, des points de rupture, des concentrations, etc. de l'indicateur choisi, mais plus encore à expliquer la genèse des systèmes socio-spatiaux qui sous tendent ces disparités. Il s'agit donc de comprendre la particularité des lieux et de leurs relations, leurs histoires et leurs trajectoires, au regard des combinaisons de facteurs conduisant à l'émergence d'espaces à risque. Par conséquent, si le risque s'inscrit dans des systèmes spatiaux différenciés, il est en retour un réel marqueur spatial du territoire et de ses dynamiques (Amat-Roze, 2003).

Le risque d'anthropozoonoses est nuancé en fonction des différents maillons présents en un même lieu et de leurs modalités de contact. Cette dimension multiple du risque, à l'origine de la distinction entre aire potentielle et aire fonctionnelle, permet d'en discerner deux grandes composantes : le risque de diffusion et de propagation d'une part, le risque de transmission d'autre part. Le risque de diffusion et de propagation se réfère à la dissémination de l'arbovirus par le rongeur qui en est porteur. En effet, dans le cycle épidémiologique des modèles considérés, l'homme apparaît comme un « hôte cul-de-sac », c'est-à-dire qu'il se situe en fin de chaîne mais ne constitue pas un hôte intermédiaire contribuant à la transmission. Par ailleurs, les vecteurs qui sont des phlébotomes ont un espace de vie restreint autour de leurs gîtes. La dissémination du virus est donc exclusivement assurée par le rat. Elle se manifeste principalement à l'échelle régionale où les grands flux de circulations

anthropiques structurent l'espace et influencent l'aire de répartition du rat noir. Le risque de transmission traduit quant à lui les conditions de contacts entre l'ensemble des maillons de la chaîne pathogène (couple rongeur-virus, vecteur, homme). Des études ont montré que dans le cas de maladies vectorielles impliquant des rongeurs, l'échelle domiciliaire est alors la plus pertinente (Handschumacher et *al.*, 2000). C'est en effet à ce niveau que types d'habitats et modes d'habiter se conjuguent pour négocier les opportunités de contacts entre l'ensemble des termes de la chaîne épidémiologique.

L'indicateur retenu pour rendre compte du risque doit exprimer le contact avec l'agent pathogène chez le rongeur d'une part, chez l'homme d'autre part. Il existe deux manières différentes d'exprimer ce contact. Il peut s'agir d'un isolement du virus, technique généralement utilisée sur les rongeurs, ou bien d'une analyse sérologique mettant en avant la présence d'anticorps. Les données sérologiques prélevées sur l'homme peuvent ensuite être traduites en séroprévalences qui, en mettant en évidence des disparités spatiales du niveau d'infection, servent alors d'indicateurs de la circulation du virus dans la population.

Les espaces du risque sont donc le résultat de systèmes socio-spatiaux multifactoriels au sein desquels les déterminants exercent des poids différents selon l'échelle considérée. Comprendre l'émergence des espaces à risque mais également leur hiérarchisation, de l'aire potentielle aux emboîtements d'aires fonctionnelles, passe donc nécessairement par une démarche multiscalaire et systémique. De plus, la question de la diffusion et de la propagation, qui implique une dynamique, suppose d'intégrer à cette réflexion une dimension temporelle.

### I.3.2 D'une question de recherche à la mise en œuvre d'une méthodologie

#### *I.3.2.1 Hypothèses de travail et objectifs*

Le risque d'anthropozoonoses se manifeste de manière complexe, en particulier dans sa dimension spatiale le risque d'arboviroses liées au rat noir est bien plus que la simple délimitation de l'aire de présence du couple rongeur-virus. Il peut se décomposer en deux grands éléments : le risque de diffusion et de propagation d'une part, le risque de transmission d'autre part. Les espaces à risque correspondant se manifestent de l'échelle régionale à l'échelle locale comme le résultat d'une combinaison de facteurs aux poids variables. Ainsi, ces espaces présentent une hiérarchisation, de l'aire potentielle aux emboîtements d'aires fonctionnelles des arboviroses. Il est alors possible d'éclairer les modalités de construction de ces espaces, et plus précisément de la vulnérabilité des espaces et des lieux au regard de la pénétration du risque.

Ce travail s'organise autour de la question de recherche suivante : **Quels sont les déterminants et leurs processus sous-jacents qui, aux différentes échelles, contribuent à l'émergence de territoires inégalement vulnérables au regard du risque d'arboviroses liées aux rongeurs, et de sa dynamique spatiale et temporelle ?**

Cette interrogation centrale s'accompagne d'une série d'hypothèses dont le point de départ est l'existence de disparités spatiales et temporelles dans la présence des rongeurs et la manifestation des arbovirus, de l'échelle régionale à locale, permettant de discerner des espaces de diffusion et de propagation, et des espaces de transmission singuliers. Ces disparités renvoient à une mise en relation différenciée des espaces et des lieux à l'échelle régionale, et des « espaces de vie » respectifs des différents maillons de la chaîne pathogène à l'échelle locale.

La notion de mise en relation traduit à la fois à une dimension structurelle, c'est-à-dire le lien physique entre deux positions géographiques séparées par une certaine distance, et une dimension circonstancielle qui caractérise la pratique spatiale effective assurant la jointure conjoncturelle entre ces deux mêmes positions. Cependant ces deux dimensions, structurelle et circonstancielle, ne s'érigent pas de manière figée et déconnectée entre elles sur un support spatial inerte mais s'inscrivent dans un contexte socio-spatial plus large et en évolution constante.

Aussi, cette mise en relation fait appel aux modalités de construction territoriale à l'origine de l'articulation et de la hiérarchisation des espaces et des lieux, mais aussi de la modulation des circulations, de leurs directions, leurs intensités et leurs temporalités. La construction territoriale prend elle-même ancrage dans un ensemble de déterminants socio-spatiaux aux dimensions historiques, politiques, culturelles, sociales, économiques, « géographiques[3] », qui s'organisent en systèmes. Elle relève des interactions successives, synergétiques ou contradictoires des jeux d'acteurs qui aux multiples échelles façonnent les choix et les conduites en termes d'aménagement, de gestion, de contrôle et de pratique des espaces.

Enfin, les dynamiques des arboviroses sont révélatrices de la hiérarchie des lieux et des aspérités de l'espace géographique, mais demeurent nuancées par les spécificités locales menant à des gestions et des pratiques différenciées des espaces locaux, c'est-à-dire au niveau de la localité (ville, village ou hameau) et au niveau domiciliaire.

L'objectif général est donc de comprendre comment les modalités de construction territoriale participent à et de l'émergence d'espaces à risque. Autrement dit, il s'agit d'identifier les multiples processus sous-jacents conduisant à la différenciation et à la hiérarchisation de la

[3] Le terme « géographique » est utilisé ici dans le sens restreint de milieu naturel physique

vulnérabilité des espaces et des lieux face au risque, à travers la compréhension des dynamiques spatio-temporelles des arboviroses liées au rat noir au Sénégal oriental.

Cet objectif général se décline de manière spécifique en plusieurs points qui à l'issue de ce travail doivent permettre l'élaboration d'un projet de thèse. Avant tout, il est nécessaire d'identifier les dynamiques territoriales à l'œuvre au Sénégal oriental, celles de la répartition du rat noir et des arbovirus retenus comme modèles. Cette première étape aboutit dans un second temps à la mise en évidence des principaux espaces de diffusion des arbovirus à l'échelle régionale. Autrement dit, il s'agit de distinguer une typologie des principaux systèmes spatiaux du Sénégal oriental et de les hiérarchiser face à leurs potentiels de diffusion, de propagation voire de transmission des arbovirus. La dernière étape consiste à mettre en évidence des facteurs de disparités de contact avec le noir à l'échelle locale par le biais d'enquêtes de terrain.

En vue de la construction d'un projet de thèse, ce travail ne tend pas à conclure sur la question de recherche posée mais cherche au contraire à mettre en exergue ses différentes facettes, son intérêt et sa faisabilité scientifique. Plus précisément, il doit permettre d'éclairer les grandes dynamiques à l'œuvre aux différentes échelles au Sénégal oriental, ainsi que leurs implications vis-à-vis de la question de recherche posée. De plus, il vise à tester la disponibilité des informations géographiques et biologiques, leur fiabilité, leur pertinence et leur exploitabilité, mais aussi à éprouver les méthodes mises en œuvre en termes de collecte et de traitements des données. Autrement dit, il s'agit de relever les principaux verrous scientifiques et opérationnels soulevés par la question de recherche, afin d'aboutir à un cadre méthodologique efficient capable d'y répondre.

Ce travail s'organise donc autour de la confrontation, au Sénégal oriental, des dynamiques des espaces et des lieux, des dynamiques spatio-temporelles des rongeurs et des arbovirus. Il aborde une question sanitaire en la plaçant sous l'éclairage de la géographie en tant que science sociale, faisant des sociétés le moteur de la dynamique du risque d'anthropozoonoses. A l'inverse, il cherche à déchiffrer le fonctionnement de cette même société au sein du territoire du Sénégal oriental à travers la question de la construction des espaces à risque. Pour cela, ce travail adopte une démarche dynamique, multiscalaire et systémique qui croise méthodes quantitatives et qualitatives.

#### *I.3.2.2 Méthodes*

La méthode adoptée se décompose en deux grandes étapes. Dans un premier temps, elle consiste à regrouper puis compiler l'ensemble de l'information existant sur le Sénégal oriental afin de retracer et confronter les grandes dynamiques géographiques et biologiques, c'est-à-

dire relatives aux rongeurs et aux arbovirus. Les sources d'informations sollicitées sont d'origine et de nature variées, elles proviennent principalement de la littérature scientifique et de la littérature grise, des bases de données en libre accès ainsi que des données issues des prospections médicales réalisées et fournies par l'Institut Pasteur de Dakar. En vue d'une plus grande clarté, nous les présentons ici en faisant référence aux trois grands domaines auxquels elles se rapportent : les données socio-environnementales, les données virologiques et les données rodentologiques.

Les données socio-environnementales permettent d'éclairer les dynamiques territoriales à l'œuvre au Sénégal oriental lors de ces dernières décennies. Elles se rapportent principalement aux travaux du Centre de Recherche Anthropologique du Musée de l'Homme (CRAMH) des années 1970/1980, aux travaux relatifs au programme Sénégal Oriental de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Université Cheikh Antia Diop de Dakar (UCAD) datant des années 1990/2000, ainsi qu'à plusieurs documents et rapports officiels émanant des ministères ou des collectivités territoriales du Sénégal ou encore, dans une moindre mesure, d'organismes internationaux.

Les données virologiques proviennent de la base de données CRORA (centre collaborateur OMS de référence et de recherche sur les arbovirus) de l'Institut Pasteur de Dakar. Elle regroupe l'ensemble des informations concernant les arbovirus isolés au Sénégal, entre 1962 (1965 pour les rongeurs) et 2009. Les virus sont isolés à partir de mammifères et d'insectes (moustiques, phlébotomes, tiques, etc.) capturés, ou de prélèvements de sérums humains. Pour chaque individu sur lequel un virus a été isolé, la base de données fournie des informations sur l'espèce de l'hôte, la date et le site de capture ou de prélèvement, le nom du virus sa date et son lieu d'isolement.

Les données rodentologiques sont principalement issues des publications et des travaux de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et du Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP UMR 022 IRD/Inra/Cirad/Montpellier SupAgro). La première liste des rongeurs du Sénégal a été publiée par Hubert et *al.* en 1973, complétée en 1979 par sa répartition biogéographique (Hubert et *al.* 1979). Au Sénégal oriental, en particulier au sein de la région de Kédougou et de ses marges, plusieurs séries de piégeages ont été réalisées couvrant inégalement le territoire régional entre Mars 1986 et Novembre 2007 (Konecny, 2009), ainsi que lors de la dernière mission de Mai 2012. Certaines localités ont fait l'objet de suivis réguliers, notamment la ville de Kédougou, parfois associés à la recherche d'arbovirus entre 1999 et 2002 (Granjon et Duplantier, 2009). La Base de Données sur les Rongeurs Sahélo-Soudaniens (BDRSS, Duplantier et *al.*, 2009), dont une partie des données jusqu'en 2006 est en libre accès sur Internet, regroupe ainsi les informations du catalogue informatisé des mammifères (base Cimam) du Musée National d'Histoire Naturelle (MNHN), des captures réalisées par l'IRD et le CBGP ainsi que celles de l'Académie des sciences de Brno

en République tchèque. De plus, ces données géolocalisées sur les lieux de piégeages et les éventuelles captures de *Rattus rattus* et de *Mastomys natalensis* ont été complétées par les informations recueillies dans la thèse de A. Konecny (2009). Les données rodentologiques ainsi recensées fournissent donc trois informations : les lieux de prospection, ceux parmi lesquels des captures de *Rattus rattus* et de *Mastomys natalensis* ont été faites, et ceux sans aucune capture de ces deux espèces de rongeurs. Elles permettent alors de retracer de manière précise la dynamique de la répartition des rongeurs au Sénégal oriental sur une période de près de 30 ans, depuis les années 1980 jusqu'en 2007.

Au final, les informations géographiques et biologiques ainsi recensées ont permis de retracer les principales dynamiques relatives à l'évolution du territoire du Sénégal oriental et à la circulation du rongeur et des arbovirus. Pour cela, les données ont été géolocalisées et ont fait l'objet de représentations cartographiques. Par ailleurs, précisons d'emblée que les informations relatives aux données biologiques sont contingentées par la couverture spatiale des prospections. En d'autres termes, en l'absence de piégeage ou de sérologie il n'est pas possible de statuer sur la présence ou non de rongeurs ou de virus.

La seconde étape de ce travail s'intéresse aux disparités de contact potentiel avec le rat noir à l'échelle domiciliaire et cherche à comprendre les déterminants menant à cette diversité inter et intra-villageoise. Pour cela, des enquêtes de terrain par questionnaire ont été réalisées afin de récolter des informations sur les modes d'organisation, de gestion et les pratiques socio-spatiales des concessions. En effet cette échelle est, rappelons le, la plus pertinente pour appréhender la question de la transmission de pathologies vectorielles impliquant des rongeurs. A partir de ces données, il s'agit ensuite de dresser une typologie des ménages et d'étudier le lien éventuel existant entre cette dernière et la présence ou l'absence du rat noir. Des entretiens ont été également menés auprès des acteurs territoriaux locaux afin d'appréhender les dynamiques sous-jacentes à la construction des territoires. Les conditions de récolte et de traitement des données de cette seconde étape seront détaillées dans la dernière partie de ce travail (partie III).

La question de l'émergence risque anthropozoonoses, depuis l'introduction et la diffusion d'espèces potentiellement réservoirs de pathogènes jusqu'à la concrétisation de leur transmission à l'homme, alimente des préoccupations actuelles aux diverses facettes. Situées à l'interface entre le milieu et la société, les anthropozoonoses suscitent en effet des questionnements d'ordres sanitaires, économiques, écologiques, etc. Face à cette multiplicité, le risque d'anthropozoonose se cristallise autour des interrelations complexes entre déterminants biologiques et déterminants sociétaux aux poids variables. Du point de vue sanitaire, les enjeux sont également nombreux. Les anthropozoonoses sont à l'origine des plus importantes épidémies que l'homme ait connues. Aujourd'hui encore, nombre de pathologies majeures sont des zoonoses ou d'anciennes zoonoses dont la transmission interhumaine est maintenant possible. Les situations épidémiologiques des dernières décennies illustrent le poids important de ces maladies infectieuses dans le monde, et surtout leur caractère épidémique source de nombreuses inquiétudes. L'interrelation croissante entre les lieux, les mutations rapides des espaces, les modifications des aires de répartitions des espèces-réservoir ou des vecteurs contribuent à rendre les espaces vulnérables au regard de la diffusion d'hôtes potentiels et du risque d'émergence.

L'approche géographique, en abordant la question des espaces à risque issus des interactions entre les modes de gestion et les pratiques de l'espace des sociétés, et les environnements qu'elles façonnent, refuse de considérer le risque comme une fatalité. Elle propose au contraire d'en éclairer les modalités socio-territoriales de son émergence. Une telle démarche autorise alors la délimitation et la hiérarchisation des espaces à risque de l'aire potentielle aux emboîtements d'aires fonctionnelles. Dans ce contexte, la géographie de la santé peut alors contribuer significativement aux moyens de lutte et de prévention face au risque d'anthropozoonoses.

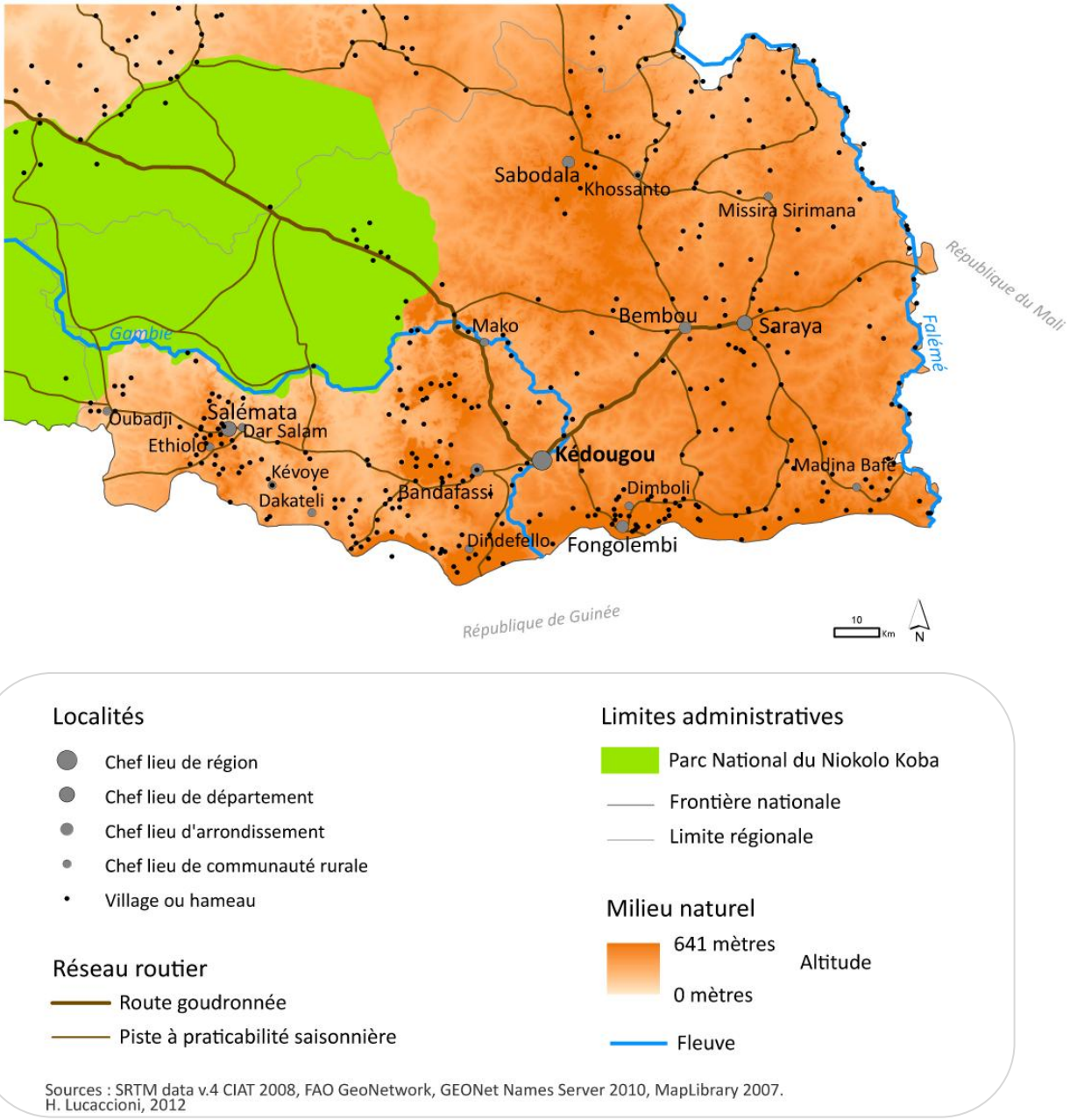
Le cas des arboviroses liées au rat noir au Sénégal oriental s'inscrit explicitement dans ces questionnements. L'introduction récente de *Rattus rattus*, sa colonisation progressive de ce territoire en marge et le risque d'arboviroses qu'il soulève doivent ainsi permettre d'apporter un éclairage à la question de la diffusion et de l'émergence d'anthropozoonoses.

# Partie II

## Dynamiques spatio-temporelles et espaces à enjeux concernant les arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental

L'extension récente de l'aire de présence du rat noir au Sénégal oriental soulève des interrogations quant à l'émergence possible d'anthropozoonoses liées à ce rongeur commensal, hôte potentiel de nombreux pathogènes en particulier d'arbovirus. L'introduction et la diffusion du rongeur dans un espace naïf est intimement liée aux activités anthropiques. En effet, d'une part l'homme constitue le principal moyen de portage du rat, notamment à travers le transport de denrées, d'autre part il offre des conditions propices à l'installation de cet animal commensal. La constitution des territoires murins peut alors être comprise comme faisant écho aux dynamiques territoriales anthropiques. Par ailleurs, la progression du rongeur dans l'espace et dans le temps permet une mesure du risque potentiel et de la vulnérabilité des territoires face à ce risque. Cette partie vise à mettre en évidence les espaces potentiels du risque d'anthropozoonoses liées aux rongeurs au Sénégal oriental. Autrement dit, il s'agit d'expliciter les modalités de contact avec un réservoir d'arbovirus, le rat noir, à l'échelle régionale et de discerner ainsi la vulnérabilité des territoires à l'introduction, la diffusion et la propagation du rongeur.

La première partie (II.1) déchiffre la construction territoriale du Sénégal oriental en privilégiant une mise en perspective historique, elle établit un état des lieux des aires d'extension des deux principaux rongeurs commensaux, *R. rattus* et *M. natalensis*, et de leurs dynamiques. Dans un second temps (II.2), elle dresse un diagnostic de la répartition spatiale des principaux arbovirus retenus comme modèles, puis (II.3) à travers la confrontation entre le schéma d'introduction du rat noir et les dynamiques territoriales, elle propose une typologie des espaces et des lieux au regard de leur vulnérabilité à la pénétration du rongeur et donc du risque potentiel.




**Carte 4 Présentation générale de la zone d'étude du Sénégal oriental**

## II.1 Territoires de l'homme, territoires du rat

La progression de l'aire de présence de *Rattus rattus*, hôte potentiel de plusieurs arbovirus, vers le sud-est du Sénégal soulève des interrogations quant au risque d'anthropozoonoses. Pourtant, la diffusion et la propagation du rongeur à l'échelle régional ne s'inscrit pas sur un support spatial neutre. Comprendre l'émergence des aires potentielles d'anthropozoonoses liées au rat noir suppose d'expliciter les logiques territoriales dans lesquelles elles s'inscrivent. Cette partie propose d'éclairer les modalités de construction territoriale du Sénégal oriental dans une perspective historique, avant de retracer l'évolution de l'aire de présence des deux principales espèces commensales du sud-est sénégalais : *Rattus rattus* et *Mastomys natalensis*.

### II.1.1 Le Sénégal oriental, un territoire multiple

L'espace régional du Sénégal oriental témoigne d'un territoire singulier hérité de l'histoire. Les jeux de pouvoir qui se sont succédé à différentes échelles et les éléments du milieu naturel jouant comme des atouts ou des contraintes ont contribué au façonnement d'un territoire fragmenté, marqué par d'importantes disparités. Des sous-espaces aux faciès socio-spatiaux et aux relations différenciés apparaissent alors. Ces derniers sont pourtant loin d'être figés et évoluent notamment sous l'influence des dynamiques récentes de complexification du territoire.

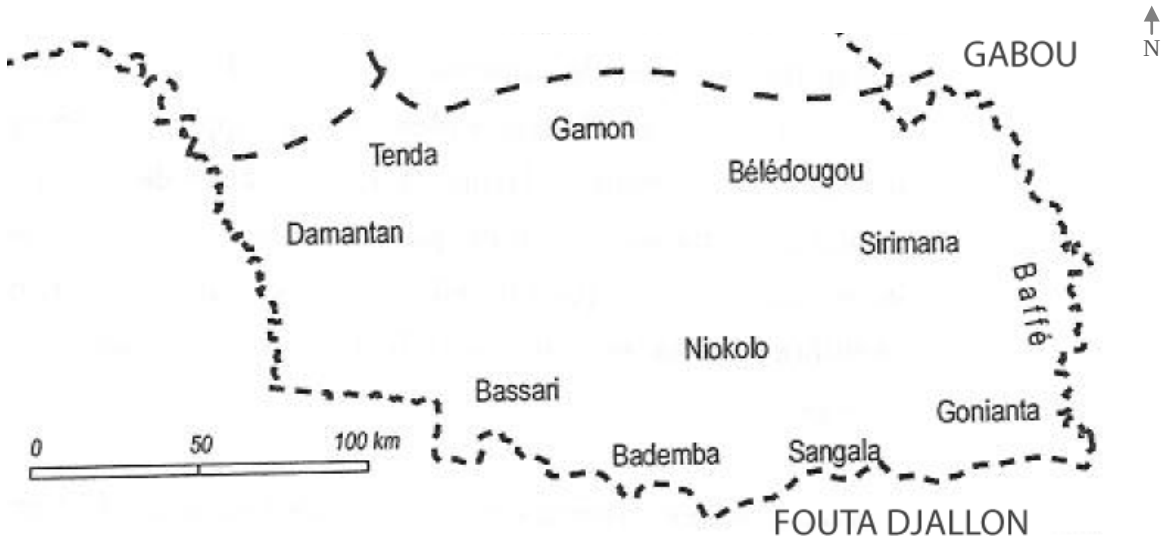
#### *II.1.1.1 Un territoire fragmenté hérité des trajectoires historiques*

**Confrontation de pouvoirs, oppositions de territoires : « espaces francs » *versus* « espaces étatisés »**

Le Sénégal oriental apparaît aujourd'hui comme un espace fragmenté et peu structuré, caractérisé par un peuplement discontinu, une multiplicité de terroirs ethniques, et un réseau urbain hiérarchisé quasi-inexistant. Benoit (1988) voit dans cette géographie régionale le résultat des dynamiques historiques à l'œuvre, marquées part les tensions territoriales liées à la confrontation entre deux grands types d'espaces : les espaces francs et les espaces étatisés. L'espace étatisé est celui des grands royaumes, le Gabou au nord et le Fouta-Djalon ennemi au sud, qui dès le XVII$^{ème}$ siècle imposent leur influence sur l'actuel Sénégal oriental (carte 5). Il se manifeste dans sa dimension sociale et spatiale comme un espace « contrôlé et géré au travers des liens sociaux inégaux et projetés sur un réseau d'établissements organisés suivant une stratégie de conquête des hommes et des biens ». A l'inverse, les espaces francs se différencient par une idéologie égalitariste basée sur le libre accès aux ressources naturelles. Ces sociétés libertaires (Bassaris, Coniaguis, Badiarankés) se maintiennent alors au

sein d'espaces peu densément peuplés, sans frontières réelles, des « zones intercalaires confuses » entre les grands royaumes dont ils subissent la domination. (Benoit, 1988)

Les ambitions hégémoniques des grands royaumes plongent alors l'espace régional dans une instabilité chronique pendant près de trois siècles. Au nord, le royaume Mandingue du Gabou renforce sa puissance commerciale basée sur la traite atlantique en étendant son emprise sur le Tenda, les forêts du sud et du sud-ouest, tandis que le Fouta-Djalon mène une guerre sainte pour asseoir l'islam dans les populations régionales, poussant sa conquête jusque dans le Niokolo. Les deux royaumes mènent des incursions régulières dans les espaces francs situés à leurs marges pillant les biens et surtout les hommes, asservis pour l'esclavage. Alors que les foyers de population de ces grandes puissances ne cessent de s'accroître, leurs marges connaissent de véritables saignées démographiques (Barry, 1988 et Rançon, 1894). Rançon (1894, cité par Aidara, 2011 p. 354) décrit ainsi : « le bassari était autrefois un pays fort peuplé. Aujourd'hui, il est presque désert. Cela tient à ce que, continuellement en guerre avec leurs voisins du Fouta Djallon, ils ont dû détruire la plus grande partie de leurs villages et les populations emmenés en captivité. La population du bassari, qui pouvait autrefois être évaluée de 6 à 8000 habitants est tout au plus aujourd'hui de 2000 habitants ». Paradoxalement, cette réduction des effectifs de population renforce les espaces francs qui, contraints à la fuite face aux agressions des grandes puissances, trouvent dans les faibles densités et l'adoption d'une économie usufruit une stratégie même de leur maintien (Benoit, 1988).

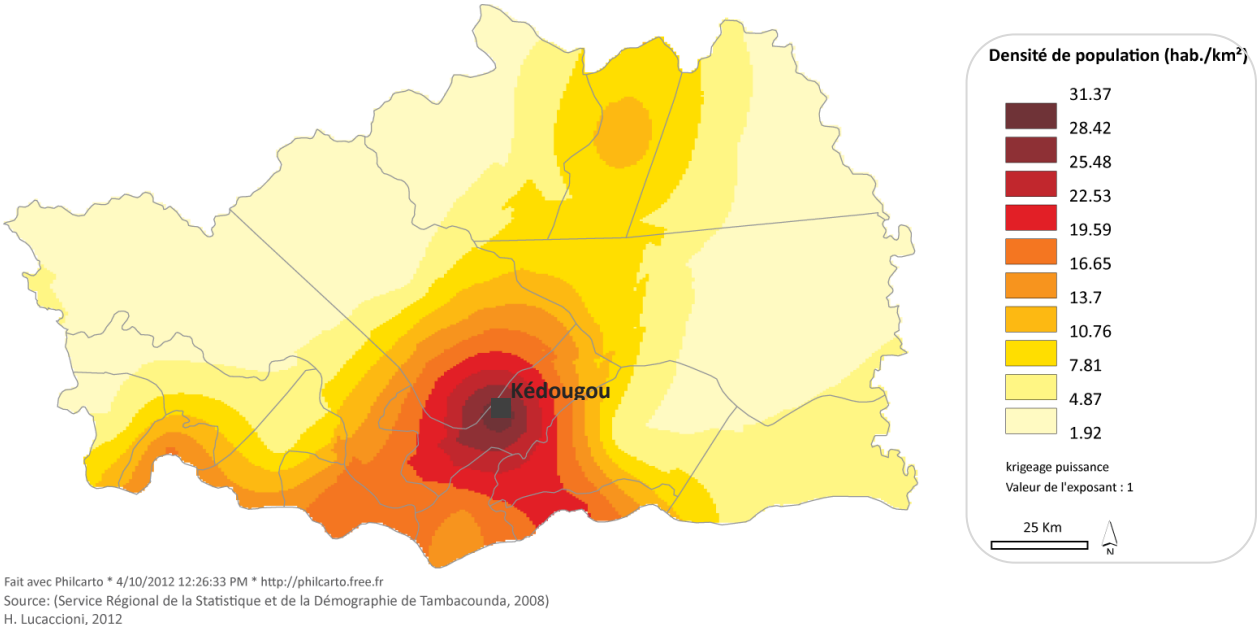



GABOU : royaume
Bademba : pays

Source : D'après Atlas national du Sénégal, 1976 dans (Ninot, 2003).

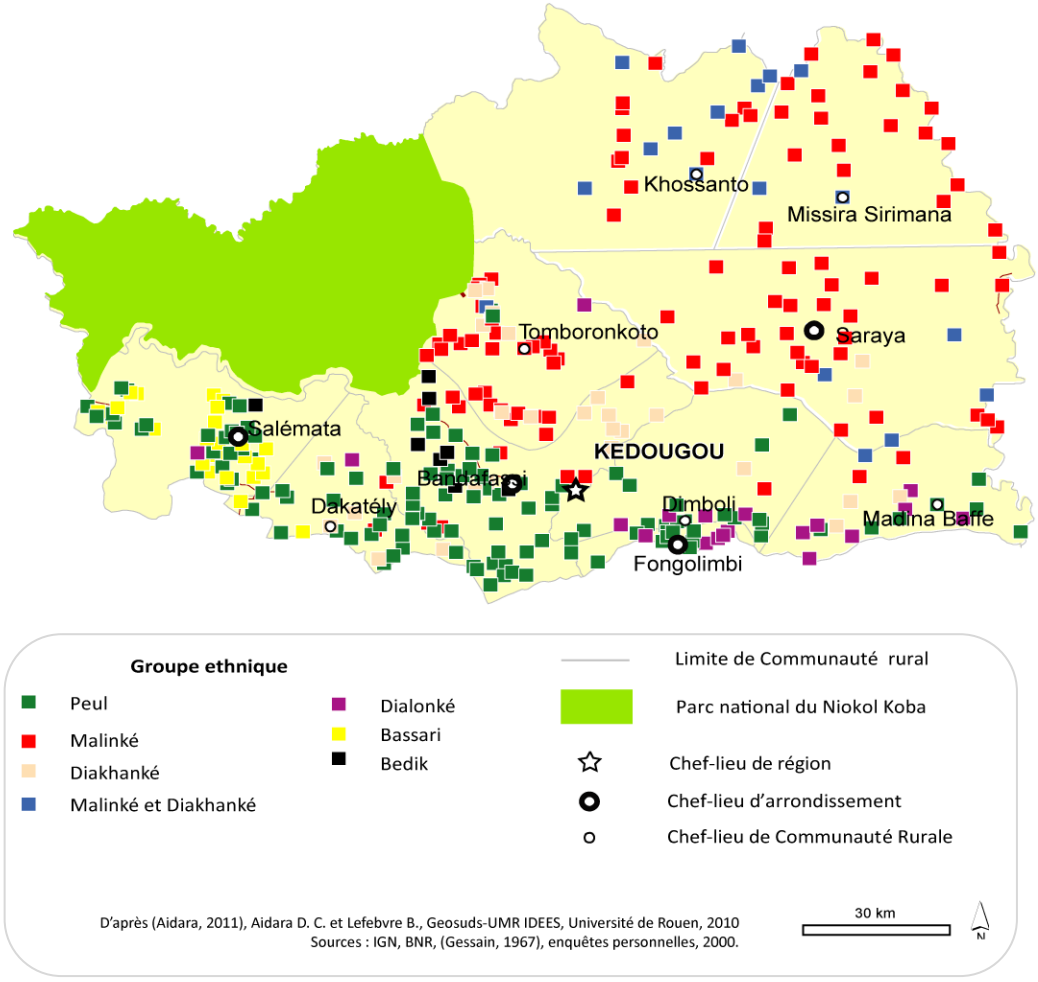
**Carte 5 Royaumes et Pays au Sénégal oriental précolonial, XIXème siècle**

Le peuplement actuel du Sénégal oriental porte encore les traces de cet héritage historique (carte 6). La population s'y regroupe au sud, dans les contreforts du Fouta-Djalon où s'étendait l'ancien royaume du même nom. Le foyer de population a par la suite était scindé en deux par l'établissement de la frontière sénégalo-guinéenne. Localement des petits noyaux de population apparaissent autour des plus grands bourgs ruraux, tandis que les interstices demeurent presque inhabités. Plus au nord, l'ancienne province du Niokolo qui abritait les espaces francs au caractère peu dense a été érigée en réserve de chasse dans les années 1920 avant de former en 1954 le Parc National du Niokolo Koba. Historiquement peu peuplé cet espace, qui n'accueille plus que quelques petits campements, constitue aujourd'hui une véritable zone tampon et forme la porte d'entrée principale vers l'extrême sud-est du Sénégal.




**Carte 6 Densité de population au Sénégal oriental (2008) : poids de Kédougou et importance du foyer historique du Fouta-Djalon**

L'absence de puissance politique unificatrice au profit de relations de domination sans réel contrôle de l'espace (Mbow, 1983) contribue à la construction d'un espace régional peu organisé et fractionné en plusieurs terroirs ethniques (carte 7). Les traces des anciens royaumes y sont encore visibles par la forte présence Mandingue issue l'ancien Gabou au nord-est, et Peul héritage du Fouta-Djalon au sud, tandis que les sociétés égalitaires (Bassaris et Bediks) trouvent refuge dans le secteur collinaire du sud-ouest.



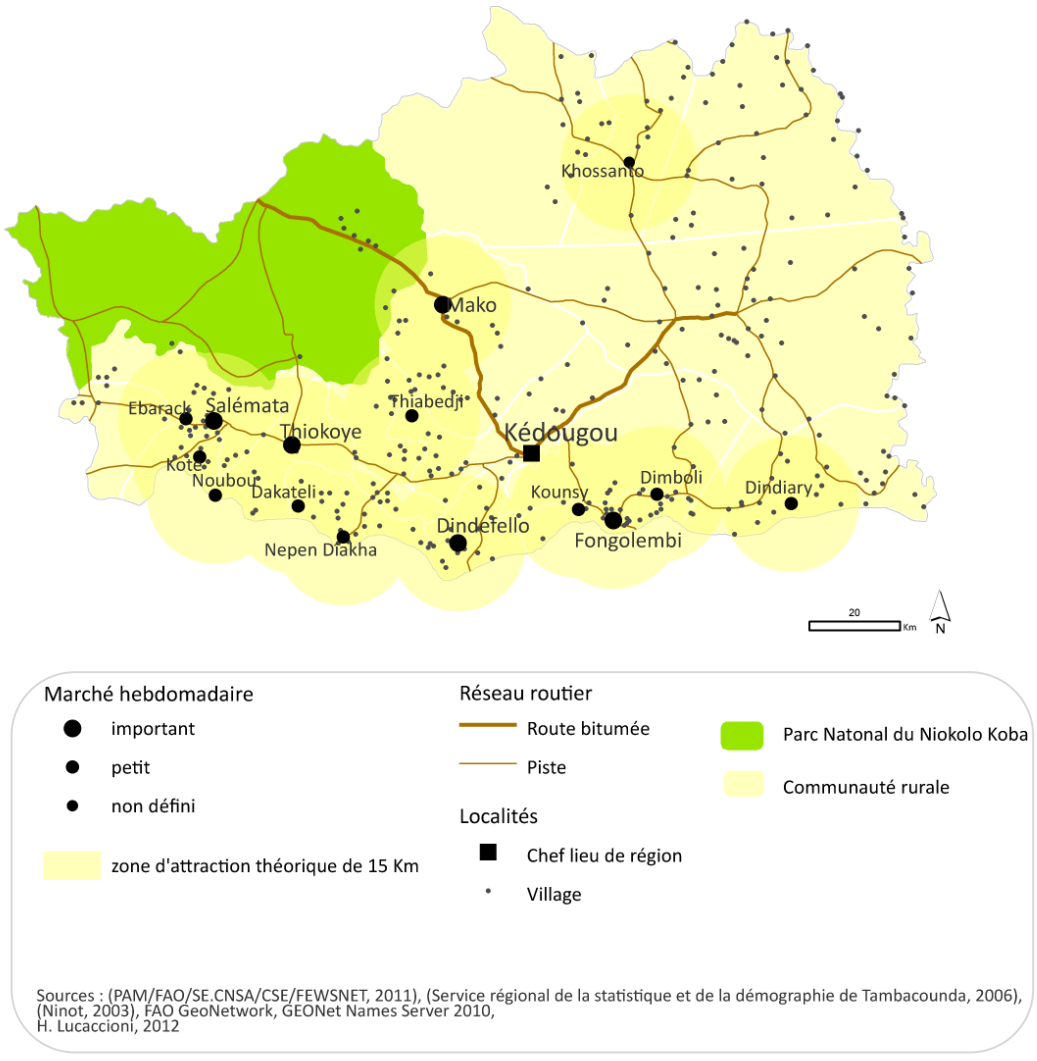

**Carte 7 Une mosaïque de terroirs ethniques au Sénégal oriental**

## Des terroirs aux territoires, la construction d'un espace en marge

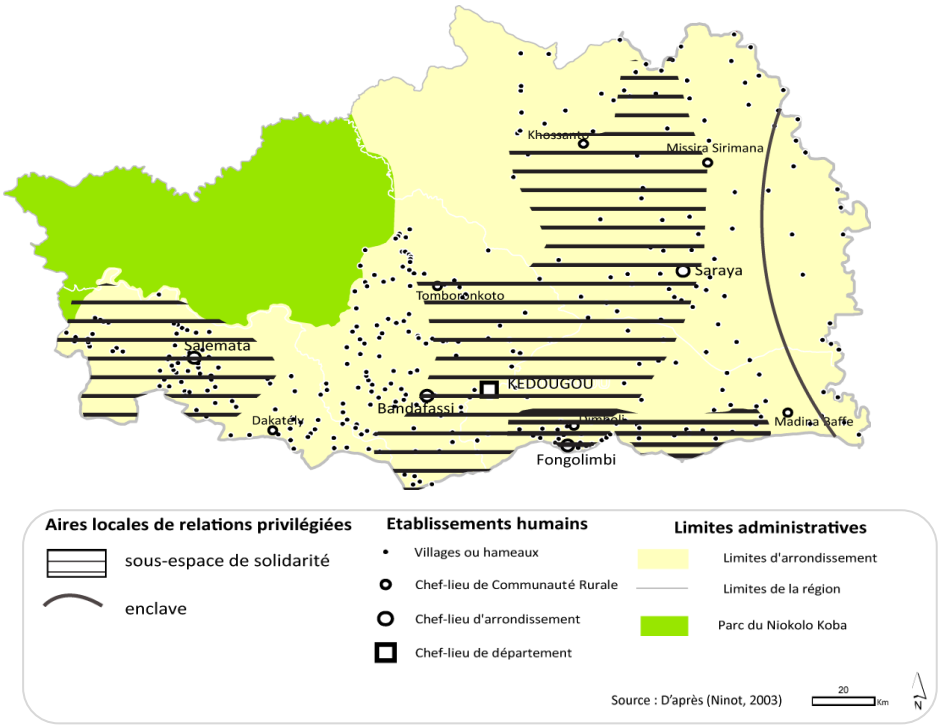
Dans la seconde moitié du XIX$^{ème}$ siècle l'arrivée des français, si elle met fin à la domination des grands royaumes et apporte ainsi une stabilité relative, ne contribue pourtant pas plus à la structuration de l'espace régional. En effet, les frontières sont débattues, contestées, et il faut attendre 1907 pour qu'émerge le cercle de Haute Gambie dont le chef lieu provisoire est installé à Kédougou, qui devient alors très tôt un pôle majeur de la région. Jusqu'aux années 1940, les limites internes des cantons et externes du cercle sont sans cesse modifiées. A l'indépendance, en 1960, l'établissement des frontières nationales est lui aussi marqué par l'arbitraire. Placé en « réserve d'espace » dans le modèle colonial de développement, peu d'intérêt est accordé au Sénégal oriental dont seules les marges les plus occidentales bénéficieront de la migration du front arachidier. Kédougou devient un département intégré à la région de Tambacounda dont la liaison avec le reste du pays est tardive et assurée jusque dans les années 1990 par une piste de terre précaire. En héritant d'un espace régional peu organisé et dont la mise en périphérie repousse l'aménagement, le Sénégal oriental s'organise

alors localement au sein de petits espaces autocentrés, ancrés dans les anciens terroirs ethniques.

Le Sénégal oriental connaît ainsi un développement précoce des marchés ruraux hebdomadaires autour desquels va s'organiser la vie de relations locale (Van Chi Bonnardel, 1978). La première phase de création a lieu dès les années 1940 dans l'espace frontalier sénégalo-guinéen. La concentration de population dans cette zone, la forte demande en produits vivriers du côté guinéen, ainsi que les mouvements de navetanes guinéens (migrants agricoles saisonniers) agissent comme des stimulateurs de l'activité commerciale. Les marchés ruraux se multiplient lors d'une seconde phase après l'indépendance, ils apparaissent alors comme une « forme d'adaptation », un « phénomène de compensation et de rééquilibration » du territoire à travers la ruralisation des échanges (Van Chi Bonnardel, 1978). En ce sens, les marchés ruraux jouent un rôle important dans l'organisation de l'espace puisque, au-delà de leur fonction commerciale, ils assurent le rôle de relais entre les villages et les plus grands bourgs ruraux, et servent de lieux de rencontre et d'échanges (Van Chi Bonnardel, 1978 ; Fouchier, 1981 ; Ninot et *al.*, 2002) (carte 8, annexe 3)




**Carte 8 Marchés ruraux hebdomadaires en activité dans la région de Kédougou (2012) : un territoire structuré autour de pôles locaux ?**




**Carte 9 Des aires de relations privilégiées cloisonnées**

Pourtant, si les marchés constituent des pôles d'importance locale, ils semblent malgré tout incapables d'assurer une véritable structuration du territoire à l'échelle régionale. Les espaces de solidarité[4] décrits par Ninot (2003) témoignent ainsi du poids du fractionnement du Sénégal oriental sur les relations et les échanges (carte 9). En pays Bassari au sud-ouest, autour de Salémata, les circulations sont intenses et la faible densité démographique s'oppose à une grande densité de relations sociales dans cet espace historiquement isolé (Dupré, 1965 ; Nolan, 1977). En pays Mandingue, qui s'étend à l'est entre le fleuve Gambie et jusqu'à la frontière Malienne de la Falémé, les circulations sont au contraire presque inexistantes, probablement limitées à des espaces locaux ponctuels. La ville de Kédougou, chef-lieu régional apparait comme l'unique point de convergence de la région. (Aidara, 2011 ; Magrin et Ninot, 2005 ; Ninot, 2003).

L'absence d'unité régionale et la mise en périphérie du Sénégal oriental se traduisent par un enclavement structurel au sein même de l'espace régional. D'une manière générale, les espaces ruraux du Sénégal oriental ne sont pas favorables à d'importants mouvements de biens et de populations. Le fractionnement du peuplement, la faiblesse des infrastructures routières, les obstacles topographiques engendrent des zones d'enclavement et restreignent les mobilités à des périmètres locaux d'une vingtaine de kilomètres fixés autour des marchés ruraux (Ninot, 2003). En effet, en dehors de l'axe routier Tambacounda-Kédougou et sa poursuite jusqu'à Saraya à l'est, le Sénégal oriental est équipé d'un réseau peu dense et

[4] Terme emprunté à D. Retaillé (2000) désignant des espaces infra-régionaux rendus « solidaires » par les circulations qui les animent et qui lient les différents lieux. (Ninot, 2003)

inégalement praticable formé de pistes latéritiques. Ces dernières sont souvent inondées en saison des pluies, notamment dans la zone aurifère, à l'est, où l'isolement est alors accru pendant l'hivernage voire au delà, entre Juin et Décembre (Ministère des mines et de l'industrie, 2008). A cette faiblesse du réseau routier s'ajoute celle des transports. La desserte y est en effet peu développée, inégale et surtout à « efficacité aléatoire ». De fait, les lieux de dessertes, les conditions de transport, les durées de trajet, etc. sont marqués par la précarité et l'incertitude (Ninot et *al.*, 2001). La figure 4 des transports en commun datant de 1998/1999 a probablement légèrement évolué depuis mais permet cependant de distinguer les grandes disparités de couverture par le réseau. Seuls les principaux chefs-lieux administratifs (arrondissements et communautés rurales) sont desservis de manière régulière, et si la majorité de la population se trouve à proximité d'un arrêt, une part non négligeable n'a pas d'accès à ces services (figure 4). Cependant, les dynamiques récentes à l'œuvre au Sénégal oriental tendent à redéfinir la hiérarchie des lieux et les liens qui les unissent au profit d'un territoire plus complexe.

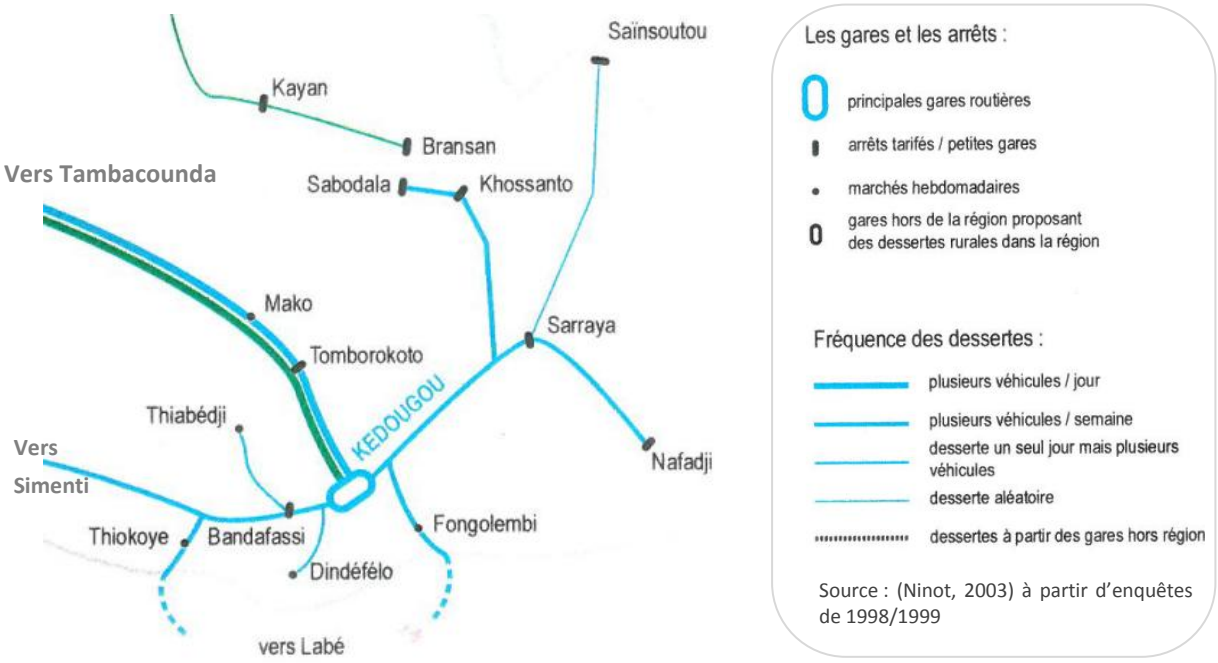


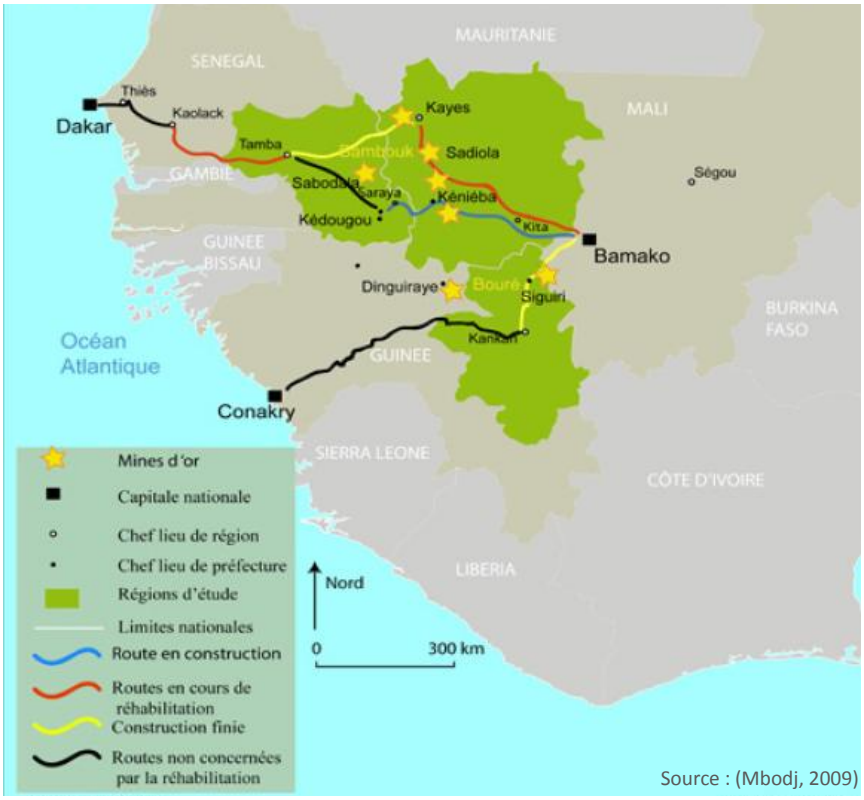

**Figure 4 Une desserte en transport en commun révélatrice des inégalités de hiérarchie et de liens entre lieux au Sénégal oriental (1998/1999)**

### *II. 1.1.2 Des dynamiques territoriales de complexification*

**Vers une nouvelle intégration nationale et subrégionale ?**

Le Sénégal oriental apparaît comme un territoire inachevé en voie de construction (Ninot, 2003). En dehors de la ville de Kédougou, unique pôle structurant de la région, l'espace régional est caractérisé par un peuplement lâche et l'absence de réseau de communication, favorisant un développement territorial en tâches d'huile enracinées au sein des anciens terroirs ethniques. Cependant, les dynamiques récentes tendent à redéfinir les sous-espaces régionaux et témoignent d'un territoire en voie de complexification. Elles semblent alors contribuer à l'émergence d'une organisation de l'espace régional à travers deux faits marquants : la multiplication des pôles (petits bourgs, villes, marchés) et la densification des réseaux d'échanges locaux (Ninot, 2003). Plus encore, ces dynamiques s'accompagnent d'une redéfinition du statut de périphérie du Sénégal oriental, mais pourtant ne bénéficient pas de la même manière à tous les sous–espaces de la région.

Les dynamiques de complexification du territoire du Sénégal oriental s'accompagnent avant tout d'une revalorisation de sa position de carrefour. En effet, ces dernières décennies la région bénéficie d'une plus grande ouverture vers l'extérieur sous l'impulsion de plusieurs facteurs. Avant tout, le récent conflit en Côte d'Ivoire a contribué à une restructuration des flux de marchandises en faveur du port de Dakar. C'est donc désormais par ce dernier, et non plus par Abidjan, que transitent 70% des produits européens à destination du Mali. L'espace transfrontalier sénégalo-malien connaît donc une redynamisation en tant que zone de transit. De plus, l'activité minière apparaît comme un support de l'intégration sub-régionale du Sénégal oriental (Mbodj, 2009) (carte 10). Le projet de prolongement vers le Mali de la portion routière bitumée Kédougou-Saraya, via Kéniéba puis Bamako, illustre de manière concrète cette dynamique d'ouverture transfrontalière du Sénégal oriental. Dès lors, il est possible de s'interroger des éventuels impacts sur l'évolution de son territoire.




**Carte 10 Développement des routes transnationales et activité minière : vers une revalorisation de la position carrefour du Sénégal oriental ?**

Malgré le poids de l'héritage historique ayant précipité l'isolement du Sénégal oriental, ce dernier connaît ces dernières décennies une dynamique de désenclavement progressive et une remise en cause de son statut périphérique au sein du territoire national. Elle se manifeste avant tout par la liaison routière avec le reste du pays. Au Sénégal, le développement des infrastructures de transports a suivi la progression du bassin arachidier, ce n'est donc que tardivement que le Sénégal oriental a été atteint. Il faut ainsi attendre 1996 pour voir l'ouverture de la route bitumée reliant Kédougou à Tambacounda. Bien que tardive, cette étape marque une réelle avancée vers le désenclavement de la région puisqu'elle autorise alors un lien pérenne tout au long de l'année avec le reste du pays.

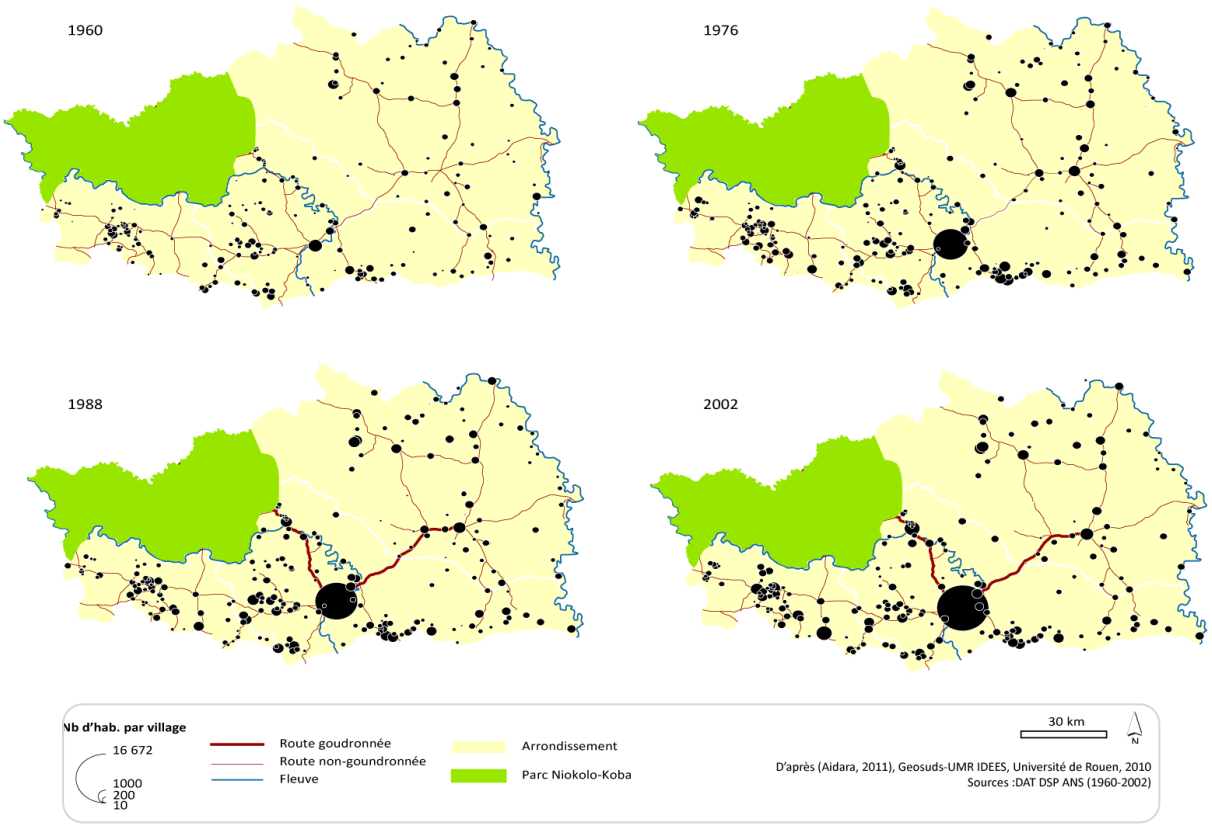
Enfin, la régionalisation, qui répond à une logique amorcée de décentralisation du pouvoir, est également une illustration de la redéfinition du statut périphérique du Sénégal oriental. En effet, en laissant son titre de département pour celui de région en 2008, Kédougou devient non plus un sous-espace des marges nationales, mais une entité administrative à part entière. Le statut de région la rend alors responsable des actions de développement sur son territoire et lui confère un transfert de compétences de l'Etat dans plusieurs grands domaines parmi lesquels la santé, la planification, l'aménagement du territoire, etc. La régionalisation se traduit notamment par un alignement de la dotation en équipements de base sur les normes régionales. Dans un tel contexte, la régionalisation contribuerait fortement aux évolutions de l'organisation territoriale de la région de Kédougou. Par exemple, le développement des

infrastructures et des équipements pourrait contribuer à l'émergence d'un réseau de bourgs ruraux, tandis que les aires de relations privilégiées, prenant place dans l'héritage des terroirs ethniques, seraient redéfinies sous l'influence des mutations récentes.

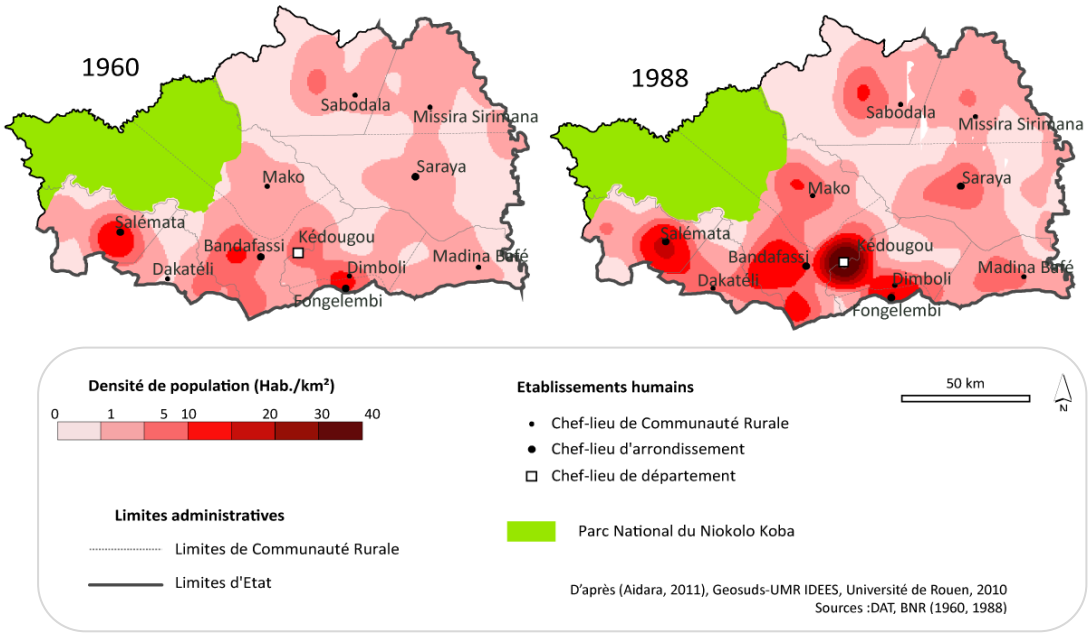
### Mise en valeur du territoire : vers un rééquilibrage territorial ?

La volonté d'une nouvelle intégration du Sénégal oriental au territoire national, et les mutations territoriales conséquentes, semblent se confirmer avec la mise en valeur récente de ses ressources, en particulier minière. L'ancienne province Mandingue du Bélédougou, au nord-est, est en effet dotée d'importants gisements de minerais (or, fer, marbre, etc.). Bien que l'orpaillage y soit une activité traditionnelle, l'activité extractive connaît un essor industriel récent grâce à l'établissement d'un contexte favorable. La déclaration de la politique minière en 2003, puis l'adoption d'un nouveau code minier en 2009 contribuent à la mise en place d'un environnement propice à l'exploitation minière, aujourd'hui dominée par des investisseurs étrangers (Diallo, 2009). Cette dernière apparaît alors comme une opportunité de développement et de désenclavement du Sénégal oriental. En effet, elle serait propice à l'amélioration des infrastructures de transports vers l'ouest du pays (Mbodj, 2009), ainsi qu'à l'émergence d'un réseau de villes régionales grâce à la croissance de pôles locaux autour des sites d'extraction (Saraya, Sabodala, etc.) et à la consolidation de ses principaux bourgs (Greig, 2009). Au niveau local, des manifestations concrètes apparaissent déjà à travers des travaux de réhabilitation des pistes effectués par les compagnies minières afin de desservir les localités incluses au sein des aires de prospection (Aidara, 2011).

Les dynamiques démographiques à l'œuvre au Sénégal oriental depuis l'indépendance témoignent de cette complexification du territoire marquée par la multiplication de petits pôles (carte 11 et 12). Avant tout, la région connaît un accroissement de population important. Entre 1960 et 2011, sa population est ainsi multipliée par 3,6 passant de 36 395 à 133 459 habitants (recensement de 1960 cité par (Aidara, 2011), et projection 2011 de l'Agence National de la Statistique et de la Démographie). Si la ville de Kédougou assume encore le rôle de pôle régional, plusieurs petits noyaux locaux se renforcent. Des foyers de population apparaissent alors autour de ces derniers érigés en chefs-lieux administratifs d'arrondissements ou de communautés rurales (Salemata, Bandafassi, Fongolembi, etc.) (cartes 11 et 12).

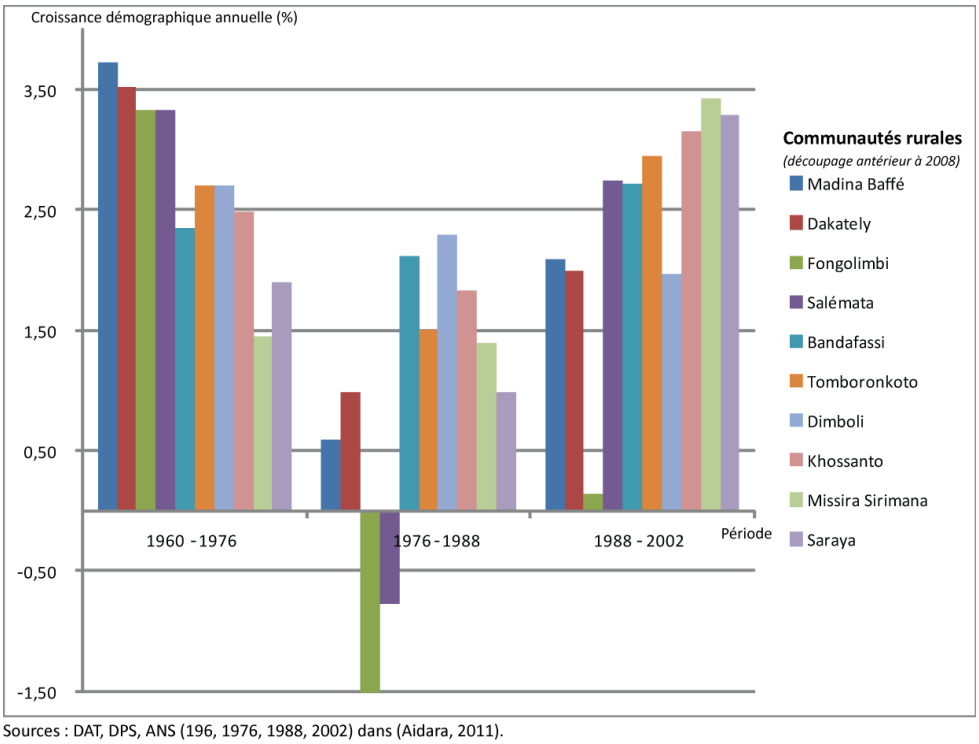



**Carte 11 Evolution des effectifs de population par village dans la région de Kédougou : multiplication des bourgs ruraux (1960, 1976, 1988 et 2002)**




**Carte 12 Evolution des densités de population dans la région de Kédougou (1960 et 2002) : renforcement des petits pôles locaux**

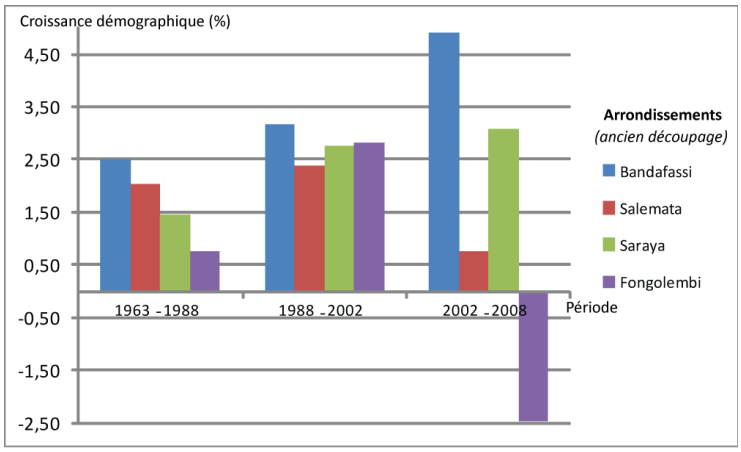
Les dynamiques démographiques à l'échelle des communautés rurales[5] entre 1960 et 2002 semblent traduire un renversement du territoire accompagnant sa mise en valeur progressive (figure 5). Jusqu'en 1976 la croissance démographique concerne principalement les communautés rurales du sud de la région (Madina Baffe, Dakateli, Fongolembi, Salemata) qui bénéficient de la continuité du mouvement migratoire guinéen de la fin du XIX$^{ème}$ siècle. La fermeture de la frontière dans les années 1970, associée aux phénomènes d'émigrations en pays Bassari, contribue à inverser la tendance démographique dès 1976. Sous l'impulsion du développement de l'activité minière et des apports migratoires qu'elle entraîne, la croissance démographique de 1976-1988 profite alors préférentiellement aux communautés rurales de la zone aurifère du nord-est (Khossanto, Missirah Sirimana, Saraya) (Aïdara, 2011). Cette même évolution se retrouve à l'échelle des arrondissements (figure 6) et semble se poursuivre pour la période la plus récente de 2002-2008. On peut également y discerner la forte croissance de l'arrondissement de Bandafassi qui s'explique par la prise en compte de la ville de Kédougou dont la population a été multipliée par 15 entre 1960 (1 170 habitants) et 2008 (17 557 habitants).



Sources : DAT, DPS, ANS (196, 1976, 1988, 2002) dans (Aidara, 2011).

**Figure 5 Evolution de la croissance démographique annuelle au sein des communautés rurales du Sénégal oriental (1960 à 2002) : vers un rééquilibrage du territoire ?**

[5] Dans cet exemple les communautés rurales correspondent à l'ancien découpage administratif. En effet, depuis la mise en place du statut de région en 2008, les arrondissements et les communautés rurales ont connus quelques modifications mineures de leur découpage.




Sources : Archives du cercle de Kédougou dans (Gessain, 1963), Recensement 1988 et populations estimées 2002 et 2008 dans (Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Tambacounda, 2002 et 2008).

**Figure 6 Renversement de la croissance démographique annuelle à l'échelle des arrondissements au Sénégal oriental (1963 à 2008)**

Le secteur aurifère du nord-est connaît une dynamique particulière liée à l'activité minière et à l'apport massif de population. Si les échanges inter-villageois y sont quasi inexistants (Ministère des mines et de l'industrie, 2008), pendant la saison sèche de nombreux villages attirent massivement des orpailleurs étrangers ou sénégalais (Coly, 2000). L'orpaillage y est pratiqué traditionnellement en complément des activités agricoles d'hivernage, et l'exploitation minière n'est donc pas récente. En 1986 déjà, Lestrange et *al.* (1986) décrivent, à propos de la région de Bransan vers le gisement aurifère de Sabodala, un « accroissement du nombre d'habitants par installation d'une population étrangère incontrôlée par l'administration », expliquant que « peu à peu les immigrés saisonniers tendent à rester en hivernage et la quête de l'or (..) ». La mise en place d'un climat favorable aux investissements étrangers (politique minière et nouveau code minier entre autres) a conduit à une intensification de l'activité minière dans la région dès les années 2000. Les vagues migratoires en provenance des pays frontaliers (Guinée, Mali mais aussi Nigéria, Sierra Leone, etc.) ou des autres régions sénégalaises constituent des effets indirects de l'exploitation minière (Mbodj, 2009) qui contribuent à la forte croissance des communautés rurales de cette zone (figure 3). Ainsi, la population connaît un taux de croissance annuelle de 2,4 % entre 1988 et 2006 (Ministère des mines et de l'industrie, 2008).

Les dynamiques territoriales récentes au Sénégal oriental semblent répondre avant tout à une logique de mise en valeur d'une région initialement placée en marge dans le modèle de développement du territoire national. Elles tendent alors à redéfinir l'organisation au sein même de l'espace régional, la hiérarchie de ses lieux et des liens qui les unissent. Cependant, si ces dynamiques favorisent l'émergence d'un réseau de bourgs ruraux, la mise en valeur des ressources minières du nord-est, le désenclavement progressif des zones d'exploitation ou encore des espaces frontaliers, elles contribuent potentiellement en retour à accroitre les déséquilibres territoriaux en renforçant l'enclavement des espaces interstitiels. Au final, si

l'espace régional du Sénégal oriental est fortement marqué par le poids de l'histoire, les dynamiques récentes participent à remodeler cet héritage au profit d'un territoire plus complexe.

### II.1.2 Expansion et régression des territoires murins

L'extension de l'aire de présence des rongeurs commensaux dépend grandement de l'homme. En effet, ce dernier fournit des conditions favorables à la présence du rongeur (abri, nourriture, etc.) et constitue souvent le principal moyen de portage du rongeur. Les piégeages réguliers réalisés depuis les années 1980 jusqu'en 2007 (Tab. 1) permettent d'appréhender la dynamique spatio-temporelle des rongeurs au Sénégal oriental. Afin d'analyser au mieux l'information issue de ces piégeages il est cependant nécessaire de prendre en considération plusieurs remarques.

Avant tout, les piégeages représentés ici concernent uniquement ceux réalisés au sein des établissements humains, ceux en forêt ou en savane sont exclus[6] (Konecny, 2009). Les piégeages n'ont pas tous étés réalisés aux mêmes années et ne sont donc pas directement comparables. Pour apprécier l'évolution de l'aire de présence des rongeurs, il faut donc prendre en compte simultanément les années de piégeages et les années d'éventuelles captures. Ainsi, il n'est pas possible de conclure sur la présence ou l'absence de rongeur pour les années antérieures au premier piégeage. Par ailleurs, tous les piégeages ont été réalisés dans des conditions permettant la capture théorique des deux espèces de rongeurs concernées (*R. rattus* et *M. natalensis*). Autrement dit, l'absence de capture peut être interprétée comme une absence effective de rongeurs. Enfin, en dehors des sites de prospection il n'est pas possible de conclure sur la présence ou l'absence d'un rongeur.

En résumé, les points de repères les plus pertinents pour retracer la progression des rongeurs dans l'espace et dans le temps sont la première année de piégeage et la première année de capture éventuelle. Si ces deux années ne sont pas confondues, cela signifie donc que le rongeur s'est introduit dans la localité prospectée à un moment indéterminé entre ces deux années.

[6] *Rattus rattus* et *Mastomys natanlensis* étant exclusivement commensaux dans notre zone d'étude, les piégeages hors villages ou campements se traduisent nécessairement pas une absence de capture. Nous avons donc choisi de ne pas représenter ces sites de piégeages afin de ne pas induire en erreur quant à leur interprétation. Les piégeages au sein des établissements humains qui sont représentés ici ont pour la plupart été réalisés à l'intérieur même des habitations.

**Tableau 1 Récapitulatif des sites de prospections et des captures de *M. natalensis* et *R. rattus* au Sénégal oriental (1986-2007)**

| N° | Localité | Années de piégeages | Années de captures *M. natalensis* | Années de captures *R. rattus* |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Wassadou | 2006 | _ | _ |
| **2** | Madina Kouta | 2005 | _ | _ |
| **3** | Dialakoto | 1986, 2005-2007 | _ | 1986, 1994 |
| **4** | Dar Salam (DSDK) | 2006 | _ | _ |
| **5** | Dar Salam | 2004-2007 | _ | 2004, 2005 |
| **6** | Dienoudiala | 2006 | _ | 2006 |
| **7** | Ceiba | 2006, 2007 | _ | _ |
| **8** | Badi (?) | 1986, 2005 | _ | 1986, 2005 |
| **9** | SIMLK | 2006 | _ | _ |
| **10** | Simenti | 1986, 2004-2007 | _ | 2004, 2005 |
| **11** | Camp du lion | 2005, 2007 | _ | 2005 |
| **12** | Lingue Kountou | 2004, 2005, 2007 | _ | _ |
| **13** | Lingue Kountou (Bamboo) | 2004 | _ | _ |
| **14** | Niokolo | 1986, 2004, 2006 | _ | _ |
| **15** | Mont Assarik | 2004, 2007 | _ | _ |
| **16** | Dalaba | 2005 | _ | _ |
| **17** | Gue de Sambailo | 2005 | _ | _ |
| **18** | Oubadji | 2005 | _ | _ |
| **19** | Salemata | 1985, 1986 | 1985 | _ |
| **20** | Dar Salam (Salemata) | 1985 | 1985 | _ |
| **21** | Niemenike | 1986, 2004 | inconnues | _ |
| **22** | Mako | 2006 | 2006 | _ |
| **23** | Bafoundou | 1986 | 1986 | _ |
| **24** | Tomboronkoto | 2004, 2006 | 2004, 2006 | _ |
| **25** | Bombou (Mandingue) | 1985 | 1985 | _ |
| **26** | Bransan | 1985, 1986 | 1985, 1986 | _ |
| **27** | Mamakono* | 1986 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **28** | Massa-Massa* | 1992 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **29** | Saraya* | 1986, 1991, 1992 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **30** | Bembou (?) | 1991, 1992, 2004 | 1991 | _ |
| **31** | Pondala* | 1992 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **32** | Diakhaba (?) | 1986, 1989, 1991, 1992, 2004 | 1991 | _ |
| **33** | Diaguiri* | 1992 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **34** | Samecouta | 1999, 2000, 2001, 2004, 2007 | 2001 (avant ?) | _ |
| **35** | Medina-Kegnoto* | 1986, 1992, 1999, 2000 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **36** | Kedougou | 1985, 1986, 1989, 1991, 1992, 1998-2001, 2004 | 1985, 1986, 1991, 1992, 1998-2001, 2006 | 1998-2001, 2006 |
| **37** | Ngari | 1986, 1998-2001, 2004, 2007 | 1986, 1991 | _ |
| **38** | Niangue* | 1998-2000 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **39** | Fadiga | 1986, 1989, 1991, 1992, 1998, 1999, 2004 | 1986, 1991 | _ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **40** | Sinthiou roudji | 1986, 1991, 2007 | 1991 | _ |
| **41** | Sily | 1986, 1989 | 1986 | _ |
| **42** | Etato* | 1985 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **43** | Bandafassi | 1985, 2001, 2004 | 2001 (avant ?) | _ |
| **44** | Indara | 1991 | 1991 | _ |
| **45** | Bundu-Kundi (Ibel) | 1986, 1991 | 1986, 1991 | _ |
| **46** | Bundu-Ande* | 2004 | Ne s'applique pas* | Ne s'applique pas* |
| **47** | Ibel | 1986, 1989, 1991, 2004 | 1986, 1991 | _ |
| **48** | Ndebou | 2001, 2004 | 2001 | _ |
| **49** | Dakateli | 1985 | 1985 | _ |
| **50** | Hamdalaye (kedougou) | 1986 | 1986 | _ |
| **51** | Dindefelo | 1986, 2005 | 1986, 2005 | _ |
| **52** | Segou | 1986 | 1986 | _ |
| **53** | Tiangel-Malal | 1986 | 1986 | _ |
| **54** | Velingara (Fongolembi) | 1992 | 1992 | _ |
| **55** | Thieoung (Fongolembi) | 1992 | 1992 | _ |
| **56** | Baniang | 1991 | 1991 | _ |

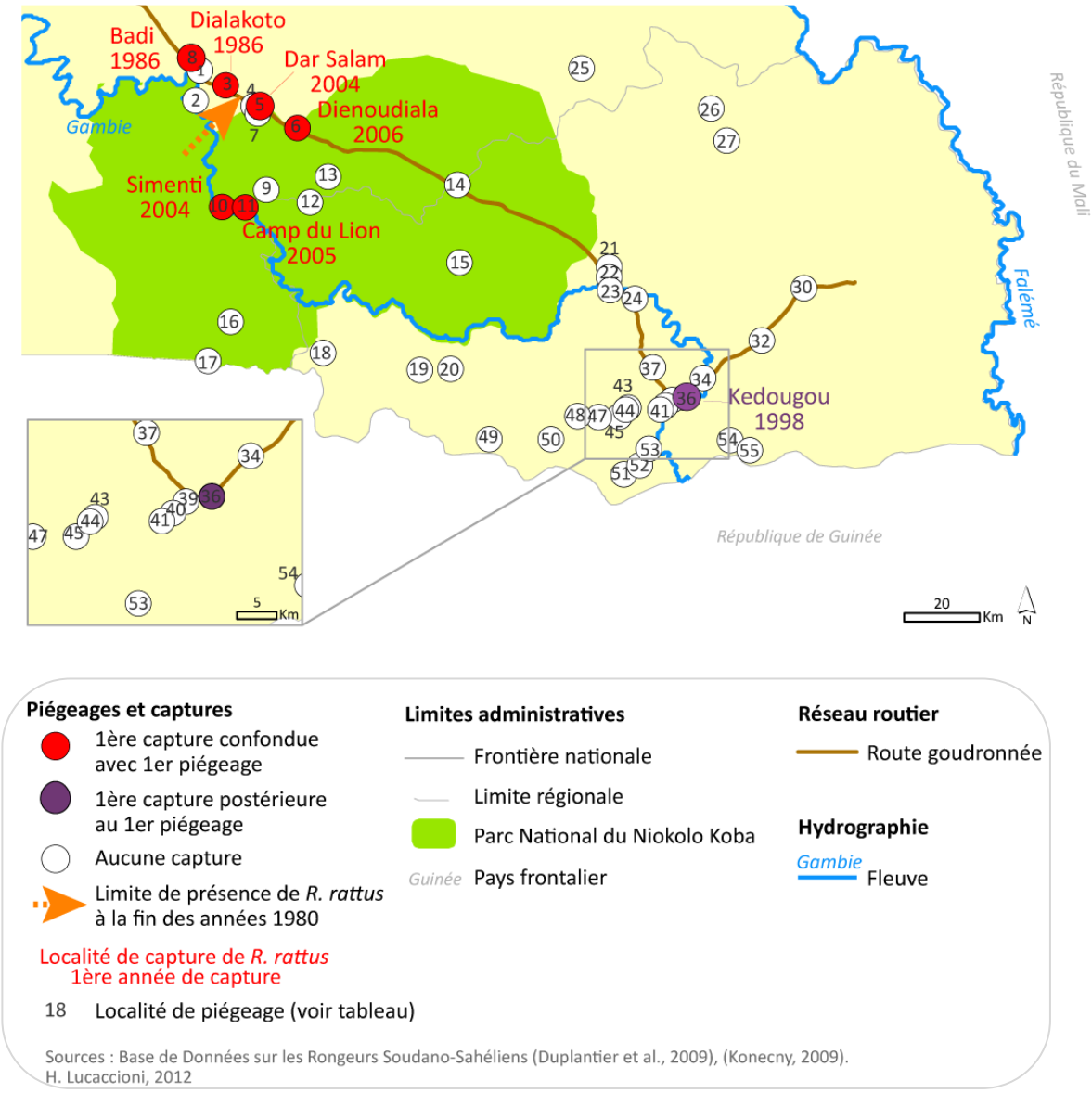
Les numéros renvoient aux représentations cartographiques ci-dessous.
* Piégeages hors établissements humains (forêt ou savane) mentionnés à titre indicatif mais non représentés sur les cartes
( ?) Localisation sur la carte approximative
Sources : (Konecny, 2009) et (Duplantier et *al.*, 2009)

#### *II.1.2.1 Propagation récente du rat noir au Sénégal oriental*

Le rat noir a été introduit au Sénégal dès le XV$^{ème}$ siècle, en quelques siècles il a étendu sa présence depuis les villes côtières vers l'intérieur du pays en s'appuyant sur les voies navigables du Sénégal et de la Gambie, puis sur le développement des routes accompagnant la traite arachidière. La situation d'éloignement du Sénégal oriental par rapport au centre occidental du territoire national et sa mise en périphérie dans les choix de développement et d'aménagement ont contribué à une colonisation récente de cet espace, malgré des conditions écologiques propices à sa présence (voir I.2.2.2). En 2007, *Rattus rattus* se retrouve dans les villages situés en périphérie nord du Parc National du Niokolo Koba (PNNK) ainsi que dans quelques campements au sein même du Parc, tandis que sa présence dans l'extrême sud-est n'est signalée que dans la ville de Kédougou (carte 13).

Les résultats de ces prospections permettent de retracer la dynamique d'introduction du rat noir au Sénégal oriental. Les villages situés au nord du Parc (Badi et Dialakoto) ont connu une invasion rapide par le rongeur. En effet, en 1969 ces localités ont été déplacées de leurs sites initiaux, situés quelques kilomètres plus au sud, en raison des redéfinitions des limites du Parc. Une quinzaine d'années plus tard, en 1986, ces villages sont déjà colonisés par *Rattus rattus*. Pourtant, bien qu'aucune prospection n'ait été réalisée avant cette date, les villageois

présents dans les anciens sites attestent ne jamais y avoir rencontré ce rongeur. Par conséquent, la venue du rat noir dans cette zone est probablement assez récente, postérieure à 1969, même si les faibles densités de populations et les grandes distances inter-villageoises pourraient également avoir empêché la progression initiale du rongeur (Duplantier et *al.*, 1991).




**Carte 13 Colonisation du Sénégal oriental par *Rattus rattus***

A la fin des années 1980, la limite de l'aire de présence du rongeur est donc fixée au nord du PNNK, plus précisément au village de Dialakoto. Le rat noir est alors absent de l'extrême sud-est de la région qui présente pourtant des conditions bioécologiques favorables à son installation. Le Parc, qui constitue une grande étendue inhabitée marquant la transition entre les savanes du domaine soudanien et les mosaïques forêts-savanes du domaine guinéen, agit donc comme une véritable zone tampon freinant la pénétration du rongeur plus au sud

(Konecny, 2009). A cette époque, seule une piste de terre traversant le Parc assure le lien entre la région de Kédougou et le reste du pays, et jusqu'en 1995 la portion revêtue de la route s'arrête au nord du PNNK (Duplantier *al.*, 1991). Les circulations vers le sud-est, en particulier les échanges de denrées, sont donc peu fréquents et la route est d'ailleurs souvent impraticable lors de l'hivernage. De plus, le fleuve de Gambie, qui traverse le Parc jusqu'à la frontière guinéenne en passant par Kédougou, n'est plus navigable en aval du PNNK. L'isolement du Sénégal oriental apparaît alors comme le principal obstacle à la pénétration de *Rattus rattus* dans la région.

Il faut ainsi attendre 1998 pour connaître les premières captures du rongeur dans l'extrême sud-est du Sénégal. Pourtant, sa présence n'est alors attestée qu'au sein de la ville de Kédougou, malgré des prospections réalisées dans plusieurs localités de la région, cette situation prévaut d'ailleurs jusqu'en 2007. Les premières captures de *Rattus rattus* au sud du PNNK ne sont pas anodines. En effet, elles ont lieu en 1998, et de manière régulière depuis cette date, dans le chef-lieu de Kédougou soit peu de temps après l'ouverture de la route bitumée reliant cette localité à Tambacounda en 1996. En remplaçant l'ancienne piste de terre, la route permet alors une liaison pérenne du Sénégal oriental avec le reste du pays et entraîne par conséquent une augmentation des échanges et des trafics routiers, soit autant de possibilités de portage du rongeur vers le sud-est.

L'absence de rat noir dans les localités longeant cette route (Mako, Tomborokoto, Ngari, etc.) permet d'émettre l'hypothèse d'une propagation du rongeur depuis Tambacounda à la faveur des circulations anthropiques. Autrement dit, au lieu de se diffuser de proche en proche, le rat noir aurait était introduit à Kédougou suite aux échanges entre les deux plus grands pôles urbains du sud-est. Cette hypothèse, déjà formulée avant même la construction de la route bitumée (Duplantier et *al.*, 1991), est d'autant plus plausible que la ville de Tambacounda est colonisée par le rat noir depuis au moins 1994 (première année de capture). Par ailleurs, les mouvements de biens et de personnes sont particulièrement propices au transport du rat sur une telle distance, soit un peu plus de 200 km. Enfin, les analyses génétiques menées par Konecny (2009) confirment que les populations de *Rattus rattus* dans les villages proches du PNNK et dans la localité de Kédougou se sont établies de manière différée et indépendante, corroborant l'idée d'une propagation du rongeur par l'homme grâce au transport routier de denrées et de ressources biologiques diverses (coton, foin, etc.).

Cependant, il peut être intéressant de soulever la question du rôle des pays frontaliers dans la dynamique d'introduction du rongeur au Sénégal oriental. Si le Mali, à l'est, ne semble pas intervenir dans l'invasion de *Rattus rattus,* ce dernier est pourtant bien présent dans les villages guinéens proches de la frontière (Konecny, 2009). Ainsi, les dynamiques exactes de l'introduction du rat noir à Kédougou demeurent encore floues. Les premières captures y ont été faites dans le quartier de Dandemayo à proximité du fleuve Gambie proche de la frontière

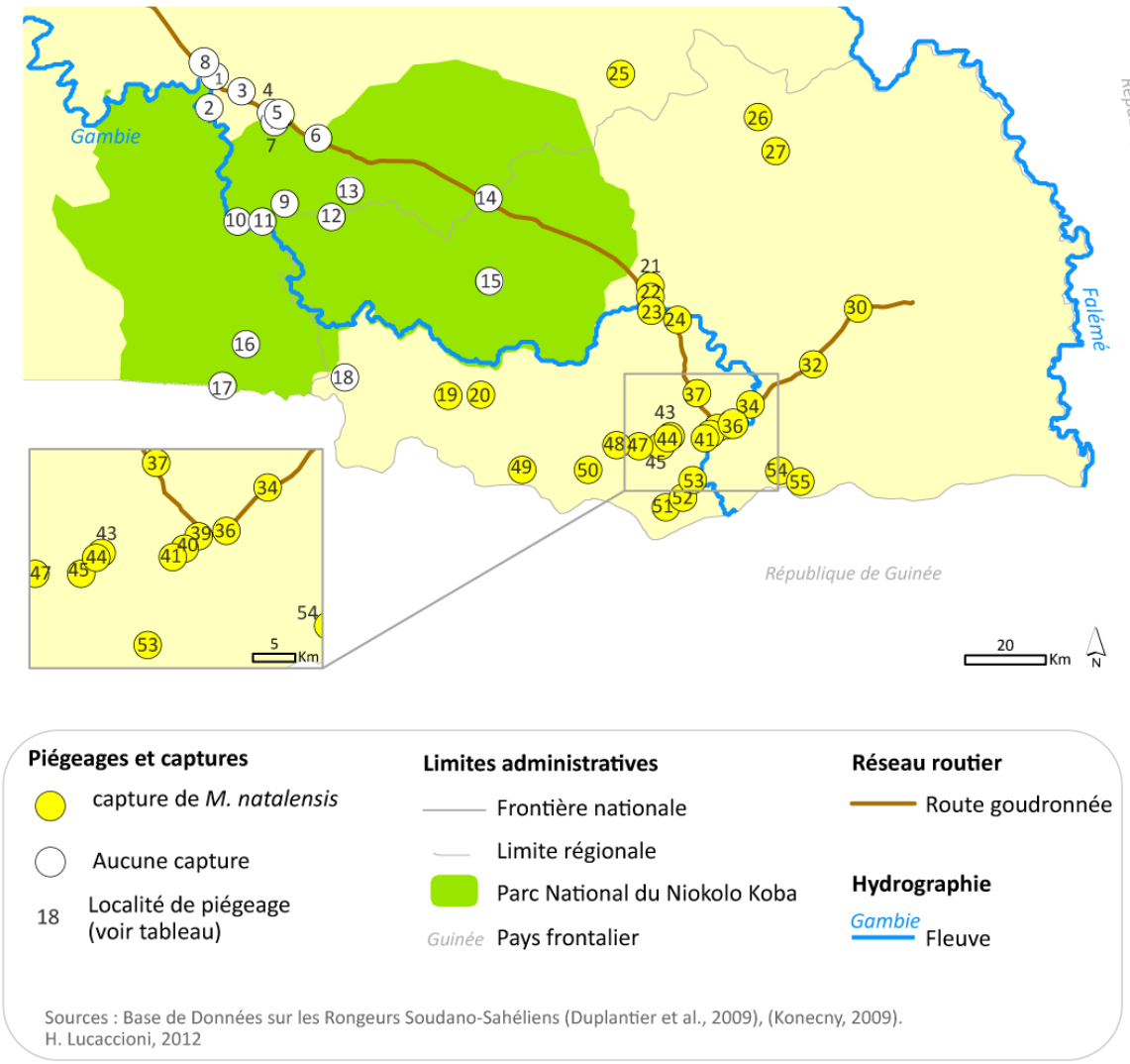
guinéenne. Or ce fleuve ne constitue pas, a priori, une voie d'introduction propice au rongeur et conforte ainsi l'idée d'une venue depuis le nord. Pourtant, le rat noir est absent du premier quartier au nord de la ville en arrivant par la route, et sa capture au sein du quartier de Sekofara, qui abrite un marché de grossiste important, a été plus tardive (Ba, 2002).

Enfin, depuis 1990 *Rattus rattus* est présent dans certains campements du PNNK (Duplantier et *al.*, 1997). Des piégeages plus récents ont confirmé sa présence dans les campements touristiques de Simenti et Camp du Lion. Ces derniers, en accueillant un certain nombre de visiteurs, fournissent des conditions propices à la présence du rongeur en assurant un approvisionnement conséquent et régulier en nourriture. A l'inverse, les sites voisins (Lingué Kountou, Niokolo) pour lesquels aucune capture n'a été réalisée sont dédiés à des activités de recherche et de conservation, ils abritent donc un nombre plus restreint d'individus et de visiteurs, soit indirectement des conditions potentiellement moins viables pour le rongeur en termes d'apports de denrées (Konecny, 2009).

De la même manière que le rongeur a profité des réseaux de circulation fluviaux puis routiers pour coloniser le Sénégal, son introduction dans l'extrême sud-est du pays serait donc concomitante à l'ouverture d'une nouvelle route et à l'augmentation des trafics routiers. Le rat noir aurait donc pénétré au Sénégal oriental par propagation depuis la ville de Tambacounda. Cependant, Duplantier et *al.* (1991) proposent également une autre hypothèse expliquant l'absence de *Rattus rattus* dans le reste de cette région. En effet, en atteignant cet espace, le rongeur est confronté pour la première fois à un compétiteur potentiel, l'espèce commensale *Mastomys natalensis*, alors que dans le reste du pays ce sont avant tout les espèces sauvages d'extérieur qui dominent et qui ne représentent donc pas de menaces pour la survie du rat noir au sein des établissements humains.

#### *II.1.2.2 Mastomys natalensis : une répartition ubiquiste remise en question ?*

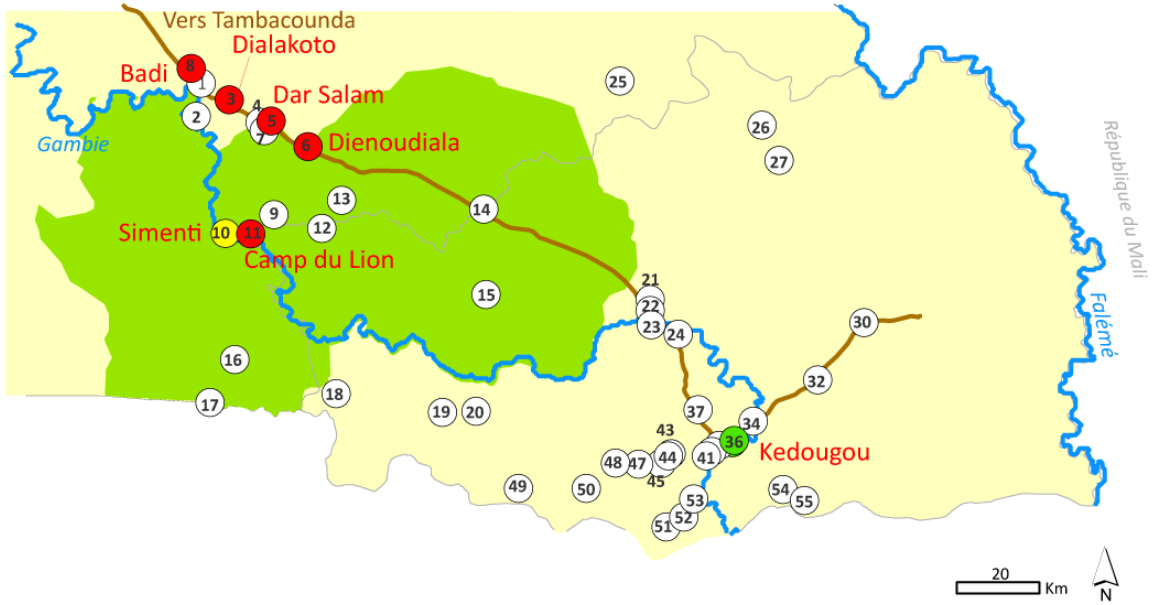
La présence de *Matsomys natalensis* au Sénégal oriental présente un tout autre faciès que celle de *Rattus rattus*. En effet, le rongeur y est ici endémique, il se situe en marge de son aire de répartition ce qui pourrait expliquer son caractère exclusivement commensal dans cette région. Ainsi, en atteignant la limite nord-ouest de son aire de présence en Afrique, son maintien pourrait se faire en contrepartie d'une restriction de son biotope aux seuls établissements humains. La limite nord actuelle de l'aire de présence de *M. natalensis* correspond environ à l'isohyète 1000 mm et au sud du PNNK. Les conditions d'aridité associées à la faible présence anthropique dans cette zone contraignent donc ce dernier à l'extrême sud-est du Sénégal (carte 14).



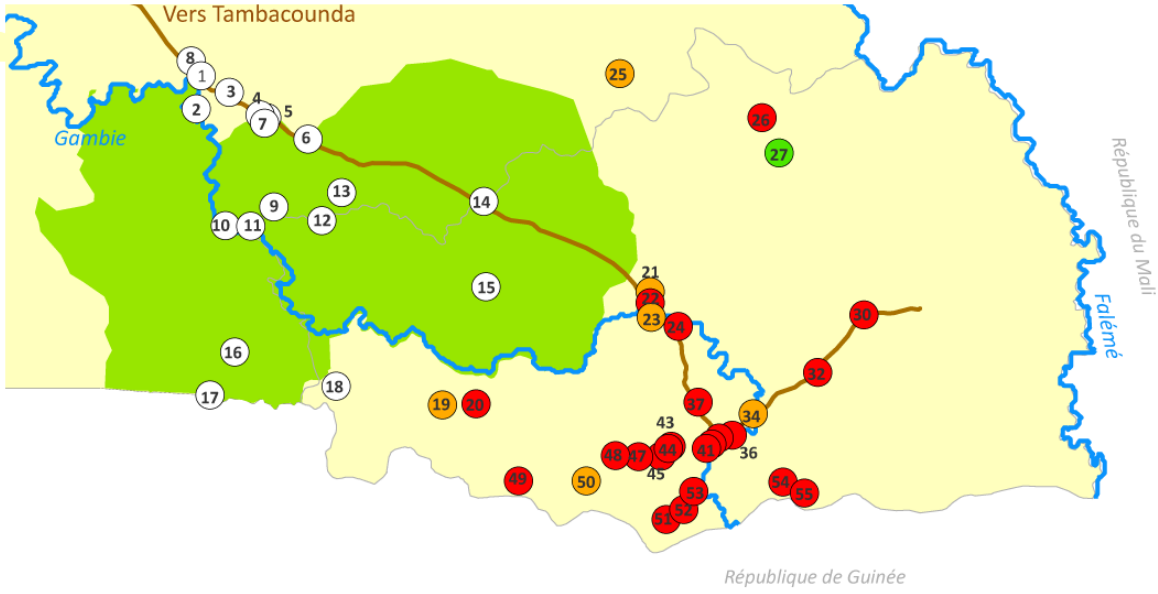

**Carte 14 Répartition de *Mastomys natalensis* au Sénégal oriental**

La rencontre entre *Mastomys natalensis* et *Rattus rattus* avait déjà été annoncée au regard de l'annonce du prolongement de la route bitumée du Niokolo (Duplantier et *al.*, 1991). Elle soulève de nombreuses interrogations puisque les deux rongeurs entreraient alors en compétition. La carte 15 représente la proportion de *R. rattus* et *M. natalensis* par rapport à toutes les espèces de rongeurs capturées au sein des établissements humains, issues des piégeages réalisés dans la thèse de Konecny (2009). La confrontation des deux espèces de rongeurs traduit bien les limites de leurs aires de présence respectives par une dichotomie Nord/Sud. De plus, elle illustre la prédominance de *R. rattus* au nord, de *M. natalensis* au Sud, parmi tous les autres rongeurs capturés.

*Rattus rattus*




*Mastomys natalensis*




**Proportion de captures**

- > 75 %
- 50 - 74 %
- 25 - 49 %
- > 0 - 24 %
- 0 % (aucune capture)

Localité de capture

18 Localité de piégeage (voir tableau)

**Limites administratives**

- Frontière nationale
- Limite régionale
- Parc National du Niokolo Koba
- Guinée Pays frontalier

**Réseau routier**

- Route goudronnée

**Hydrographie**

- Gambie Fleuve

Sources : D'après (Konecny, 2009).
H. Lucaccioni, 2012

**Carte 15 Proportions de *R. rattus* et *M. natalensis* au Sénégal oriental : une dichotomie Nord/Sud**

En 2007, le seul site de cohabitation des deux espèces de rongeurs est la ville de Kédougou. Le rat noir y est moins représenté que *M. natalensis*, soit respectivement moins de 24 % et plus de 75 %. Lors des premières captures, entre 1998 et 2002, les chiffres exacts annonçaient alors 85 % en faveur de *M. natalensis* contre 9% concernant *R. Rattus* (piégeages réalisés dans les habitations uniquement) (Ba, 2002). Aussi, en un peu moins d'une dizaine d'année, la proportion des deux espèces de rongeurs ne semble pas avoir beaucoup évolué. De plus, pour l'ensemble des prospections réalisées à Kédougou, les deux rongeurs s'ils peuvent être présents au sein d'une même concession, n'y ont jamais été capturés dans le même bâtiment (Ba, 2002 ; Konecny, 2009).

L'arrivée du rat noir au Sénégal oriental serait-elle susceptible de remettre en question la présence de *Mastomys natalensis* ? Jusqu'à présent, les phénomènes de compétitions observés en Afrique centrale entre les deux rongeurs ont plutôt été favorables au rat noir. De plus, si *M. natalensis* est exclu des habitations par ce dernier, sa survie peut être réellement remise en cause en raison de sa situation en marge de son aire de répartition et de son caractère exclusivement commensal dans cet espace (Ba, 2002).

La dynamique d'introduction de *R. rattus* au Sénégal oriental témoigne de l'importance des activités anthropiques sur l'évolution de son aire de présence. Elle soulève également de nombreuses interrogations sur sa progression future au regard des éventuels phénomènes de compétition avec *M. natalensis*, mais également des mutations territoriales du Sénégal oriental.

## II.2 Diagnostic de la répartition spatiale des arbovirus

Les données virologiques la base CRORA de l'Institut Pasteur de Dakar regroupent les informations relatives à l'ensemble des souches d'arbovirus isolées sur différents hôtes (mammifères, moustiques, tiques, phlébotomes, hommes, etc.) dans la région de Kédougou (voir I.3.2.2) Les informations issues de la Base de Données des Rongeurs Sahélo-Soudaniens (BDRSS) de l'IRD ainsi que de publications scientifiques ont permis de préciser certains sites de captures.

Entre 1972 et 2008 près d'une quarantaine d'arbovirus ont été isolés dans la zone d'étude, parmi lesquels les virus retenus comme modèles : Gabek Forest, Babanki, West Nile / Koutango (voir I.2.1.2). Seul Gabek Forest a été isolé sur des rongeurs dans la région de Kédougou[7], tandis que les autres virus ont été trouvés sur plusieurs espèces de moustiques

[7] Dans la région de Kédougou, seuls deux arbovirus ont été isolés sur rongeurs : Gabek Forest et Fadiga. Ce dernier est isolé pour la première fois en 1983 sur un unique hôte, *Mastomys sp.* Trouvé en un seul site et n'ayant pas fait l'objet d'autres isolements par la suite, Fadiga présente donc peu d'intérêt pour ce travail.

(Babanki et West Nile / Koutango) ainsi que, dans une moindre mesure, chez l'homme, une espèce de tique et un primate (West Nile / Koutango) (Tab. 2). Les hôtes analysés proviennent de différents milieux (établissements humains, champs, brousse/forêt, milieu refuge[8]) répartis en plusieurs sites de piégeages ou de prélèvements, mais couvrant inégalement la région (carte 16).

**Tableau 2 Récapitulatif des isolements des modèles virologiques au Sénégal oriental**

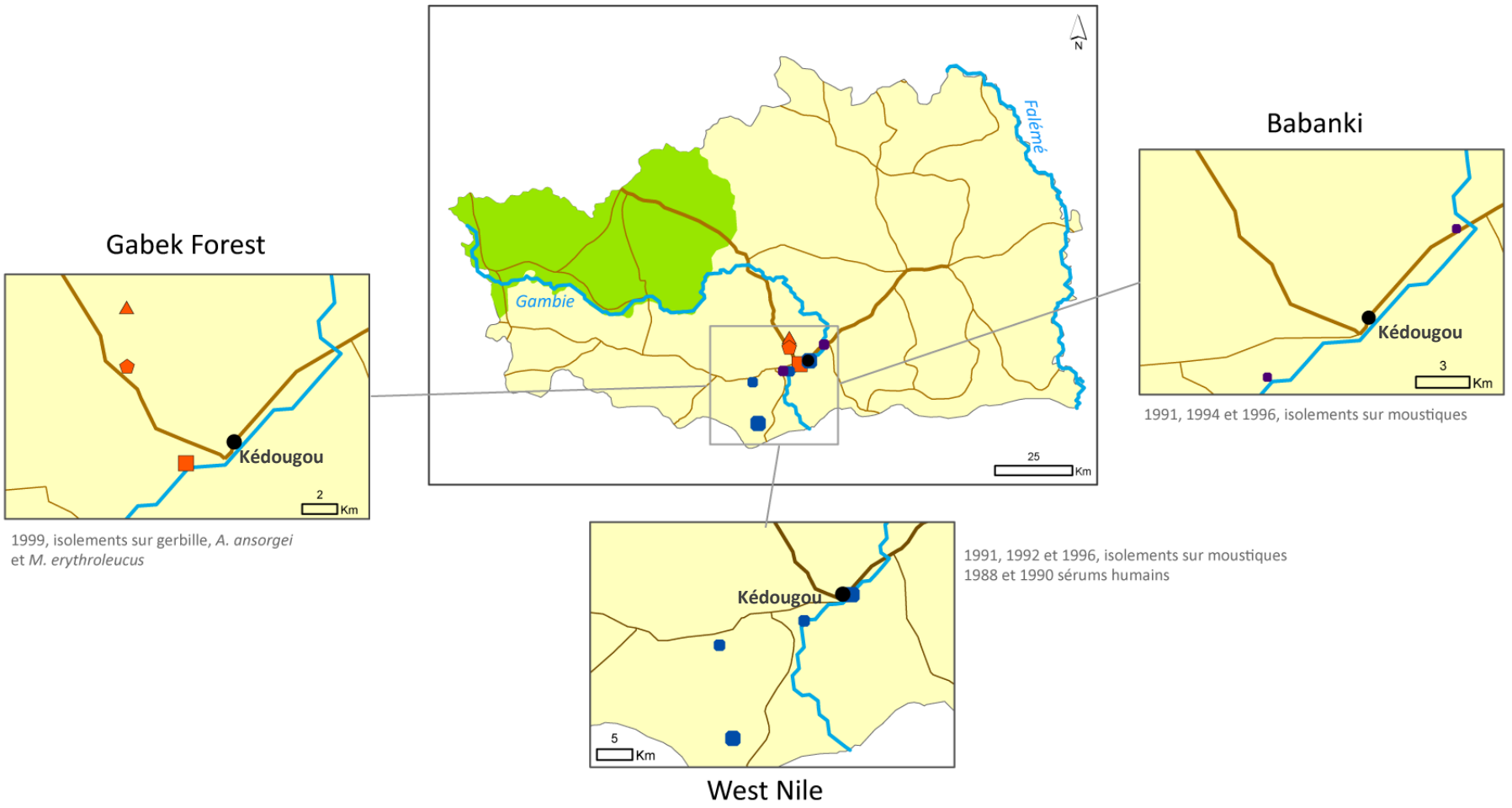
| Virus | Espèces d'isolement au Sénégal oriental | Dates d'isolement au Sénégal oriental | Autres hôtes possibles connus |
|---|---|---|---|
| **Gabek Forest** | Rongeurs : *M. erythroleucus*, *A. ansorgei*, *G. guineae* | 1999, 2000 | ***R. rattus*** + autres rongeurs |
| **Babanki** | Moustiques : *Cellia brohieri* et plusieurs espèces de genres *Culex* et *Aedimorphus* | 1973, 1974, 1991, 1994 | ***R. rattus*** Divers moustiques et tiques Homme (pathogène) |
| **West-Nile / Koutango** | Moustiques : *A. dalzieli* et plusieurs espèces du genre *Culex* Mammifère : *G. senegalensis* (primate) Tique : *H. marginatum rufipes* Homme | 1979, 1988, 1990, 1991, 1992, 1996 | Mammifères divers dont rongeurs Oiseaux |

Sources : Base de données CRORA (Institut Pasteur de Dakar), 2012 et Monlun et *al*, 1993

Gabek Forest est un des deux arbovirus pour lequel *R. rattus* est un hôte connu. C'est à Tambacounda en 1994 qu'il a été identifié pour la première fois chez le rat noir. Pourtant, au Sénégal oriental l'isolement de ce virus, qui jusqu'à présent n'a jamais été trouvé chez l'homme, a été réalisé sur d'autres espèces de rongeurs. Ainsi en 1999 et 2000, le virus est isolé pour la première fois dans la région sur deux espèces sauvages *M. erythroleucus* et *A. ansorgei*, puis en 2004 sur une espèce de gerbille. Les sites de captures de ces hôtes sont situés en brousse (forêt), dans des champs à proximité de Kédougou, ainsi que dans un milieu refuge à distance des établissements humains. Bien que les phlébotomes soient des vecteurs connus de Gabek Forest, aucune espèce n'a fait l'objet d'isolements relatifs à ce virus au Sénégal oriental malgré plusieurs prospections (Ba et *al.*, 1999).

Le virus Babanki, dont *R. rattus* a été trouvé porteur à Madagascar, n'est présent au Sénégal oriental, et au Sénégal en général, que sur des moustiques. Dans la région de Kédougou, il est ainsi isolé régulièrement entre 1973 et les années 1990 sur plusieurs espèces. Cependant les sites exacts de captures concernant les années antérieures à 1991 n'ont pas pu être retrouvés, ces isolements ne sont donc pas représentés.

[8] Un milieu refuge est une zone boisée disposant de ressources alimentaires pérennes et abritant ainsi des rongeurs tout au long de l'année, y compris lors des périodes de faibles activités.




**Carte 16 Répartition spatiale des isolements relatifs aux modèles virologiques dans la région de Kédougou**

Pathogène connu pour l'homme, le virus Babanki n'a pourtant jamais été identifié sur hôte humain au Sénégal. En termes spatial, le virus se limite aux localités de Samecouta et de Silly mais demeure absent du chef lieu de région qu'est la ville de Kédougou.

Enfin, les virus West Nile et Koutango sont présents dans la zone d'étude chez plusieurs hôtes : homme, moustique, tique, primate. Entre 1979 et 1991 ce virus, qui est fréquemment rencontré au nord du pays, circule activement chez l'homme. A cette même période, aucun isolement sur moustique n'a pourtant lieu (Monlun et *al.,* 1993), mais il faut attendre 1991 pour le virus soit de nouveau trouvé chez ces insectes. Le virus a également été isolé sur une espèce de tique et sur une espèce de primate mais les sites exacts de captures n'ont pas pu être retrouvés, ces deux isolements ne sont donc pas représentés.

L'interprétation des données virologiques dans leur dimension spatiale doit tenir compte de plusieurs éléments. Dans un premier temps, seuls les sites où des hôtes ont été testés positifs à un des virus retenus sont connus. Autrement dit, d'autres analyses ont pu être menées sur d'autres sites, non représentés ici, et avoir abouti à l'absence de virus chez l'individu testé. Cela signifie qu'en dehors des sites représentés ici, il se peut soit que des analyses menées n'aient révélées aucun virus, soit qu'aucune analyse virologique n'ait été réalisée. Si les sites positifs apparaissent principalement autour de la ville de Kédougou, c'est avant tout parce que l'effort d'échantillonnage a été plus important dans ce secteur. Il n'est donc pas possible de conclure sur la présence ou l'absence de virus en dehors des sites représentés ici.

De la même manière que l'isolement des virus est contingenté aux sites prospectés, leur identification est également limitée aux espèces investiguées. Par exemple, les oiseaux qui constituent le réservoir principal du virus West Nile ne font pas l'objet de prospections dans la région. En d'autres termes, il est possible que la circulation réelle des virus soit sous estimée si les espèces hôtes ne sont pas toutes analysées. Ceci est d'autant plus vrai que les espèces jouant le rôle d'hôtes ou de réservoirs de virus ne sont pas toujours connues de manière exhaustive. De plus, pour le virus Babanki qui peut atteindre l'homme, mais aussi dans une moindre mesure pour West Nile, la circulation du virus dans la population peut se faire sans être forcément détectée. En effet, bien que la région fasse l'objet d'une veille sanitaire accompagnée des prélèvements de sérum humains, seuls les principaux virus (fièvre jaune, dengue, chikungunya, etc.) sont recherchés régulièrement. Egalement, puisque le virus provoque des symptômes mineurs et communs à de multiples pathologies endémiques (fièvres, douleurs articulaires), sa détection lors d'un recours aux soins ne sera pas possible sans une sérologie. Or, d'une part le recours aux soins pour ce type de manifestations morbides serait peu important, en particulier dans cette région à faible accessibilité aux services de santé (Aidara, 2011), d'autre part aucune analyse sérologique n'est menée de manière systématique pour de tels symptômes.

Compte tenu des limites évoquées ci-dessus quant à l'interprétation des données virologiques, il est tout de même possible de mettre en exergue deux faits marquants concernant la répartition spatio-temporelle des arbovirus au Sénégal oriental. En premier lieu, il existe peu d'arbovirus en circulation chez les rongeurs au Sénégal oriental. En effet entre 1998 et 2001, 415 rongeurs issus de différentes espèces sauvages et commensales, capturés sur plusieurs sites, ont été analysés (Ba, 2002). Parmi ceux-ci, seuls 4 individus appartenant aux espèces *M. erythroleucus* et *A. ansorgei* ont abouti à l'isolement d'un unique virus : Gabek Forest. Aucun virus n'a été isolé sur la principale espèce commensale, *M. natalensis,* malgré que cette dernière ait constitué le plus important lot de capture. (Tab. 3)

**Tableau 3 Récapitulatif des tests d'isolements sérologiques sur rongeurs entre 1998 et 2001 au Sénégal oriental**

| Espèce | Milieu de capture | | | Total | Isolements de virus |
|---|---|---|---|---|---|
| | Maison | Champ | Brousse (Forêt) | | |
| ***R. rattus*** | **18** | **0** | **0** | **18** | **-** |
| ***M. natalensis*** | **212** | **0** | **0** | **212** | **-** |
| ***M. erythroleucus*** | **10** | **64** | **45** | **119** | **3 isolements Gabek Forest** |
| ***A. ansorgei*** | **0** | **7** | **1** | **8** | **1 isolement Gabek Forest** |
| *M. daltoni* | 3 | 0 | 10 | 13 | - |
| *M. huberti* | 0 | 4 | 3 | 7 | - |
| *G. Guineae (T. guineae)* | 0 | 11 | 15 | 26 | - |
| *H. Gambianus* | 0 | 0 | 2 | 2 | - |
| *C. Gambianus* | 1 | 0 | 1 | 2 | - |
| *L. barbarus* | 0 | 2 | 3 | 5 | - |
| *Crocidura spp* | 0 | 3 | 0 | 3 | - |
| *Total* | 244 | 91 | 80 | **415** | **4 isolements (Gabek Forest)** |

Source : D'après (Ba, 2002)

Ceci pourrait expliquer, au moins en partie, le deuxième fait marquant : l'absence d'isolement de virus de rongeurs chez l'homme jusqu'en 2011, à l'exception du virus West Nile. Ainsi, malgré plusieurs prélèvements dans différentes localités, aucun site de transmission n'apparaît pour l'instant pour le virus Babanki, agent pathogène ayant déjà été isolé chez l'homme au Cameroun, à Madagascar et en République Centrafricaine.

## II.3 Les territoires de la diffusion : émergence d'espaces vulnérables face aux arboviroses liées aux rongeurs

L'évolution de l'aire de présence des rongeurs, de *R. rattus* en particulier, confrontée aux mutations territoriales du Sénégal oriental traduit bien le lien étroit qui existe entre la constitution des territoires anthropiques et des territoires murins. Les dynamiques territoriales à l'œuvre au Sénégal oriental contribuent à redéfinir l'organisation de l'espace régional, et par conséquent les espaces à enjeux au regard du risque d'arboviroses. L'évolution de la

hiérarchie des lieux mais également de leurs liens, participent alors à l'émergence de sous–espaces aux potentiels différenciés face au risque de diffusion des rongeurs, hôtes potentiels d'arbovirus.

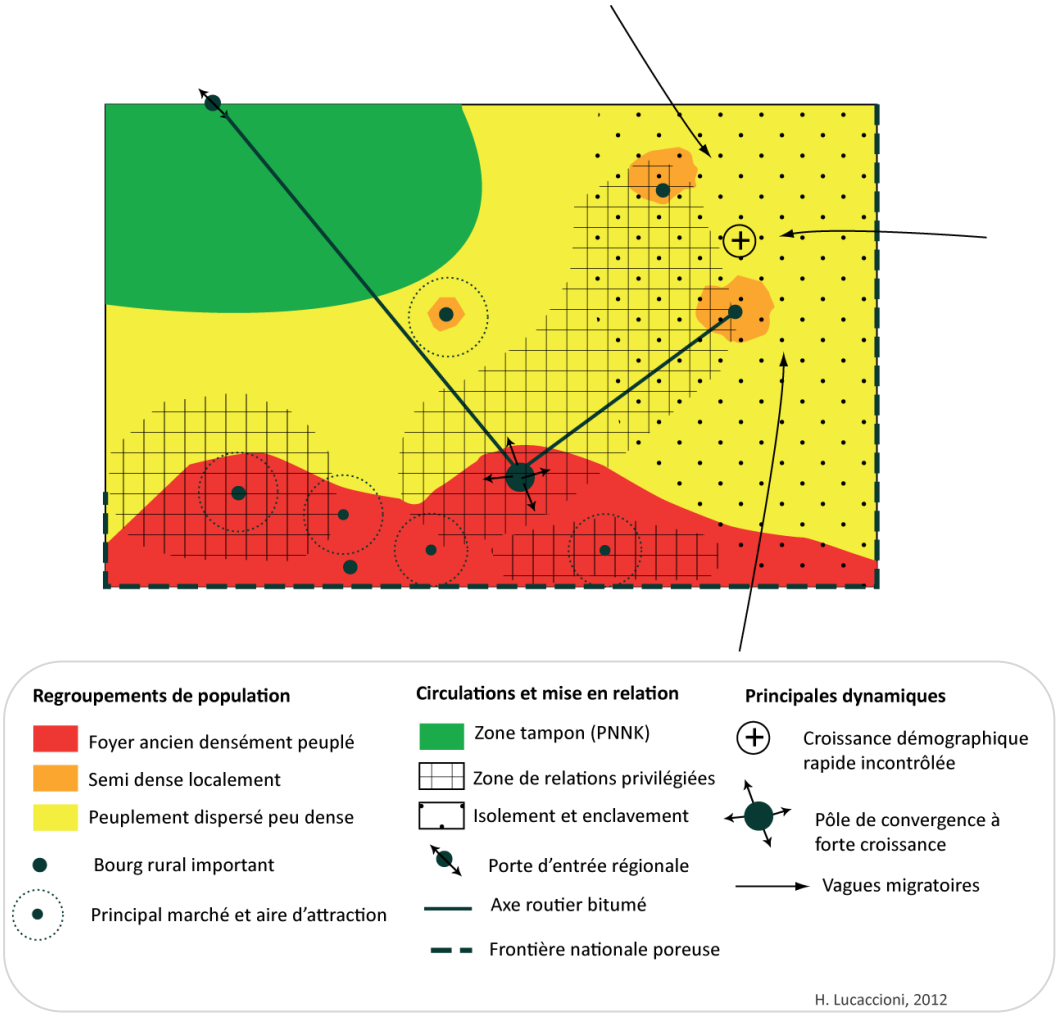



**Figure 7 Dynamiques territoriales et espaces à enjeux face aux arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental**

### II.3.1 Des relations privilégiées entre des espaces et des lieux hiérarchisés

L'arrivée récente du rat noir à Kédougou s'est faite selon un phénomène de propagation depuis Tambacounda, peu de temps après l'ouverture de la route bitumée reliant les deux chefs-lieux de régions. Le rongeur a ainsi profité de l'augmentation du trafic routier, en particulier du transport de denrées, pour s'insérer dans l'extrême sud-est du pays (voir II.1.2.1). La route nationale 7 constitue donc la principale voie d'introduction pour le rongeur et place ainsi la porte du Sénégal oriental au nord du Parc National du Niokolo Koba, tandis que la ville de Kédougou forme un point de convergence de l'ensemble des flux extra et intra-régionaux (figure 7).

Le schéma d'introduction de *R. rattus* au Sénégal oriental correspond à un phénomène de diffusion hiérarchique, c'est-à-dire une forme de diffusion qui traduit la progression spatio-

temporelle d'un phénomène en fonction de la hiérarchie des lieux. En effet, les villes et les villages s'organisent en réseau au sein duquel la place occupée par chaque localité et les relations qu'elle entretient avec les autres dépendent de l'importance relative de ces mêmes lieux. La hiérarchie urbaine ainsi définie, le phénomène se propage en cascade depuis les plus grands centres urbains, aux potentiels d'interactions accrus, vers ceux de moindre importance (Haggett, 2000). Au Sénégal oriental, Kédougou se situe en haut de la hiérarchie urbaine et assume un rôle central au sein de l'organisation du territoire. En effet, la ville cumule un statut de chef-lieu régional et une position géographique centrale au sein du réseau routier.

D'un point de vue structurel, il s'agit avant tout d'un point de passage obligé pour tous les flux en provenance ou en direction de l'extérieur de la région, qui empruntent l'unique axe routier bitumé menant vers le nord du pays. De même, Kédougou forme un nœud de convergence au sein du réseau routier local, plus précisément au sein de l'axe ouest-est, pour toutes les circulations intra-régionales. De plus, seul véritable pôle urbain de la région auquel se rattache une fonction administrative de chef-lieu, la ville constitue alors la principale escale polarisatrice des flux de marchandises et de personnes. La ville de Kédougou rassemble donc toutes les conditions propices à une première étape d'introduction du rat noir dans le sud-est sénégalais.

Bien que la présence du rongeur au Sénégal oriental soit pour l'instant limitée à cette seule ville, les pôles locaux, dont l'émergence se renforce ces dernières années (voir II.1.1.2), organisent les espaces à enjeux concernant la poursuite du phénomène de diffusion hiérarchique. Ces chefs-lieux administratifs (Bandafassi, Saraya, Fongolembi, Khossanto, etc.) regroupent les principales activités comme les marchés ruraux, les centres de santé, les éventuels services administratifs, les escales de transports voire les pôles religieux, etc. Tous ces éléments constituent autant de facteurs favorables à des « phénomènes de micro-polarisation » (Ninot, 2003, p. 305). Ces localités forment donc des points d'attraction autour desquels s'organise ensuite la vie de relations, dans un périmètre variable. Par exemple, les marchés ruraux hebdomadaires étendent leur aire d'influence selon plusieurs auréoles : la première d'une vingtaine de kilomètre polarise les villages et les populations alentours s'approvisionnant au marché, la seconde redistribue les commerçants jusqu'à une cinquantaine de kilomètres, tandis que la dernière auréole dicte les échanges les plus lointain (liaison avec la capitale, flux de marchandises de gros type bétail, etc.) (Van Chi Bonnardel, 1978).

Au sein de ce modèle théorique organisé en archipel (Van Chi Bonnardel, 1978), les réseaux de transports jouent un rôle fondamental. Bien que la présence d'une route n'implique pas obligatoirement la concrétisation de mobilités (Ninot, 2003), elle dirige grandement les flux de biens et de personnes. Ainsi, la ville de Saraya à l'est est reliée à Kédougou par une portion de route bitumée qui pourrait encourager les circulations et les échanges avec la capitale

régionale. Dans ce contexte, Saraya pourrait constituer un point de propagation plausible du rat noir au gré des flux de marchandises. De même, un tel phénomène pourrait concerner les gros villages situés sur l'axe ouest (Thiokoye, Salemata, etc.) abritant des marchés hebdomadaires importants et bénéficiant d'une liaison routière de bonne qualité avec Kédougou.

Enfin, si l'introduction du rat noir au Sénégal oriental s'est traduite jusqu'à présent par un phénomène de propagation, la progression spatiale du rongeur pourrait également se faire par contagion. En effet, les phénomènes de diffusion géographique combinent généralement diffusion hiérarchique et diffusion de proche en proche, soit deux formes de progression spatio-temporelle que les changements d'échelles d'observation permettent de distinguer (Cliff et *al.*, 1981). Autrement dit, au niveau régional l'organisation du système de localités ordonne les étapes de la diffusion, tandis qu'au niveau local la distance entre les lieux, entre autres, conditionne le phénomène de contagion. Dans la ville de Kédougou par exemple, le rongeur a d'abord été retrouvé dans le quartier Dandemayo, au sein duquel il est depuis installé de manière pérenne, puis plus tardivement dans le quartier contigu de Sékofara. Ainsi, il est possible d'envisager la diffusion du rat noir dans les quartiers et les localités directement contigus à son aire de présence.

### II.3.2 Espaces intermédiaires et lieux de transit

Si la hiérarchie relative des localités et du système de peuplement dirigent les grands axes de diffusion, elle délimite également indirectement des interstices et des lieux de transit. A l'opposé des « lieux centraux » émergent ainsi des zones tampons et des barrières plus ou moins perméables à la diffusion du rongeur. Ces espaces sont caractérisés notamment par de faibles densités de population et un enclavement structurel à l'écart des routes et des pistes, ou des principaux bourgs ruraux. Le Parc National du Niokolo Koba forme ainsi un espace de transition entre le Sénégal oriental et le reste du pays. Cet espace protégé n'est occupé que par quelques petits campements à vocation touristique ou scientifique. Ces caractéristiques en font un espace peu favorable à l'installation du rat noir, dont seule la traversée de la route nationale permet la progression du rongeur vers le sud-est.

Par ailleurs, Mako, Tomborokoto, Ngari, etc., c'est-à-dire les localités situées le long de la route entre le Parc et la ville de Kédougou ne sont pas non plus atteintes par le rongeur. Un tel constat amène à considérer ces interstices comme des espaces de transit peu intégrés au réseau de localités de la région. Plusieurs éléments se conjuguent ainsi pour expliquer l'isolement relatif de ces espaces. L'absence de continuité du peuplement, la faiblesse des infrastructures routières, l'organisation de la vie de relation au sein de petits espaces auto-centrés sont autant d'obstacles à un phénomène de diffusion ou de propagation du rongeur. En effet, les distances

et l'isolement entre les lieux limitent alors les opportunités de portage du rongeur par l'homme qui, rappelons-le, constitue le principal moyen de progression de l'animal.

Cependant, ces « espaces intermédiaires » doivent être nuancés au regard de plusieurs éléments. Avant tout le facteur saisonnier qui module grandement les possibilités de relations entre sous-espaces et leur situation d'isolement. Dans la zone minière par exemple, les circulations sont parfois rendues impossibles lors de l'hivernage en raison de l'impraticabilité des pistes (Aidara, 2011). De plus, Ninot (2003, p. 243) rappelle que « l'enclavement n'est pas une contrainte égale partout et pour tous, et qu'il n'est pas forcément synonyme d'absence de circulation ». Par exemple, au niveau local certains villages peuvent intégrer des déplacements fréquents à leur mode de vie tandis que d'autres n'y auront recours que par obligation et de manière exceptionnelle. Les espaces de relations et les espaces intermédiaires doivent donc être mis en perspective au regard de leur contexte global et dans leurs multiples dimensions, sociales, économiques, culturelles, etc.

Enfin, les espaces frontaliers avec la Guinée et le Mali pourraient jouer un rôle de barrières dont la plus ou moins grande perméabilité reste à être définie. En effet, les localités à proximité des frontières forment autant de points d'introduction possible du rongeur depuis les pays voisins en raison des possibilités d'échanges transfrontaliers, formels ou informels (Ministère des mines et de l'industrie, 2008).

Au final, les territoires de la diffusion au Sénégal oriental émergent de la combinaison de plusieurs éléments. L'organisation du système de peuplement et du système de localités ainsi que la configuration du réseau routier définissent la distribution spatiale et modulent les potentiels d'interactions entre les sous-espaces et les lieux qui les composent. Cependant, au delà de cette dimension structurelle, la vulnérabilité des espaces au regard des phénomènes de diffusion dépend avant tout des pratiques des espaces par les sociétés. Identifier les territoires de la diffusion à travers une typologie des sous-espaces régionaux revient donc à souligner l'hétérogénéité de l'espace régional mais également les modalités de constructions des territoires et de leurs pratiques.

Les modalités d'introduction, de diffusion et de propagation du rat noir au Sénégal oriental sont intimement liées aux pratiques spatiales anthropiques. En effet, la constitution de l'aire potentielle du risque est à mettre en parallèle avec la construction du territoire dans sa dimension structurelle mais également fonctionnelle. Dans un tel contexte, les dynamiques territoriales récentes au Sénégal oriental conduisent à de nombreux questionnements quant à la vulnérabilité des territoires face à la progression du rongeur et au risque potentiel qu'elle implique. Ainsi l'émergence d'un réseau de bourgs ruraux et les dynamiques démographiques qui accompagnent l'exploitation industrielle des ressources du Sénégal oriental et la revalorisation de sa position carrefour sont autant d'éléments susceptibles de soutenir le phénomène de diffusion et de propagation du rongeur.

Au sein de ce territoire en mutation, deux sous-espaces présentent des enjeux particulièrement forts. En premier lieu, l'espace urbain de Kédougou, déjà marqué par la présence de *Rattus rattus*, s'impose comme un espace stratégique quant à l'extension de la présence du rat noir dans la région et sa mise en contact avec l'homme. Ce grand bourg rural, érigé depuis 2008 en chef-lieu régional, constitue un pôle structurant de l'ensemble du territoire du Sénégal oriental. De plus, la présence confirmée de la circulation de plusieurs arbovirus dans les environs, y compris pathogènes pour l'homme et dont le rat noir est un hôte potentiel, en font un espace particulièrement important face au risque d'arboviroses liées aux rongeurs. En second lieu, la zone minière, située à l'est, apparaît comme un espace à enjeux au regard des dynamiques récentes qu'elle abrite. En effet, l'exploitation industrielle récente des ressources minières, mais également la pratique traditionnelle de l'orpaillage, impacte profondément les dynamiques urbaines et démographiques. Elle contribue alors à redéfinir l'organisation de cette marge rurale ainsi que sa place au sein du Sénégal oriental, mais également de l'espace transfrontalier. Les enjeux soulevés par l'espace urbain de Kédougou et la zone minière de l'est nous amène donc à poser la question de l'émergence d'espaces inégalement vulnérables face aux phénomènes de développements urbains.

# Partie III
# Dynamiques urbaines et émergence de territoires vulnérables

Si les dynamiques territoriales régionales participent à la définition des aires de présence du rat noir, elles ne sont pas suffisantes pour expliquer les disparités de contact du rongeur avec l'homme à l'échelle fine. En effet, les processus régionaux permettent de comprendre les conditions menant à l'introduction du rat dans une localité mais sont incapables de traduire sa répartition et sa diffusion interne. Il s'agit alors de discerner les modalités de contacts entre l'homme et un réservoir potentiel d'arbovirus, le rat noir, en se plaçant au niveau de la maille élémentaire la plus pertinente, c'est-à-dire le niveau domiciliaire. La mise en perspective de ces dernières doit alors permettre l'identification de territoires potentiellement vulnérables face aux arboviroses liées aux rongeurs.

Cette dernière partie cherche donc, en se plaçant au niveau domiciliaire, à appréhender les facteurs de diversité inter et intra-villageoise et leur influence sur les disparités de contact avec le rongeur. Autrement dit, il s'agit dans un premier temps d'établir une typologie des ménages à travers leurs organisations, leurs modes de gestion domestique et leurs pratiques spatiales, puis de la confronter à la présence ou l'absence de *Rattus rattus* (III.1). Enfin, la dernière étape consiste à replacer les éventuels déterminants des disparités de contact avec le rat noir dans leur contexte territorial afin d'en comprendre les multiples processus qui les sous-tendent (III.2).

## III.1 Pratiques socio-spatiales des ménages et disparités de contact potentiel avec un réservoir d'arbovirus

Les dynamiques territoriales au Sénégal oriental sous-tendent la diffusion et la propagation du rat noir. L'air de présence du rongeur témoigne pourtant de disparités de contact avec l'homme au niveau intra-villageois. Pour comprendre ces dernières il est alors nécessaire de se placer au niveau de la maille élémentaire du fonctionnement du phénomène, c'est-à-dire au niveau domiciliaire. En replaçant le phénomène de contact homme/rongeur dans son contexte territorial, il est alors possible d'identifier des territoires potentiels de vulnérabilité.

### III.1.1 Espace, territoires et vulnérabilité face au contact homme/rongeur

La confrontation des dynamiques territoriales régionales et des dynamiques d'introduction du rat noir au Sénégal oriental nous a conduits à discerner des systèmes spatiaux à enjeux. Il s'agit maintenant de s'interroger sur la manifestation différenciée du risque au sein même de ces systèmes. En effet, comme cela a déjà été évoqué précédemment (voir partie I.1.4) le risque est bien plus que la simple superposition spatiale des maillons de la chaîne épidémiologique. Par conséquent sa traduction dans l'espace ne peut se résumer à une somme de facteurs localisés. Au contraire, le risque d'anthropozoonoses apparaît dans sa dimension spatiale comme le résultat d'un ensemble de processus sociaux et spatiaux générateurs de contacts différenciés entre agent pathogène, réservoir, vecteur et homme.

L'espace n'est donc pas suffisant pour expliquer les disparités spatiales du risque, quel que soit l'indicateur retenu pour l'appréhender. Il faut pour cela recourir au concept central de territoire permettant d'appréhender ces interrelations multiples entre une société et un espace qui en est tout à la fois support, produit et enjeu (Salem, 1998). Ainsi, l'aire de répartition du rat noir au Sénégal oriental est bien le résultat des dynamiques territoriales à la fois actuelles et héritées. Le contact homme/rongeur apparaît donc comme un indicateur de la construction de ce territoire à l'échelle régionale. Cependant, appréhender le risque nécessite de se placer au niveau de l'expression de la maladie. A ce titre, il est utile de rappeler la distinction entre l'aire potentielle du risque et son aire fonctionnelle (Handschumacher et Hervouët, 2004). Tandis que la première regroupe de manière partielle les termes de la chaîne pathogène, la seconde exprime le niveau élémentaire auquel peut se manifester leur contact et donc le phénomène de transmission.

La question du risque d'arboviroses liées aux rats nous invite donc à se placer au niveau le plus pertinent pour appréhender le contact homme/rongeur, c'est-à-dire au niveau domiciliaire. A ce niveau ce contact traduit alors avant tout, non plus la construction territoriale régionale, mais les pratiques socio-spatiales des populations. Depuis l'échelle

régional exprimant l'aire de présence et le phénomène de diffusion et propagation du rongeur jusqu'au niveau domiciliaire traduisant les modalités de contact avec l'homme, il est alors possible de parler de territoires du risque considérés non pas isolément les uns des autres mais comme autant d'emboîtements spatiaux en interaction.

Enfin, territoires de l'homme et territoires du rat permettent d'appréhender une partie du risque seulement. Autrement dit, tout en se plaçant au niveau de la maille élémentaire du fonctionnement du phénomène pathogène, c'est-à-dire le niveau domiciliaire, le contact homme/rongeur n'est pas en mesure de rendre compte du risque d'arboviroses dans son ensemble. En effet, ce dernier exige de considérer l'ensemble de ces composantes c'est-à-dire également les vecteurs et les agents pathogènes. A travers le contact homme/rongeur, nous rendons compte avant tout de la vulnérabilité au risque d'arboviroses. Plus encore, la présence du rat noir n'étant pas effective partout, il s'agit de rendre compte d'une potentialité de vulnérabilité au risque d'arboviroses.

### III.1.2 Un ensemble de variables thématiques pour décrire les concessions

Les données sur les modes d'organisation et les pratiques socio-spatiales des concessions ont été récoltées par enquête domiciliaire. Outre le recensement des différents membres résidents et la description de l'environnement péri-domiciliaire, le questionnaire présente six rubriques portant sur les caractéristiques et l'équipement de l'habitat, les animaux de la concession, la gestion des stocks alimentaires et celle des ordures, les mobilités des membres résidents et la perception des rongeurs (annexes 4 et 5). Les enquêtes se sont déroulées en Mai 2012 et ont été menées par Oumar Sall et moi-même, accompagnés de guides locaux assurant notamment la traduction (Malamine Dansokho à Kédougou, Sékou Kanté à Sabodala).

Le questionnaire, préalablement testé auprès de quelques concessions, est administré généralement au chef de concession et concerne l'ensemble des membres résidents de cette dernière. Les membres absents de la concession depuis plus de six mois n'ont pas été pris en compte, de plus les éventuels locataires ou élèves logés en période scolaire ont été comptés dans le nombre total de résidents mais n'ont pas fait l'objet de recensement. Un questionnaire ne correspond donc pas à un unique ménage au sens nucléaire (parents et enfants), mais à une concession qui elle-même peut être formée de plusieurs ménages (en général le patriarche avec ses épouses et ses enfants, puis les familles nucléaires des enfants, les éventuels autres membres de la famille élargie comme les cousins, frères, grands-parents, etc.). En effet, orienter le questionnaire sur une unique famille nucléaire au sein de la concession pose plusieurs problèmes d'ordre pratique : sentiment d'« exclusion » par la non prise en compte des membres de la famille au sens large mais non inclus dans la définition du ménage nucléaire, et question du choix du ménage à enquêter parmi les multiples ménages nucléaires

formant la concession. Par ailleurs, considérer l'ensemble des membres résidents de la concession au-delà du seul ménage nucléaire permet de nous rapprocher de la définition du ménage en tant qu'unité de production-consommation définie par Gastellu (1979, cité par Vaugelade, 1991).

La stratégie d'échantillonnage des localités d'enquêtes puis des concessions au sein de ces mêmes localités répond à un compromis entre la pertinence des sites, la disponibilité des données, en particulier les données rodentologiques, et la faisabilité des enquêtes. Au niveau des sites, la ville de Kédougou a été retenue puisque il s'agissait de la seule localité pour laquelle la présence du rat noir était confirmée par les dernières sessions de piégeages. Au sein de la ville, trois quartiers ont été retenus (Fig. 8). Premièrement, le quartier Dandemayo situé au sud-est est le premier quartier où le rat noir a été capturé, il s'agit de plus de l'unique quartier de la ville où la présence régulière du rongeur est attestée. Le quartier Dalaba (anciennement appelé Sekofaran), au nord-est, a été le second quartier atteint par le rat noir mais sans que ce dernier y soit considéré comme installé. Enfin, à l'ouest Fadiga est jusqu'en 2010 la localité la plus proche de Kédougou avant d'y être intégrée en tant que quartier de la ville.

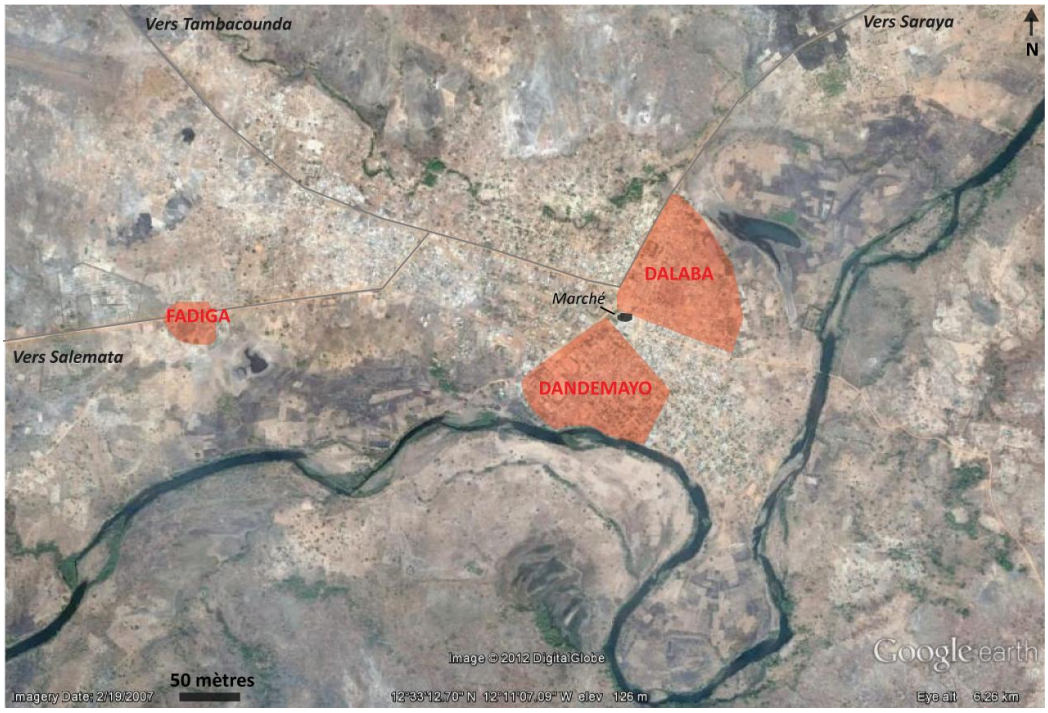



**Figure 8 Quartiers enquêtés à Kédougou-ville**

Parmi les différents villages de la région, le site de Sabodala a été choisi comme second site d'enquête pour plusieurs raisons. Ce village se situe au sein de la zone minière du nord-est identifiée précédemment comme espace à enjeux au regard des dynamiques qu'elle abrite (voir partie II). Plus précisément, ce site fait l'objet d'une exploration et d'une exploitation minière industrielle depuis le début des années 2000, source de nombreuses mutations socio-

économiques et spatiales. De plus, parmi toutes les localités de cette zone aurifère, le village de Sabodala apparaissait comme, éventuellement, le plus propice à la présence du rat noir. Ce village Malinké présente un centre ancien abritant un petit marché, tandis qu'en contrebas et en périphérie se trouvent des quartiers plus récents des Peul et des Bassari, ethnies minoritaires de la localité. Ces deux « quartiers » ont donc été enquêtés (fig.9 ).

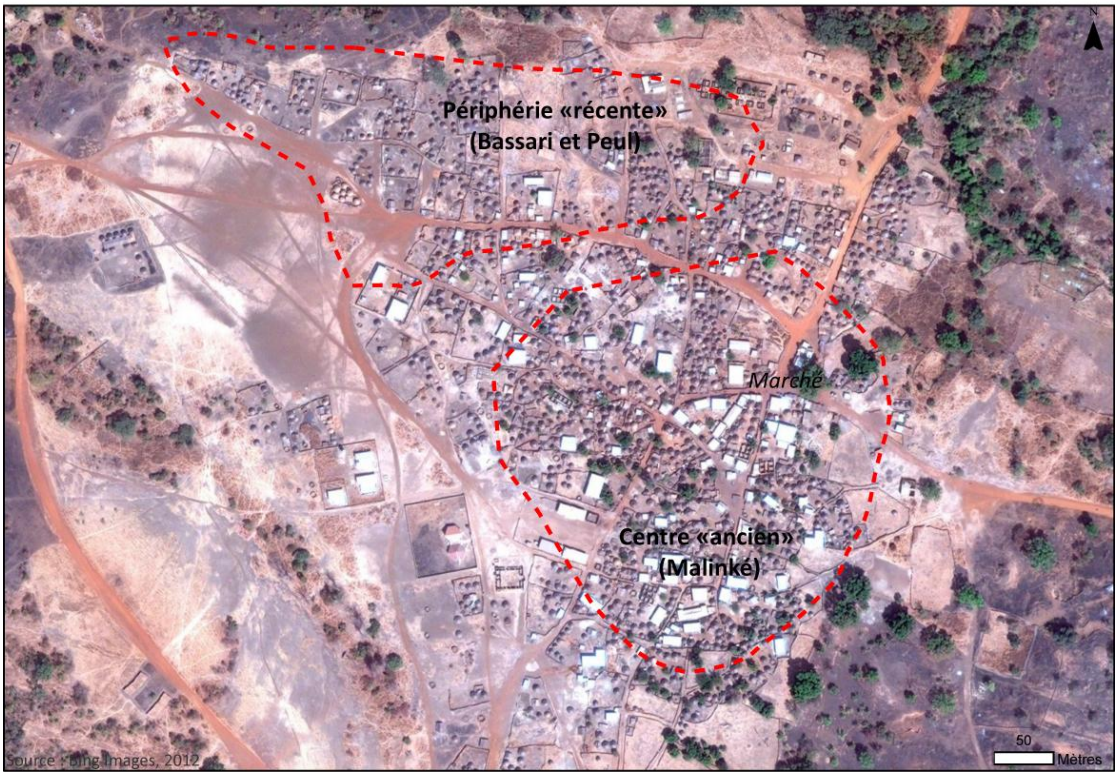



**Figure 9 "Quartiers" enquêtés à Sabodala**

L'échantillonnage des concessions au sein de ces sites d'enquêtes a suivi une logique illustrative plutôt que représentative. Les concessions retenues correspondent aux concessions pour lesquelles des piégeages de rongeurs ont eu lieu en 2004 ou en 2009. Le choix des concessions lors de ces sessions de piégeages n'a cependant pas fait l'objet d'un échantillonnage aléatoire, pourtant se baser sur cet échantillon de concessions offre la possibilité d'appréhender l'évolution de la situation des rongeurs en général et du rat noir en particulier, puisque une session de piégeage a également été menée par une équipe de l'IRD lors de la période des enquêtes dans ces mêmes concessions. Le principal problème posé par cet échantillon prédéfini de concessions a donc été l'absence d'une répartition spatiale homogène sur l'ensemble du quartier mais surtout la sous-représentation de certains types d'habitat. Aussi dans l'idée d'être illustratif de chaque quartier, quelques concessions ont été ajoutées à cette liste prédéfinie en se basant sur deux critères : d'une part le type d'habitat (habitat en dur *versus* habitat en banco et chaume) et d'autre part la situation de la concession au sein du quartier (périphérie *versus* centre) (photos 1 et 2).




**Photo 1 Diversité de situation des concessions : périphérie-brousse *versus* village (Sabodala)**




**Photo 2 Diversité des types de bâti : bâtiment en dur et tôle *versus* cases en crintin, banco et chaume (Kédougou)**

L'échantillon final, à défaut d'être statistiquement représentatif, est donc avant tout à visée illustrative. Au total 64 concessions ont été enquêtées dont 44 concessions à Kédougou et 20 à Sabodala (tab. 4). Cependant pour les analyses statistiques, seules 62 observations ont été conservées puisque deux concessions ne disposaient pas d'information rodentologique (absence de piégeages).

Les données issues des questionnaires traduisent donc distinctement des caractéristiques de la concession (équipement, type d'habitat, etc.) et des caractéristiques individuelles des membres résidents (ethnie, niveau d'étude, activités, etc.). Pour les caractéristiques de la concession, 56 variables thématiques ont ainsi été récoltées, soit directement à partir des données brutes du questionnaire, soit *a posteriori* par synthèse de variables brutes. Par exemple la variable « matériau dominant des murs » a été créée à partir du recensement des matériaux de chaque bâtiment de la concession.

**Tableau 4 Nombre de concessions enquêtées par site et par quartier**

| Localité | Quartier | Nombre de concessions |
|---|---|---|
| **Kédougou** | Dandemayo | 17 |
| | Dalaba | 16 |
| | Fadiga | 11 |
| | Total | 44 |
| **Sabodala** | Malinké | 13 |
| | Bassari/Peul | 7 |
| | Total | 20 |
| Echantillon total | | 64 |

### III.1.3 Vers une typologie des ménages

L'organisation, les modes de gestion et les pratiques socio-spatiales appréhendés au niveau des concessions permettent de distinguer des typologies de ménages. Ces dernières apparaissent alors largement dominées par la dimension collective au détriment des facteurs individuels. Elles sous-tendent des conditions de vulnérabilités différenciées face au contact potentiel avec le rat noir.

#### *III.1.3.1 Une dimension collective prédominante*

**Le facteur urbain au cœur de la différenciation des ménages**

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une méthode statistique multidimensionnelle adaptée aux données qualitatives. A partir d'un tableau de données constitué de plusieurs observations, ici les différentes concessions, décrites par plusieurs variables, cette méthode factorielle consiste à résumer et hiérarchiser l'information à travers un nombre plus restreint de facteurs. Ces derniers forment des axes sur lesquels la projection des modalités, c'est-à-dire les différentes valeurs des variables, et des individus forme un nuage de point. L'interprétation de ce dernier permet d'attribuer à chaque axe factoriel un critère de différenciation des individus.

Afin de choisir au mieux parmi les 56 variables thématiques celles à intégrer dans l'ACM, une étape préalable est menée. Elle consiste à étudier le lien éventuel existant entre ces 56 variables afin d'éliminer celles porteuses d'information redondante. Les conditions de validité du test d'indépendance du Khi2, qui est le test statistique adapté pour ces données qualitatives, ne sont cependant pas remplies. En effet, un certains nombre de relations testées présentent un seul degré de liberté (variables à deux modalités chacune), et la plupart ont moins de 80 % des effectifs théoriques de leur tableau de contingence supérieurs à 5. C'est

donc un test exact de Fisher qui est réalisé pour étudier le lien éventuel entre les différentes variables.

Les résultats du test ont permis d'éliminer plusieurs variables présentant des liens entre-elles, par exemple la présence d'une planche d'orpaillage est éliminée tandis que la pratique de l'orpaillage est conservée. De plus certaines variables jugées peu fiables ont été également écartées et ont plutôt servi de variables illustratives (mobilité du ménage le dernier mois, distance au marché, etc.). Au final, 23 variables ont donc été retenues pour l'ACM (tab. 5) ainsi qu'un certain nombre de variables illustratives.

**Tableau 5 Variables retenues pour l'analyse statistique**

| Thématique | Variables |
|---|---|
| **Composition socio-économique** | Groupe ethnique du chef de concession (c/c) ; Activité principale c/c ; Localité de naissance oui/non (c/c) ; Nombre de résidents (catégories) ; Pratique de l'orpaillage oui/non; Activités hors localité oui/non |
| **Situation de la concession** | Quartier ; Environnement péri-domestique |
| **Equipement** | Salon ; Radio ; Tél. Portable ; Moto ; Vélo ; Charrette ; Charrue |
| **Caractéristiques de l'habitat** | Matériau dominant des murs ; Matériau dominant des toits ; Matériau dominant des sols |
| **Animaux, stocks alimentaires et ordures** | Lieu de parcage du bétail non confié ; Lieu de stockage des céréales ; Stocks de légume oui/non ; Lieu d'évacuation des ordures |

L'inertie des axes d'une ACM est un indicateur peu fiable puisqu'elle est sous-estimée, il est cependant possible de recourir à l'inertie ajustée. Les deux premiers axes traduisent ainsi un peu moins de 50 % de l'information totale du nuage de point. Avec des valeurs propres respectives de 0,20 et 0,17 les deux premiers axes apparaissent peu différenciés. La projection des observations traduit d'ailleurs cette moindre différenciation par la faible dispersion du nuage de point (fig. 10). Seuls les axes 1 et 2 seront retenus pour l'analyse puisque l'inertie ajustée du troisième axe est très faible (7%) (tab. 6).

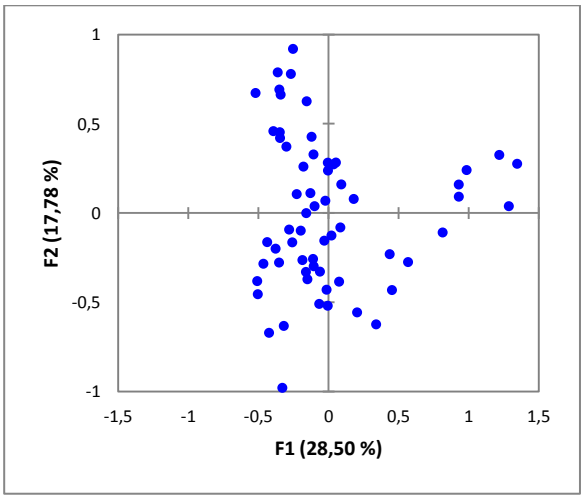



**Figure 10 Graphique des observations de l'ACM sur les deux premiers axes**

**Tableau 6 Valeurs propres et inerties des trois premiers axes de l'ACM**

| Axes factoriels | **F1** | **F2** | F3 |
|---|---|---|---|
| Valeur propre | **0,203** | **0,169** | 0,122 |
| Inertie (%) | 10,134 | 8,462 | 6,095 |
| % cumulé | 10,134 | 18,596 | 24,691 |
| **Inertie ajustée (%)** | **28,499** | **17,784** | **6,915** |
| **% cumulé** | **28,499** | **46,283** | 53,198 |

Pour interpréter les axes, les variables présentant les plus importantes contributions sont retenues ainsi que les variables illustratives significatives. L'axe 1 oppose ainsi des bâtiments en matériaux précaires (murs en crintin ou tôle, sols en terre) à des bâtiments mieux équipés (toits en tôle, sols en ciment, présence d'un salon). Le groupe ethnique Tenda, les modalités « artisan » et situation de la concession en « périphérie » sont opposés aux Mandingues, aux modalités « village de naissance du chef de famille » et « stockage des céréales dans un magasin ». Le quartier Bassari/Peul de Sabodala joue également une part importante de la définition de l'axe. Les variables illustratives viennent compléter l'interprétation de l'axe, ainsi les ménages situés loin du marché, originaires de l'extérieur du département, ne possédant pas d'animaux contrastent avec des ménages aux caractéristiques inverses, c'est-à-dire proches du marchés et possesseurs d'un grand nombre d'animaux. **Ce premier axe traduirait donc une opposition entre le centre, pourvu en commerces, mieux équipé et abritant des ménages originaires de la localité, et la périphérie qui regrouperait des individus récemment intégrés à la localité, éloignés des activités commerciales et avec un niveau d'équipement moindre.**

L'axe 2 oppose quant à lui des grandes concessions (catégorie maximale du nombre de résidents soit entre 18 et 32), l'appartenance au groupe Mandingue, la pratique de l'orpaillage la modalité « cultivateur », au groupe Peul, métiers de l'éducation, des concessions de taille moyenne (catégorie intermédiaire de 7 à 13 résidents). Tandis que les premiers ménages parquent leur bétail et évacuent leurs ordures en brousse, les autres incinèrent leurs déchets dans la cour. Cependant parmi les modalités contribuant le plus à la définition de l'axe, le quartier Malinké de Sabodala s'oppose au quartier Dandemayo de Kédougou. Parmi les variables illustratives, le contraste est aussi marqué entre le fait de ne pas posséder de téléphone fixe et Internet et celui d'en avoir, la possession d'un nombre élevé d'animaux (24 et plus soit la catégorie maximale) et l'absence totale d'animaux. **Ce second axe exprimerait donc le caractère rural *versus* urbain des concessions.**

### Des regroupements d'individus révélateurs des quartiers

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) est une méthode de classification automatique visant à mettre en évidence des classes d'individus homogènes. Elle est réalisée à partir des coordonnées des individus issues des deux premiers axes de l'ACM. En se basant sur la distance euclidienne et le critère d'agrégation de ward, qui maximise l'inertie entre classes, la CAH fournit un dendrogramme. Il s'agit d'une représentation graphique permettant de distinguer la partition optimale, ici en trois classes (fig. 11).

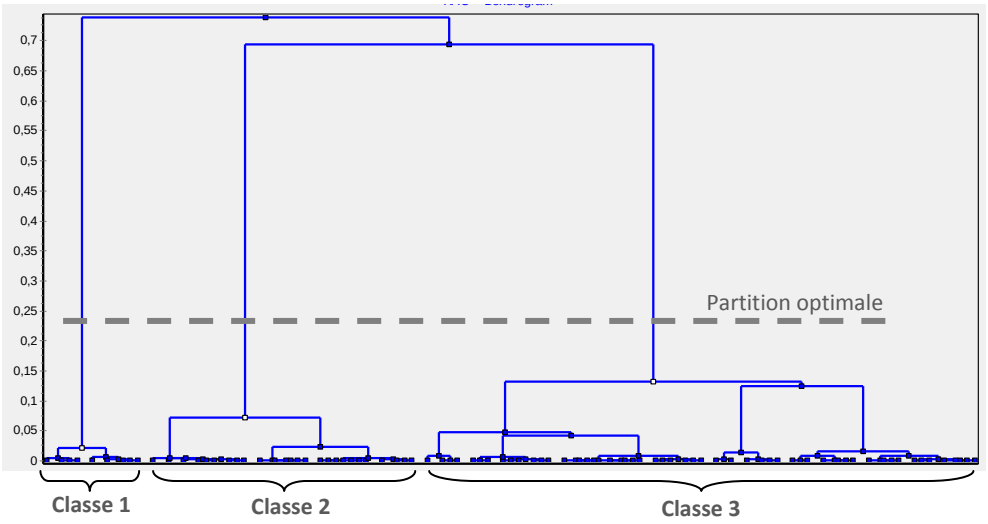



**Figure 11 Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique**

La première classe regroupe 11% de l'échantillon, soit 7 individus. Il s'agit de la classe la plus petite. Elle se caractérise par un certains nombre de modalités partagées par l'ensemble de ses individus. Les bâtiments des concessions comportent ainsi des murs en crintin ou tôle, des sols en terre et des toits en chaume. Aucun individu du groupe n'exerce une activité en dehors de la localité de résidence, et tous sont originaires de l'extérieur de cette localité. Il s'agit exclusivement de cultivateurs et d'artisans mais aucun ne dispose ni de charrette, ni de charrue, ni de stock de légumes. La catégorie avec le nombre maximal de résidents (entre 18 et 32) ainsi que les modalités concernant l'évacuation des ordures dans les rues contiguës ou dans des bennes ne sont pas représentées dans cette classe. Parmi les autres éléments caractéristiques, les individus du groupe ethnique Tenda sont uniquement représentés dans cette première classe, les individus qui la composent n'ont, pour la majorité d'entre eux, pas de stock de céréales, ni de bétail, ils évacuent leurs ordures en brousse et une minorité d'entre eux seulement appartient au groupe Mandingue.

La seconde classe comprend 33% des concessions de l'échantillon total. Les 20 individus qui la composent ont en commun l'absence de stock de légumes et de bâtiments aux sols en ciment. De manière majoritaire ils sont avant tout Mandingues, cultivateurs et commerçants, comprennent d'un grand nombre de résidents et ont des bâtiments aux murs en banco. Ils possèdent également des animaux et la plupart d'entre eux les parquent dans la cour de la concession. Enfin, cette classe regroupe la majorité des orpailleurs de l'ensemble de l'échantillon.

La dernière classe est la plus importante avec 35 individus et 57 % de l'échantillon total. Aucun des individus qu'elle contient ne pratique l'orpaillage, la majorité d'entre eux sont Peul et non originaires de la localité de résidence. Enfin il s'agit de la seule classe avec des concessions possédant des stocks de légumes.

La représentation spatiale de l'appartenance aux trois classes permet de distinguer des regroupements très nets d'individus entre les quartiers centraux de Kédougou (Dalaba et Dandemayo), le quartier Bassari/Peul de Sabodala, ainsi que le quartier Malinké de Sabodala et le quartier Fadiga de Kédougou. En effet, 86 % des individus de la première classe se situent dans le quartier Bassari/Peul de Sabodala et 7% seulement à Dalaba-Kédougou. La seconde classe regroupe la majorité des individus du quartier Malinké de Sabodala (85% d'entre eux), et de Fadiga-Kédougou (73% d'entre eux). Enfin, le quartier Dandemayo-Kédougou est uniquement représenté dans la troisième classe, tout comme 93% des individus de Dalaba-Kédougou. Cette dernière classe est également complétée par un certain nombre d'individus du quartier Malinké de Sabodala.

Les caractéristiques des différentes classes d'après les modalités représentées et leur configuration spatiale permet de proposer trois critères d'interprétation de ces classes dominées par les caractéristiques collectives. La première classe marque une rupture nette en regroupant des **individus peu intégrés à la localité** caractérisés par une distance physique (habitations en périphérie, groupe ethnique minoritaire non originaire de la localité de résidence, pas d'activités en dehors de la localité de résidence) mais également social (niveau socio-économique moins élevé). La seconde classe traduit une **organisation villageoise plus marquée** (commerce, meilleur équipement, etc.), tandis que la dernière classe exprime un **caractère urbain fort** porté par les quartiers centraux de Kédougou (niveau socio-économique plus important, diversité ethnique, etc.).

#### *III.1.3.2 Des comportements individuels porteurs de diversité ?*

La première typologie réalisée sur l'ensemble de l'échantillon montre la prédominance des facteurs collectifs sur les facteurs individuels. En effet, les quartiers, la situation des concessions et le groupe ethnique, qui considéré relativement à chaque localité ou quartier traduit également une dimension collective, sont des facteurs majeurs de différenciation entre les différentes concessions. Replacées dans l'espace, les classes d'individus homogènes issues de l'analyse statistique confirment cette prédominance du collectif en regroupant préférentiellement les individus au niveau des quartiers. Si ces premiers résultats permettent de distinguer l'importance de cette dimension collective, ils ne doivent cependant pas mener à la négation d'une diversité des concessions au niveau « individuel ». La seconde étape de l'analyse consiste à donc à rechercher cette éventuelle diversité au sein même des groupes précédemment identifiés. Pour cela la démarche suivie est identique, il s'agit pour chaque sous-ensemble d'identifier les facteurs majeurs de différenciation des individus à l'aide d'une analyse des correspondances multiples (ACM), puis de dresser une typologie de ces individus grâce à une classification ascendante hiérarchique (CAH).

De la même manière que dans l'analyse portant sur l'ensemble de l'échantillon, pour chaque sous-ensemble le choix des variables thématiques à intégrer à l'analyse multidimensionnelle a été fait en étudiant préalablement le lien entre les différentes variables thématiques avec un test exact de Fisher, et en éliminant les variables porteuses d'information redondante ou non pertinente. Les résultats des ACM et des CAH réalisées sont résumés dans le tableau 7 ci-dessous.

Pour la classe 1, deux axes sont retenus pour interpréter l'ACM (valeurs propres respectives 0,50 et 0,25). La situation de la concession témoigne d'une forte contribution sur l'axe 1, opposant une situation dans le village à une situation en périphérie. La pratique de l'orpaillage, la possession d'une moto et la possession d'animaux s'opposent à leurs modalités inverses, tandis que l'évacuation des ordures par incinération dans la cour de la concession contraste avec un mode d'évacuation en brousse. L'axe 2 distingue les artisans ne possédant pas d'animaux, aux cultivateurs possesseurs d'animaux. De même, la pratique de l'orpaillage et l'absence de moto s'y différencient de leurs modalités inverses. Dans ce groupe, la dimension collective demeure encore très présente, sur **l'axe 1** elle s'exprime par une **opposition centre/périphérie**, complétée sur l'**axe 2 par une opposition entre un mode de vie plutôt urbain** (artisans, orpailleurs, sans animaux) à **un mode de vie plutôt rural** (exploitation de la terre, animaux, niveau d'équipement moindre, etc.).

La classification rassemble les individus en trois groupes distincts. Le premier groupe comporte des individus exclusivement situés dans le village, possédant motos et animaux et évacuant leurs ordures dans la cour. Les individus du second groupe sont également situés dans le village, il s'agit d'artisans pratiquant l'orpaillage mais ne possédant ni animaux ni motos et évacuant leurs ordures en brousse. Enfin le dernier groupe regroupe des concessions situées exclusivement en périphérie, ne pratiquant pas l'orpaillage, évacuant également leurs ordures en brousse et majoritairement sans animaux ni moto. Du point de vue spatial, ce troisième groupe correspond à l'extrême périphérie du quartier Bassari/Peul ainsi qu'à un unique individu situé à Kédougou-Dalaba, les groupes 1 et 2 se retrouvent de manière hétérogène à Sabodala.

**Tableau 7 Récapitulatif des résultats des typologies issues des analyses statistiques**

| **Classes d'individus issues de l'ensemble de l'échantillon (première typologie)** | **Classe 1 : Faible intégration à la localité** | | | **Classe 2 : Organisation villageoise marquée** | | | **Classe 3 : Caractère urbain fort** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cluster spatial** | Quartier Bassari/Peul de Sabodala (+ Dalaba-Kédougou et Malinké-Sabodala minoritaires) | | | Quartiers Malinké de Sabodala et Fadiga de Kédougou | | | Quartiers Dandemayo et Dalaba de Kédougou (+ quartier Malinké de Sabodala minoritaire) | | |
| **Présence de concessions positives à R. rattus** | Non | | | Non | | | Oui | | |
| **Facteurs de différenciations des concessions (ACM)** | Axe 1 : centre / périphérie | | | Axe 1 : niveau socio-économique | | | Axe 1 : niveau socio-économique | | |
| | Axe 2 : urbain / rural | | | Axe 2 : urbain / rural | | | Axe 2 : urbain / rural | | |
| **Typologie (répartition spatiale) (CAH)** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| | Hétérogène parmi les concessions du quartier Bassari/Peul plus proche du centre du village | | Extrême périphérie du quartier Bassari/Peul (+ Kédougou-Dalaba minoritaire) | Quasi-exclusif à Sabodala (quartier Malinké) | Fadiga et Malinké-Sabodala | Quasi-exclusif à Kédougou-Fadiga | Quasi-exclusif Fadiga-Kédougou | Exclusif Dalaba et Dandemayo(Kédougou) mais dispersé | Dandemayo (Malinké-Sabodala et Dalaba-Kédougou minoritaires) |
| **Présence de concessions positives à R. rattus** | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Oui | Oui | Oui |

La classe 2, qui regroupait principalement des individus du quartier Malinké de Sabodala et Kédougou-Fadiga, est résumée au mieux par les deux premiers axes (valeurs propres respectives de 0,31 et 0,23). Les individus de l'axe 1 sont opposés d'une part par leur situation en zone commerciale, le stockage des céréales dans un magasin, des grandes concessions de 18 à 32 individus et la possession d'une moto, d'autre part par l'absence de moto, des concessions de taille moyenne, l'absence de stock de céréales et l'évacuation des ordures dans des bennes éloignées. L'axe 2 oppose une situation en périphérie, la présence d'une charrue, le stockage des céréales dans l'habitation et le fait d'être originaire de la localité de résidence au stockage des céréales hors concession, le fait d'être né en dehors de la localité de résidence, des concessions de petite taille (moins de 7 résidents) et l'activité de commerçant. Toujours marqué par la dimension collective, **l'axe 1 semble exprimer un niveau socio-économique tandis que l'axe 2 opposerait à nouveau mode de vie urbain et rural.**

La classification de cette seconde classe propose trois groupes. Le premier groupe est exclusivement composé de concessions évacuant leurs ordures en brousse et ne possédant pas de charrue. C'est également le seul groupe avec des individus possédant des stocks de céréales en magasin, situés en zone commercial et artisans. Le deuxième groupe est exclusivement composé de commerçants, exerçant leurs activités en dehors de la localité, ne possédant pas de moto, non originaires de la localité, et situés dans le village. C'est le seul groupe avec un petit nombre de résidents (inférieur à 7). Enfin le dernier groupe est le seul à présenter des individus situés en périphérie et possédant une charrue. Spatialement, les trois groupes forment des clusters relativement bien définis : le groupe 1 se concentre à Sabodala à l'exception d'un individu à Fadiga, le groupe 2 est présent à Fadiga et Sabodala en général en périphérie par rapport aux autres groupes, et le groupe 3 se retrouve presque exclusivement à Fadiga.

Concernant la troisième classe, caractéristique des quartiers centraux de Kédougou (Dalaba et Dandemayo), l'axe 1 (valeur propre 0,22) et l'axe 2 (0,18) résument au mieux l'information du nuage de points. Le premier axe oppose une situation en périphérie, la possession d'une charrue et de stock de légumes, ainsi que le stockage des céréales hors concession à l'absence de stock de légumes, la présence d'un salon, des toits en tôle, l'évacuation des ordures dans des bennes éloignées et un nombre de résidents intermédiaire. Cet **axe 1** pourrait exprimer un **niveau socio-économique**. Les modalités s'opposant sur le second axe sont d'une part l'absence de moto et de vélo, la présence d'une charrue, des concessions de petite taille et un mode d'évacuation des ordures dans des bennes, d'autre part la présence d'une moto et d'une charrette, des concessions de grande taille, des artisans, un stockage des céréales en magasin et des individus originaires de la localité de résidence. **L'axe 2 traduirait alors une opposition urbain/rural.**

La classification propose une partition en trois groupes. Le groupe 1 est caractérisé en majorité par des individus situés en périphérie, non originaires de la localité, ne pratiquant pas d'activités hors localité, sans salon ni moto et aux toits en chaume. Il s'agit de la seule classe avec la modalité « possession d'une charrue » et « stockage des céréales hors concession ». Aucun des individus du second groupe ne possède de charrue, la majorité est originaire de la localité de résidence, possède des stocks de légumes, des animaux, un vélo, se situe dans le village et exerce une activité à l'extérieur. Enfin, le dernier groupe n'a majoritairement pas de stock de légumes, ni moto, ni vélo, ni charrette, se situe dans le village mais n'est pas originaire de la localité. Les différenciations spatiales sont nuancées, le troisième groupe se concentre à Dandemayo mais présente quelques individus à Dalaba et Sabodala (quartier Malinké), le second groupe est exclusivement à Kédougou mais dispersé de manière hétérogène entre Dalaba et Dandemayo, enfin le premier groupe est exclusivement présent à Fadiga à l'exception d'un individu à Sabodala.

La recherche de facteurs explicatifs de la différenciation des individus au sein de chaque sous-ensemble montre l'importance toujours présente de la dimension collective. Les individus des différentes classes se distinguent par leurs niveaux socio-économiques et une opposition entre mode de vie plutôt urbain et mode de vie plutôt rural. Les regroupements des classes d'individus illustrent à nouveau des regroupements spatiaux assez homogènes se référant aux différents quartiers, plus qu'une réelle diversité intra-quartiers.

### III.1.4 Disparités de contact avec le rat noir : quels facteurs de vulnérabilité ?

Il s'agit maintenant de mettre en évidence des facteurs de disparités de contact avec le rat noir, réservoir potentiel d'arbovirus, à l'échelle domiciliaire. Autrement dit, cette étape consiste à étudier les possibles liens statistiques entre la présence et l'absence de rat noir et les caractéristiques des concessions. L'information rodentologique à l'échelle des concessions correspond aux sessions de piégeages réalisées par l'IRD en 2004 et 2009 pour les trois quartiers de Kédougou (Dandemayo, Dalaba et Fadiga), et en Mai 2012 pour l'ensemble des sites d'enquêtes. L'idée de départ, en calant le choix des concessions d'enquêtes sur les concessions piégées en 2004 et 2009, était d'obtenir des informations rodentologiques dynamiques dans le temps (voir III.1.1). Cependant, lors de la dernière session de piégeage de Mai 2012, seules deux concessions sur 62 ont été positives au rat noir. La variable concernant l'absence ou la présence de *Rattus rattus* en 2012 s'avérait alors peu pertinente. Aussi, une variable fictive a été créée en combinant les résultats des anciens et des derniers piégeages soit ceux de 2004, 2009 et 2012. Toute concession ayant été positive à au moins une de ces sessions de piégeages est comptée positive dans la nouvelle variable. A l'inverse les concessions n'ayant jamais présenté de rat noir lors de ces piégeages se voient attribuer une modalité négative. La nouvelle variable ainsi créée ne traduit donc pas l'installation du rat

noir au sein d'une concession mais sa présence à un moment donné entre 2004, 2009 et 2012, les questions soulevées par une telle variable seront discutées par la suite.

La première étape de l'analyse consiste à étudier le lien éventuel existant entre la présence ou l'absence de *R. rattus* et chaque variable thématique prise individuellement. Les conditions de validité du test d'indépendance du Khi2 ne sont pas remplies, un test exact de Fisher est donc réalisé pour ces variables qualitatives. Seules trois variables présentent une relation significative avec la variable « *R. rattus* » (tab. 8). Il s'agit des variables : présence/absence de chèvres, lieu d'évacuation des ordures, présence/absence de puits. Cette dernière est un artefact révélateur des quartiers Dandemayo et Dalaba de Kédougou, seuls quartiers de l'échantillon atteints par le rat noir, puisque à Sabodala et à Fadiga l'alimentation en eau des ménages se fait presque exclusivement au sein de bornes-fontaines pour le premier ou de puits collectif pour le second. La variable présence/absence de chèvres est également reliée aux variables : localité, quartier, activité(s) hors village, nombre de résidents. La variable lieu d'évacuation des ordures est quant à elle reliée aux variables : localité, quartier, distance au marché, présence de boutiques, groupe ethnique, salon, frigo, nombre de résidents. D'après ces résultats, ces deux variables (absence/présence de chèvres et lieu d'évacuation des ordures) semblent donc plutôt traduire un lien avec la localité de Kédougou, seule atteinte par le rat noir, et donc indirectement un lien avec *R. rattus*.

**Tableau 8 Relations significatives avec la variable *R. rattus***

| Test exact de Fisher (bilatéral) | P-value |
|---|---|
| Présence/absence de chèvres | 0,023 < 0,05 |
| Puits | 0,001< 0,05 |
| Lieu d'évacuation des ordures | 0,0002 < 0,05 |

Les variables thématiques considérées individuellement n'ont que peu de sens. Leur intégration à l'analyse multidimensionnelle permet cependant de mettre en évidence des typologies de concessions. Ces dernières ont conduit à la distinction de groupes d'individus homogènes en leurs seins. Il est alors possible de tester, par un test exact de Fisher, le lien éventuel existant entre ces classes de concessions et la présence ou l'absence du rat noir. Une nouvelle variable relative aux classes issues de la CAH est donc créée et à chaque concession est attribuée une modalité correspondant à la classe à laquelle elle appartient (classe 1, 2 ou 3). Avant tout, nous nous intéressons au lien avec les trois classes issues de la première typologie c'est-à-dire celle réalisée sur l'ensemble de l'échantillon. Parmi celles-ci, seule la troisième classe regroupant les quartiers Dandemayo et Dalaba de Kédougou présente des individus positifs au rat noit (voir tab. 7 pour rappel). L'analyse statistique témoigne d'une relation significative (p-value = 0,006 < 0,05) entre les classes issues de la CAH et la variable « *R. rattus* ».

Dans un second temps, nous testons la relation entre les trois classes issues de la seconde typologie réalisée au sein même de cette classe n°3. Rappelons que ces trois classes se répartissent spatialement de la manière suivante : classe 1 quasi-exclusivement à Fadiga, classe 2 exclusivement à Dandemayo et Dalaba mais de manière hétérogène au sein de ces deux quartiers, classe 3 majoritairement à Dandemayo et quelques individus à Dalaba et dans le quartier Malinké de Sabodala. Par ailleurs, ces trois classes présentes toutes des individus positifs au rat noir. Le résultat du test statistique n'est pas significatif (p-value = 0,634 > 0,05) et ne permet donc pas de mettre en évidence de liaison entre ces classes et la présence ou l'absence du rat noir.

La mise en évidence d'une liaison entre la première typologie réalisée sur l'ensemble de l'échantillon et la variable *R. rattus* peut être interprétée comme un écho à l'importance des facteurs collectifs dans la définition des trois classes. En effet, le rat noir n'est présent qu'à Kédougou, et plus précisément dans notre échantillon uniquement au sein des quartiers Dandemayo et Dalaba. Or les classes issues de la typologie renvoient justement, du point de vue spatial, aux différents quartiers. La mise en évidence d'une relation n'est donc que le reflet de l'appartenance à ces sous-espaces atteints par le rongeur plutôt qu'à un ensemble d'organisation, de modes de gestion et de pratiques socio-spatiales spécifiquement propices au rat noir. A l'inverse, le second test réalisé sur les sous-ensembles issus de la classe regroupant les quartiers Dandemayo et Dalaba ne permet pas de mettre en évidence de liaison entre ces sous-groupes et la présence ou absence du rat noir. Au final, si les caractéristiques individuelles des concessions ont une importance relative moindre par rapport aux caractéristiques collectives dans l'établissement de leur typologie, elles le sont également concernant le contact avec le rongeur. Ces sous-groupes, en « éclatant » la dimension collective portée par Dandemayo et Dalaba, ne présentent alors pas de lien significatif avec la variable *R. rattus.*

## III.2 Des territoires du risque complexes

Les typologies mises en évidence par les analyses statistiques témoignent du poids de la dimension collective. Cette dernière répond à un ensemble de processus ayant conduit à l'émergence de territoires singuliers dont les composantes individuelles ne doivent cependant pas être niées. Au contraire, facteurs collectifs, domiciliaires et individuels interagissent entre eux à différents niveaux rendant ainsi complexe l'approche territoriale du risque. Les analyses soulèvent également un ensemble de questions au regard du traitement de données spatialisées de nature biologique d'une part, socio-économique d'autre part.

### III.2.1 Multiplicité des trajectoires urbaines, singularités des ancrages territoriaux : le poids de la dimension collective

Les caractéristiques des différents quartiers sont le résultat des dynamiques socio-spatiales passées et récentes. Les différentes étapes de construction de ces quartiers ont aboutit à des territoires fortement ancrés dans la dimension collective propre à chacun d'entre eux. L'éclairage de ces trajectoires permet de mieux comprendre la diversité inter-quartiers et l'importance des facteurs collectives dans les typologies réalisées sur les concessions qui les composent.

#### *III.2.1.1 Fadiga : de la distance physique à la distance sociale*

Le quartier Fadiga de Kédougou apparaît dans les typologies comme isolé du reste de la ville, et proche du quartier Malinké de Sabodala. Ce quartier présente en effet des caractéristiques très différentes des quartiers Dalaba et Dandemayo de Kédougou. Fadiga est d'abord un village à part entière qui s'est retrouvé intégré administrativement à la commune de Kédougou en 2010, dans le cadre du plan d'Urbanisme de la ville prévoyant l'extension de cette dernière jusqu'à 15 km vers l'ouest à l'horizon 2050. Le lien qui rattache Fadiga à Kédougou est donc avant tout statuaire. En effet malgré ce nouveau statut de quartier, Fadiga garde, deux ans après sa nouvelle condition, les caractéristiques d'un village singulier, distinct du chef-lieu de région.

Ceci peut s'expliquer, au moins en partie, par l'histoire de ce nouveau quartier. Fadiga a été créé ex-nihilo il y a une cinquantaine d'années, à quelques kilomètres à l'ouest du grand bourg rural de Kédougou. Sa vocation première est alors d'accueillir les malades atteints de la lèpre. Dans les années 1960 la loi instaure ainsi la création de léproseries, et chaque département du Sénégal se voit attribuer un camp dans lequel les malades ont l'obligation de se regrouper. Il s'agit à l'époque de lutter contre la maladie en isolant les personnes atteintes de la lèpre du reste de la population. En 1976 ces « sites refuges » accèdent au statut de « villages de reclassement social ». Tandis que les progrès médicaux des années 1980 offrent un traitement efficace contre la maladie, les léproseries n'abritent alors peu à peu plus que des anciens malades. Fadiga est donc avant tout un village isolé physiquement de Kédougou. Les lépreux du département s'installent dans le village mais n'ont pas l'autorisation d'en sortir, les visites sont interdites, les échanges commerciaux avec l'extérieur inexistants. Si la fin des léproseries abroge cette distance physique, l'isolement social demeure. La lèpre, même une fois guérie, continue de porter une image négative, signe de châtiment divin et de malheur. Les mutilations et les situations de handicap que la maladie génère contribuent à accentuer cette exclusion et cette mise à l'écart notamment par la difficulté d'exercer une activité professionnelle. Si aujourd'hui cette image négative de Fadiga semble clairement oubliée

jusqu'à faire partie d'un « mythe » selon la plupart des habitants, cet isolement physique et social a conduit au développement d'une organisation et d'une identité villageoise auto-centrée très marquée.

A sa création, Fadiga semble avoir pour seul fondement territorial le rassemblement de malades de la lèpre au sein d'un site stratégique proche de la grande ville du département. Pourtant, le village a développé au cours du temps une dimension et une identité collective aujourd'hui encore très présente. L'isolement de la communauté pourrait avoir conduit à la mise en place d'une organisation villageoise presque auto-suffisante. De manière anecdotique, le village de Fadiga est ainsi réputé et caractérisé par l'activité de fabrique du charbon de bois. Ainsi l'absence d'échanges avec l'extérieur réduisant grandement les possibilités d'activités économiques, la collecte du bois en brousse et sa transformation en charbon s'est alors rapidement imposée comme un moyen de subsistance du village. Aujourd'hui encore, le fonctionnement et les caractéristiques du quartier restent empreints d'une forte dimension collective. L'alimentation en eau, par exemple, se fait auprès d'un puits collectif pour l'ensemble du quartier. Ceci explique alors que la majorité des concessions ne disposent pas d'une liaison au réseau d'eau. Les activités sont encore très tournées vers l'intérieur du quartier, la majorité des habitants travaillent ainsi sur place. L'agriculture, en particulier le maraîchage, y est l'activité dominante, les habitants disposent d'un champ collectif situé en périphérie nord du quartier, divisé en lots privés mais alimenté et géré par un réservoir d'eau commun. Un autre exemple concerne la gestion des déchets qui, bien que semblant plus relever d'un consensus commun que d'une règle formelle, est caractérisée par l'évacuation des ordures dans un site commun en brousse, à la périphérie du quartier, et l'incinération saisonnière de l'ensemble des déchets ainsi rassemblés.

Aujourd'hui le quartier de Fadiga connaît cependant de nombreuses mutations, il est avant tout rattrapé par l'extension de Kédougou qui rend de plus en plus faible la distance au centre ville. De nombreuses constructions apparaissent également, en particulier les terrains situés aux alentours sont prisés par des bailleurs de fonds pour la construction de lotissements ou d'équipements publics. Si la dimension collective domine aujourd'hui et participe à un territoire singulier, l'évolution urbaine laisse cependant présager d'une plus grande diversité au sein de ce quartier.

#### *III.2.1.2 Bassari, Peul et Malinké à Sabodala : la ressource aurifère, source de rassemblement et d'éclatement*

Le village de Sabodala apparaît dans les typologies de concessions comme scindé en deux entre le centre Malinké du village, appartenant majoritairement à la même classe que Fadiga, et le quartier périphérique Bassari et Peul. Le critère ethnique prend ici une dimension particulière puisqu'il semble regrouper à la fois des caractéristiques sociales et spatiales permettant la distinction des quartiers.

Sabodala est un village Malinké, ethnie dominante de la communauté rurale, situé dans la zone minière du nord-est. Comme la grande majorité des villages de cette zone, Sabodala témoigne d'un enclavement physique en raison notamment de la faible praticabilité des pistes en particulier lors de l'hivernage. Le village exerce traditionnellement l'élevage et l'orpaillage, source principale de revenus des ménages. Les ressources minières abondantes ont conduit à la mise en place d'une activité minière lourde ayant débuté par l'exploration dans les années 2000, suivie quelques années plus tard de la mise en place de l'activité extractive. Bien que l'orpaillage traditionnel soit toujours présent, l'activité minière lourde a pris le relais pour constituer un facteur d'attraction. En effet l'attractivité des sites d'orpaillage, capable de générer des flux de population de plusieurs milliers de personnes, a tendance à changer très vite au gré de la découverte puis de l'épuisement des gisements, mais à Sabodala l'installation des sociétés minières a contribué à la mise en place d'un contexte attractif pérenne.

Dès les années 2000, le site fait donc l'objet d'apports réguliers de populations à la recherche d'un emploi notamment dans le secteur minier. Le village connaît une croissance importante, et surtout une nouvelle diversité illustrée par une mosaïque ethnique. A l'échelle du village cohabitent ainsi Malinké, Diallonké, Peul, Bassari. Cependant, ce rassemblement de population se fait au prix d'un éclatement socio-spatial du village de Sabodala. Les différentes ethnies se rassemblent ainsi en quartiers bien distincts. La présence Malinké domine le village, en particulier le centre qui abrite également la zone commerciale, tandis que légèrement en contrebas sont installés les ethnies minoritaires. Il s'agit des Peul avant tout, puis à l'écart du village, à la limite de la brousse, se trouvent les Bassari. Les derniers d'entre eux se sont d'ailleurs installés il y a moins de cinq ans, et les dernières constructions, datant de moins d'un an, se situent à la périphérie la plus éloignée. Plus encore, à cette fracture spatiale s'ajoute des concessions aux caractéristiques clairement distinctes. Par exemple, aux grandes concessions Malinké situées en zone commerciale s'opposent des habitats en crintin au sein de petites familles Bassari. La dimension collective apparaît donc encore clairement comme facteur de différenciation des concessions.

#### *III.2.1.3 Au centre de Kédougou (Dalaba et Dandemayo) : des diversités cristallisées au sein d'un territoire urbain*

Les quartiers Dandemayo et Dalaba de Kédougou se distinguent des autres classes au sein des typologies réalisées. Ces deux quartiers partagent en effet des caractéristiques et des trajectoires communes. Ils forment deux quartiers parmi les plus anciens de la ville de Kédougou et leurs caractéristiques se rapprochent ainsi de critères propres à un milieu urbain. En effet, on y distingue une diversité ethnique plus importante avec une relative dispersion spatiale, les types d'habitats correspondent typiquement aux anciennes constructions dominées par des bâtiments aux murs en banco et aux toits en chaume, les différents types d'activités (commerce, métiers de l'éducation, agriculture, etc.) y sont bien représentés, etc.

D'un point de vue social, fonctionnel, économique voire morphologique, les différentes concessions de Dalaba et Dandemayo traduisent donc avant tout le caractère urbain de leur environnement, nécessairement différents de Fadiga ou encore de Sabodala. Ce caractère urbain s'exprime par des types de bâtiments, des modes de gestion des ordures et des stocks alimentaires, ou encore des situations des concessions relativement homogènes, laissant donc peu de place à la diversité au niveau des concessions.

### III.2.2 Dimension collective, domiciliaire, et individuelle : des niveaux en interaction

Les typologies réalisées au sein des trois premières classes permettent de mettre en évidence une certaine diversité parmi les différentes concessions qui les composent, soit une diversité intra-quartiers. Le niveau socio-économique et le caractère urbain/rural semblent alors intervenir comme critères majeurs de différenciation. Cependant, ils se manifestent de manière assez marquée dans l'espace en opposant centre et périphérie et en renvoyant ainsi aux quartiers précédemment définis. De plus ces deux critères, socio-économique d'une part et urbain/rural d'autre part, ne peuvent se définir que relativement par rapport à une situation d'ensemble. En effet, parler de caractère urbain ou rural au sein d'un village comme Sabodala n'aurait que peu de sens si ce caractère était considéré hors de son contexte socio-spatial local. Au premier abord, la dimension collective paraît donc omniprésente, et la diversité au niveau domiciliaire semble plus difficile à appréhender.

Or, reconnaître le poids de cette dimension collective, c'est-à-dire au niveau du quartier, sur la dimension domiciliaire ne signifie pas que cette dernière doit être niée. En effet, il s'agit plutôt de considérer ces différents niveaux en interaction les uns avec les autres. Caractéristiques collectives, domiciliaires et individuelles ne sont pas isolées les unes des autres, et les différents niveaux spatiaux qu'ils supposent ne sont pas perméables. Par

exemple, le lien apparaît clairement entre le groupe ethnique, la situation des concessions, la date d'arrivée dans la localité. Ainsi à Sabodala, les migrants les plus récemment intégrés au village s'installent préférentiellement en périphérie et relève d'un groupe ethnique minoritaire par rapport à l'ensemble de la localité. Il ne s'agit pourtant pas de distinguer ici une quelconque relation de cause à effet mais plutôt d'entrevoir la complexité des relations entre critères collectifs (situation de la concession, quartier) et critères individuels (ethnie, ancienneté dans la communauté).

Si à partir de caractéristiques individuelles semblent alors émerger une situation collective, l'inverse n'est cependant pas toujours vrai. Par exemple, les disparités de contact avec le rongeur peuvent se rapporter au niveau de la concession tandis que la présence ou l'absence d'un virus, illustrée par une sérologie, se rapporte quant à elle à un individu. Autrement dit, pour une même situation collective, par exemple présence d'un rongeur, il serait possible de distinguer des situations individuelles variées. Enfin, cette notion d'émergence ne doit pas faire oublier les éventuelles rétroactions à l'origine d'une situation particulière. Par exemple, l'ethnie dominante Malinké du village de Sabodala n'est pas plus le résultat de la somme des ethnies individuelles de ses habitants que celui d'un ensemble de processus et de dynamiques historiques régionales ayant conduit à l'installation du groupe Mandingue dans cette zone précise.

Cette interaction entre niveaux supérieurs et inférieurs participe donc à la complexité de définition et de mesure du risque et doit inciter à une approche systémique multiniveaux. Par conséquent, un même indicateur peut prendre un sens très différent en fonction de l'échelle à laquelle il est considéré. Par exemple, le fait de posséder ou non une connexion Internet est une variable qui, considérée sur l'ensemble de l'échantillon, sera révélatrice de la ville de Kédougou tandis que cette même variable considérée au niveau des quartiers Dandemayo et Dalaba pourra permettre de mettre en évidence des disparités socio-économiques.

### III.2.3 Croisement d'informations biologiques et géographique : comment mesurer et définir le(s) risque(s) ?

L'analyse des disparités de contact avec le rat noir a dû faire l'objet de la création d'une variable fictive rendant compte de l'information rodentologique. Une telle démarche soulève la question de la définition et de la mesure du risque. En effet, cette variable ne traduit pas la situation réelle concernant la répartition du rat noir parmi les différentes concessions. Elle ne permet donc pas de rendre compte de l'installation du rongeur et de critères propices à cette dernière. De plus l'absence de rat noir, par exemple à Sabodala, ne signifie pas que les conditions favorables à sa présence au niveau des concessions ne sont pas réunies mais uniquement que le rongeur n'a pas encore été introduit dans la localité. Sans doute

l'introduction du rongeur au sein du village donnerait lieu à des disparités avec un certain nombre de concessions positives à sa présence et d'autres négatives. C'est donc avant tout une potentialité de contact avec le rongeur qui est exprimée par notre variable *R. rattus* ainsi que qu'une vulnérabilité potentielle à son contact traduite par l'ensemble des analyses.

De plus, pour pouvoir parler de risque, même potentiel, ce même type d'analyse devra être étendu à la prise en compte des vecteurs, c'est-à-dire des phlébotomes et des moustiques, et des informations sérologiques. Elle pose alors à nouveau la question des interactions de niveaux puisque l'information sérologique est appréhendée avant tout au niveau individuel tandis que les autres le sont au niveau de la concession.

Enfin, le croisement de l'information biologique et géographique soulève également le problème des décalages temporels. En effet, les informations sur les rongeurs, les vecteurs et les virus sont récoltées à un instant *t* qui peut être différent de celui de la récolte des données socio-économiques. Si le décalage est trop important, on peut alors se demander si la mise en relation des différentes informations n'est pas erronée. Cela peut être le cas si la situation de l'une ou l'autre information évolue beaucoup dans le temps, en particulier les données entomologiques qui sont grandement dépendantes de la saison.

L'approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs permet d'appréhender les territoires du risque comme des emboîtements de niveaux spatiaux en interactions, construits, modifiés ou entretenus par les sociétés humaines. Le contact homme/rongeur est ainsi révélateur des dynamiques territoriales de l'échelle régionale à l'échelle domiciliaire. Ces processus contribuent donc directement au façonnement et à la différenciation de territoires vulnérables.

A partir d'informations récoltées à l'échelle fine de la concession, il est possible de proposer une typologie des ménages selon leurs pratiques socio-spatiales. Confrontée à la présence ou à l'absence du rat noir, celle-ci permet d'appréhender spatialement les potentialités de vulnérabilité. La dimension collective joue alors un rôle prépondérant que les processus de construction des territoires permettent d'éclairer. Cependant, c'est avant tout l'interaction entre les différents niveaux spatiaux qui caractérisent les territoires du risque.

## Conclusion

La question du risque d'émergence d'anthropozoonoses s'inscrit dans un contexte global de mutations des milieux et des sociétés. Cette préoccupation actuelle de santé publique a avant tout suscité l'intérêt de disciplines biomédicales. Pourtant, en replaçant la dimension spatiale au cœur de la compréhension du risque sanitaire, l'approche géographique propose un éclairage original et pertinent des dynamiques sous-jacentes et des modalités d'émergence des territoires à risque. Considérer le risque en tant que construction liée aux pratiques socio-spatiales des sociétés c'est avant tout refuser un quelconque déterminisme spatial, reconnaître la complexité des interrelations milieu/société et autoriser une réponse non plus strictement biomédicale mais au contraire ancrée dans le territoire, l'aménagement et la gestion de ce dernier par l'homme.

Les évolutions rapides des espaces lors des dernières décennies alimentent la question du risque d'anthropozoonoses. Ainsi, le développement et le renforcement des liens entre les lieux et les évolutions bioclimatiques se conjuguent pour contribuer d'une part à l'introduction, la diffusion et la propagation d'espèces animales potentiellement réservoirs d'agents pathogènes, d'autre part à leur mise en contact avec l'homme. Au Sénégal oriental, la question du risque d'arboviroses liées aux rongeurs s'inscrit dans ce contexte particulier marqué par la venue récente du rat noir, espèce commensale et hôte potentiel de virus. Partagé entre une situation marginale et une position carrefour, le territoire régional est marqué par les dynamiques héritées ou récentes qui sous-tendent la progression de l'aire de présence du rongeur. L'introduction de ce dernier suite à un phénomène de propagation vers le chef-lieu de région, Kédougou, est ainsi à mettre en parallèle avec la structuration de l'espace et les circulations anthropiques. Celles-ci dictent alors l'aire potentielle du risque, exprimée par la présence du rat noir, à l'échelle régionale.

Au niveau domiciliaire, les modalités de contact différenciées entre l'homme et le rat produisent des disparités spatiales de la vulnérabilité. Ces disparités sont conditionnées par les modes de gestion de l'espace domiciliaire et les pratiques spatiales des ménages. Comprendre le risque, et plus précisément la vulnérabilité des territoires, nécessite en effet de se placer à ce niveau de la maille élémentaire de fonctionnement du phénomène pathogène soit celui de la mise en contact homme/rongeur.

Les premiers résultats des analyses à cette échelle fine témoignent pourtant du poids des facteurs collectifs, que seule une mise en perspective par leur ancrage territorial permet d'éclairer. Ils confirment ainsi à quel point les processus socio-spatiaux latents façonnent les territoires du risque et leurs dynamiques. Ils invitent enfin à préciser cette approche du risque d'arboviroses en y intégrant les conditions de transmission, c'est-à-dire la prise en compte des insectes vecteurs, et les modalités de contamination, c'est-à-dire la manifestation des

arboviroses chez l'homme. Cette première étape d'un travail sur l'approche géographique du risque d'arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental offre donc des perspectives concrètes et laisse entrevoir toute la richesse d'une compréhension de l'émergence des territoires à risque.

## Bibliographie


Adam F., Digoutte J.-P., (dir.) 2005. Base de données CRORA. World Wide Web Electronic Publication, Institut Pasteur de Dakar, ORSTOM, url : http://www.pasteur.fr/recherche/banques/CRORA.

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), Service Régional de la Prévision et de la Statistique de Tambacounda, 2008. Situation économique régionale de Tambacounda, édition 2008, 153 p.

Aidara D. C., 2011. Approche géographique de la santé et du développement au Sénégal : l'exemple de la région de Kédougou. Thèse de doctorat en géographie, Université de Rouen, Rouen, 375 p.

Amat-Roze J.-M., 2003. L'infection à VIH/SIDA en Afrique subsaharienne : propos géographiques, *Hérodote,* 111, 117-155.

Aplin K. P., Chesser T., Ten Have J., 2003. Evolutionary biology of the genus rattus: profile of an archetypal rodent pest. *In* Singleton G. R. et *al.* (dir.), Rats, Mice and People: rodent biology and management, Canberra: ACIAR Monograph, 487-498.

Ba K., 2002. Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal, Mémoire EPHE - IRD, Montpellier, 150 p.

Ba Y., Trouillet J., Thonnon J., Fontenille D., 1999**.** Phlébotomes du Sénégal : inventaire de la faune de la région de Kédougou. Isolements d'arbovirus, *Bull. Soc. Pathol. Exo.*, 92, 2, 131-135.

Barry B., 1988. La Sénégambie du XVe au XIXe siècle. Traite négrière, islam et conquête coloniale. Paris : Harmattan, 432 p.

Begon M., 2003. Disease: health effects on humans, population effects on rodents. *In* Singleton G. R. et *al.* (dir.), Rats, mice and people: rodent biology and management, Canberra: ACIAR Monograph, 96, 13-19.

Belmain S. R., Meyer A. N., Timbrine R., Penicela L., 2003. Managing rodent pests in households and food stores through intensive trapping. *In* Singleton G. R. et *al.* (dir.), Rats, mice and people: rodent biology and management, Canberra: ACIAR Monograph, 96, 440-445.

Benoit M., 1993. Le Parc National du Niokolo Koba : livre blanc. Dakar : DPN, 52 p.

Benoit M., 1988. Espaces francs et espaces étatisés en Afrique occidentale : remarques sur quelques processus de territorialisation et leurs fondements idéologiques en Haute Casamance et Haute Gambie, *Cahiers des Sciences Humaines*, 24, 4, 503-519.

Cazanove, 1929. La peste au Sénégal (1924-1929), *Bulletin de la société de pathologie Exotique*, 27, 20-33.

CEDEAO, CSAO, 2005. Atlas régional des transports et des télécommunications dans la Cedeao, Abuja et Issy-les-Moulineaux, 40 p.

Cliff A., Haggett P., Smallman-Raynor M., 2009. The changing shape of island epidemics: historical trends in Icelandic infectious disease waves, 1902-1988, *Journal of Historical Geography*, 35, 545-567.

Cliff A. D., Haggett P., Ord J. K., Versey G., 1981. Spatial diffusion: an historical geography of epidemics in an island community. Cambridge: Cambridge University Press, 238 p.

Coly, 2000. Systèmes de prodution agro-pastoraux et de revenus des Malinké du Wouli et des royaumes du Sud-Est (Dantila, Sirimana et Bélédougou) : étude comparée. IRD/UCAD Progr. Sénégal oriental, Dakar, 49 p.

Daudé E., 2002. Modélisation de la diffusion d'innovations par la simulation multi-agents : l'exemple d'une innovation en milieu rural. Thèse de doctorat en Géographie, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon, 328 p.

Delcourt A., 1952. La France et les établissements français au Sénégal entre 1713 et 1763, *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire*, IFAN-DAKAR, 432 p.

Diallo M. L., 2009. Mine d'or et développement durable : quelques réflexions sur le site de Sabodala (Sénégal Oriental), *EchoGéo* [en ligne], 8, url : http://echogeo.revues.org/11103.

Diop G., Thiongane Y., Thonnon J., Fontenille D., Diallo M., Sall A., Ruel T.D., Gonzalez J.P., 2000. The potential role of rodents in the enzootic cycle of Rift Valley fever virus in Senegal, *Microbes and Infection*, 2, 343-346.

Dufour B., Savey M., 2006. Approche épidémiologique des zoonoses, *Bulletin épidémiologique*, 20, 5 6.

Duplantier J.-M., Granjon L., Le Fur J., Piry S. (dir.), 2009. BDRSS. World Wide Web Electronic Publication, CBGP, UMR (Inra/IRD/Cirad/Montpellier SupAgro).

Duplantier J.-M., Rakotondravony D., 1999. The rodent problem in Madagascar: agricultural pest and threat to human health. *In* Singleton G. R. et *al.* (dir.), Ecologically-based management of rodent pests, Canberra: ACIAR monograph, 59, 441-459.

Duplantier J.M., Granjon L., Adam F., Ba K.**,** 1991. Répartition actuelle du rat noir (*Rattus rattus*) au Sénégal : facteurs historiques et écologiques. *In* Le Berre et Le Guelte (dir.), Le Rongeur et l'Espace, Lyon : Chabaud, 339-346.

Dupré G., 1965. Aspects techniques et sociaux de l'agriculture en pays bassari, *Cahiers du Centre de recherches anthropologiques*, 11, 8, 1-2, 75-159.

FAO, WHO, OIE, 2004. Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases, 3-5 May 2004, Geneva, Switzerland, 72 p.

Floerl O., Inglis G. J., Dey K., Smith A., 2009. The importance of transport hubs in stepping-stone invasions, *Journal of Applied Ecology*, 46, 1, 37-45.

Fouchier D., 1981. Marchés hebdomadaires et changements économiques dans le département de Kédougou, *Objets et Mondes*, 21, 4, 159-166.

Gage K. L., Burkot T. R., Eisen R. J., Hayes E. B., 2008. Climate and vectorborne diseases, *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 5, 436-450.

Gastellu J.-M., 1979. Mais, où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique. *In* Evaluation du développement rural, méthodes d'investigation, Colloque Groupe de recherche pour l'amélioration des méthodes d'investigation en milieu rural africain (Amira)-Ahrd, l0-12 janvier 1979, 1-4.

Gould P., Kabel J., Gorr W., Golub A., 1991. AIDS : predicting the next map, *Interfaces*, 21, 80-92.

Granjon L., Duplantier J.-M., 2010. Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. Montpellier : IRD/MNHN, coll. Faune et Flore tropicales, 216 p.

Gratz N. G., 1997. The burden of rodent-borne diseases in Africa south of the Sahara. *Belg. J.*, 127 (supplement l), 7, 1-84.

Greig I., 2009. Le Sénégal Oriental à l'aube du développement minier : les collectivités locales des jeux du pouvoir aux enjeux du territoire, *EchoGéo* [en ligne], 8, url : http://echogeo.revues.org/10 918.

Gubler J. D., 2002. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems, *Archives of Medical Research*, 33, 333-342.

Hägerstrand T., 1967. Innovation diffusion as a spatial process. Chicago and London: the University of Chicago Press, 333 p.

Haggett P., 2000. The geographical structure of epidemics, The Geographical Structure of Epidemics. New York: Oxford University Press, 149 p.

Haggett P., 1994. Geographical aspects of the emergence of infectious diseases, *Geogr. Ann.*, 76, 2, 91-104.

Handshcumacher P., 2011. Dynamique des espaces à risques sanitaires dans les pays du Sud : des systèmes entre tropicalité et mal-développement. *In* Bart F. (dir), Natures tropicales : enjeux actuels et perspectives, Presses universitaires de Bordeaux, 37-46.

Handschumacher P., Hervouët J.-P., 2004. Des systèmes pathogènes à la santé publique : une nouvelle dimension pour la géographie de la santé tropicale, *Autrepart*, 1, 29, 47-63.

Handschumacher P., Duplantier J.M., Chanteau S., 2000. La résurgence de la peste à Madagascar: une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie, *Espace, Populations, Sociétés*, 2, 195-208.

Hervouët J.-P., Handschumacher P., Laffly D., 2004. Mobilités et espaces partagés au centre des risques sanitaires : L'exemple des grandes endémies tropicales. *In* David G. (dir.), Espaces tropicaux et risques : Du local au global, Actes des Xe journées de géographie tropicale, Orléans, 24-26 sept., PU Orléans/IRD, 127-136.

Hulme P. E., 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization, *Journal of applied ecology*, 46, 10-18.

Krauss A., Weber A., Appel M., Enders B., Isenberg H. D., Schiefer H. G., Slenczka V., Von Graevenitz A., Zahner H., 2003. Zoonoses: Infectious diseases transmissible from animals to humans, 3e ed., ASM Press, 456 p.

Konecný A., 2009. Consequences of anthropogenic changes on rodent communities and populations: study cases on native and introduced species in Eastern Senegal. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 2, France & Masaryk Univ. Brno, Tchéquie, 245 p.

Lambin E. F., Tran A., Vanwambeke S. O., Linard C., Soti V., 2010. Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts, *International Journal of Health Geographics*, 9.

Langlois P. Daudé E., 2009. Concepts et modélisations de la diffusion géographique, *Cybergéo : European Journal of Geography* [en ligne], url : http://cybergeo.revues.org/2898

Lecompte E., Fichet-Calvet E., Daffis S., Koulémou K., Sylla O., Kourouma F., Doré A., Soropogui B., Aniskin V., Allali B., Kouassi Kan S., Lalis A., Koivogui L., Gunther S., Denys C., Ter Meulen J., 2006. Mastomys natalensis and Lassa fever, West Africa, *Emerging Infectious Diseases*, 12, 12, 1971-1974.

Léger M., Baury A., 1923. De la peste chez les Muridés et les musaraignes à Dakar, *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 16, 133-137.

Lesourd M., 1997. L'archipel rural africain en mouvement. *In* Gastellu L. M., Marchal J. Y. (dir.), La ruralité dans les pays du Sud à la fin du XXe siècle, Paris : ORSTOM, 363-378.

Lestrange M. T., Gessain M., Fouchier D., Crépy-Montal G., 1986. Stratégies de lutte contre la disette au Sénégal oriental, *Journal des africanistes*, 56, 1, 35-50.

Lombard J., Ninot O., 2010. Connecter et intégrer : les territoires et les mutations des transports en Afrique, *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 1, 69-86.

Louria D., 2000. Emerging and re-emerging infections: the societal determinants, *Futures*, 32,581-594.

Magrin G., Ninot O., 2005. Les zones soudaniennes du Tchad et du Sénégal : deux Suds enclavés entre mondialisation et marginalisation, *Espace, Populations, Sociétés*, 1, 15-30.

Manceron V., 2009. Grippe aviaire et disputes contagieuses : la Dombes dans la tourmente, *Ethnologie française*, 1, 39, 57-68.

Mbodj F. B., 2009. Boom aurifère et dynamiques économiques entre Sénégal, Mali et Guinée, *EchoGéo* [en ligne], 8, url : http://echogeo.revues.org/11034.

Mbow L. S., 1983. Problématique du développement régional au Sénégal Oriental, approche géographique, *Ann. Fac - Lettres et Sciences Humaines*, Université de Dakar, 13, 205-229.

McKinney M. L., 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization, *Biological conservation*, 127, 247-260.

Ministère des mines et de l'industrie, 2008. Programme social minier, 149 p., [en ligne] : http://www.industrie.gouv.sn/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=41.

Monlun E., Zeller H., Le Guenno B., Tuoré-Lamizana M., Hervy J.-P., Adam F., Ferrara L., Fontenille D., Sylla R., Mondo M., Digoutte J.-P., 1993. Surveillance de la circulation des arbovirus d'intérêt médical dans la région du Sénégal oriental (1988-1991), *Bull. Soc. Path. Ex.*, 86, 1, 21-28.

Morse S. S., 1997. The public health threat of emerging viral disease, *Journal of nutrition*, 127, 5, 951-957.

Ninot O., 2003. Vie de relations, organisation de l'espace et développement en Afrique de l'Ouest : la région de Tambacounda au Sénégal. Thèse de doctorat en géographie, Université de Rouen, Rouen, 460 p.

Ninot O., Lombard J., Lesourd M., 2002. Nouveaux espaces, nouvelles centralités : échanges et réseaux en milieu rural sénégalais, *Historiens et géographes*, 379, 141-152.

Nolan R. W., 1977. L'histoire des migrations bassari : influences et perspectives, *Journal des africanistes*, 47, 2, 81-101.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1959. Comité mixte OMS/FAO d'experts de zoonoses, deuxième rapport, série de rapports techniques, 169, 92 p.

PAM/FAO/SE.CNSA/CSE/FEWSNET, 2011. Analyse globale de la vulnérabilité, de la sécurité alimentaire et de la nutrition (AGSVAN) : Cartographie des zones de moyens d'existence. [En ligne], url : http://www.fews.net/docs/Publications/sn_livelihood%20zone%20descriptions%202011_fr.pdf

Picheral H., 1982. Complexes et Systèmes Pathogènes : approche géographique. *In :* Doumenge J-P. (dir.), De l'épidémiologie à la géographie humaine. CEGET - CNRS, coll. Travaux et documents de géographie tropicale, 48, 5-22.

Pourtier R., 1995. Atlas de la Zone Franc en Afrique subsaharienne, Paris : Ministère de la Coopération, La documentation Française.

Rançon A., 1894. Dans la Haute Gambie, voyage d'exploration scientifique 1891-1892, Paris : Soc. D'Éditions scientifiques, 592 p.

Rochebrune T. A., 1883. Faune de la Sénégambie : mammifères, *Société Linéenne de Bordeaux*, 37, 49-204.

Rodhain F., 1998. La notion de réservoir naturel en arbovirologie, *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 91, 4, 279-282.

Rosevear D.R., 1969. The Rodents of West Africa. British Museum of Natural History, London, 60 p.

Saint-Julien T., 2004. Diffusion spatiale, Hypergéo [en ligne], url : http://www.hypergeo.eu/spip. php?article11, consulté en 2012.

Sakho P., 2005. Marginalisation et enclavement en Afrique de l'Ouest : l'« espace des trois frontières» sénégalais, *Espace, Populations, Sociétés*, 1.

Salem G., 1998. La santé dans la ville, géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal), Paris : Karthala-Orstom, 360 p.

Saluzzo J.-F., Vidal P., Gonzalez J.-P., 2004. Les virus émergents. Paris : IRD éditions, 188 p.

Temminck C.J., 1853. Esquisses zoologiques de la côte de Guinée, *Mammifères*, E. J. Leiden.

Thiam M, Ba K., Duplantier J.-M., 2008. Consequences of climatic changes on rodent communities in the Sahel (West Africa) as evidenced by owl pellet analysis, *African Zoology*, 43, 2, 135-143.

Thomson M. C., Connor S. J., Ward N., Molyneux D., 2004. Impact of Climate Variability on Infectious Disease in West Africa, *EcoHealth*, 1, 138–150

Van Chi-Bonnardel R., 1978. Vie de relations au Sénégal : la circulation des biens, Mémoires de l'Institut fondamental d'Afrique noire, 90, 927 p.

Vaugelade J., 1991. Les unités collectives dans les enquêtes statistiques africaines : pour la traduction et pour l'utilisation du concept de ménage agricole, *Cah. Sci. Hum.*, 27, 3-4, 389-394.

Vitousek P. M., D'Antonio C. M., Loope L. L., Rejmanek M., Westbrooks R., 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change, *New Zealand Journal of Ecology*, 21, 1, 1-16.

World Health Organization (WHO), 1985. Arthropod-borne and rodent-borne viral diseases, Tech Rep Ser, 719, Geneva, Switzerland: WHO, 116 p.

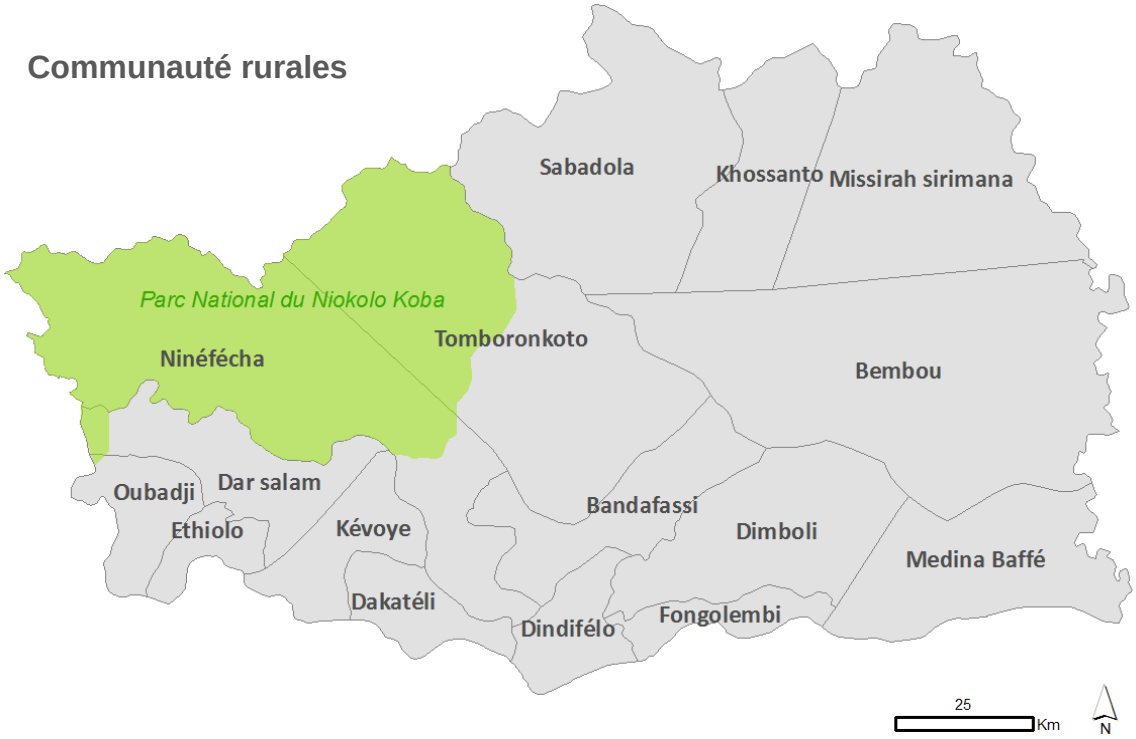
# Annexes

**Annexe 1** : Récapitulatif et principales caractéristiques des arbovirus retenus comme modèles ..... 104
**Annexe 2** : Découpage administratif, depuis 2008, de la région de Kédougou ..... 105
**Annexe 3** : Liste des marchés ruraux hebdomadaires anciens et actuels dans la région de Kédougou ..... 106
**Annexe 4** : Questionnaire enquête domiciliaire Sénégal Oriental : modalités de contact avec les rongeurs et vecteurs ..... 107
**Annexe 5** : Formulaire de consentement (enquête domiciliaire) ..... 112

**Annexe 1 : Récapitulatif et principales caractéristiques des arbovirus retenus comme modèles**

| Catégorie | Virus | Genre | 1er isolement | Hôtes | Manifestations pathogènes | Répartition géographique | Isolé sur *R. rattus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Virus identifié chez l'homme et chez les rongeurs** | **Babanki** | Alphavirus | Cameroun, 1969 | Rongeurs (*R. rattus*)<br>Moustiques (aedes, culex, anopheles, etc.)<br>Tiques<br>Hommes | Sur l'homme : fièvre, arthralgies, rash. | Sénégal, Cameroun, Côte d'Ivoire, République Centrafricaine (RCA), Madagascar, Norvège, Russie, Suède. | **X** |
| | **Koutango (variante de West Nile)** | Flavivirus | Sénégal, 1968 | Rongeurs (dont *Mastomys sp.*)<br>Tiques<br>Moustiques (dont *Culex*)<br>Hommes | Sur l'homme : fièvre, céphalées, douleurs articulaires et oculaires, rash. | Sénégal, RCA, Somalie | |
| | **West Nile** | Flavivirus | Ouganda, 1937 | Oiseaux principalement<br>Mammifères dont rongeurs (peu sensibles)<br>Moustiques (*Anopheles, Aedes, Culex,* etc.)<br>Tiques<br>Hommes | Sur l'homme : fièvre, céphalée, hyperhémie conjonctivale, myalgie, arthralgie, rash, lymphadénopathie, myocardite, méningoencéphalite, hépatite. Rarement pancréatite, syndrome de Guillain-Barre. | Généralement endémique en zones tropicales, endémiques en zones tropicales africaines mais aussi en Eurpoe du Sud et aux Etats-Unis | |
| **Virus identifié uniquement chez les rongeurs** | **Gabek Forest** | Phlebovirus | Soudan, 1961 | Rongeurs (dont *R. rattus* et *M. natalensis*) | Sur l'homme : fièvres, douleurs musculaires, symptômes respiratoires, etc. voire décès, mais généralement asymptomatique<br>Sur hamster : maladie grave proche RVF | Sénégal (nord, centre et ouest puis sud-est depuis 1999), Dahomey, Egypte, Grèce, Iran, Nigéria, République Centrafricaine, Somalie, Soudan | **X** |

**Annexe 2 : Découpage administratif, depuis 2008, de la région de Kédougou**




| Département (correspond aussi au district sanitaire) | Arrondissement (confondu avec commune) | Communauté rurale |
|---|---|---|
| Kédougou | Bandafassi | Bandafassi |
| | | Dindéfélo |
| | | Nénéfécha |
| | | Tomboronkoto |
| | Fongolimbi | Fongolimbi |
| | | Dimboly |
| Salemata | Darsalam | Darsalam |
| | | Oubadji |
| | | Ethiolo |
| | Dakateli | Dakatéli |
| | | Kévoye |
| Saraya | Bembo | Bembo |
| | | Madina Bafé |
| | Sabodala | Sabodala |
| | | Khossanto |
| | | Missirasirimana |

## Annexe 3 : Liste des marchés ruraux hebdomadaires anciens et actuels dans la région de Kédougou

| Marché | Année de création | Année de fin | Importance | Jour de tenue |
|---|---|---|---|---|
| Dindiari | Inconnue | - | petit | jeudi |
| Ebarack | Inconnue | - | petit | samedi |
| Kounsy | Inconnue | - | petit | dimanche |
| Mako | Inconnue | - | important | samedi |
| Nepen Diakha | Inconnue | - | petit | lundi |
| Thiabedji | Inconnue | - | petit | mercredi |
| Eganga | inconnue | - | petit | samedi |
| Fongolembi | 1946 | - | important | jeudi |
| Dindefelo | 1948 | (interruption en 1975 ?) | important | dimanche |
| Salemata | 1952-53 | - | important | mardi |
| Kote | 1956 | - | petit | jeudi |
| Lande baytil | 1958 | inconnue | - | jeudi |
| Thiokoye | 1960 (1956 ?) | - | important | mardi |
| Oubadji (Noubou) | 1961 | - | petit | samedi |
| Dakateli | 1964 | - | petit | jeudi (soir) |
| Dimboli | 1964 | 1977 | petit | lundi |
| Koboye | 1964 | 1964 | - | dimanche |
| Niemenik | 1965 | 1966 | - | dimanche |
| Kaffori | 1977 | - | petit | lundi |
| Khossanto | 2011 | - | Non définie | jeudi (?) |

Sources : (PAM/FAO/SE.CNSA/CSE/FEWSNET, 2011), (Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Tambacounda, 2006), (Ninot, 2003), (Fouchier, 1981 d'après A. Albenque, 1970), (Van Chi Bonnardel,

**Annexe 4 : Questionnaire enquête domiciliaire Sénégal Oriental : modalités de contact avec les rongeurs et vecteurs**

| Arrdmnt: | Com. rurale: | Localité : | Quartier: | Concession (n°): | GPS: | Date : | Enquêteur : | Id. : |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

- **N° répondant(s) :**

| n° | Prénom | Nom | Lien de parenté | M /F | Age | Village de naissance (+com. rurale et pays si différents) | Dernière classe suivie | lecture, écriture (O/N) | Ethnie | Activités principales | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |

- **Parmi ces membres résidents de la famille, certains exercent-ils leur activité en dehors du village ?** OUI NON
  **Si oui :**

| Qui ? (n°) | Où ? | | | | A quelle fréquence ? | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Localités précises (préciser) | Divers localités département | Divers localités région | Autre (préciser) | Régulier (activité principale) | Saisonnier | Exceptionnel | Autre (préciser) |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**Localité et N° concession :**

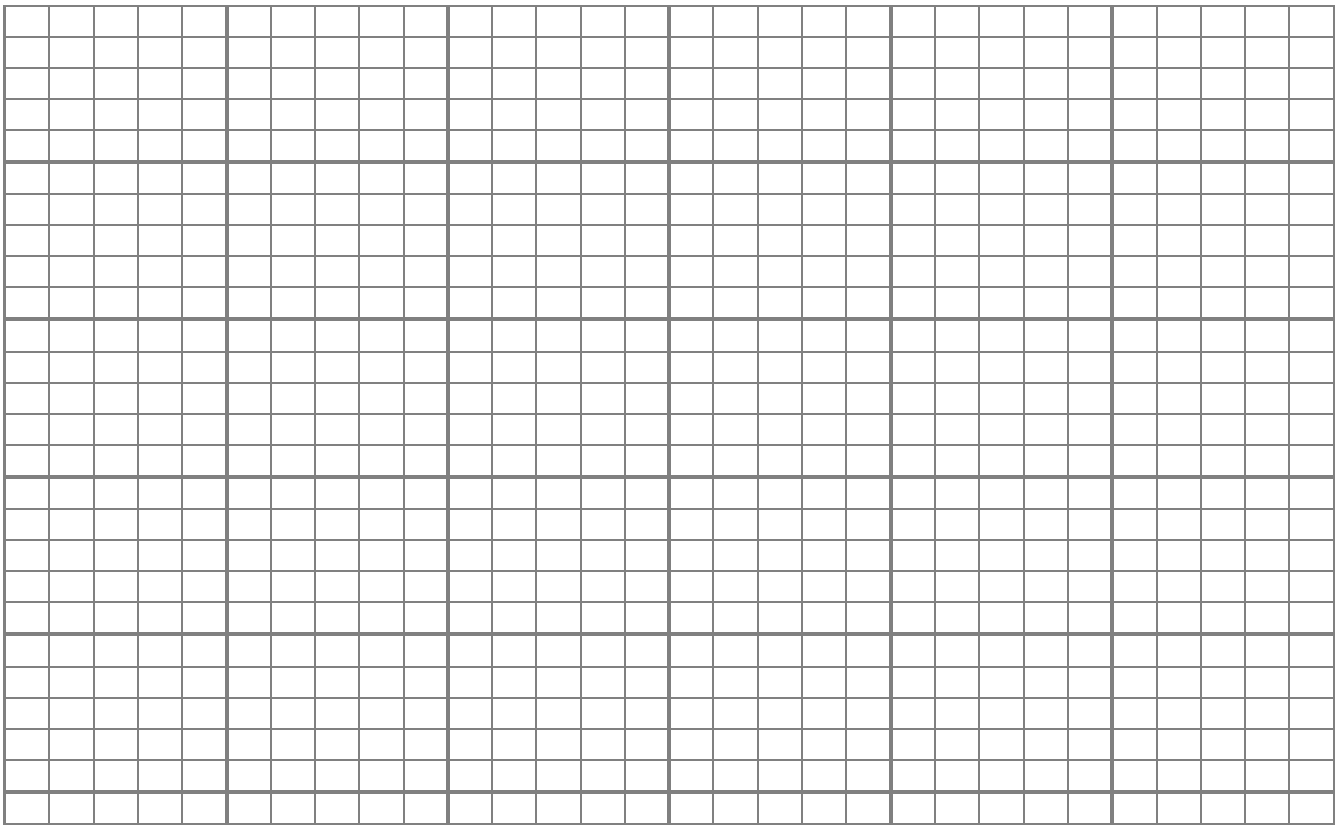
**Observation des abords de la concession (10 mètres autour environ)**

*Schéma de l'environnement autour de la concession*

| | |
|---|---|
| | **1) Situation dans le village :** centre périphérie<br>**2) Site :** bas fonds colline pente autre:<br>**3) Séparation entre concessions :**<br>rue en terre rue bitumée végétation sol nu<br>**4) Présence de commerces :** oui non<br>**5) Distance entre concessions :** dense espacé<br>**6) Végétation (préciser) :**<br>**7) Eau libre :** cours d'eau mare aucun<br>**8) Ordures :** benne tas fosse aucune<br>**9) Cultures (préciser type) :** |

**Observation de la concession**

*(Numéroter les bâtiments sur le schéma pour remplir le tableau page 3)*



**1) Organisation concession :** carré cercle habitation isolée **2) Taille cour :** grande petite

**3) Ordures dans la cour :** fosse sacs tas poubelle

**4) Végétation dans la cour :** Arbres Végétation herbacée, détailler : Paille/fourrage

**5) Points d'eau :** robinet pompe céane puits mare naturelle

**6) Stocks d'eau :** bidon canari bassine

**7) Clôture autour de la concession :** Non Oui complète Oui à moitié

-Si Oui : Végétation vive épineuse Buisson Végétation sèche épineuse Bois sec Briques/dur

**Localité et N° concession :**

**Caractéristiques et équipement de l'habitat**

*(Les n° des bâtiments renvoient au schéma page 2)*

| N° Bât | En quels matériaux sont les murs ? | | | | | En quels matériaux sont les toits ? | | | | | En quels matériaux sont les sols ? | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Briques latérite | Banco | Ciment | Tôle | Autre (préciser) | Terre | Ciment | Tôle | Chaume | Autre (préciser) | Terre | Ciment | Carrelage | Plancher | Autre (préciser) |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |

- **L'habitation dispose-t-elle d'un étage ?** OUI (si oui noter le(s) n° des bâtiments concernés : ) NON
- **Combien y a-t-il de pièces faisant office de logement ?** Pièce unique Plusieurs pièces (préciser combien) :

| Possédez-vous … ? | Salon | Radio | Télé | Ordi. | Vélo | Moto | Réseau élec. | Réseau d'eau | Internet | Tél. port | Tél. fixe | Parabole/ câble | Groupe électrogène | Frigo | Voiture | Charette | Puits | Autres (préciser) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Animaux**

| Possédez-vous ces animaux ? Combien ? | | | Où sont-ils parqués la nuit (préciser si hors concession ou si confié)? |
|---|---|---|---|
| Volailles | | | |
| Cochons | | | |
| Bovins | | | |
| Chèvres | | | |
| Moutons | | | |
| Chats | | | |
| Chiens | | | |

**Stockage des produits agricoles/alimentaires**

| Où stockez-vous les… ? | Dans l'habitation | | Dans la cour | Dans un grenier/magasin | | | Pas de stocks | Autre lieu (préciser) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Etage | RDC | | En banco | En chaume | Autre matériau (préciser) | | |
| **Céréales** | | | | | | | | |
| **Légumes** | | | | | | | | |

**Stockage et évacuation des ordures**

| Où sont entreposées les ordures ? | | A quelle fréquence les ordures sont-elles évacuées ? |
|---|---|---|
| Dans la cour | | (fréquence d'évacuation hors concession) |
| Dans l'habitation | | (fréquence d'évacuation hors concession) |
| Dans les rues autour de la concession | | (incinération : oui ou non + fréquence) |
| Autre (préciser) | | |

- **La cour est-elle balayée ?** OUI NON
- **Si oui, à quelle fréquence ?** quotidienne plusieurs fois par semaine hebdomadaire autre (préciser):

**Mobilités et migrations**

- **Depuis combien de temps résidez-vous (le chef de famille) dans ce village ?**
  Village de naissance Arrivée après naissance, date : lieu précédent (+com.rurale ou pays) :

- **Depuis combien de temps résidez-vous (le chef de famille) dans cette concession ?**
  Depuis la naissance Depuis l'arrivée dans ce village Arrivée après, date :

- **Durant le dernier mois, en dehors des déplacements professionnels réguliers (tableau p.1) , est-ce qu'un ou plusieurs membres résidents de la famille sont sortis du village ?** OUI NON
  **Si oui :**

| Qui ? | Pour aller où ? Localité + com. rurale | Pour quels motifs ? | Pour quelle durée ? | Avec quel(s) moyens de transports ? | A quelle fréquence ce type de déplacement est réalisé ? |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

- **Existe-t-il une période de l'année où les déplacements des membres de la famille hors du village augmentent, diminuent ou sont interrompus ?** OUI NON **Si oui, préciser à quelle(s) période(s) et pourquoi :**

- **Durant la dernière année, est-ce que des membres résidents de la famille se sont déplacés pour une période supérieure à 1 mois ?** OUI NON
  **Si oui, qui ?** **Pourquoi ?** **Où ?** **Quelle durée ?** **Quelles dates ?**

**Perception des rongeurs**

- **Observez-vous ou avez-vous déjà observé des rongeurs dans la concession (cour et/ou bâtiments) ou dans les rues autour de la concession ?**
  OUI NON

- **Si oui, a quelle fréquence observez-vous des rongeurs dans ou autour de la concession ?**
  Quotidienne (tous les jours ou presque) De temps en temps (ponctuel) Exceptionnelle (très rare)

- **<u>Ces dernières années</u>, avez-vous remarquez des changements dans le nombre de rongeur ?**
  Non, pas de changements Oui augmentation des rongeurs Oui diminution des rongeurs
  Si oui, préciser à partir de quelle période :

- **Disposez-vous de… ?** pièges à rongeurs produits contre les rongeurs autres (préciser lesquels) :
- **Depuis quand utilisez-vous ces moyens de lutte ?** utilisation ancienne utilisation récente

- **Les rongeurs causent-ils des nuisances sur… ?** nourriture vêtements bâtiments morsures

- **Consommez-vous des rongeurs ?** Oui Non

**Observations et commentaires**

## Annexe 5 : Formulaire de consentement (enquête domiciliaire)

L'Institut Pasteur de Dakar en collaboration avec l'IRD évalue le risque de maladies liées aux rongeurs au Sénégal oriental. Cette évaluation est en train d'être menée puisque l'on sait que le rat noir a été introduit dans la région mais n'est pas présent partout. Grâce à ce travail, la région de Kédougou pourra lutter plus efficacement contre les rongeurs et le risque de maladies qui y sont associées.

Les rongeurs peuvent être porteurs de maladies causées par un microbe appelé virus et/ou transmise par des insectes. Lorsqu'une personne est infectée, elle peut ne pas présenter de symptômes (c'est la majorité des cas d'ailleurs) mais peut aussi avoir de la fièvre, mal au corps, des maux de tête, aux muscles, aux articulations.

Nous souhaitons que vous nous aidiez à comprendre la situation de ces rongeurs et de ces maladies dans votre village/quartier. Nous avons sélectionné de façon aléatoire votre concession pour rechercher les conditions de contact avec les rongeurs. Nous avons besoin de vous poser des questions sur l'organisation de votre concession et des personnes qui y vivent pour savoir comment elle peut influer sur la présence ou l'absence de rongeurs ainsi que leur capacité à transmettre des virus directement aux hommes ou en infectant des moustiques ou tiques qui vont ensuite transmettre l'infection à l'homme. Nos questions vont porter sur les caractéristiques de l'habitat, le stockage des produits alimentaires, le stockage et l'évacuation des ordures, la présence d'animaux, les déplacements des membres de la concession, la perception des rongeurs. Dans certain cas, avec votre accord, des prises de photos de la concession pourront vous être demandées.

Votre identité ne sera connue que de la personne responsable de ce volet du travail, les réponses qui seront données, et les éventuelles photos, ne seront divulguées à personne. Elles seront traitées sans que votre nom ou votre lieu de résidence ne soit mentionné.

L'information que vous donnerez sera très utile pour lutter contre les rongeurs s'il y en a dans votre village/quartier et va nous apporter des informations qui vont être bénéfiques à toute la population, pouvant éviter la survenue de maladies données par les rongeurs.

Votre participation sera volontaire et vous pouvez arrêtez l'entretien à tout moment. Votre refus de participation ne vous causera aucun problème avec les autorités de santé ou l'administration. Votre participation à ce travail ne va rien changer à l'état actuel de votre santé ou celle des membres de votre concession.

Avez-vous des questions pour nous concernant les rongeurs, les microbes qu'ils donnent ou les questions que je vais vous poser ? Sinon, nous aimerions avoir votre accord pour vous poser des questions sur l'organisation de la concession et des gens qui y vivent. Si vous êtes d'accord, nous vous demanderons de cocher la case indiquée sur le formulaire.

Je soussigné (nom, prénoms)…….. déclare avoir lu et compris ou m'être fait expliquer la notice d'information. J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions que je souhaitais à……. Je peux à tout moment (après la lecture du formulaire d'information ou durant l'étude) demander des informations complémentaires au Docteur Amadou Alpha SALL (+221338399223) ou Dr Ousmane Faye (+2213383992)**. J'accepte librement que les informations que je donne concernant ma concession soient utilisées pour le projet « CHANCIRA » dans les conditions précisées dans la notice d'information.**
Fait à : ……. Le:……
Signature

## Table des cartes

Carte 1 Localisation de la zone d'étude au sein du Sénégal ..... 27
Carte 2 Invasion du Sénégal par le rat noir d'après les données historiques (1659-1999) ..... 29
Carte 3 Scénario des chemins de colonisation du rat noir au Sénégal oriental d'après les analyses génétiques ..... 31
Carte 4 Présentation générale de la zone d'étude du Sénégal oriental ..... 40
Carte 5 Royaumes et Pays au Sénégal oriental précolonial, XIXème siècle ..... 42
Carte 6 Densité de population au Sénégal oriental (2008) : poids de Kédougou et importance du foyer historique du Fouta-Djalon ..... 43
Carte 7 Une mosaïque de terroirs ethniques au Sénégal oriental ..... 44
Carte 8 Marchés ruraux hebdomadaires en activité dans la région de Kédougou (2012) : un territoire structuré autour de pôles locaux ? ..... 45
Carte 9 Des aires de relations privilégiées cloisonnées ..... 46
Carte 10 Développement des routes transnationales et activité minière : vers une revalorisation de la position carrefour du Sénégal oriental ? ..... 49
Carte 11 Evolution des effectifs de population par village dans la région de Kédougou : multiplication des bourgs ruraux (1960, 1976, 1988 et 2002) ..... 51
Carte 12 Evolution des densités de population dans la région de Kédougou (1960 et 2002) : renforcement des petits pôles locaux ..... 51
Carte 13 Colonisation du Sénégal oriental par *Rattus rattus* ..... 57
Carte 14 Répartition de *Mastomys natalensis* au Sénégal oriental ..... 60
Carte 15 Proportions de *R. rattus* et *M. natalensis* au Sénégal oriental : une dichotomie Nord/Sud ..... 61
Carte 16 Répartition spatiale des isolements relatifs aux modèles virologiques dans la région de Kédougou ..... 64

## Table des figures

Figure 1 Cycle épidémiologique général d'anthropozoonoses virales à transmission vectorielle ..... 13
Figure 2 De l'aire potentielle à l'aire fonctionnelle, des espaces du risque construits par les sociétés .. 22
Figure 3 Démarche de géographie de la santé appliquée à la question des arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental. (Adapté d'après Salem, 1998) ..... 32
Figure 4 Une desserte en transport en commun révélatrice des inégalités de hiérarchie et de liens entre lieux au Sénégal oriental (1998/1999) ..... 47
Figure 5 Evolution de la croissance démographique annuelle au sein des communautés rurales du Sénégal oriental (1960 à 2002) : vers un rééquilibrage du territoire ? ..... 52
Figure 6 Renversement de la croissance démographique annuelle à l'échelle des arrondissements au Sénégal oriental (1963 à 2008) ..... 53
Figure 7 Dynamiques territoriales et espaces à enjeux face aux arboviroses liées aux rongeurs au Sénégal oriental ..... 67
Figure 8 Quartiers enquêtés à Kédougou-ville ..... 75
Figure 9 "Quartiers" enquêtés à Sabodala ..... 76
Figure 10 Graphique des observations de l'ACM sur les deux premiers axes ..... 79
Figure 11 Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique ..... 81

## Table des tableaux

Tableau 1 Récapitulatif des sites de prospections et des captures de *M. natalensis* et *R. rattus* au Sénégal oriental (1986-2007) ..... 55
Tableau 2 Récapitulatif des isolements des modèles virologiques au Sénégal oriental ..... 63
Tableau 3 Récapitulatif des tests d'isolements sérologiques sur rongeurs entre 1998 et 2001 au Sénégal oriental..... 66
Tableau 4 Nombre de concessions enquêtées par site et par quartier..... 78
Tableau 5 Variables retenues pour l'analyse statistique ..... 79
Tableau 6 Valeurs propres et inerties des trois premiers axes de l'ACM ..... 79
Tableau 7 Récapitulatif des résultats des typologies issues des analyses statistiques ..... 84
Tableau 8 Relations significatives avec la variable *R. rattus* ..... 87

## Table des photos

Photo 1 Diversité de situation des concessions : périphérie-brousse *versus* village (Sabodala) ..... 77
Photo 2 Diversité des types de bâti : bâtiment en dur et tôle versus cases en crintin, banco et chaume (Kédougou)……77