

# **ESPACES, LIENS, ET SANTE :**

## **Dynamiques d'invasion d'un hôte de zoonoses dans un territoire en mutation.**

### **Le cas du rat noir au Sénégal Oriental.**



**Héloïse LUCACCIONI**

Thèse présentée et soutenue publiquement le 13 décembre 2016  
pour l'obtention du grade de Docteur en Géographie

Jury :

Carine BROUAT, Chargée de Recherche, UMR CBGP (INRA/CIRAD/IRD/Montpellier SupAgro) (rapporteur)  
Laurent GRANJON, Directeur de Recherche, UMR CBGP (INRA/CIRAD/IRD/Montpellier SupAgro) (examinateur)  
Pascal HANDSCHUMACHER, Chargé de recherche, UMR SESSTIM (INSERM/IRD/AMU) (co-directeur)  
Michel LESOURD, Professeur émérite, Université de Rouen, UMR IDEES (examinateur)  
Jérôme LOMBARD, Directeur de Recherche, UMR PRODIG (CNRS/Univ. Paris1, IV, 7/IRD/AgroParistech) (rapporteur)  
Gérard SALEM, Professeur émérite, Université Paris Ovest Nanterre La Défense, LADYSS (directeur)



## **REMERCIEMENTS**

Avant tout, je remercie vivement Pascal Handschumacher. En m'offrant la possibilité de participer au programme CHANCIRA et par la justesse de son encadrement il m'a permis de réaliser ce travail dans d'excellentes conditions.

Mes remerciements s'étendent au Professeur Gérard Salem qui a accepté d'endosser le rôle de directeur de thèse.

J'exprime ma reconnaissance au Professeur Michel Lesourd, à Carine Brouat, Jérôme Lombard, et Laurent Granjon pour avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de mon jury de thèse.

Cette recherche a bénéficié du soutien financier du programme ANR CEP&S 2011 CHANCIRA sous le numéro ANR-11-CEPL-0010, ainsi que du dispositif d'Aide à la Mobilité des Doctorants 2013 de la région Ile-de-France.

À Kédougou, Tambacounda, et dans tout le Sénégal Oriental, nous remercions les autorités institutionnelles et traditionnelles pour avoir facilité notre travail. Notre sincère reconnaissance va à l'endroit des habitants, des enquêtés, et des compagnons croisés sur la route, qui nous ont accueillis et ont accepté de répondre à nos questions. Nous sommes honorés de leur confiance et de leur hospitalité.

Mes chaleureux remerciements s'adressent à tous les membres de l'équipe du CBGP-BIOPASS à l'IRD de Dakar qui m'ont accueillie dans leurs locaux et ont stimulé ce travail grâce à de riches discussions et la bonne humeur du labo.

Ma gratitude s'étend évidemment à l'endroit du vieux Omar Sall, il a été un véritable guide et une source d'encouragement durant les travaux de terrain et au-delà ; je n'oublie pas Aminata Wone, Cheikh Cissé Kanté, et Malamine Dansokho pour leur sérieux et leur convivialité lors de nos enquêtes, qu'ils en soient sincèrement remerciés.

À mes proches, pour leurs encouragements mais aussi, parfois, une salvatrice indifférence aux processus de diffusion du rat noir dans le sud-est sénégalais : merci !



# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	3
SOMMAIRE .....	5
INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	7
<b>PARTIE I DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES ET VULNERABILITES TERRITORIALES A LA DIFFUSION D'UN HOTE DE ZONOSSES : CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>15</b>
Chapitre 1 Regard de géographe sur le risque d'émergence infectieuse face aux transformations des espaces et des sociétés .....	17
Chapitre 2 Élaborer une thèse de géographie dans un contexte pluridisciplinaire .....	47
Chapitre 3 Matériel et méthodes pour relier espaces, temps, sociétés, et rongeurs .....	69
<b>PARTIE II TERRITOIRES DU RAT, TERRITOIRES DE L'HOMME : RELIER LES DYNAMIQUES D'INVASION DU RAT NOIR ET LES DYNAMIQUES SPATIALES DES SOCIETES.....</b>	<b>91</b>
Chapitre 4 Les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir.....	93
Chapitre 5 Des espaces hétérogènes en mutation, de l'héritage précolonial aux recompositions contemporaines .....	113
Chapitre 6 Des dynamiques de mises en liens qui articulent des réseaux, des nœuds, et des flux .....	135
Chapitre 7 Des lieux à l'image de leur région.....	153
<b>PARTIE III LA VARIABILITE DES FACTEURS DE DIFFUSION AU NIVEAU DES LIEUX, DES CHEMINS, ET DES FOYERS D'INVASION DU RAT NOIR .....</b>	<b>171</b>
Chapitre 8 Les facteurs de diffusion au niveau des lieux : une hiérarchie complexe.....	173
Chapitre 9 Un rat qui défie l'ordre spatial ? .....	201
Chapitre 10 Caractériser les liens à partir des lieux : des relations spatiales complexes au-delà de la connectivité structurelle .....	213
<b>PARTIE IV LA DIFFUSION SPATIALE DU RAT NOIR AU PRISME DES SYSTEMES TERRITORIAUX.....</b>	<b>241</b>
Chapitre 11 Des facteurs spatiaux de vulnérabilité aux systèmes territoriaux vulnérables .....	243
Chapitre 12 Regards critiques sur une géographie complexe du rat et des hommes .....	265
CONCLUSION GÉNÉRALE .....	279
REFERENCES .....	283
TABLES DES ILLUSTRATIONS .....	317
ANNEXES .....	321
TABLE DES MATIERES .....	329



# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les transformations contemporaines des espaces et des sociétés, qui conjuguent changements globaux et intensification des mises en liens, soulèvent des préoccupations quant à l'expansion des aires de répartition de réservoirs et au risque d'émergence de zoonoses. Dans cette thèse, nous défendons l'idée que les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent s'inscrivent dans des systèmes territoriaux complexes et multiscalaires. Affranchis d'une conception épidémiologique et médicale du risque infectieux, nous y narrons la construction des vulnérabilités des territoires par les sociétés. Plus précisément, nous nous intéressons aux dynamiques d'invasion d'un hôte, le rat noir, dans une périphérie rurale ouest-africaine en mutation, le Sénégal Oriental.

## **Le contexte : Espaces, liens, et santé**

### **Destin croisé des sociétés et des pathogènes dans un monde en transformation**

Les manifestations infectieuses sont des faits banals à l'échelle de l'histoire de l'humanité, mais elles prennent ancrage dans les relations changeantes qu'entretiennent les sociétés avec leurs environnements (Armelagos et al., 1996 ; Armelagos, McArdle, 1975 ; Mitchell, 2003)<sup>1</sup>.

Le premier tournant des relations hommes - pathogènes intervient 10 000 ans avant notre ère alors que les populations néolithiques se sédentarisent, croissent, et bouleversent leurs rapports à l'environnement. À l'avènement de l'agriculture s'ajoute l'apparition des premiers phénomènes urbains (Aberth, 2011), puis l'intensification progressive des mises en liens à l'échelle du globe. Les conditions d'apparition, d'épidémisation, et de circulation des pathologies infectieuses sont alors réunies, de telle manière que ces transformations s'accompagnent d'un poids croissant des maladies infectieuses jusqu'à la révolution industrielle européenne.

Les progrès socio-sanitaires du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle précipitent la seconde transition sanitaire. L'amélioration des conditions de vie et d'hygiène associée à l'avènement des antibiotiques, au développement effectif de la vaccination, ou encore

---

<sup>1</sup> Leur théorie des transitions sanitaires sera enrichie par différentes contributions, en particulier Barrett et al. (1998), Harper et Armelagos (2010), McMichael (2004), Zuckerman et al. (2014), et sera capitalisée dans l'ouvrage de Barrett et Armelagos (2013).

aux progrès de la microbiologie contribue à la diminution de la mortalité infectieuse<sup>2</sup> et à des avancées significatives dans la lutte contre des pathologies majeures. Pourtant, les disparités sociales et spatiales des conditions sanitaires s'accroissent (Cockburn, 1971), tandis que les prémices d'un nouveau chapitre de l'histoire des relations hommes - pathogènes sont déjà présents.

La seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle est marquée par trois types d'événements infectieux : 1) l'apparition de phénomènes de résistances aux antibiotiques et l'évolution de la virulence de certains pathogènes ; 2) la persistance du poids des maladies infectieuses sur la morbidité et la mortalité mondiale, et des maladies *a priori* maîtrisées ou éradiquées ; 3) la multiplication des émergences infectieuses. Ces dernières concernent la manifestation de pathologies nouvellement décrites, l'expression de nouvelles formes de pathologies connues, ou encore l'expansion de maladies connues à de nouveaux espaces.

La notion d'émergence infectieuse est employée dès le XX<sup>ème</sup> siècle, mais son usage se généralise à partir des années 1970/1980 alors que se met en place une véritable campagne scientifique, politique, médiatique, et institutionnelle quant aux enjeux sanitaires des changements globaux et de la globalisation (Cliff et al., 2009 ; King, 2004). Cette troisième transition sanitaire, l'âge des émergences et des réémergences infectieuses, apparaît donc en reflet de l'accélération et de l'ubiquité des transformations des sociétés et de leurs environnements, en particulier de l'interconnexion croissante des espaces.

---

<sup>2</sup> La mortalité infectieuse diminue en Europe et en Amérique du Nord (Barrett et al., 1998) tandis que le vieillissement conséquent de la population autorise l'apparition d'affections dégénératives et chroniques selon un schéma déjà décrit par le modèle de transition épidémiologique d'Omran (Armelagos, 1998 ; Armelagos, McArdle, 1975 ; Cockburn, 1971).

### **Encadré : Les infections émergentes sont avant tout des zoonoses.**

La plupart des infections qui affectent l'homme sont des zoonoses, c'est-à-dire qu'elles « se transmettent naturellement des animaux vertébrés à l'homme et vice versa », ou ont une origine zoonotique (FAO/WHO, 1959). En effet, les animaux sauvages et domestiques sont la principale source d'agents pathogènes (« *zoonotic pool* »). Pour atteindre l'homme, il a fallu que ces agents infectieux franchissent les « barrières d'espèces », c'est-à-dire qu'ils s'adaptent aux hôtes humains (Wolfe et al., 2007).

Les zoonoses affectent avant tout les animaux, et l'homme n'est souvent qu'un hôte « collatéral ». L'infection se maintient généralement au sein de cycles sauvages, et parfois de cycles secondaires domestiques d'importance variable. La transmission de l'infection à l'homme est possible par contact direct avec l'hôte infecté ou par le biais d'un vecteur environnemental contaminé (eau, nourriture, etc.), mais plus généralement elle est assurée par un arthropode hématophage (moustiques, phlébotomes, tiques, etc.).

Il est estimé qu'un quart des pathogènes zoonotiques sont capables de transmission inter-humaine, mais seuls 10 % se sont adaptés à un cycle exclusivement anthropique. Par conséquent, malgré leur abondance relative parmi l'ensemble des agents infectieux pour l'homme, la plupart des zoonoses n'ont pas de capacité de transmission importante au sein des populations humaines et ne conduisent donc que rarement à des phénomènes épidémiques (Woolhouse, Gowtage-Sequeria, 2005). En revanche, la majorité des infections émergentes sont des zoonoses. Jones et al. (2008) estiment ainsi que sur 335 infections émergentes recensées entre 1945 et 2003, les zoonoses représentent 71,8 % d'entre elles.

## **Géographie et émergence infectieuse : pour une étiologie territoriale**

Les émergences contemporaines renouvellent l'attention sur le rôle des sociétés humaines dans les dynamiques des phénomènes infectieux. Pourtant, le discours sur le risque infectieux demeure dominé par un paradigme biomédical. Par ailleurs, les transformations socio-environnementales de l'âge des émergences et des réémergences sont encore souvent abordées à travers un spectre naturaliste, parfois teinté de déterminisme. La reconnaissance de la dimension complexe et systémique des transformations contemporaines et du risque d'émergence conduit rarement à mieux qu'un passage de la notion de « milieu » à celle d'« environnement », et qu'une prise en compte des éléments dits « anthropiques » ou du « milieu social ». De fait, lorsque l'approche objectiviste du risque infectieux s'ouvre aux sciences sociales, elle en propose une version appliquée à la santé dans laquelle les questionnements demeurent centrés sur l'infection et ses mécanismes biologiques (Calvez, 2010).

Historiquement, les géographes ont investi le champ des maladies infectieuses aux côtés des médecins et des épidémiologistes en s'intéressant aux pathologies géographiques, à l'écologie médicale, puis à l'épidémiologie spatiale (Picheral, 2001). Mais face aux progrès médicaux, et peut-être en raison de sa faible identité disciplinaire, la « géographie médicale » n'a plus été jugée capable d'apporter de contribution significative à ces problématiques sanitaires (Barrett, 2002 ; Grmek, 1963). L'enjeu pour les géographes a alors été de replacer explicitement ces problématiques dans le champ de la géographie.

Le géographe propose de comprendre le risque d'émergence en procédant à une étiologie territoriale. Ceci implique de recentrer les questionnements non plus sur l'objet infectieux en tant que tel, mais sur les transformations des espaces et des sociétés. En premier lieu, il s'agit de reconnaître la capacité des hommes à tisser des liens, à fonder des lieux, et à façonner des espaces hétérogènes. En organisant et en structurant ainsi l'espace géographique selon leurs multiples jeux de pouvoirs, les sociétés deviennent acteurs des territoires et de leurs mutations. Or, dans ces systèmes socio-spatiaux en constante transformation, l'infection ne frappe pas au hasard : ce sont les modes de gestion des environnements, les pratiques des espaces, et les modes de contrôle territorial qui définissent les termes socio-spatiaux du risque infectieux, de ses dynamiques, et de ses inégalités (Handschumacher, 2011 ; Hervouët et al., 1995 ; Salem, 1998). Le miroir placé par le géographe en face de l'émergence infectieuse et de ses dynamiques reflète donc les organisations et les fonctionnements des sociétés et de leurs territoires.

## **Le risque infectieux émergent interpelle le géographe sur les processus spatio-temporels de diffusion**

Paradoxalement à l'hégémonie d'une approche médico-centrée des infections, la réponse des sociétés au risque infectieux émergent s'est souvent inscrite dans l'espace et dans le temps. Ainsi, les mesures de confinement comme la mise en quarantaine ou le contrôle des espaces et des lieux stratégiques (aéroports internationaux, espaces transfrontaliers), ont pour but de lutter contre la diffusion spatiale et temporelle des maladies. Par ailleurs, le risque d'émergence infectieuse renvoie directement, pour ne pas dire intrinsèquement, à un processus spatio-temporel de diffusion. En effet, il traduit l'expansion d'une infection et/ou de ses maillons épidémiologiques (vecteurs, hôtes) dans l'espace et au cours du temps.

La géographie dispose d'outils théoriques et conceptuels pour appréhender les processus spatio-temporels de diffusion au regard de l'organisation de l'espace des sociétés. Ainsi d'après les modèles de l'analyse spatiale, la progression d'un phénomène dans l'espace et le temps peut être comprise au regard des paramètres de distance spatiale ou de hiérarchie des lieux.

Or, l'espace et le temps des sociétés ne sont pas des supports inertes et uniformes des relations spatiales. Au contraire, ces dernières se déploient avec les espaces et les lieux, en fonction de leurs singularités. Elles se manifestent sous l'action des multiples opérateurs territoriaux qui les façonnent à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

Pourtant, nous savons peu de chose sur les mécanismes qui sous-tendent les dynamiques spatio-temporelles de l'émergence infectieuse et leurs interrelations avec les territoires. Comment les dynamiques territoriales sous-tendent-elles la diffusion d'un hôte, d'un vecteur, d'un agent pathogène d'un espace à un autre ? Comment un territoire devient-il vulnérable face au risque infectieux émergent ?

### **Comprendre les territoires vulnérables pour apporter des réponses opérationnelles**

Face à ces questionnements, nous proposons d'étudier réciproquement les dynamiques territoriales des sociétés et les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent. Spécifiquement, nous mettons en œuvre cette démarche à travers la diffusion spatiale d'un hôte de zoonoses et la production de territoires vulnérables en tant que systèmes complexes et multiscalaires.

Si les émergences infectieuses contemporaines sont des symptômes des transformations socio-spatiales, alors il est possible d'y apporter des remèdes

territoriaux. L'approche géographique du risque infectieux émergent propose ainsi de « lire l'espace pour prévenir les risques sanitaires face aux changements » (Handschumacher, 2011). Plus qu'une approche sociale de la santé, comprendre les territoires vulnérables est nécessaire à une lutte spatialement ciblée, mais aussi à une prévention en amont des dynamiques spatio-temporelles du risque d'émergence.

### **Le cas d'étude : le rat noir au Sénégal Oriental**

Nous mettons en scène cette thèse aux confins orientaux en mutation du Sénégal. Ancien carrefour au cœur des royaumes précoloniaux et des réseaux transsahariens, le Sénégal Oriental est devenu une périphérie nationale suite à un processus historique de « retournement du territoire » durant la période coloniale (Ninot, 2003). Aujourd'hui, le sud-est sénégalais forme une marge rurale, éloignée de la capitale et du centre économique du pays, peu densément peuplée et faiblement développée. Mais face à cet héritage, il forme également un territoire en transformation sous l'influence de multiples dynamiques d'ouverture et de complexification.

De la plaine du Boundou aux contreforts du Fouta Djallon se déploie alors un décor complexe entre latérite et bitume, agriculture et orpaillage, camions « 15 tonnes » et motos « jakarta ». Dans ce décor, les risques zoonotiques s'incarnent autour d'un personnage : le rat noir.

Le rat noir est dépeint dans les représentations collectives comme un nuisible. Ce rongeur commensal est en effet une espèce invasive et un hôte de nombreuses zoonoses. Son introduction au Sénégal, puis son expansion dans les marges sud-est durant les dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle, apparaît en reflet des dynamiques territoriales des sociétés. La progression du rat noir accompagne donc les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent en réponse aux transformations territoriales.

### **La démarche : vers une géographie du rat et des hommes**

Face à cette problématique et à travers ce cas d'étude, notre démarche consiste à dresser une géographie des vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques portés par le rat noir.

Nous établissons d'abord les interrelations entre les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir d'une part, et les mises en liens des espaces d'autre part. Puis, nous déconstruisons les connaissances préétablies sur la diffusion spatiale de

l'hôte en mettant en exergue sa complexité. Enfin, nous reconstruisons progressivement un système explicatif au travers des territoires et de leurs dynamiques.

Pour mener à bien cette démarche, nous sollicitons un cadre théorique au croisement de l'héritage d'une géographie des maladies et d'une géographie nomothétique sur les processus de diffusion spatiale.

Nous adoptons une approche multiscalaire, en termes spatial et temporel. Il s'agit de mettre en relation les niveaux d'analyses pertinents pour expliquer les dynamiques éminemment multiscalaires de l'invasion du rat et des constructions territoriales des sociétés.

Si l'analyse est multiscalaire, alors le matériel sollicité doit lui aussi combiner passé et présent. De fait, notre terrain d'étude n'est pas seulement celui des lieux et des espaces actuels où nous récoltons nos données, mais aussi celui de la littérature et des archives grâce auxquelles nous en dressons la genèse.

Enfin, à travers les outils et les méthodes adoptées nous privilégions une approche exploratoire, quantitative et qualitative. Ceci nous permet d'explorer les multiples aspects de la diffusion du rat noir et des transformations des territoires en tenant compte des connaissances incomplètes, tant sur le matériel géographique et relatif au rat noir que sur les mécanismes biologiques de l'invasion.

## **Le plan**

La première partie de cette thèse s'intitule « Dynamiques spatio-temporelles et vulnérabilités territoriales à la diffusion d'un hôte de zoonoses : cadre théorique et méthodologique ». Nous y établissons le lien entre les transformations des mises en liens des espaces, les invasions biologiques, et les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent (chapitre 1). Après cet état des lieux, nous décrivons le contexte dans lequel nous mettons en œuvre notre recherche et le positionnement théorique et méthodologique que nous adoptons (chapitre 2). Enfin, nous terminons par une présentation critique du matériel et des outils sollicités pour notre démonstration (chapitre 3).

La seconde partie est consacrée au diagnostic des « Territoires du rat et territoires de l'homme » à l'échelle régionale, puis au niveau des lieux. Nous y retraçons les dynamiques historiques d'invasion du rat noir en parallèle de la construction du territoire sénégalais, avant de décrire la répartition actuelle du rongeur dans les marges sud-est (chapitre 4). À partir de la littérature, les chapitres suivants explorent les transformations du Sénégal Oriental à travers le façonnement d'espaces

hétérogènes (chapitre 5) et de mises en liens inégales (chapitre 6). Enfin, nous décrivons les caractéristiques actuelles des localités échantillonnées, reflets des disparités régionales mises en évidence précédemment (chapitre 7).

Dans la troisième partie intitulée « La variabilité des facteurs de diffusion au niveau des lieux, des chemins, et des foyers d'invasion du rat noir », nous nous plaçons au niveau des localités échantillonnées pour explorer leurs conditions de mises en liens. Nous sollicitons des outils de statistique exploratoire multivariée pour dresser des profils des lieux selon diverses caractéristiques géographiques susceptibles de soutenir leurs interactions spatiales (chapitre 8). Le croisement de ces profils avec l'information relative au rongeur nous permet de révéler les relations entre la variabilité des conditions de mises en liens et la variabilité de la distribution spatiale du rat noir (chapitre 9). En particulier, nous y remettons en question les modèles classiques de diffusion spatiale. Pour comprendre les paradoxes soulevés, nous proposons ensuite d'étudier directement les liens qui se tissent à partir des localités échantillonnées afin d'identifier les chemins et les foyers d'invasion du rat noir (chapitre 10).

Après avoir analysé indépendamment les lieux, les chemins, et les foyers de diffusion du rongeur, nous proposons d'appréhender « La diffusion spatiale du rat noir au prisme des systèmes territoriaux » dans la quatrième et dernière partie. Pour cela, nous montrons d'abord le caractère inopérant des facteurs de diffusion, avant de les réinscrire dans des systèmes territoriaux complexes et multiscalaires (chapitre 11). Dans le dernier chapitre, nous portons un regard critique sur cette géographie complexe du rat et des hommes. En particulier, nous discutons des implications théoriques et opérationnelles pour l'étude des territoires vulnérables face aux dynamiques du risque infectieux émergent (chapitre 12).

**Partie I**

**DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES ET VULNERABILITES**

**TERRITORIALES A LA DIFFUSION D'UN HOTE DE**

**ZOONOSES :**

**CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE**

Les préoccupations relatives aux impacts sanitaires des changements globaux et de la globalisation font des émergences infectieuses un des enjeux majeurs du XXI<sup>ème</sup> siècle. La reconnaissance du caractère multifactoriel et complexe des risques zoonotiques émergents autorise un décloisonnement disciplinaire de cette problématique aux multiples facettes (biologique, écologique, sociale, etc.). Pourtant, l'étude des émergences infectieuses promeut souvent encore une approche centrée sur les aléas – les agents infectieux, en tant qu'agents causaux du risque – et les facteurs de risque associés à leur expression. De fait, les questionnements sur les dynamiques spatio-temporelles des zoonoses en réponse aux modifications des milieux et à l'accroissement des mises en liens sont généralement posés de manière déterministe au regard des mécanismes biologiques du risque infectieux. En s'interrogeant sur les relations réciproques entre les dynamiques spatiales et temporelles des sociétés et des infections à plusieurs échelles, la géographie nous invite à quitter ce paradigme biomédical.

Dans cette première partie, nous exposons le cadre scientifique, théorique, et technique de notre thèse. Nous explorons les différents aspects d'une problématique qui croise le risque d'émergence infectieuse, les invasions biologiques, et les changements globaux contemporains. En particulier, nous formulons ces questionnements de manière à les recentrer sur les dynamiques de mises en liens et les transformations des espaces et des sociétés.

Cette partie se décompose en trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous nous intéressons au regard du géographe sur cette problématique et sur les objets biologiques qui en font partie. L'entrée par l'espace nous invite à interroger les dynamiques de mises en liens et les transformations spatiales qui sous-tendent les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux et la production des vulnérabilités territoriales, c'est-à-dire l'exposition ou la sensibilité du territoire face à ce risque. Le second chapitre est consacré au contexte dans lequel notre problématique se matérialise ainsi qu'à notre

positionnement scientifique et méthodologique. Nous y détaillons la thèse que nous défendons et les hypothèses qui l'accompagnent, ainsi que les principales étapes de notre démarche. Enfin, le troisième chapitre concerne le matériel et les outils de traitement à partir desquels nous fondons notre démonstration.

# **Chapitre 1**

## **Regard de géographe sur le risque d'émergence infectieuse face aux transformations des espaces et des sociétés**

L'apparition, la circulation, et le déclin des maladies infectieuses (Nicolle, 2013) sont le résultat de processus naturels autant que des modes de vie et des environnements façonnés par l'homme. De fait, le risque infectieux est exacerbé dans le contexte contemporain d'accélération des transformations globales des écosystèmes. Mais au-delà des bouleversements socio-environnementaux, ce sont les transformations des mises en liens et des espaces dans un monde en ouverture qui interrogent les nouvelles dynamiques spatiales et temporelles du risque infectieux.

Dans ce chapitre, nous présentons le regard que porte le géographe sur cette problématique aux multiples facettes. À partir de la littérature scientifique, nous établissons un état des lieux des questionnements sur les interrelations entre le risque infectieux émergent et les transformations des espaces et des sociétés.

Dans un premier temps, nous exposons la problématique qui relie le risque d'émergence infectieuse, les invasions biologiques, et les changements globaux. Nous précisons ensuite notre grille de lecture en dirigeant nos questionnements spécifiques sur les dynamiques de mises en liens des espaces et des sociétés dans un monde en transformation, et la production de territoires vulnérables aux dynamiques spatiales et temporelles des risques zoonotiques émergents. Enfin, nous examinons les manières dont la géographie traite des processus spatio-temporels des sociétés et des infections en détaillant les différents outils théoriques et conceptuels auxquels elle a recours.

## **1.1 Émergence infectieuse et invasions biologiques face aux changements globaux et à la globalisation**

L'âge des émergences et des réémergences infectieuses est caractérisé par l'expansion spatiale et l'intensification des manifestations des maladies infectieuses. Dans cette troisième transition sanitaire, les interactions société - environnement demeurent au cœur des faits sanitaires car ni la nature des infections en tant que telles, ni celle des facteurs en jeu ne constituent une réelle originalité par rapport aux transitions historiques. En revanche, les émergences contemporaines renvoient avant tout à des pathogènes à la conquête de nouveaux espaces dans un contexte de globalisation et de changements globaux. En particulier, le risque d'émergence infectieuse répond à l'expansion des aires de répartition d'hôtes invasifs.

### **1.1.1 L'émergence infectieuse : des pathogènes à la conquête de nouveaux espaces**

L'émergence infectieuse est une catégorie sanitaire qui renvoie à différents cas de figure<sup>3</sup>. Morse (1995) nous invite à distinguer les infections réellement nouvelles de celles déjà existantes mais dont les modalités d'expression spatiale, temporelle, et infectieuse changent. Dans le premier cas, la pathologie émergente renvoie à l'apparition d'une nouvelle étiologie associée à des symptômes jusque-là non observés, ou à un changement de pouvoir pathogène d'un micro-organisme en réponse à des phénomènes évolutifs. En revanche, dans le second cas, l'agent infectieux est déjà connu mais il est transféré à un nouvel hôte en franchissant la barrière d'espèce, il se dissémine plus largement au sein d'une population d'hôtes déjà affectée, ou encore il atteint une nouvelle aire géographique ou conquiert à nouveau un espace duquel l'infection semblait être éradiquée (on parle alors de réémergence ou résurgence). Morse (1995) précise que les émergences *de novo* seraient minoritaires par rapport aux

---

<sup>3</sup> Par ailleurs, l'identification d'une émergence infectieuse se heurte à plusieurs limites. Chastel (2000) explique que l'observation des incidences est tributaire du système de surveillance et des moyens techniques nécessaires au diagnostic. De plus, la transmission de l'infection peut être intense sans qu'il n'y ait de manifestations cliniques apparentes. Enfin, les cas humains sont peu pertinents pour juger du caractère émergent des zoonoses car ils apparaissent tardivement dans le cycle épidémiologique qui se maintient avant tout au sein de cycles sauvages moins visibles.

autres cas de figure<sup>4</sup>. En outre, ce type d'émergence répond avant tout à des phénomènes biologiques. Aussi, dans ce qui suit nous nous intéresserons plus particulièrement à l'émergence infectieuse qui correspond au transfert et à la dissémination d'un agent infectieux, par opposition aux émergences « *de novo* ».

Depuis les années 1980, l'identification des facteurs d'émergence infectieuse alimente une grande partie de la littérature scientifique (Morse, 1995 ; Louria, 2000 ; Taylor et al., 2001 ; Weiss, McMichael, 2004). En 1992, un rapport de l'*Institute of Medicine* propose une synthèse établie à partir de l'étude des causes possibles de plusieurs infections émergentes (Lederberg et al., 1992). Les auteurs définissent six catégories de facteurs d'émergence : 1) les modifications écologiques ; 2) les changements démographiques et de comportements humains ; 3) les voyages internationaux ; 4) la technologie et l'industrie ; 5) les adaptations microbiennes ; 6) les failles des mesures de santé publique. Plus récemment, certains auteurs reconnaissent également le rôle de la faune sauvage comme facteur d'émergence à part entière (Daszak et al., 2000).

La lecture de ces facteurs d'émergence infectieuse nous conduit à formuler plusieurs remarques. Premièrement, ces catégories de facteurs relèvent d'une diversité de dimensions écologiques, sociales, ou économiques, mais elles témoignent toutes de l'importance de l'action de l'homme dans les manifestations infectieuses (Saluzzo et al., 2004). Deuxièmement, les émergences infectieuses sont toujours multifactorielles et à ce titre généralement complexes. Il est en effet difficile d'identifier leurs processus causaux et de mesurer le poids singulier exercé par chacun des facteurs. Enfin, ces facteurs d'émergence font écho de manière surprenante aux facteurs socio-sanitaires historiques (Barrett, Armelagos, 2013 ; Zuckerman et al., 2014)<sup>5</sup>.

Pour comprendre la spécificité des émergences contemporaines, il faut replacer ces phénomènes infectieux et leurs facteurs dans le cadre des changements globaux et des processus de mondialisation, et des jeux d'échelles spatiales et temporelles qu'ils

---

<sup>4</sup> De plus, Morse (1991) argumente qu'il existe peu d'exemples documentés d'émergences réellement nouvelles (*de novo*). Il précise également que l'identification de diverses variantes virales est techniquement possible mais qu'il est beaucoup plus difficile d'établir un lien entre celles-ci et de nouvelles maladies. En outre, il est difficile de juger du caractère réellement nouveau d'un micro-organisme qui peut exister depuis longtemps sans avoir été reconnu auparavant.

<sup>5</sup> Ces auteurs remarquent la récurrence de certains éléments impliqués dans les manifestations infectieuses au cours de l'histoire de l'humanité. Ils citent, par exemple, les transformations des modes de subsistance, des formes et des caractéristiques des peuplements humains, ainsi que des facteurs relatifs à l'organisation sociale qui peuvent renvoyer à certaines des six catégories de facteurs de risque mentionnées précédemment.

impliquent<sup>6</sup>. En effet, la question du risque infectieux se pose avec plus d'acuité dans le contexte contemporain où les transformations socio-environnementales et les interconnexions des espaces et des lieux s'accroissent. L'apparente stabilité des facteurs d'émergence infectieuse au cours de l'histoire des relations hommes - pathogènes s'efface alors face au rythme croissant des transformations des espaces et des sociétés et de leurs caractères ubiquistes. « L'autoroute » infectieuse, selon un terme emprunté à l'anthropologue Armelagos (1998), est soutenue par la mise en lien de l'espace-monde à de multiples échelles (Mayer, 2000), et la « menace infectieuse » (Knobler et al., 2006 ; Morse, 1995) deviendrait elle aussi globale (Morse, 1997).

### **1.1.2 Le trafic microbien sous-tend les dynamiques spatio-temporelles de l'émergence**

L'émergence infectieuse correspond à un processus en deux étapes désigné sous le terme de « trafic microbien » (Morse, 1990, 1997). La première étape du trafic microbien désigne l'introduction d'un agent infectieux ou de tout maillon de la chaîne épidémiologique au sein d'une nouvelle population d'hôtes. Pour que l'émergence infectieuse se réalise, cette première étape d'introduction doit être suivie d'une phase d'installation et de dissémination de l'agent infectieux au sein d'une population d'hôtes plus large. Dans ce cas, l'émergence se manifeste effectivement par l'augmentation de l'incidence infectieuse et par l'expansion de son aire d'expression.

Le trafic microbien peut être conçu à plusieurs niveaux spatiaux : des paramètres microbiologiques élémentaires de la transmission entre hôtes aux caractéristiques socio-environnementales qui permettent la concrétisation de cette chaîne de transmission (Morse, 1997 ; Relman et al., 2010). Au niveau microscopique, l'introduction et l'établissement d'un agent infectieux concernent des mécanismes biologiques tels que le franchissement des barrières d'espèces, le transfert de micro-organismes infectieux entre différents hôtes, ou encore la capacité de l'agent infectieux à contaminer un hôte.

---

<sup>6</sup> Le terme de « changements globaux » renvoie aux diverses transformations des environnements et des sociétés qui affectent le monde contemporain à l'échelle globale. Par exemple, la croissance démographique, le réchauffement climatique, la dégradation des sols, etc. Par ailleurs, Le phénomène de mondialisation désigne : « *the changing nature of human interaction across a wide range of spheres including the economic, political, social, technological and environmental (...). The process of change can be described as globalising in the sense that boundaries of various kinds are becoming eroded. This erosion can be seen to be occurring along three dimensions: spatial, temporal, and cognitive* » (Lee, 2003). Leichenko et O'Brien (2008) montrent que malgré des discours et des travaux qui tendent à aborder distinctement les changements globaux (*global change*) et la mondialisation (*globalization*), ces deux phénomènes et leurs composantes ne sont pas indépendants l'un de l'autre.

En revanche, au niveau macroscopique le trafic microbien renvoie à l'expansion spatiale d'un ou plusieurs maillons de la chaîne épidémiologique au sein d'une nouvelle aire géographique. Autrement dit, il suppose l'introduction et l'installation d'une nouvelle condition du risque infectieux au sein d'un espace naïf, c'est-à-dire un espace qui n'a jamais réuni auparavant de telles conditions d'expression de l'infection<sup>7</sup>.

Pour Morse (1997), les facteurs d'émergence sont des signaux du trafic microbien en cela qu'ils alertent sur le risque d'émergence infectieuse. Ce sont en effet des éléments susceptibles d'intervenir pour en précipiter les différentes étapes, soit en promouvant l'introduction d'un nouveau maillon infectieux ou le transfert de pathogènes entre espèces, soit en favorisant son installation et sa dissémination, ou encore les deux. En revanche, les facteurs d'émergence sont inopérants pour expliquer les dynamiques spatio-temporelles de l'infection. Pour Morse, c'est le trafic microbien dans sa dimension macroscopique, c'est-à-dire l'expansion spatiale des maillons épidémiologiques, qui guiderait la dynamique spatiale et temporelle des incidences infectieuses et donc du risque d'émergence. Pourtant, nous verrons que les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux relèvent de processus plus complexes.

Dans ce cadre, nous posons plus spécifiquement la question du risque d'émergence en réponse aux modifications des aires de répartition de certaines espèces animales qui interviennent dans les chaînes de transmission infectieuse, en particulier les espèces invasives.

### **1.1.3 Des modifications des aires de répartition d'espèces invasives au risque d'émergence de zoonoses**

Une invasion biologique désigne l'introduction et l'établissement, volontaire ou non, d'un taxon au-delà de son aire de répartition habituelle (IUCN et al., 2008). L'introduction d'espèces dans de nouvelles aires géographiques n'est pas un phénomène nouveau<sup>8</sup> mais à l'image des émergences infectieuses il devient prégnant dans le contexte contemporain (Wilson, 1995). Pourtant, s'ils forment des phénomènes naturels millénaires (Hulme, 2009)<sup>9</sup>, nous remarquons une augmentation des épisodes

---

<sup>7</sup> En épidémiologie, un statut immunitaire naïf signifie que l'hôte concerné ne dispose pas d'anticorps et n'a pas été au contact de l'agent pathogène.

<sup>8</sup> Pour Carlton et Ruiz (2005), les préoccupations quant à l'influence des activités humaines sur l'expansion spatiale des organismes animaux ou végétaux remontent au moins à Darwin.

<sup>9</sup> Du point de vue biologique, les phénomènes de dispersion des espèces peuvent être compris comme des stratégies d'adaptation. Par exemple, une réponse évolutive face à la perte de diversité génétique ou face aux changements climatiques et environnementaux. (Berthouly-Salazar et al., 2013)

invasifs en nombre, en étendue spatiale et en effets à travers le monde (Pyšek, Richardson, 2010). Dans un ouvrage pionnier de 1958 sur les invasions biologiques, l'écologiste Charles S. Elton parlait déjà de « convulsion historique » à propos des phénomènes invasifs dans un contexte « d'explosion écologique » (Elton, 2000). Les invasions biologiques constituent ainsi des symptômes et des opérateurs des changements globaux (Vitousek et al., 1996 ; Vitousek et al., 1997).

Les transformations écologiques et anthropiques contemporaines se combinent pour favoriser l'introduction, l'établissement, et la prolifération d'espèces exotiques au-delà de leurs aires géographiques naturelles (Hobbs, Mooney, 2005). Tout comme les émergences infectieuses, les phénomènes invasifs sont toujours multifactoriels et se situent également à l'interface des relations société - environnement. En particulier, les invasions biologiques dépendent souvent des médias humains. Dès lors, la mise en relation croissante des espaces et des sociétés et l'augmentation conséquente des circulations de biens et de personnes sont favorables aux invasions biologiques.

Les invasions biologiques produisent de nombreux enjeux d'ordres écologiques, économiques, et sociaux, mais aussi sanitaires. En particulier, elles sont susceptibles d'alimenter le risque infectieux émergent en promouvant l'expansion spatiale des maillons de la chaîne de transmission infectieuse (agent pathogène, hôte, réservoir, vecteur) (Daszak et al., 2001 ; Pfeiffer, Dobler, 2010). En effet, les espèces invasives animales peuvent être des hôtes ou des vecteurs d'agents infectieux. Lorsque l'invasion concerne l'introduction d'un agent infectieux, elle est parfois désignée par les biologistes sous le terme de « pollution pathogène » (Vitousek et al., 1997). Notons d'ailleurs que la notion épidémiologique d'émergence et celle écologique d'invasion se ressemblent au point que l'émergence elle-même est parfois considérée comme un phénomène d'invasion<sup>10</sup> (Barnouin, Sache, 2010).

Les exemples d'invasions biologiques qui ont conduit à des émergences infectieuses sont nombreux. Nous pouvons par exemple citer la réémergence mondiale de la dengue à partir de son foyer asiatique. Celle-ci opère sous une conjonction de facteurs dont la diffusion mondiale d'un vecteur, *Aedes Albopictus*, au gré du commerce

---

<sup>10</sup> Pour Barnouin et Sache (2010, p. 144) : « l'émergence d'une maladie peut être en effet lue comme l'invasion d'une méta population d'hôtes (habitats) par un agent infectieux ». Par ailleurs, Hatcher et al. (2012) soulignent le parallèle qui peut être fait entre les émergences infectieuses et les invasions biologiques, en particulier en ce qui concerne les différentes étapes d'introduction, d'installation, et de prolifération.

international, et l'explosion démographique et urbaine dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle (Gubler, 2004 ; Guzman, Istúriz, 2010 ; Kyle, Harris, 2008 ; Ménard, 2003)<sup>11</sup>.

Mais le lien entre invasion biologique et risque sanitaire émergent est complexe, de telle manière que le risque d'émergence infectieuse ne résulte pas uniquement de l'introduction d'un nouveau terme de la chaîne infectieuse. Les invasions biologiques participent également aux transformations, directes ou indirectes, des conditions d'expression et de fonctionnement de la chaîne infectieuse et/ou de son environnement. En effet, l'introduction d'une espèce non native affecte l'ensemble de la structure et du fonctionnement de l'écosystème envahi (Crowl et al., 2008 ; Pyšek, Richardson, 2010)<sup>12</sup>. Par exemple, les espèces invasives peuvent compromettre les récoltes agricoles ou encore la conservation de la biodiversité. Notons aussi que l'émergence infectieuse peut avoir lieu au sein de la faune sauvage : ce n'est plus l'hôte sauvage qui contamine l'homme comme c'est généralement le cas, mais l'inverse<sup>13</sup> (Daszak et al., 2000, 2001). Dès lors, les enjeux sanitaires de l'émergence se posent moins selon la seule optique des émergences infectieuses chez l'homme qu'au prisme d'une approche transdisciplinaire « une seule santé » (« *one health* ») : c'est l'ensemble de la santé animale, environnementale, et humaine, qui est concernée (Anholt et al., 2012 ; Zinsstag et al., 2011).

Dans un monde en mutation rapide, comprendre et prédire les invasions biologiques est un enjeu majeur. Il s'agit non seulement d'éclairer les chemins de l'invasion, mais aussi ses conditions de succès. L'invasion se décompose en effet en trois grandes étapes : introduction, installation, et prolifération de l'espèce invasive. Aussi, lors d'une invasion biologique, seule une fraction des espèces introduites réussit à s'établir dans l'espace envahi (Brunel et al., 2013).

---

<sup>11</sup> Dans les années 1950, la dengue apparaît dans sa forme hémorragique en Asie du Sud-Est. Le nombre de cas recensés mondialement augmente, d'abord en Amérique du Sud dans les années 1970/80, sur les côtes ouest-africaines dans les années 1980/90, puis en Europe au début des années 2000 (Gould et al. 2010). L'invasion du moustique au-delà de son aire tropicale initiale est permise par l'augmentation des mises en liens, tandis que l'existence d'une transmission transovarienne du virus autorise l'introduction du pathogène. Enfin, l'explosion démographique et urbaine crée des conditions propices à l'expression et la prolifération de la maladie. (Benedict et al., 2007 ; Lounibos, 2002 ; Roche et al., 2015)

<sup>12</sup> Pyšek, Richardson (2010) développent une analyse fondée sur la notion de services écosystémiques. Les écosystèmes fournissent un certain nombre de « services » à l'homme (services de support, de production, de régulation, et culturels) tandis que les espèces invasives, en s'y introduisant, perturbent ces fonctions de base et impactent ainsi les sociétés, en particulier la santé humaine.

<sup>13</sup> On parle alors de franchissement de barrière d'espèce inversé (*reverse spill over* ou *spillback*). Les facteurs d'émergence infectieuse au sein de la faune sauvage sont similaires aux facteurs d'émergences chez l'homme (Daszak et al., 2001).

Les approches biologiques et écologiques qui traitent des phénomènes invasifs s'appuient notamment sur le développement de modèles qui en explorent différents aspects (Gallien et al., 2010 ; Hastings et al., 2005 ; Santos et al., 2016). Ces modèles se concentrent sur les caractéristiques des espèces invasives et/ou des écosystèmes envahis (Heger, Trepl, 2003), sur l'une ou l'autre des étapes d'invasion (transport et dispersion, installation et prolifération des espèces), ou encore sur les effets des invasions sur les écosystèmes envahis. En outre, ils privilégient généralement une approche continentale ou globale (Crowl et al., 2008). Pourtant, des questions demeurent prégnantes quant à la variabilité des espaces et des lieux de transport, d'établissement, d'impact, ainsi que du rôle des facteurs intrinsèques (biologiques) mais aussi externes (dits « anthropiques » par les biologistes). D'une manière générale, les déterminants sous-jacents des dynamiques spatio-temporelles des invasions biologiques et du risque infectieux qu'elles impliquent demeurent méconnus.

Dès lors, au-delà des bouleversements socio-environnementaux, l'expansion d'hôtes invasifs dans l'âge contemporain des émergences et des réémergences soulève des préoccupations spécifiques face aux dynamiques de mises en liens des espaces et des sociétés.

## **1.2 Les mises en liens des espaces et des sociétés au cœur du trafic microbien**

Les mises en liens des espaces et des sociétés participent au trafic microbien en offrant des supports pour le transport et la redistribution dans l'espace des différents maillons de la chaîne épidémiologique, en particulier les hôtes invasifs. Or les conditions du trafic microbien évoluent en même temps que les dynamiques de mises en liens des espaces et des sociétés. Dans les dernières décennies, il est précipité par la multiplication des interconnexions et par l'effondrement des distances spatiales (Cliff, Haggett, 2004).

### **1.2.1 Le trafic microbien face à l'évolution des relations spatiales**

Les dynamiques de mises en liens des espaces et des sociétés ont de tout temps accompagné le trafic microbien. Pour illustrer cela, nous nous intéressons aux travaux de l'historien McNeill (2010). Il établit les épidémies comme des marqueurs des civilisations et met en évidence l'importance des mises en liens dans le façonnement des profils épidémiologiques mondiaux. Plus précisément, il analyse la constitution progressive de *pools* infectieux transcontinentaux et l'apparition d'épidémies au gré de

l'évolution des mises en relations des sociétés<sup>14</sup>. Par exemple, il décrit la confluence des maladies sur le continent eurasiatique entre 500 et 1500, soutenue notamment par l'expansion démographique et spatiale des grands empires<sup>15</sup>. Dans un second exemple, il montre comment les échanges transocéaniques débutés au XVI<sup>ème</sup> siècle à la découverte du Nouveau Monde aboutissent à la dissémination de maladies jusqu'alors endémiques<sup>16</sup> : alors que l'Europe, l'Afrique, et l'Asie présentent un profil infectieux uniforme en raison de l'ancienneté de leurs liens, l'introduction de ces nouveaux pathogènes et vecteurs auprès des populations amérindiennes non immunisées provoque des épidémies massivement mortelles (Aberth, 2011)<sup>17</sup>.

Le trafic microbien en réponse aux mises en liens des espaces et des sociétés n'est pas un phénomène nouveau propre à l'âge des émergences et des réémergences infectieuses, mais il s'intensifie et s'étend spatialement au gré de la mise en lien croissante de l'espace-monde. En effet, les hommes interagissent entre eux en différents espaces depuis l'Antiquité, mais cette globalisation des échanges et des sociétés connaît plusieurs étapes d'évolution dont un essor fulgurant dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle (Blancheton, 2008). Dès la révolution industrielle, les interactions spatiales se diversifient et s'intensifient, les flux de biens et de personnes augmentent en volume et en vitesse jusqu'à atteindre leur paroxysme dans la période contemporaine. L'évolution des mises en liens des espaces et des sociétés dans le cadre des changements globaux et de la globalisation répond à deux caractéristiques. Premièrement, les relations spatiales s'intensifient à la faveur d'une connectivité croissante, deuxièmement elles s'accroissent

---

<sup>14</sup> Voir également Ladurie (1974) sur la constitution de « l'unicité microbienne » au Moyen Age en réponse à des épidémies successives et à l'acquisition conséquente des immunités infectieuses.

<sup>15</sup> L'invasion mongole de l'espace sino-indien, où circule naturellement le bacille pesteux dans un réservoir faunique sauvage, conduit à la diffusion de la maladie dans les steppes mongoles. Le rat noir est le principal réservoir commensal de la peste, sa diffusion en Europe Occidentale est favorisée par le commerce fluvial qui relie l'Asie au bassin méditerranéen. Enfin, une succession de facteurs conjoncturels défavorables (migrations en réponse aux conditions climatiques et aux mauvaises récoltes agricoles) génère une véritable pandémie, la célèbre peste noire qui affecte l'Europe entre 1346 et 1350.

<sup>16</sup> L'historien Crosby (2003) évoquait l'impact environnemental et culturel de la découverte du Nouveau Monde par Christophe Colomb sous le terme « d'échange Colombien ». Cette expression sera reprise par la suite pour désigner plus généralement le transfert d'infections, d'espèces animales et végétales, et d'idées entre les continents (Nunn, Qian, 2010).

<sup>17</sup> La rougeole, la grippe, la variole, la tuberculose sont importées par les Européens dans les populations non immunes du continent américain. Les vecteurs infectés de la fièvre jaune et du paludisme bénéficient quant à eux des chemins de la traite atlantique pour envahir les côtes d'Amérique du Sud à partir du continent africain.

en raison des progrès technologiques qui autorisent une réduction virtuelle des distances grâce à des temps de trajets plus courts.

L'intensification et la diversification des mises en liens des espaces et des sociétés soutiennent les invasions biologiques en facilitant le transport d'espèces invasives de l'échelle locale à l'échelle globale (Hulme et al., 2008). En particulier, Hulme (2009) estime que les tournants historiques des mises en liens modulent les invasions biologiques, notamment leur intensification dans les dernières décennies. À l'instar d'autres auteurs, il établit un parallèle entre le regain des épisodes invasifs et la croissance des échanges internationaux, en conjonction des altérations des milieux naturels (Hobbs, Mooney, 2005 ; Hellmann et al., 2008).

Les modifications des relations spatiales se manifestent également à travers la réduction des temps de trajets<sup>18</sup> (Wilson, 2003) et l'évolution des conditions de transport, comme l'illustrent les travaux de Cliff et Haggett (2004) relatifs à l'introduction de la rougeole au sein de l'espace insulaire des Fidji. Au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, les îles Fidji alimentent en sucre le marché européen en s'appuyant sur une main-d'œuvre de migrants indiens. La rougeole qui sévit de manière endémique en Inde est donc susceptible d'être importée. Or les caractéristiques techniques du transport maritime limitent le risque d'introduction de la maladie en imposant un temps de trajet suffisamment long pour autoriser sa détection parmi les passagers. En outre, le nombre limité de voyageurs, qui est régi par la capacité du navire, permet de rompre le cycle de transmission du virus durant le voyage. L'introduction de la navigation à vapeur au début du XX<sup>ème</sup> siècle modifie ces conditions. Elle entraîne la réduction du temps de trajet, d'une part, et l'augmentation de la capacité de transport de personnes autorisant alors la persistance du virus jusqu'à son arrivée sur les côtes fidjiennes, d'autre part. Deux facteurs ont cependant permis de prévenir une épidémisation des îles : la quarantaine imposée à l'arrivée<sup>19</sup>, et l'expression d'une immunité chez les Indiens déjà installés sur l'île. L'exemple de Cliff et Haggett (2004) illustre ainsi la manière dont les

---

<sup>18</sup> Par exemple, Knobler et al. (2006, p. 23) écrivent : « *A century and a half ago, it took about 365 days to circumnavigate the globe by ship; today it takes less than 36 hours* ». Wilson (2003) précise qu'il est possible « d'atteindre n'importe quelle partie du globe dans un intervalle de temps plus court que le temps d'incubation de la plupart des agents infectieux ».

<sup>19</sup> En 1951 l'Organisation Mondiale de la Santé adopte le règlement sanitaire international qui régit notamment les mesures de confinement pour les « maladies quaranténaires » (peste, choléra, fièvre jaune, variole, typhus, fièvre récurrente) afin de lutter contre leur propagation. L'isolement sanitaire est cependant pratiqué bien avant la mise en place d'une telle réglementation. Voir par exemple, Mafart et Perret (1998) sur l'histoire du concept de quarantaine.

modifications virtuelles des distances peuvent influencer l'issue d'une émergence infectieuse.

L'augmentation de la vitesse des flux participe à l'effondrement des distances spatiales, mais plus encore c'est l'espace géographique qui est transformé. En cela, Pyle et Patterson décrivent la « plasticité » de l'espace géographique face à l'évolution des relations spatiales (Patterson, Pyle, 1991 ; Pyle, 1986 ; Pyle, Patterson, 1984). À travers l'exemple de la pandémie de grippe qui affecte l'Europe à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, ils montrent comment la diffusion de la maladie obéit à des « pulsations spatiales » dictées par la saisonnalité, les modes de transport, et leurs contraintes respectives. La grippe se diffuse en Europe grâce au transport des voyageurs infectés. Au XVIII<sup>ème</sup> siècle les transports routiers sont assurés par la diligence et permettent à la maladie d'atteindre le Portugal depuis la Russie dans un délai de 9 à 10 mois. Or, ce temps de trajet est modifié en hiver car les conditions climatiques suspendent les circulations. L'espace connaît alors une expansion virtuelle qui se traduit par un allongement du temps de diffusion de la grippe en hiver, et à l'inverse une contraction et une réduction du temps de diffusion au printemps. L'introduction du rail, près d'un siècle plus tard, bouleverse ensuite les modes de diffusion de la maladie en réduisant le temps de traversée de l'Europe à 4 à 5 mois, et surtout en provoquant un lissage des durées de diffusion spatiale du virus indépendamment des saisons.

Les différents exemples cités illustrent la manière dont les dynamiques contemporaines de mises en liens des espaces et des sociétés concourent aux dynamiques spatiales et temporelles du risque infectieux. L'intensification et la diversification des relations spatiales, ainsi que les transformations virtuelles des distances et de l'espace géographique influencent les manifestations infectieuses. Pourtant, les mises en liens agissent de manière complexe sans qu'il n'y ait de relation unicusale et déterministe des caractéristiques des liens aux dynamiques spatio-temporelles de l'infection. En particulier, les espaces et les lieux ne sont pas tous également affectés par les dynamiques contemporaines de mises en liens. Nous devons donc considérer le trafic microbien face aux singularités des espaces et des relations spatiales.

### **1.2.2 Des espaces et des liens inégaux face au trafic microbien**

Les dynamiques de mises en liens et les transformations des espaces opèrent selon un double principe d'uniformisation et de différenciation de l'espace géographique. Par exemple, les dynamiques de mises en liens qui interviennent dans le cadre de la globalisation des échanges et des sociétés répondent à un processus

paradoxal : elles provoquent une intégration accrue de certains espaces et sociétés, d'une part, elles en excluent d'autres et créent ainsi des marges, d'autre part. Ainsi Cliff et Haggett (2004) font remarquer que les plus grands centres, généralement les grandes villes, sont les principaux concernés par la réduction virtuelle des distances, tandis que les centres mineurs, et par extension les autres lieux et espaces situés en marges des grands axes de transport et des lieux d'échanges, en sont exclus.

De manière déductive, nous pouvons supposer que les lieux et les espaces centraux bénéficient d'une meilleure connectivité spatiale et qu'ils sont donc plus exposés au trafic microbien. Une telle vulnérabilité des espaces et des lieux centraux peut être illustrée par un exemple original, bien qu'anecdotique pour la santé publique, celui du paludisme aéroporté (Isaacson, 1989 ; Martens, Hall, 2000). Cette manifestation palustre concerne des individus qui résident en zone non impaludée (Europe, États-Unis), qui n'ont jamais voyagé en zone endémique, et dont l'historique médical n'est pas susceptible d'expliquer une transmission du parasite. Les contaminations dont le point commun est la proximité avec les aéroports seraient imputables à des vecteurs infectés importés dans ou à proximité des zones aéroportuaires. Ce phénomène met en exergue la connectivité des aéroports en tant que *hubs* de transport internationaux, et la vulnérabilité singulière de tels lieux face au trafic microbien.

Par ailleurs, les actions de prévention et de lutte en réponse à des risques pandémiques se focalisent sur des espaces particuliers. Nous illustrons cela à travers l'exemple de la récente épidémie ouest-africaine d'Ebola (2014-2015). Après la détection des premiers cas en Guinée Conakry, les mesures sanitaires se sont attachées à limiter le risque de diffusion spatiale de la maladie en ciblant les espaces et les lieux susceptibles d'être des relais de la diffusion. Les *hubs* de transport ont fait l'objet de mesures particulières, mais aussi les espaces transfrontaliers des pays contaminés (fermeture des frontières ou contrôles renforcés et campagnes d'informations préventives, contrôles systématiques des passagers, etc.) (Bogoch et al., 2015 ; Cowling, Yu, 2015). Là encore cet exemple illustre l'importance de la connectivité des espaces tout en introduisant la notion de proximité. En résumé, la distance et la connectivité spatiale apparaissent comme des critères d'évaluation de la vulnérabilité des espaces et des lieux au trafic microbien<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Paradoxalement, l'émergence d'Ebola en Guinée a eu lieu au sein d'espaces « marginaux », peu dotés en infrastructures et en moyens sanitaires, ce qui a d'ailleurs joué un rôle décisif dans la détection tardive de l'épidémie et la diffusion initiale de la maladie.

Lorsque les mises en liens supportent l'invasion biologique d'hôtes ou de vecteurs, elles contribuent potentiellement à la création d'espaces à risque d'émergence comme le résume Wilson (2010, p. 90) : « *One consequence of this movement is the juxtaposition of species that have never before had physical proximity. The contact between microbes, humans, and animals may result in infection, which may or may not be expressed in disease or death* ». Pourtant, les dynamiques de mises en liens contemporaines vont à l'encontre de l'idée d'une vulnérabilité égale dans l'espace. Les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent interrogent alors la rencontre réciproque des mises en liens et des espaces selon leur connectivité et leur proximité. Cependant, nous avons évoqué l'absence de relation de cause à effet entre les mises en liens et les manifestations infectieuses. Face à cette complexité nous sommes invités à comprendre les règles du trafic microbien en hiérarchisant les processus de la production du risque, du transport d'hôtes à l'expression infectieuse.

### **1.2.3 Au-delà du lien-support : hiérarchiser les processus de production du risque d'émergence infectieuse**

La description et la prédiction des dynamiques spatio-temporelles de l'infection ou de celles des hôtes se concentrent généralement sur les paramètres bioécologiques et épidémiologiques. En outre, l'analyse des mises en liens se limite souvent au croisement de la connectivité des espaces envahis avec l'intensité des flux dans les corridors qui les relient (Floerl et al. 2009 ; Hulme et al., 2008). Aussi, bien que nous reconnaissons la complexité des phénomènes d'invasion et d'émergence d'une part, l'importance des mises en liens d'autre part, la compréhension des dynamiques spatiales et temporelles du trafic microbien demeure lacunaire.

Comprendre les règles du trafic microbien dans le contexte exposé jusqu'ici, c'est comprendre la manière dont les maillons de la chaîne épidémiologique, en particulier les hôtes zoonotiques invasifs, s'introduisent, s'installent, puis se disséminent dans l'espace et le temps jusqu'à ce que l'infection s'exprime effectivement. Par conséquent, il est nécessaire d'établir une distinction fondamentale entre les mises en liens des espaces et des sociétés qui servent de supports physiques à l'introduction de l'hôte, et la production effective du risque. Cette distinction est nécessaire à deux niveaux : premièrement, en ce qui concerne l'invasion biologique et son succès, deuxièmement dans le passage de l'invasion biologique à l'émergence infectieuse. En effet, nous avons expliqué que l'introduction d'une espèce invasive dans une aire géographique doit être suivie d'une phase d'établissement et de prolifération. Les mises en liens qui soutiennent l'introduction d'une espèce invasive n'impliquent donc pas nécessairement le succès de l'invasion. De la même manière, Morse (1990)

reconnait que les étapes d'introduction puis d'installation et de dissémination du trafic microbien peuvent être simultanées ou non, et surtout, qu'elles peuvent ne pas aboutir et se restreindre à la seule phase d'introduction sans que l'infection ne s'exprime.

L'expansion d'un hôte invasif ne préjuge donc pas de l'émergence avérée de l'infection. Pour cela, il faut d'abord que les autres maillons de la chaîne infectieuse soient présents. Par exemple, la présence d'un vecteur en l'absence d'aléa, c'est-à-dire l'agent infectieux causal, annule *a priori* le risque. Mais la superposition des termes de la chaîne infectieuse n'est pas non plus une condition suffisante à l'expression de la maladie. En effet, au-delà de la coprésence de ces différents maillons épidémiologiques dans un même espace, la transmission ne se réalise qu'à la condition de leur contact effectif. Autrement dit, le risque infectieux est modulé en fonction de la présence des différents maillons et des possibilités de réalisation de la chaîne de transmission (Handschemacher et al., 2003). Comprenant ces limites, les géographes ont cherché à mieux cibler les « échelles propres à la transmission, à la diffusion et à la propagation » des maladies (Hervouët et al., 1995).

Le cadre théorique des espaces partagés développés par Hervouët, Handschemacher, et Laffly (2004) intègre cette réflexion. Au sein des espaces pathogènes où se trouvent des agents infectieux, l'aire de présence des vecteurs ou des hôtes ne représente qu'une aire potentielle de manifestation du phénomène infectieux. Elle contient des « conditions biologiques théoriques » (Handschemacher, Hervouët, 2004) qui sont nécessaires à l'apparition de l'infection, c'est-à-dire un ou plusieurs termes de la chaîne de transmission, mais pas les conditions suffisantes à son expression. L'infection se déclare au sein d'espaces généralement plus restreints et compris à l'intérieur des aires potentielles. C'est dans ces aires fonctionnelles ou d'expression de la maladie que se réalise le contact entre les différents termes de la chaîne infectieuse. Au-delà des conditions écologiques, la concrétisation des espaces partagés dépend fortement des pratiques sociales qui modulent la réalisation de la chaîne épidémiologique, comme nous le verrons par la suite.

Néanmoins, les espaces qui sont exclus des aires pathogènes, c'est-à-dire *a priori* vierges de tout aléa infectieux, ne sont pas immunisés. En effet, certains d'entre eux apparaissent particulièrement vulnérables à l'expansion des espaces potentiels, puis éventuellement fonctionnels, de l'infection, en raison de la configuration particulière des rapports société - environnement qui s'y déploient (Handschemacher et al., 1998 ; Handschemacher, Hervouët, 2004).

En outre, dans cette hiérarchie des espaces à risque infectieux, Handschemacher (2011) nous rappelle que « la dynamique épidémiologique doit être replacée dans le temps ». Autrement dit, ce n'est plus uniquement les espaces du risque infectieux qui

doivent être hiérarchisés, mais également les processus socio-spatiaux qui sous-tendent leurs dynamiques dans le temps « afin de comprendre les mécanismes permettant l'apparition, la diffusion ou la propagation de la maladie, voire dans certains cas sa disparition ».

Des chemins de diffusion aux foyers d'expression, les dynamiques spatiales et temporelles d'une infection renvoient donc à une hiérarchisation des multiples déterminants écologiques, environnementaux, et sociaux, des espaces dans lesquels elles s'expriment, et plus encore des processus socio-spatiaux qui façonnent ces espaces. Cette hiérarchisation nous appelle à dépasser une vision déterministe qui réduirait l'espace d'expression de la maladie à celui de son aire potentielle et de ses conditions écologiques. De même, elle nous encourage à éviter toute vision simpliste des émergences infectieuses comme résultat causal des seules mises en liens des espaces. Au contraire pour comprendre les dynamiques du risque d'émergence infectieuse, les mises en liens doivent être articulées avec les espaces qui les génèrent et les réceptionnent, et les transformations des espaces doivent être éclairées au regard de la nature des liens qui les affectent. Il convient maintenant de s'interroger sur l'apport de la géographie au traitement de ces questions.

### **1.3 Quelle géographie pour l'étude des dynamiques spatiales et temporelles des zoonoses émergentes ?**

L'enjeu majeur de notre problématique est de comprendre les relations entre les dynamiques spatio-temporelles des sociétés et la production du risque en faisant des dynamiques de mises en liens et des transformations des espaces l'objet explicite de notre questionnement. Les travaux des anthropologues et des historiens ne sont que peu opérants pour rendre compte de cela. En effet, s'ils permettent de replacer les bouleversements des relations société - environnement au cœur des transitions sanitaires, de démontrer le rôle central des maladies dans les événements historiques mondiaux (McNeill, 2010), ou encore de décrypter la capacité des sociétés humaines à modéliser l'impact des maladies dans l'histoire (Aberth, 2011), ils ne proposent pas de réflexion explicitement centrée sur les espaces et les lieux ou, plus généralement, sur les dynamiques spatio-temporelles du trafic microbien. Pour cela, la géographie dispose d'outils théoriques et conceptuels pertinents. D'une part, elle replace les sociétés au cœur du façonnement des dynamiques spatiales et temporelles du risque infectieux, d'autre part, elle a recours à un cadre théorique riche pour l'étude des processus spatio-temporels et des transformations spatiales.

### 1.3.1 L'héritage de la géographie des maladies : replacer les sociétés au cœur des dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux

Une contribution originale à la compréhension des espaces à risque infectieux émergent peut être apportée par la géographie. Ces réflexions géographiques s'épanouissent initialement dans les espaces tropicaux à la recherche des lois qui régissent la distribution spatiale des maladies à transmission vectorielle. Sorre (1933) pose ainsi dès 1928 les bases d'une géographie des maladies infectieuses<sup>21</sup>. L'innovation principale de cette géographie du XX<sup>ème</sup> siècle à l'étude des maladies réside dans l'approche des manifestations infectieuses non pas comme résultat exclusif des relations entre un pathogène et son hôte, mais dans la triade qui réunit hôtes, agents infectieux, et conditions du milieu<sup>22</sup>. Pour Sorre, les relations entre vecteurs, hôtes humains, et milieu se déploient avant tout en fonction des contraintes écologiques pour former le complexe d'un agent infectieux<sup>23</sup>. En d'autres termes, l'étendue spatiale de la maladie correspond à celle de son complexe pathogène qui exprime lui-même la réunion des conditions du milieu favorables à l'expression de l'infection<sup>24</sup>.

La notion de complexe pathogène développée par Sorre fait écho à un paradigme central en virologie : l'équilibre hôte - pathogène (Cliff et al., 2009). Développé par le virologue F. M. Burnet en 1945 à propos des interactions microscopiques entre un agent infectieux et son hôte, le paradigme d'équilibre repose sur l'idée que la capacité d'un agent infectieux à pérenniser sa survie réside dans son aptitude à se multiplier et à atteindre de nouveaux hôtes. Pour cela, le pathogène doit trouver un subtil équilibre entre le succès de son infection qui se traduirait par un décès de l'hôte, et la survie de ce dernier afin de multiplier ses chances de nouvelles contaminations. Si à l'échelle microscopique le paradigme d'équilibre hôte - pathogène renvoie aux caractéristiques microbiologiques de l'agent infectieux et de son hôte (immunité, virulence, etc.), à l'échelle macroscopique en revanche il permet de rattacher l'infection à son contexte social et environnemental.

---

<sup>21</sup> Voir également l'article de Barrett (2002) pour un résumé des contributions francophones du XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècle à une certaine géographie médicale.

<sup>22</sup> En réalité, les relations entre milieu et santé sont étudiées dès l'Antiquité. À ce titre, le « Traité des airs, des eaux et des lieux » d'Hippocrate est souvent cité comme un texte fondateur.

<sup>23</sup> Voir également May (1958) et Akhtar (2003) à propos de la paternité des idées de complexe pathogène. Les travaux de Sorre et May ouvriront la voie à un courant d'écologie des maladies.

<sup>24</sup> Ancré dans une démarche encore déterministe, Sorre voit dans la concrétisation du complexe pathogène avant tout des conditions climatiques.

Le paradigme d'équilibre hôte - pathogène peut alors être traduit du point de vue spatial<sup>25</sup>. Une situation d'équilibre entre un hôte, un agent pathogène, et leur environnement s'exprime spatialement sous la forme d'une endémie, c'est-à-dire une transmission stable et pérenne de l'infection au sein d'un espace et d'une population aux conditions (sociales, écologiques, etc.) favorables. Mais cet équilibre est précaire et peut être rompu dès lors que des perturbations externes ou internes se manifestent. Les ruptures se traduisent généralement par des épidémies, que Sorre précise être non exceptionnelles et se situer dans les limites spatiales de leur complexe pathogène. Ainsi une situation de déséquilibre se traduit par exemple par l'augmentation de l'incidence infectieuse, mais du point de vue spatial elle s'accompagne généralement d'une expansion de l'aire d'expression de l'infection. Poussé à son paroxysme, un tel déséquilibre se concrétise spatialement par une pandémie.

Les géographes contemporains ont continué d'explorer la dimension spatiale des manifestations infectieuses en remarquant que certains espaces semblent porter en eux des conditions de vulnérabilité face au risque infectieux, tout en se dégageant du déterminisme. Ils ont ainsi montré que les conditions du milieu ne sont pas suffisantes pour révéler les conditions d'expression et d'expansion spatiale de la maladie (Hervouët, Laveissière, 1987). Ainsi, ni une lecture épidémiologique des paysages telle que le proposait Pavlovsky (1966)<sup>26</sup> ni une délimitation des complexes pathogènes de Sorre ne s'avèrent suffisantes pour comprendre la géographie des maladies infectieuses (Handschumacher et al., 2003). En revanche, en passant de la notion de milieu à celle d'environnement, et de complexe pathogène à celle de système pathogène (Picheral, 1983)<sup>27</sup>, les géographes révèlent le poids des constructions sociales dans la concrétisation des espaces à risque<sup>28</sup>.

---

<sup>25</sup> Cliff et al. (2009) soulignent que cette traduction spatiale du paradigme d'équilibre est précocement reconnue par les biologistes bien qu'elle soit rapidement négligée au profit des dimensions microbiologiques. Voir également Grmek (1963) ou Barrett (2002) à propos des éléments qui freinent le développement d'une géographie médicale au profit des approches centrées sur les dimensions biologiques.

<sup>26</sup> La notion de paysage épidémiologique s'appuie sur l'idée que les foyers infectieux disposent de conditions écologiques spécifiques. Par conséquent, les ruptures écologiques, dont la lecture se fait dans les paysages, reflètent les disparités d'expression des maladies. (Amat-Roze, Remy, 1983)

<sup>27</sup> Picheral (1983) propose une vision systémique qui entend intégrer le caractère multifactoriel des manifestations infectieuses. Le système pathogène d'une maladie décrit ainsi un « produit de tous facteurs de risque et non pas l'aboutissement d'un enchaînement de cause » (Picheral, 2001).

<sup>28</sup> Il ne s'agit pas non plus de nier l'importance des facteurs naturels. Ainsi entre « la nature fait tout » et « la nature ne fait rien », Besancenot (2000) nous rappelle qu'il existe « toutes sortes de paliers ».

L'apport de la géographie est bien plus que la simple transcription spatiale des relations hôte - pathogène. Il réside avant tout dans sa capacité à placer les territoires des sociétés au cœur des explications des disparités spatiales, temporelles, et sociales des manifestations infectieuses, et *a fortiori* de leurs dynamiques. Ainsi, les structurations physiques et surtout sociales des espaces exercent un poids majeur dans le façonnement du risque infectieux. Ce sont les modes de gestion de l'environnement, les pratiques spatiales des sociétés, c'est-à-dire les manifestations spatiales de leurs actions et interactions sociales (mobilités, modes d'habiter, etc.), ainsi que les modes de contrôle et de gestion territoriale, qui soutiennent les disparités spatiales des faits infectieux (Hervouët et al., 1995 ; Handschumacher, 2011 ; Salem, 1998).

Les relations spatiales établies par les sociétés en différents lieux et espaces inscrivent donc les manifestations infectieuses dans des systèmes spatiaux et sociaux singuliers qui révèlent en retour des territoires (Amat-Roze, 2003). En outre, le paradigme d'équilibre est souvent maintenu au cœur de ces systèmes. À ce titre, l'étude des dynamiques spatiales et temporelles des infections révèle que les espaces à risque renvoient toujours à des situations de déséquilibres entre des sociétés et leurs environnements (Handschumacher, 2011). Ces déséquilibres, qui répondent souvent à des dynamiques d'ouverture des espaces et des sociétés, sont capables de précipiter l'expansion des aires de répartition des maillons de la chaîne épidémiologique.

Pour le géographe, il ne s'agit donc pas seulement de savoir où se situe le risque infectieux, mais également de comprendre comment les sociétés façonnent des territoires inégalement vulnérables face au risque infectieux et en cela comment les dynamiques territoriales soutiennent les dynamiques spatio-temporelles du trafic microbien. Le géographe opère alors un changement de visée qui consiste à déplacer le questionnement de l'objet « risque infectieux émergent » à l'objet « territoires et sociétés ».

Cette démarche est possible dès lors que l'espace géographique n'est plus considéré comme un simple support physique et naturel des phénomènes biologiques. En effet, l'espace-support, seul, est incapable de rendre compte des mécanismes qui conduisent aux disparités spatio-temporelles des infections. Cependant, l'espace géographique est également un produit des sociétés et de leurs histoires, mais aussi un enjeu des relations sociales et territoriales (Salem, 1998, p. 43). Autrement dit, le territoire s'exprime à travers un espace socialisé qui devient « enjeu de pouvoirs » ou au sens large « structure et fonctionnement d'une société ».

En considérant le trafic microbien dans sa dimension spatiale, nous ne sommes donc pas uniquement interpellés sur les facteurs de risque qui autorisent la réalisation du phénomène infectieux. En revanche, nous sommes invités à comprendre comment les

relations spatiales et sociales dans des territoires sans cesse remodelés par l'homme participent aux dynamiques spatio-temporelles du risque d'émergence infectieuse. Nous devons alors nous interroger sur la manière d'aborder de telles dynamiques spatiales et temporelles.

### 1.3.2 À la recherche des formes spatiales de la diffusion ?

La géographie dispose d'un cadre conceptuel riche pour l'étude des dynamiques spatiales et temporelles au sein duquel la diffusion spatiale occupe une place centrale. La notion de diffusion renvoie à l'idée d'un mouvement, d'une « expansion d'un phénomène dans l'espace » (Brunet et al., 2009). Elle désigne « l'ensemble des processus qui concourent au déplacement dans l'espace géographique (de matière, produits, personnes, pratiques, idées, etc.), et aux effets en retour que ces déplacements engendrent dans cet espace ». Une des caractéristiques fondamentales de la diffusion spatiale est en effet sa capacité à transformer l'espace. Rogers (2003) et Brown (1981) y voient un processus créatif, tout comme Morrill et al. (1988, p. 8) qui expliquent : « *some phenomenon is brought into existence ; that phenomenon moves or is spread beyond the origin to alter, even temporarily, the character of other places* ». D'un point de vue heuristique, le trafic microbien, *a fortiori* lorsqu'il concerne l'invasion d'un hôte zoonotique, renvoie donc bien à un processus de diffusion spatiale. En effet, la diffusion spatiale de l'hôte est capable de « créer » une nouvelle condition du risque par l'introduction et éventuellement l'établissement de ce nouveau terme de la chaîne infectieuse. Or, la diffusion spatiale forme-t-elle un concept suffisant pour comprendre les dynamiques spatio-temporelles du risque et la production des territoires vulnérables ?

Les études des phénomènes de diffusion spatiale traitent d'une large gamme de sujets (diffusion des innovations, de l'agriculture, des maladies, de l'urbanisation, etc.) et ne sont cloisonnées ni par les thématiques abordées, ni par les disciplines qui s'y intéressent. Les anthropologues sont les premiers à développer la notion de diffusionnisme au XIX<sup>ème</sup> siècle. À travers une démarche empirique, ils étudient la distribution spatiale des artefacts archéologiques pour recréer leurs chemins de diffusion dans l'espace et le temps et éclairer ainsi le façonnement des aires culturelles. Selon la thèse des anthropologues diffusionnistes, il n'existe que peu d'innovations culturelles endogènes mais ces dernières s'étendent dans l'espace et les sociétés sous la forme de cercles culturels concentriques à partir d'un nombre restreint de foyers. (Rogers, 2003 ; Cliff et al., 1981)

Il faut attendre la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle et la révolution quantitative pour voir la géographie s'approprier la diffusion spatiale comme objet d'étude à part entière<sup>29</sup>. En effet, de manière surprenante la géographie classique ne portera qu'un intérêt relatif au diffusionnisme et à la question sous-jacente des processus spatiaux et temporels dans la constitution de l'œkoumène<sup>30</sup>. En revanche, suite au tournant quantitatif la géographie se revendique « science de l'espace » et se fixe pour objectif d'étudier les relations spatiales non plus dans leurs dimensions statiques et « verticales » des hommes et de leurs milieux au profit des dimensions « horizontales » et de leurs évolutions au cours du temps. Elle cherche notamment à mettre en évidence des structures spatiales et les lois qui les gouvernent, et à développer des modèles capables d'en rendre compte. En particulier, la géographie s'approprie l'étude de la diffusion spatiale des innovations inaugurée par les sociologues, en mettant l'accent sur la dimension spatiale (Rogers, 2003).

Le géographe Torsten Hägerstrand est souvent cité comme un père fondateur de la théorie de la diffusion spatiale (Hubbard, Kitchin, 2010 ; Raffestin, 1984). Il réalise une synthèse des travaux précurseurs, en particulier des sociologues, et initie une démarche novatrice à travers la recherche d'ordre spatial dans les phénomènes de diffusion (Cliff et al., 1981). Le point de départ des travaux de Hägerstrand porte sur les migrations humaines, la mise en évidence de régularités, et le recours à des méthodes mathématiques pour les modéliser (Hägerstrand, 1952). Puis, dans sa thèse de 1953 sur la diffusion de l'innovation dans la société moderne, le géographe suédois s'intéresse à la manière dont une innovation technologique se diffuse dans l'espace au fur et à mesure qu'elle est adoptée parmi les individus (Hägerstrand, 1967). Pour Hägerstrand (1966), la diffusion traduit avant tout les « propriétés spatiales des réseaux sociaux de communication » et sa dimension spatiale se justifie car tous les individus sont localisables à la surface de la terre. Autrement dit, s'il est possible de modéliser les comportements individuels alors il est également possible de s'intéresser aux formes spatiales qui résultent de ces interactions sociales.

---

<sup>29</sup> Rogers (2003, p. 90) explique : « *in 1961, there were only three diffusion publications in geography, all by Dr. Tosten Hagerstrand, (...) by 1968 there were seven publications (...) in 1981, 130 publications by geographer.* »

<sup>30</sup> Par exemple, Sorre s'intéresse au rôle des migrations humaines dans l'explication des hétérogénéités des peuplements humains, mais les unités géographiques qu'il définit sont avant tout centrées sur les conditions du milieu. La géographie des circulations qu'il étudie n'est d'ailleurs pas intégrée à sa réflexion sur les complexes pathogènes. (Clozier, 1953, 1951)

À travers une démarche empirique et descriptive, Hägerstrand (1965) s'efforce de construire un modèle de simulation des vagues de diffusion des innovations<sup>31</sup>. Il décrit aussi un processus de diffusion en plusieurs étapes dans lequel l'effet de voisinage joue un rôle décroissant au cours du temps. Ce processus de diffusion se décompose en quatre étapes. Dans un premier temps l'innovation est restreinte à quelques centres (étape 1) à partir desquels elle s'étend en étant adoptée par les individus et les espaces les plus proches puis de plus en plus éloignés (étape 2). L'influence de la distance diminue progressivement (étape 3) jusqu'à atteindre un stade de saturation (étape 4). Ces quatre étapes de diffusion dans l'espace et le temps peuvent être illustrées graphiquement par une courbe logistique en forme de « S » (figure 1). Par ailleurs, le géographe montre qu'une innovation peut également se diffuser « en cascade » selon un ordre séquencé par des seuils (Hägerstrand, 1966). En l'absence de barrière, l'innovation se diffuse en tout point de l'espace qui est considéré par Hägerstrand comme homogène. Aussi l'innovation diffusée est progressivement adoptée jusqu'à une homogénéisation spatiale qui annule les contrastes internes.

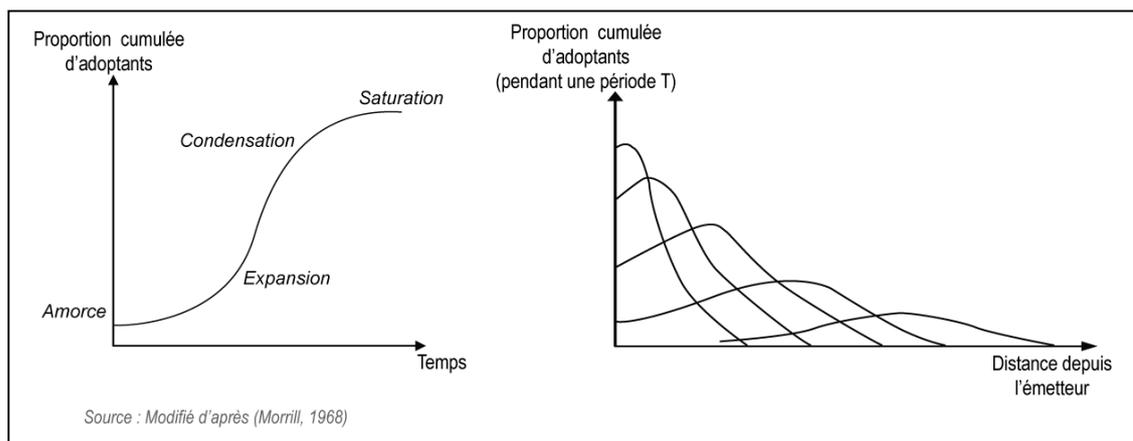


Figure 1 La diffusion dans l'espace et le temps : courbe logistique des quatre étapes et vagues de diffusion d'après Hägerstrand

En poursuivant cette démarche à la recherche des régularités spatiales des phénomènes de diffusion, les géographes ont élaboré un cadre théorique qui rend compte des formes et des canaux de la diffusion (figure 2). Ces derniers sont influencés par deux éléments principaux : la distance spatiale et la hiérarchie des lieux. La diffusion peut opérer par contagion, c'est-à-dire en progressant de proche en proche (*diffusion*). Elle peut aussi se faire selon la hiérarchie des lieux qui traduit elle-même

<sup>31</sup> Le modèle proposé par Hägerstrand (1965) s'appuie sur une méthode de Monte Carlo qui régit la probabilité d'adoption de l'innovation par un individu en contact avec un « émetteur », selon un mécanisme stochastique.

des potentialités inégales d'interaction, par exemple selon la taille et le rang d'une ville dans un système urbain. Il convient alors de parler de propagation ou diffusion hiérarchique (*hierarchical diffusion*). Cependant, les phénomènes de diffusion opèrent rarement selon un unique cas de figure mais ils combinent plusieurs formes et différents modes opératoires (Gould, 1969).

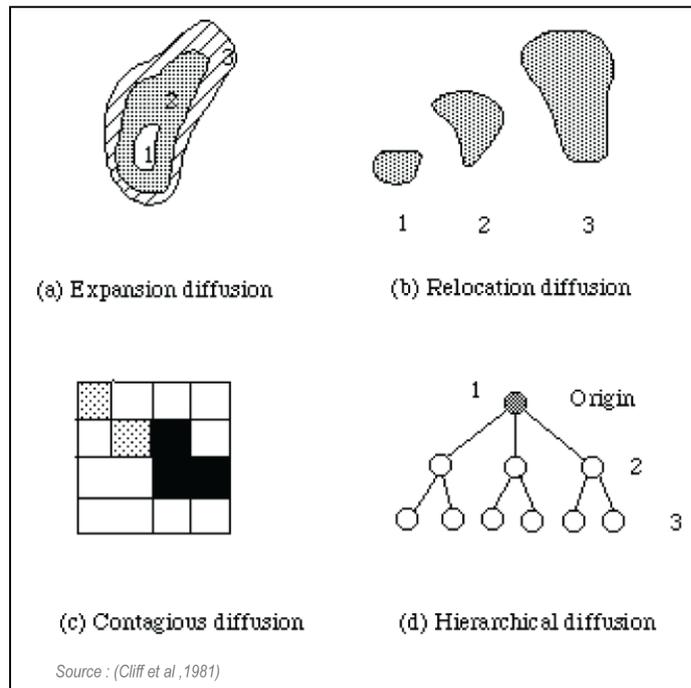


Figure 2 Les principales formes de la diffusion spatiale

Les travaux des géographes sur la diffusion ont donc privilégié une approche nomothétique. Ils se sont souvent concentrés sur la recherche des motifs spatiaux (*patterns*) et des lois qui les gouvernent, et le développement de modèles mathématiques qui retracent les diffusions spatiales. Appliqués aux maladies infectieuses, les exemples sont particulièrement nombreux (Meade, Emch, 2010 ; Sabel et al., 2009). Ces modèles ont pourtant leurs limites : Haggett (1994) illustre les limites relatives à la prédictibilité des dynamiques spatiales des épidémies, tandis que Gould (1995) regrette les lacunes relatives à la compréhension des processus en jeu dans les phénomènes de diffusion et le perfectionnement de modèles peu aptes à prédire et surtout expliquer les diffusions infectieuses. Des travaux plus récents qui s'inscrivent dans cette même lignée ont tenté de dépasser ces limites en développant l'usage des méthodes de simulation multi-agents et en intégrant la complexité des systèmes épidémiologiques (par exemple, Daudé, 2004 ; Eliot, Daudé, 2006 ; Langlois, Daudé, 2007).

Au tournant des années 1980, l'approche nomothétique de la diffusion suscite plusieurs critiques (Brown, 1981). En 1978, Blaikie (1978) dénonce une véritable crise et regrette la focalisation des études sur les formes spatiales de la diffusion au détriment d'une analyse des organisations sociales qui les sous-tendent. Les critiques surgissent également de l'épanouissement du courant de géographie culturelle qui regrette notamment une vision réductrice de la diffusion des innovations de Hägerstrand. Ils lui reprochent d'être fondée sur les seules propriétés de communication dans un espace-support homogène et « vide » de toutes dynamiques de socialisation (Blaut, 1977, 1987). Dans le même ordre d'idée, Gregory et Urry (1985) appellent au développement d'un cadre théorique pour appréhender les modalités sociales par lesquelles les phénomènes de diffusion apparaissent et opèrent. Gregory et al. (2009) expliquent alors qu'il existe une tension forte entre deux traditions intellectuelles des phénomènes de diffusion. La première s'inscrit dans la lignée de la pensée diffusionniste des anthropologues et cherche à promouvoir une approche culturo-historique et politico-économique des phénomènes de diffusion. La seconde s'appuie au contraire sur une vision nomothétique et positiviste de l'espace géographique. Elle promeut une approche quantitative, descriptive et prédictive, à travers l'utilisation d'outils cartographiques et mathématiques.

Dans ces deux approches, une question fondamentale demeure face à la diversité des formes spatiales de la diffusion : quels sont les processus explicatifs générateurs de ces formes spatiales ? Autrement dit, comment réconcilier les formes spatiales et les processus sociaux de la diffusion ? Cette interrogation révèle de réelles difficultés car comme le résumait Cliff et al. (1981, p. 191) : « *The dynamics by which a phenomenon originally located at one point becomes transferred to another is a question which is as difficult to answer as it is easy to pose* ». Pour répondre à cela, Brown (1981) propose de décomposer la diffusion spatiale en distinguant une dimension fonctionnelle, reflet des jeux d'acteurs à l'origine du phénomène de diffusion, et une dimension spatiale, qui renvoie aux formes de la diffusion en tant que résultat de ces mécanismes sociaux (Daudé, 2002). Si chez Brown cette proposition vise avant tout à re-conceptualiser la diffusion des innovations en tant que processus spatial et social, l'intégration des mécanismes sociaux a parfois conduit les sociologues à un extrême aussi fort que le spatialisme des géographes<sup>32</sup>. Par exemple, Jacobi et Bocquet-Appel (1997) étudient la diffusion des pratiques contraceptives en Grande Bretagne et proposent d'en distinguer

---

<sup>32</sup> Mentionnons que les relations entre géographie et sociologie, en particulier sur les questions de diffusion, sont souvent teintées d'une méfiance mutuelle vis-à-vis de la prise en compte de la dimension spatiale et des théories sociales. Sur les relations sociologie-géographie, voir par exemple Coenen-Huther (2000) ou Gardin et al. (2004).

plusieurs types en désarticulant la dimension sociale et spatiale du phénomène. Dans leur analyse, la diffusion sociale est dite verticale, elle renvoie à la progression hiérarchique du phénomène au sein des classes sociales, des élites aux travailleurs non qualifiés. La diffusion spatiale est quant à elle horizontale et indépendante de l'échelle sociale des individus. Enfin, la diffusion géographique est oblique, elle regroupe les deux autres formes de diffusion en intégrant à la fois la stratification sociale et la dimension spatiale.

Une telle distinction nous semble pourtant obsolète et peu opérante dès lors que nous reconnaissons que les agencements spatiaux ne peuvent être une simple projection des organisations sociales (Elissalde, 2002). Au contraire, les formes spatiales et les processus sociaux sont liés, de telle manière que lire le trafic microbien en tant que phénomène de diffusion spatiale c'est avant tout chercher à comprendre comment les sociétés participent aux dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux. Cela suppose à l'inverse que le risque infectieux est un révélateur des sociétés et de leurs territoires.

### **1.3.3 Des phénomènes de diffusion spatiale révélateurs des sociétés**

Reconnaître la diffusion en tant que marqueur des sociétés est un fondement de notre démarche géographique. Cela suppose un double enjeu, en particulier lorsque nous nous intéressons au risque infectieux. Avant tout, nous défendons la nécessité de dépasser l'attention centrée uniquement sur l'objet biologique (infection, hôte, vecteur) et la vision technique, réductrice, et souvent aspatialisée qui l'accompagne. De plus, nous condamnons tout spatialisme dans l'approche des phénomènes de diffusion, qui désolidariserait ces derniers des processus sociaux. Par exemple, Brown (1995) souligne, à propos du VIH/sida, que les sciences biomédicales se sont focalisées sur les agents infectieux et ont ainsi réduit les corps humains au statut de simples « transporteurs » de ces micro-organismes. En même temps, il regrette la dominance d'une science spatiale de la diffusion du virus au détriment d'une ethnographie urbaine qui permet de révéler d'autres mécanismes de diffusion que ceux liés aux agencements spatiaux. Nous illustrerons la capacité des phénomènes de diffusion des faits infectieux à être marqueurs des sociétés et de leurs territoires à travers trois exemples qui témoignent chacun d'un aspect particulier : Pyle (1969) et l'organisation de l'espace, Gould et Wallace (1994) et l'expression de rapports sociaux spécifiques, Cliff et al. (1983) et l'articulation des échelles spatiales.

À travers l'exemple des épidémies de choléra qui sévissent aux États-Unis durant le XIX<sup>ème</sup> siècle, Pyle (1969) montre comment la diffusion spatiale de la maladie adopte des formes différentes en réponse à l'évolution des systèmes urbains et des réseaux de transport. Pour cela, il compare la progression des incidences de choléra dans le temps et dans l'espace au cours de trois épidémies. La première épidémie naît dans les années 1830 dans un contexte de conditions d'assainissement précaires et d'hégémonie des réseaux de transport fluviaux. La maladie se diffuse de proche en proche en suivant les orientations imposées par les canaux fluviaux. Mais progressivement l'émergence d'un système urbain hiérarchisé modifie les formes de la diffusion du choléra. Dès les années 1849, en plus des contaminations de proche en proche vient s'ajouter une diffusion de la maladie au gré de la hiérarchie des villes, bien que toujours contrainte dans ses directions par l'orientation des réseaux fluviaux. Plus tard, en 1866, l'avènement du rail autorise le développement d'un véritable système urbain à l'échelle nationale et renforce l'expansion de la maladie des plus grands centres urbains vers les centres secondaires du pays selon un modèle entièrement hiérarchique. Pyle conclut alors à une évolution des différentes formes de diffusion de la maladie en fonction des transformations des réseaux de transport et des environnements urbains : la diffusion du choléra devient un marqueur de l'organisation spatiale nord-américaine et de ses mutations.

Dans un autre exemple, Gould et Wallace (1994) décrivent la progression de l'épidémie de VIH/Sida aux États-Unis dans les années 1980 en replaçant la dimension sociale au cœur de la diffusion du virus. Ils montrent comment la hiérarchie urbaine et les mobilités quotidiennes façonnent les espaces de la maladie au sein de la mégalopole new-yorkaise, puis de l'ensemble du pays. Le virus se diffuse entre les centres urbains de manière hiérarchique, puis par contagion autour de ces mêmes centres régionaux, tandis que l'empreinte des corridors de transport est visible à travers des effets d'alignements de la répartition de l'infection. À l'image des travaux de Pyle (1969) sur la diffusion du choléra, la diffusion du VIH/Sida décrite par Gould et Wallace (1994) révèle l'influence des agencements spatiaux. Mais plus encore, les auteurs mettent l'accent sur les interactions spatiales et sociales qui interviennent dans ces agencements. En reliant les disparités socio-économiques, l'intensité des flux de travailleurs journaliers, et les taux de VIH/Sida, Gould et Wallace (1994) mettent en évidence bien plus qu'une simple projection spatiale des sociétés : ils décrivent des interrelations de processus sociaux, économiques, territoriaux, et sanitaires de marginalisation.

Le phénomène de diffusion spatiale est intrinsèquement multiscalaire. Hägerstrand (1973) reconnaissait déjà l'existence des niveaux spatiaux en argumentant que les réseaux de communication des individus qui supportent la diffusion de

l'innovation opèrent de l'échelle macroscopique à l'échelle locale. L'innovation se diffuse donc de manière horizontale au sein d'un même niveau spatial et de manière verticale entre les niveaux spatiaux (figure 3). Gould (1969) explique à la suite de Hägerstrand que le changement de niveau spatial permet de révéler différents mécanismes impliqués dans les processus de diffusion. Plus précisément, il défend l'idée d'une influence variable de la distance ou des structures spatiales en fonction des niveaux spatiaux. Au niveau micro-spatial, la diffusion d'une innovation traduit les contacts interpersonnels, c'est-à-dire les propriétés de communication entre individus. Au niveau méso-spatial ou régional elle renvoie à l'organisation spatiale telle que la hiérarchie du système urbain. Enfin au niveau macro-spatial elle révèle d'autres types de relations, par exemple les réseaux de métropoles mondiales, les relations politiques, etc. Plus encore, Brown (1981) introduit l'existence de différents niveaux de fonctionnement des phénomènes de diffusion (des innovations) selon la hiérarchie des acteurs impliqués. Dans leur exemple sur la diffusion du VIH/sida aux États-Unis, Gould et Wallace (1994) reconnaissent également l'importance des multiples échelles géographiques, de leurs articulations, et de leurs influences sur les phénomènes de diffusion spatiale infectieuse. Ils mentionnent d'ailleurs un paradigme central en géographie : les *patterns* géographiques capables de fournir des informations pertinentes apparaissent seulement après l'agrégation (spatiale et temporelle) des données à partir de leurs niveaux les plus élémentaires. En cela, ils rappellent que : « tout changement d'échelle modifie les perceptions et les représentations, et parfois même la nature des phénomènes [...] ». » (Brunet et al., 2009, p. 175).

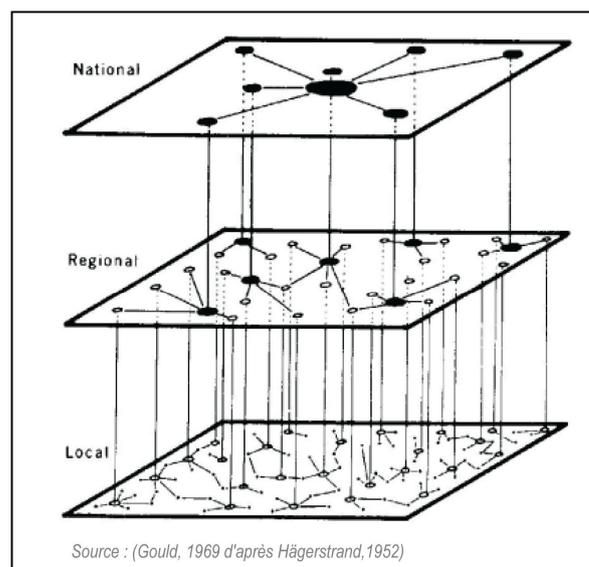


Figure 3 Les différents niveaux spatiaux de la diffusion

Cependant, il convient d'être particulièrement prudent quant à la question des échelles spatiales dans les phénomènes de diffusion. En effet, le niveau d'observation favorise la mise en évidence de l'une ou l'autre des formes de diffusion (diffusion par contagion ou diffusion hiérarchique), mais il ne doit pas être confondu avec l'échelle de fonctionnement des mécanismes de la diffusion (Brown, 1981). En outre, les processus socio-spatiaux de la diffusion spatiale opèrent rarement à une seule échelle. L'enjeu de l'échelle spatiale est donc double car il s'agit d'une part de trouver l'échelle d'observation la plus pertinente, c'est-à-dire de définir le niveau spatial et temporel d'agrégation des indicateurs observés, d'autre part d'appréhender les déterminants des processus spatiaux aux multiples échelles auxquelles ils se rapportent.

Cliff et al. (1983) et Haggett (2000) fournissent un exemple particulièrement évocateur de cette dimension scalaire à travers l'étude des diffusions spatiales d'épidémies infectieuses au sein d'espaces insulaires. À partir de l'exemple de l'épidémie de rougeole qui affecte l'Islande en 1904, ils reconstruisent les chemins de l'épidémie à plusieurs échelles successives. À l'échelle régionale, puis locale, ils montrent alors comment la diffusion procède à la fois de niveaux micro et méso-spatiaux. Les activités communautaires et les mobilités de certains groupes sociaux particuliers contribuent à la diffusion de la première vague épidémique, tandis que le niveau régional intervient en modulant les possibilités de diffusion à l'échelle de l'île principalement en fonction des accessibilités des espaces et des moyens de transport. Or ce n'est pas tant le changement d'échelle spatiale qui est intéressant, que les interactions entre les différents niveaux spatiaux qui, ensemble, participent donc à la diffusion de la maladie.

Les trois exemples développés ci-dessus traitent tous de la question de la diffusion spatiale de pathologies infectieuses. À travers ceux-ci nous comprenons qu'en s'intéressant aux phénomènes de diffusion spatiale, les géographes révèlent bien plus que des séquences de progression dans l'espace et le temps. De fait, les phénomènes de diffusion nécessitent d'être considérés au regard de la réalité des structures et des fonctionnements des sociétés et des espaces à plusieurs échelles. Ainsi, la diffusion spatiale devient marqueur des territoires.

#### **1.3.4 De la diffusion spatiale aux territoires vulnérables : des systèmes tissés dans la rencontre des espaces, des lieux, et des liens**

Reconnaître l'importance des mises en liens pour le risque d'émergence infectieuse ou solliciter des concepts de diffusion spatiale à la recherche de régularités des structures spatiales n'est pas une solution satisfaisante pour expliquer la diffusion

spatiale du risque infectieux et la vulnérabilité des territoires à ces dynamiques spatio-temporelles. De fait, il nous semble crucial de reposer la question du risque d'émergence, en réponse à l'invasion d'un hôte, en considérant les interrelations entre dynamiques de mises en liens et les transformations spatiales au regard de l'organisation et du fonctionnement des sociétés, c'est-à-dire du territoire. Il s'agit donc bien de comprendre la construction des systèmes territoriaux et les dynamiques du risque infectieux.

Comprendre les processus de diffusion au regard des dynamiques territoriales suppose de lier espaces et liens. En effet, les mises en liens s'expriment selon les espaces et inversement les espaces évoluent selon les liens. C'est ensemble, à travers des lieux, qu'espaces et liens sont porteurs de risque au regard de la diffusion spatiale des infections émergentes. En outre, il est indispensable d'intégrer la dimension temporelle à cette réflexion. Comprendre les processus de diffusion signifie comprendre la chaîne d'éléments et d'actions qui permet d'expliquer les agencements spatiaux mis en évidence. La question du temps renvoie là encore aux constructions des systèmes territoriaux. Elle nous invite à dépasser la linéarité temporelle. En effet, il ne s'agit pas tant de suivre les étapes de la diffusion au cours d'un temps linéaire mais de reconnaître la multitude des rythmes spatiaux, des boucles de rétroactions, et des bifurcations qui façonnent les systèmes socio-spatiaux (Elissalde 1993). Les territoires évoluent selon ces dynamiques multiscalaires plutôt que par la simple sédimentation de périodes historiques et de jeux d'acteurs territoriaux successifs (Elissalde, 2000). À ce titre, Durand-Dastès (2001) souligne que Haggett et al. (1977) opposaient déjà le temps linéaire d'une certaine géographie classique à celui des interactions privilégié par l'analyse spatiale.

Les outils théoriques et conceptuels pour « penser le changement spatial » (Elissalde, 2000) renvoient à une réflexion centrale et source de nombreux débats en géographie. La principale difficulté est de produire un cadre théorique cohérent capable d'intégrer à la fois l'existence de structures spatiales et leurs éventuelles inerties, et le caractère éminemment mouvant des sociétés et des individus (Elissalde, 1993). En filigrane, selon Elissalde (1993), apparaissent alors des frictions plus profondes qui rappellent les grands débats de la géographie opposant une approche idiographique et nomothétique, et des projets géographiques monographiques *versus* ceux à portée intégratrice. Face à ce dilemme, nous distinguons un enjeu principal pour notre problématique : la nécessité de s'approprier le concept de diffusion spatiale en tant que reflet des dynamiques territoriales et composante de la production du risque infectieux tout en refusant un quelconque déterminisme spatial ou naturel. En d'autres termes, il s'agit d'approfondir le « méga-concept » de diffusion (Raffestin, 1984), non pas pour

faire une géographie de la diffusion mais pour refonder la diffusion spatiale en tant que processus géographique. Autrement dit, comprendre comment les dynamiques spatiales et temporelles du risque infectieux sont produites *avec* les territoires des sociétés, et inversement. En cela nous entendons donc éclairer la construction de territoires vulnérables à travers les interrelations des espaces, des lieux, et des liens à différentes échelles spatiales et temporelles. Appliquée à notre problématique, la diffusion spatiale révélatrice des sociétés et de leurs territoires questionne avant tout les dynamiques de mises en liens et les transformations des espaces dans le contexte contemporain qui exacerbe le risque d'émergence zoonotique.

\*\*\*

Dans ce premier chapitre nous avons révélé la complexité et la diversité d'une problématique qui relie les changements globaux, les invasions biologiques, et le risque d'émergence infectieuse. Au sein de ces questionnements très larges, nous abordons plus spécifiquement les interrelations entre les dynamiques spatio-temporelles des sociétés et du risque infectieux émergent. Nous reconnaissons la hiérarchisation des espaces et des processus du risque. Pour cela nous établissons une distinction entre les mises en liens en tant que supports de diffusion des maillons épidémiologiques, d'une part, et leurs traductions en matière de risque selon les caractéristiques des espaces, d'autre part. Le risque infectieux en réponse aux mises en liens et aux transformations des espaces renvoie à des systèmes territoriaux issus de logiques sociales singulières. C'est dans l'analyse des constructions de ces systèmes que nous entendons éclairer les vulnérabilités territoriales face aux dynamiques du risque infectieux émergent en réponse à l'invasion d'un hôte.

Cet état des lieux permet d'inscrire notre recherche dans des débats actuels et pertinents, mais aussi de rendre légitime notre contribution de géographe à cette problématique. Nous développons un angle d'approche original en appréhendant le risque infectieux au-delà des mécanismes biologiques et de ses facteurs de risque. Au contraire, nous recentrons les questionnements sur les transformations des territoires et les dynamiques spatio-temporelles. En cela, nous entendons également participer aux débats géographiques en nous inscrivant dans un héritage disciplinaire à la rencontre d'une géographie des maladies et d'une approche positiviste des phénomènes de diffusion. Dans le chapitre suivant, nous explicitons le positionnement que nous adoptons pour mener à bien cette démarche à travers un cas d'étude précis.



## **Chapitre 2**

# **Élaborer une thèse de géographie dans un contexte pluridisciplinaire**

Dans le chapitre précédent, nous avons posé les fondements et les enjeux de notre problématique qui croise dynamiques de mises en liens, transformations des espaces et des sociétés, et risques zoonotiques en réponse à l'invasion d'un hôte. Nous nous intéressons plus particulièrement à la manière dont les constructions territoriales des sociétés participent aux dynamiques spatio-temporelles du risque au sein de systèmes inégalement vulnérables.

Dans ce chapitre, nous exposons le contexte spécifique dans lequel nous mettons en œuvre notre recherche, notre positionnement de thèse, et notre démarche. Nous mettons en scène notre problématique au sein d'une périphérie ouest-africaine en ouverture, le sud-est du Sénégal, et nous l'incarbons autour d'un hôte invasif, le rat noir.

Dans un premier temps, nous présentons le cheminement de notre projet de recherche qui s'élabore à partir de questionnements collectifs et pluridisciplinaires. Nous expliquons comment nous construisons un objet géographique à partir du rat noir. Enfin, nous exposons la posture scientifique et le cheminement méthodologique qui soutient notre démonstration.

## **2.1 Le contexte du projet de thèse : des questionnements collectifs à une thèse de géographie**

Le projet de recherche à partir duquel notre projet de thèse a germé impose un terrain d'étude, le Sénégal Oriental, et un modèle infectieux centré autour du couple arboviroses - hôte rongeur. Dans cette sous-partie, nous détaillons ce contexte et expliquons en quoi il est illustratif des questionnements établis précédemment. Nous présentons d'abord les questionnements pluridisciplinaires qui soutiennent la démarche collective autour de l'exemple spécifique du rat noir, puis nous expliquons comment notre contribution s'insère au sein de ce contexte collectif. En particulier, nous montrons comment, en tant que géographe, nous nous approprions un modèle initialement biologique pour établir un objet puis une démarche géographique.

### **2.1.1 Étudier le risque de zoonoses virales aux confins orientaux du Sénégal**

#### *2.1.1.1 Un terrain d'étude du risque infectieux zoonotique : le Sénégal Oriental*

Nous avons construit notre problématique au sein du programme de recherche intitulé « Changements environnementaux, circulation de biens et de personnes : de l'invasion d'hôtes à l'apparition d'anthropozoonoses. Le cas du rat noir dans l'espace sénégal-malien » (CHANCIRA). Le point de départ de la réflexion collective du projet CHANCIRA est celui de l'expansion d'un hôte animal, le rat noir, et des changements épidémiologiques sur le front de colonisation de cet hôte aux confins orientaux du Sénégal, périphérie rurale en mutation. Ce projet de recherche se fixe pour objectif d'étudier à plusieurs échelles spatiales et temporelles le risque viral et ses déterminants, de la diffusion d'un hôte à l'émergence de zoonoses.

En raison de ses caractéristiques naturelles et virologiques, le Sénégal Oriental est un véritable « laboratoire à ciel ouvert » et un espace indicateur en Afrique de l'Ouest pour l'étude des émergences et des circulations virales (Traore-Lamizana et al., 1996). En effet, il s'agit d'un espace de circulation et d'émergence de zoonoses virales qui fait l'objet d'un suivi virologique et entomologique mené depuis 1972 par

l'ORSTOM puis l'Institut Pasteur de Dakar<sup>33</sup>. Situé à l'interface des zones bioclimatiques sahélo-soudanienne et soudano-guinéenne, le Sénégal Oriental dispose d'un milieu naturel favorable à l'existence d'une faune mammifère et entomologique riche et diversifiée capable de jouer le rôle d'hôtes infectieux et de vecteurs (cartes 1 et 2). Plusieurs agents infectieux y circulent sur un mode endémique enzootique, mais les conditions virologiques et entomologiques d'émergences infectieuses chez l'homme sont également réunies<sup>34</sup>. En particulier, les arboviroses<sup>35</sup> s'y manifestent sous la forme de cycles de circulation selvatique à bas bruit entrecoupés de pics d'infections épizootiques. Ces phases d'amplification des circulations virales chez les hôtes sauvages précèdent systématiquement les contaminations humaines et l'expansion spatiale de la circulation des virus depuis les foyers selvatiques aux espaces habités par l'homme (Monlun et al., 1992). De fait, le faible nombre de cas cliniques recensé occulte une circulation récurrente des virus chez l'homme telle que les sérologies de routine le mettent en évidence<sup>36</sup> (Digoutte et al., 1980 ; Monlun et al., 1993). En outre, les prospections virologiques révèlent des disparités spatiales et temporelles dans l'expression clinique et la circulation des zoonoses virales chez l'homme : les séroprévalences humaines des arboviroses prennent la forme d'une « mosaïque » spatiale (Monlun et al., 1993). Certains virologues voient également dans le Sénégal

---

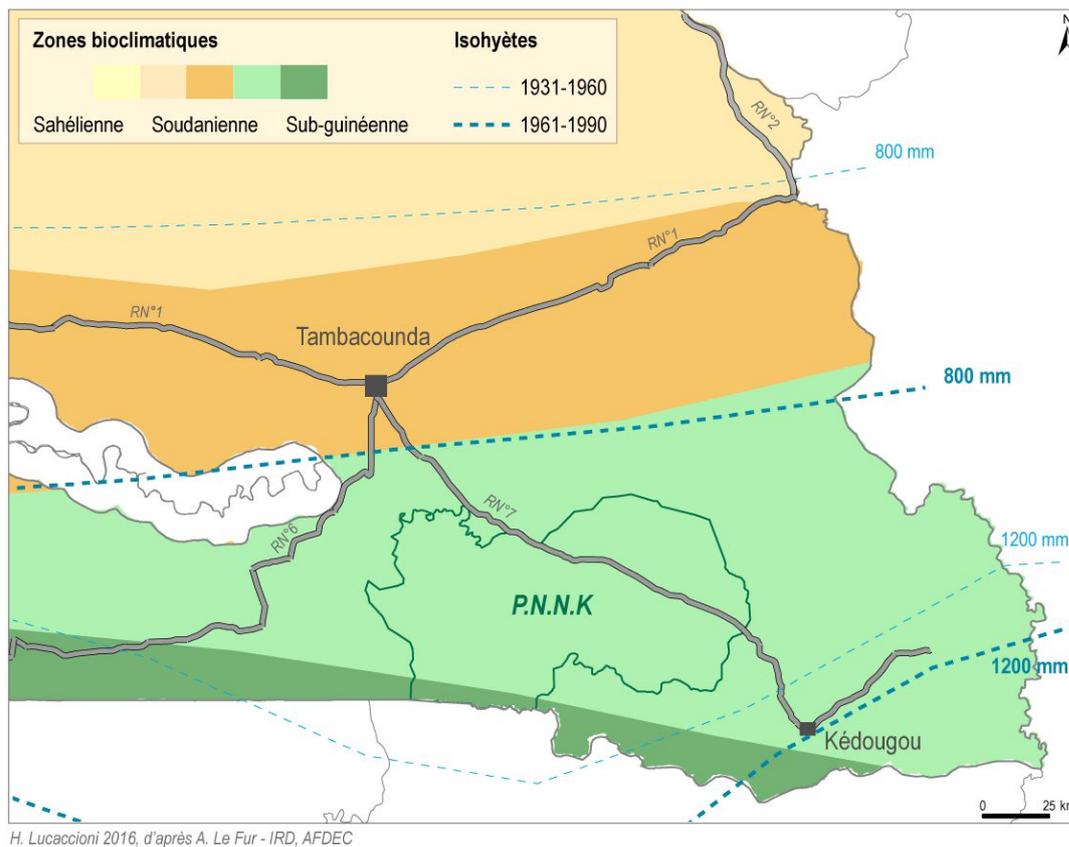
<sup>33</sup> Après l'épidémie de fièvre jaune qui sévit à Diourbel en 1965, la mise en évidence de circulations virales dans la région Kédougou, puis des prospections virologiques sur faune sauvage en novembre 1970, une station de surveillance est établie à Kédougou en 1972. Elle assure notamment un suivi virologique de la faune simienne, des vecteurs, et des populations humaines. Les travaux de recherche et de veille sanitaire qui y sont menés révèlent l'existence de foyers sauvages d'arboviroses et de circulations récurrentes chez l'homme (dengue, chikungunya, fièvre jaune, etc.). Ils permettent également l'identification de nouvelles souches virales (gabek forest, fadiga, etc.).

<sup>34</sup> Les cycles sauvages opèrent avant tout entre des primates, principaux réservoirs fauniques, et des moustiques. Il existe une faune vectrice anthropophile (principalement des moustiques du genre *Aedes*) capable d'assurer le lien entre les milieux selvatiques (et sylvatiques) et les villages, et ainsi de contaminer les populations humaines à partir des foyers sauvages (Diallo et al., 2003, 2012).

<sup>35</sup> Contraction du terme anglophone *ARthropod BORne viruses*, c'est-à-dire des virus transmis par des arthropodes tels que les tiques, les moustiques, ou les phlébotomes. Au Sénégal Oriental, les arboviroses sont spécifiquement ciblées par les investigations, notamment la dengue, la fièvre jaune, le chikungunya, la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, et la fièvre de la Vallée du Rift.

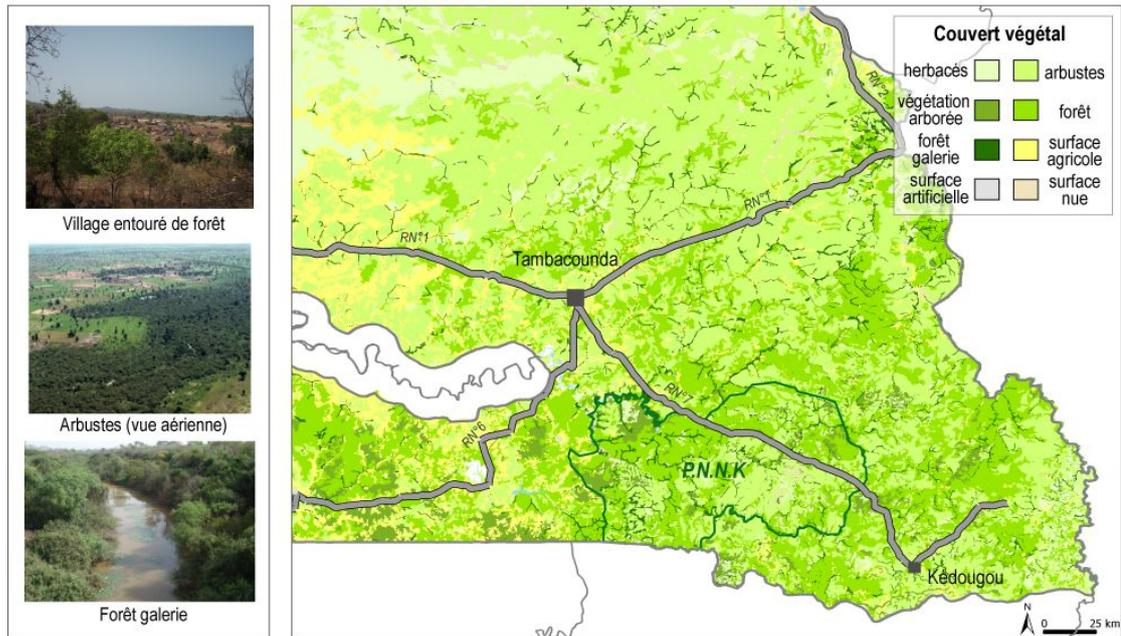
<sup>36</sup> La détection des arboviroses est difficile notamment en raison du risque de confusion avec d'autres pathologies endémiques aux symptômes similaires, en particulier le paludisme, ou encore des possibles contaminations asymptomatiques (Monlun et al., 1992 ; Thonnon et al., 1999). Seules les sérologies permettent d'attester de la circulation effective de ces virus parmi les populations humaines. Les circulations ainsi mises en évidence suggèrent une probable sous-estimation du poids clinique réel des arboviroses.

Oriental un espace caractérisé par une instabilité temporelle et spatiale des circulations virales, qui se traduit par la fluctuation du front de circulation de certains de ces pathogènes (Germain et al., 1981)<sup>37</sup>.



Carte 1 Le Sénégal Oriental, un milieu à l'interface des zones bioclimatiques sahélo-soudanienne et soudano-guinéenne

<sup>37</sup> En particulier à propos de la fièvre jaune.



H. Lucaccioni, 2016. Sources : Senegal Land Cover Mapping, GLCN - FAO.

Carte 2 Le Sénégal Oriental, un milieu naturel favorable à l'émergence infectieuse

Les mutations spatiales et sociales de cette périphérie nationale soulèvent de nouvelles interrogations face à l'émergence de zoonoses. En effet, bien que les conditions du milieu offrent des potentialités naturelles favorables à l'expression de zoonoses, elles ne sont pourtant pas suffisantes pour expliquer leurs dynamiques spatio-temporelles. En particulier, le Sénégal Oriental connaît des dynamiques contemporaines d'ouverture qui se caractérisent notamment par l'extension des réseaux routiers et l'augmentation des circulations de biens et de personnes, ou encore le développement de nouvelles activités commerciales et extractives. Dans ce contexte, les virologues expriment des préoccupations particulières sur l'existence d'une relation entre la recrudescence des circulations virales observée dans les dernières décennies (OMS, 2011 ; OMS, 2015)<sup>38</sup> et les transformations en cours. Par exemple, l'essor récent de l'exploitation aurifère dans l'extrême sud-est et les mouvements de population conséquents participeraient à de nouvelles vulnérabilités face à l'émergence virale (Sow

<sup>38</sup> Par exemple, des cas de fièvre jaune en 2010 et 2011, une circulation active du virus chikungunya depuis 2009 et une épidémie en août 2015.

et al., 2014 a, 2016)<sup>39</sup>. Plus généralement, les inégalités de circulations virales pourraient relever de phénomènes d’extinction/réintroduction des agents infectieux, en lien avec les circulations humaines (Althouse et al., 2012 ; Monlun et al., 1993 ; Sow et al., 2014 b).

Dans le sud-est sénégalais, les circulations virales et les épisodes d’émergences infectieuses sont étudiés en privilégiant une approche biomédicale centrée sur les conditions écologiques, entomologiques, et virologiques propres aux cycles de transmission. Or, ces caractéristiques ne permettent pas toujours d’éclairer les dynamiques ni les disparités spatio-temporelles de ces phénomènes infectieux. De préoccupations biologiques en questionnements géographiques, le Sénégal Oriental et les zoonoses virales appellent à s’intéresser aux dynamiques de mises en liens et aux transformations des espaces et des sociétés face au risque d’émergence infectieuse.

### *2.1.1.2 Le rat noir, un modèle qui fait le lien entre transformations socio-spatiales et risque virologique*

Le rat noir (*Rattus rattus*) est le modèle choisi par le programme CHANCIRA pour faire le lien entre les questionnements sur le risque virologique, d’une part, et les transformations des espaces et des sociétés, d’autre part. Ces questionnements sont eux-mêmes replacés dans les débats plus larges sur les modifications des aires de répartition des hôtes de zoonoses dans un contexte de changements globaux. En effet, au Sénégal Oriental les circulations virales récurrentes conduisent à penser à l’implication d’hôtes secondaires qui participeraient au maintien des virus en dehors des périodes d’amplification. Cela est particulièrement plausible lorsque l’existence d’une transmission verticale chez les vecteurs n’est pas encore démontrée, comme c’est le cas par exemple pour le chikungunya (Diallo et al., 2013, 2003, 1999). De fait, les préoccupations quant à l’implication épidémiologique des rongeurs se précisent (Battersby, 2015 ; Granjon, Duplantier, 2009 ; Gratz 1984 ; Meerburg et al., 2009 ; WHO, 1985).

Les rongeurs sont des hôtes connus de nombreuses infections virales (fièvre de Lassa, hantavirus, etc.), bactériennes (peste, leptospirose, etc.), et parasitaires (maladie

---

<sup>39</sup> Une épidémie de fièvre jaune a eu lieu à Kédougou en 2010 et des investigations sérologiques ont montré que seuls 60 % environ de la population avait été en contact avec le virus, ceci malgré une campagne d’immunisation menée quelques années plus tôt, en 2007. Autrement dit, près de la moitié de la population n’était pas immunisée contre la fièvre jaune alors que le seuil de couverture requis pour prévenir le risque épidémique est de 80 %. L’arrivée massive et récente de population non immune dans les sites aurifères est présentée par les virologues comme la principale explication de cette faible couverture immunitaire et de l’épidémie conséquente (Sow et al., 2014 b).

de Lyme, leishmanioses, etc.) qui se transmettent à l'homme. Par ailleurs, l'isolement de souches virales chez certaines espèces de rongeurs, ou encore leur sensibilité démontrée à certaines arboviroses constituent des indices en faveur de leur rôle dans certains cycles virologiques importants pour la santé publique (fièvre hémorragique de Crimée Congo, virus West Nile, fièvre de la vallée du Rift, dengue, chikungunya, etc.). Au Sénégal, entre 1965 et 2000, neuf virus différents ont été isolés sur 12 espèces de rongeurs (Bâ, 2002 ; Granjon, Duplantier, 2009). Mais si tous les rongeurs soulèvent des préoccupations pour la santé publique, cela est particulièrement vrai pour une espèce précise : le rat noir.

Tableau 1 Principales zoonoses qui impliquent ou sont susceptibles d'impliquer le rat noir

Type de zoonose		Zoonose ou agent pathogène
Arboviroses	Alphavirus	Babanki Chikungunya Dengue
	Flavivirus	West Nile
	Phlebovirus	Gabek Forest
	Arenavirus	Fièvre de Lassa
	Nairovirus	Fièvre de Congo-Crimée
Fièvres hémorragiques (Hantavirus)		Séoul
Zoonoses bactériennes		Peste Leptospirose Rickettsioses (typhus) Bartonelloses Borreliose (maladie de Lyme) Salmonelloses
Zoonoses parasitaires		Trypanosomiasés (maladie de Chagas) Leishamnioses Toxoplasmose Schistosomoses

Sources : d'après (Aplin et al., 2011; Granjon, Duplantier 2009 ; Konstantinov et al. 2006 ; Meerburg et al., 2009 ; Shiels et al., 2014 ; Vourc'h et al., 2014).

Le rat noir, *Rattus rattus* (Linnaeus 1758), constitue un bon modèle pour l'étude du risque de zoonoses pour trois raisons principales (photo 1). En premier lieu, il est un hôte avéré ou potentiel d'une grande diversité de zoonoses qui affectent ou sont susceptibles d'affecter l'homme (Blancou et al., 2005 ; Saluzzo, Dodet, 1999)

(Tableau 1). Mais si ces prérequis infectieux soulèvent des préoccupations quant au risque sanitaire pour l'homme, c'est avant tout au regard du caractère commensal du rongeur. En effet, la proximité du rat noir à l'homme favoriserait le risque de transmission d'infections par morsures, contacts avec les urines ou déjections de rongeurs, de manière aérienne, ou par l'intermédiaire d'un vecteur. Enfin, le rat noir est une espèce largement répandue qui occupe une grande gamme d'habitats et dispose d'un fort potentiel invasif (Granjon, Duplantier, 2009). En outre, à l'image d'autres espèces du genre *Rattus*, il a connu de récentes expansions géographiques (Aplin et al., 2003)<sup>40</sup>. En particulier, le Sénégal est un espace en voie d'invasion par le rat noir dont la progression spatiale, sur laquelle nous reviendrons, dépend avant tout des transports offerts par l'homme et apparaît en partie en reflet de l'organisation du territoire (Konečný, 2009 ; Konečný et al., 2013). Par conséquent, les préoccupations virologiques qui sont fondées sur les caractéristiques naturelles des milieux du sud-est sénégalais et l'implication éventuelle de cet hôte doivent être considérées au regard des dynamiques de mises en liens et des transformations spatiales contemporaines du sud-est sénégalais.



Source : IRD / J.-M. Duplantier dans (Granjon et Duplantier 2009)

Photo 1 Rat noir (*Rattus rattus*)

Le modèle du rat noir forme donc un trait d'union entre le risque virologique émergent, d'une part, et les transformations socio-spatiales, d'autre part. Face aux dynamiques d'ouverture à l'œuvre dans le sud-est sénégalais, le projet collectif s'interroge sur les modifications de son aire de répartition et s'efforce également de

---

<sup>40</sup> Voir notamment Aplin et al. (2003, 2011) à propos de la dispersion historique du complexe d'espèces *Rattus rattus* à l'échelle mondiale retracée à partir de données génétiques et taxonomiques. Ainsi que Muséum National d'Histoire Naturelle (2016) pour une synthèse, et Audoin-Rouzeau (1999) pour une approche historique sur la diffusion du rat en Europe.

repousser les frontières de la virologie en explorant le rôle des rongeurs dans les cycles des zoonoses virales, en particulier des arboviroses.

Au sein de ce questionnement collectif, nous développons des interrogations spécifiques en tant que géographe. Nous souhaitons questionner les interrelations entre les dynamiques territoriales et la production des territoires vulnérables face aux dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent. Le cadre interdisciplinaire et collectif dans lequel prend place notre questionnement initial nous a cependant conduits à des compromis quant aux possibilités d'une telle recherche. Aussi, compte tenu de la disponibilité limitée du matériel virologique, nous avons choisi de circonscrire notre questionnement à la dimension potentielle du risque qui est impliquée par la présence du rongeur en tant qu'hôte de zoonoses. Nous ne traitons donc pas de l'expression du risque infectieux, c'est-à-dire de la circulation effective des virus liés au rongeur. En cela, notre thèse a une portée théorique et préventive face au risque virologique lié au rat noir. Nous pouvons maintenant expliquer la manière dont nous construisons un objet et une réflexion propre à nos questionnements disciplinaires dans ce contexte pluridisciplinaire et autour du modèle biologique du rat noir.

## **2.1.2 Le rat noir, d'un objet biologique à un objet géographique**

### *2.1.2.1 La pluridisciplinarité, une invitation à faire de la géographie ?*

Les problématiques que nous abordons ici s'inscrivent dans le cadre très large des transformations contemporaines des espaces et des sociétés, et encouragent ainsi à l'interdisciplinarité tout en invitant naturellement la géographie à y prendre part (Skole, 2004). L'état de l'art réalisé dans le chapitre précédent quant aux transformations des espaces et des sociétés, d'une part, et au risque infectieux émergent, d'autre part, permet d'accueillir sans étonnement la rencontre des sciences sociales et des sciences biologiques face à cette question située à l'interface société - environnement. Par ailleurs, les travaux des géographes sur les problématiques sanitaires, en particulier les maladies infectieuses, ont souvent alimenté la pluridisciplinarité (Amat-Roze, 2003). Pourtant, face à cette remarque, le risque est grand d'attribuer au géographe un rôle restreint, celui de l'intégration des composantes dites « sociales » et « environnementales », ou encore de ne voir dans l'apport de la géographie qu'une participation technique (cartographie, systèmes d'information géographique, etc.). Pourtant, notre contribution ne consiste pas à proposer une spatialisation d'un phénomène biologique, ni à étudier les facteurs dits « géographiques » de l'invasion biologique. Autrement dit, il ne s'agit pas de dresser une épidémiologie spatiale du risque de zoonoses portées par les rongeurs, ni de proposer une biogéographie de

l'invasion du rongeur. En outre, si certains auteurs pensent que la compréhension des problématiques contemporaines suppose la fin de la géographie au profit d'une fusion transdisciplinaire (Skole, 2004), nous affirmons au contraire que le projet et l'apport du géographe ne peuvent se limiter à une synthèse pluridisciplinaire. En cela, nous reconnaissons la richesse de la géographie et sa capacité conséquente à proposer un apport pertinent, original, et singulier à cette problématique.

Au Sénégal Oriental nous souhaitons questionner la construction des vulnérabilités territoriales au risque potentiel porté par le rat noir face aux transformations socio-spatiales de cette périphérie rurale, au-delà des seuls paramètres naturels de l'invasion. Autrement dit, le rat nous permet d'étudier la manière dont les dynamiques territoriales des sociétés contribuent aux dynamiques spatio-temporelles du risque de zoonoses. Aussi, bien que le contexte de notre recherche soit pluridisciplinaire, la thèse que nous défendons et la contribution que nous entendons apporter à cette problématique aux multiples facettes relève bien de la géographie. Pour cela, nous devons faire des dynamiques d'invasion du rat noir un objet géographique.

#### *2.1.2.2 Une démarche géographique « classique » : définir le rat noir comme marqueur des dynamiques socio-spatiales*

Fondée sur le postulat que l'homme est spatialement efficace en groupe, la géographie vise « l'étude simultanée des formes de socialisation de l'espace et de spatialisation de la société » (Sautter, 1973). Appliqué à la question du risque infectieux, il s'agit de construire « l'espace géographique » des indicateurs sanitaires (par exemple, ici, la présence d'un hôte de zoonoses), et de proposer « un modèle explicatif des processus spatiaux-sociaux à l'origine de cette géographie particulière » (Salem, 1995), c'est-à-dire d'en dresser une « étiologie spatiale » (Amat-Roze, 2003). Cette démarche courante en géographie nécessite deux étapes distinctes mais complémentaires. Dans une première étape, le géographe met en évidence des agencements et surtout des disparités spatiales de l'indicateur considéré. Il cherche ensuite à « donner un sens aux dispositifs spatiaux » précédemment révélés. Pour cela, il place les acteurs territoriaux au cœur de son explication (Salem, 1999).

Nous appliquons cette démarche à notre questionnement en définissant le rat noir, objet éminemment biologique au premier abord, en objet géographique. Cela est possible lorsque nous considérons la répartition spatiale du rongeur. Nous partons du postulat que les dynamiques spatiales et temporelles d'invasion du rat noir, qui conduisent à sa distribution spatiale actuelle, sont des marqueurs des dynamiques sociales et spatiales du sud-est sénégalais. Ainsi, nous partons des territoires du rat pour

éclairer les territoires des hommes, et inversement. Notre questionnement porte donc sur les dynamiques territoriales des sociétés appréhendées à travers l'objet géographique « rat noir ». Ce dernier traduit lui-même, en tant qu'hôte, un risque potentiel émergent.

Après avoir exposé le contexte dans lequel nous avons construit notre projet et objet de recherche, et après avoir précisé nos questionnements spécifiques, nous devons justifier la manière dont nous construisons notre démonstration.

## **2.2 Posture scientifique et cheminement méthodologique**

Dans cette sous-partie nous présentons et justifions notre posture scientifique et le cadre méthodologique qui soutient notre thèse. Dans un premier temps, nous formulons la thèse défendue, les questions et les hypothèses de recherche qui l'accompagnent. Nous exposons le fil conducteur de notre démonstration avant de présenter les grandes balises opérationnelles de notre cheminement. Nous y détaillons les contraintes liées à la mise en œuvre d'une recherche dans un cadre collectif et pluridisciplinaire, l'importance du terrain, puis nous justifions les méthodes utilisées et l'ancrage épistémologique de notre système explicatif.

### **2.2.1 Une géographie des vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques**

#### *2.2.1.1 La thèse défendue : pertinence et apports*

Nous proposons de développer une thèse de géographie de la santé sur la construction des vulnérabilités territoriales aux dynamiques spatio-temporelles du risque d'émergence de zoonoses, en réponse aux transformations socio-spatiales du sud-est sénégalais. Nous considérons le risque infectieux dans sa dimension potentielle autour du modèle des dynamiques d'invasion du rat noir, hôte commensal de zoonoses.

Nous défendons l'idée que le risque infectieux potentiel s'inscrit dans des systèmes territoriaux qui se tissent dans l'articulation des espaces, des liens, et des lieux en transformations. Autrement dit, espaces, liens, et lieux se combinent pour former des vulnérabilités territoriales inégales à la diffusion spatiale de l'hôte. En cela, nous démontrerons que les dynamiques de mises en liens et les transformations socio-spatiales du sud-est sénégalais participent aux dynamiques d'invasion du rat noir. Nous démontrerons également que ces systèmes spatiaux et sociaux se construisent dans la rencontre d'un héritage fort et de nouvelles modalités de l'organisation et du fonctionnement des sociétés. De plus, ces dynamiques socio-spatiales entre héritages et transformations renvoient à une interaction de logiques territoriales, formelles ou

informelles, à différentes échelles spatiales et temporelles. Enfin, nous montrerons comment les dynamiques d'invasion du rat noir se manifestent à la rencontre de ces systèmes spatiaux et sociaux et de systèmes bio-écologiques multiscalaires.

Notre thèse entend contribuer aux débats contemporains sur les changements globaux et les risques zoonotiques émergents. En particulier, elle invite à reconsidérer les interrelations entre transformations spatiales et production du risque, porté par l'invasion du rat noir, au-delà des conditions naturelles du milieu.

En retour, s'intéresser ainsi aux dynamiques d'invasion du rat noir nous invite à reconsidérer les phénomènes de diffusion spatiale au-delà d'une approche nomothétique fondée, par exemple, sur l'organisation des réseaux et la connectivité des lieux. Au contraire, nous proposons de considérer les phénomènes de diffusion comme ancrés dans les systèmes territoriaux parcourus et façonnés par l'homme.

Enfin, au Sénégal Oriental, nous souhaitons renouveler les connaissances sur les mutations territoriales en cours et les vulnérabilités relatives au risque d'émergence de zoonoses au sein de cette marge rurale.

En cela, notre thèse ouvre des perspectives originales pour une approche systémique et territorialisée des phénomènes de diffusion spatiale qui sous tendent le risque d'émergence infectieuse, ceci en s'intéressant aux processus plutôt qu'aux facteurs de risque à travers la genèse des territoires vulnérables.

### *2.2.1.2 Les questions de recherche et le fil conducteur de la démonstration*

L'objectif général de notre thèse est d'analyser les interrelations entre les mises en liens et les transformations des espaces et des sociétés du sud-est sénégalais comme producteurs de vulnérabilité territoriale face à la progression du rat noir, hôte de zoonoses.

Nous posons comme question de recherche principale : comment les dynamiques de mises en liens et les transformations des espaces participent-elles au façonnement de vulnérabilité territoriale face à l'invasion d'un hôte zoonotique ?

Partant de cet objectif général, nous déclinons des objectifs spécifiques qui font écho à la progression logique de notre raisonnement :

Quelles sont les dynamiques spatiales et temporelles d'invasion du rat noir au Sénégal Oriental ?

Dans les marges sud-est du Sénégal, existe-t-il des espaces et des lieux inégaux face à l'invasion du rat noir ?

Quels sont les déterminants historiques, économiques, politiques, et sociaux des espaces, des liens, et des lieux, et de leurs disparités ? Comment se transforment-ils dans le contexte contemporain d'ouverture de cette périphérie nationale ?

Dans ce contexte, en quoi les liens sont-ils porteurs de risque au regard de la diffusion spatiale du rat noir ? S'expriment-ils différemment selon les espaces et les lieux ? À l'inverse, les espaces et les lieux génèrent-ils des liens susceptibles de contribuer différemment à la diffusion spatiale du rat ?

Dans quelle mesure les déterminants bio-écologiques interagissent-ils avec les dynamiques socio-spatiales pour façonner les dynamiques d'invasion du rat noir ?

Enfin, quelles sont les implications des réponses aux questions précédentes en termes théorique et pratique sur le risque infectieux émergent et les dynamiques territoriales de cette périphérie rurale ?

La démonstration de cette thèse s'établit en trois temps. Dans un premier temps, nous décrivons les dynamiques historiques puis contemporaines d'invasion du rat noir à plusieurs échelles spatiales, avant de décrire les inégalités spatiales de sa répartition actuelle au sein des localités du sud-est sénégalais.

Nous dressons ensuite un état des lieux des espaces et des liens du Sénégal Oriental en mettant l'accent sur les relations dialectiques, entre héritages et transformations, et en replaçant les acteurs territoriaux au cœur du façonnement des hétérogénéités spatiales.

En prenant pour point de départ l'inégale répartition du rat noir, nous souhaitons éclairer le rôle particulier des mises en liens dans le processus de diffusion de cet hôte. Nous formulons donc l'hypothèse que les disparités de distribution spatiale du rat noir au Sénégal Oriental résultent du déploiement inégal des liens. Ces inégalités de mises en liens renvoient aux singularités des espaces et des lieux considérés.

Pour étudier cela, nous nous plaçons au niveau des lieux pour explorer les caractéristiques directes et indirectes de mises en liens, c'est-à-dire les facteurs de diffusion.

Cependant, nous voulons dépasser l'approche causale et peu opérante entre facteurs socio-spatiaux et phénomènes de diffusion. Pour cela nous sommes amenés à réinscrire les facteurs de diffusion du rat noir dans les systèmes spatiaux construits par les sociétés selon les dynamiques territoriales explicitées précédemment.

Nous éclairons alors la manière dont les espaces, les liens, et les lieux du sud-est sénégalais évoluent pour former des systèmes territoriaux singuliers, puis nous identifions les systèmes favorables à la diffusion du rat noir.

Dans cette démarche nous tenons compte du croisement à plusieurs échelles avec des systèmes bio-écologiques.

En cela, nous éclairons donc les processus de production des vulnérabilités territoriales aux dynamiques spatio-temporelles d'un hôte de zoonoses.

Après avoir explicité la thèse que nous défendons et la contribution que nous souhaitons apporter, nous devons maintenant expliquer la manière dont nous allons mettre en œuvre cette démarche. Les choix méthodologiques de cette thèse répondent à un compromis entre notre empreinte disciplinaire et les exigences liées au cadre collectif interdisciplinaire dans lequel elle s'inscrit.

## **2.2.2 Mise en œuvre d'une démarche géographique**

### *2.2.2.1 Des compromis entre les exigences disciplinaires et l'insertion dans un projet collectif et pluridisciplinaire*

Notre projet de thèse s'est construit au sein d'une dynamique collective. Bien qu'il poursuive sa propre problématique et des questionnements spécifiques, sa mise en œuvre passe donc par des choix méthodologiques communs. En particulier, les investigations de terrain ont été réalisées en intégrant la nécessité de permettre des analyses croisées des différents jeux de données disciplinaires (géographie, mammalogie, virologie, entomologie). Cette exigence nous invite à porter un regard critique sur la logique d'échantillonnage des sites d'études et les temporalités des investigations de terrain.

A) Suivre le rat noir le long des axes routiers régionaux et constituer un échantillon commun de sites d'études

Avant tout, la zone d'étude et les sites d'étude ont fait l'objet d'un consensus collectif qui tient compte des exigences scientifiques et des contraintes logistiques. Les limites de cette zone d'étude sont ici définies en premier lieu au regard du phénomène biologique d'invasion du rat noir dans le large « sud-est » du Sénégal. Par conséquent, notre terrain d'étude correspond à l'aire de répartition du rat noir et de ses marges, qui se confond globalement avec les régions administratives de Tambacounda et de Kédougou, et partiellement de Kolda en Haute Casamance. (Carte amovible<sup>41</sup>)

Les questionnements collectifs initiaux nécessitent d'établir un état des lieux actualisé de l'aire de répartition du rongeur. En particulier, la présence du rat noir a été

---

<sup>41</sup> Une carte amovible de la zone d'étude est disponible à la fin du document.

recherchée le long de deux axes routiers régionaux qui sont, supposément, des corridors privilégiés de diffusion du rongeur, dans deux contextes *a priori* inégaux au regard des conditions bioclimatiques et des circulations humaines :

- l'axe nord est formé par la route nationale N° 1. Cette route relie la capitale du Sénégal, Dakar, à la capitale malienne, Bamako, *via* Tambacounda, capitale régionale éponyme et plus grande ville du sud-est sénégalais. Cet axe se situe dans une zone bioclimatique à tendance sahélienne qui est censée être moins favorable au rat noir. En revanche, il forme un corridor international qui relie directement le terminal conteneur de Dakar aux pays intérieurs d'Afrique de l'Ouest et qui bénéficie donc de flux de transport de marchandises intenses et volumineux. Il offrirait ainsi un support favorable à la progression du rongeur vers l'est.

- l'axe sud est formé par la route nationale N° 7. Cette route relie Dakar (*via* Tambacounda) à Kédougou, seconde ville du sud-est sénégalais et capitale de la région éponyme. L'axe s'inscrit dans une zone bioclimatique à tendance soudanienne qui est jugée plus viable pour le rongeur. Contrairement à l'axe nord, il se termine sur un cul-de-sac à proximité de la frontière sénégal-guinéenne et il n'a pas pour vocation à servir de corridor international<sup>42</sup>. Les circulations de marchandises y sont donc moins intenses, et cet axe serait moins favorable à la progression du rat noir vers le sud.

Au sein de cet espace, les mammalogistes ont fait appel à leur regard d'expert et aux connaissances passées sur la répartition du rat noir pour sélectionner des localités selon deux critères. Premièrement, la logique d'échantillonnage consiste à maximiser la couverture spatiale régionale afin d'obtenir l'image la plus fiable possible des limites de l'aire de répartition actuelle du rat noir. Deuxièmement, elle vise un ciblage précis des localités pressenties pour être récemment envahies, en fonction de leur situation spatiale au sein du réseau routier ou de leurs caractéristiques spécifiques (escale commerciale, développement récent de l'activité minière, etc.). En cela, elle s'appuie sur l'hypothèse d'un lien entre circulations humaines et transport du rat noir. Par ailleurs, les localités ayant fait l'objet de piégeages de petits mammifères dans le passé ont été privilégiées, y compris celles où la présence du rat noir avait déjà été détectée, ceci afin de permettre un suivi des peuplements rodentologiques. Cependant, des localités complémentaires ont été ajoutées afin d'équilibrer la couverture spatiale de la zone d'étude et de répondre aux besoins des autres équipes en matière d'échantillonnage.

---

<sup>42</sup> La route nationale N° 7 doit cependant devenir un tracé alternatif de la portion de corridor international Tambacounda - Kayes formée par la route nationale N° 1. Pour cela, la route bitumée qui relie Kédougou à Saraya a été prolongée vers l'est jusqu'à Moussala où le poste frontière est officiellement entré en activité début 2015 (Douanes sénégalaises, 2015)

Au sein de ces localités, l'échantillonnage des concessions répond principalement à la nécessité de maximiser la couverture spatiale villageoise tout en ciblant certains lieux particuliers susceptibles d'abriter des rongeurs ou de former des sites de ruptures de charge (marchés, grossistes, aire de stationnement des escales routières, etc.). Cependant, dans les communes urbaines qui forment les plus grandes localités de l'échantillon, la couverture spatiale des piégeages ne peut prétendre être exhaustive. Aussi, des quartiers particuliers ont été ciblés en fonction de leurs intérêts vis-à-vis des rongeurs (présence de marché, lieu de débarquement, etc.) et éventuellement des connaissances passées sur la distribution du rat noir à l'intérieur des localités concernées.

#### B) Progresser en tenant compte des temporalités des investigations de terrain

Les investigations de terrain répondent pour chaque discipline à des temporalités propres et à des exigences spécifiques quant à ces temporalités<sup>43</sup>. De plus, compte tenu de l'effort humain et logistique que les piégeages de petits mammifères requièrent, l'état des lieux de la répartition du rat noir et des communautés locales de petits mammifères a été réalisé grâce à plusieurs sessions de piégeages entre mai 2012 et avril 2015. Or, nos propres investigations de terrain se sont déroulées entre avril 2013 et juillet 2014<sup>44</sup>, c'est-à-dire avant d'avoir une image exhaustive de ces informations sur les petits mammifères. Cela signifie 1) que les sites d'études ne se recoupent pas toujours entièrement, il existe quelques localités investiguées pour lesquelles nous ne disposons pas d'information relative au rat noir et inversement, 2) que les hypothèses de recherche se sont affinées au cours du processus de recherche, individuel et collectif, c'est-à-dire au fur et à mesure de la production des données et de leurs analyses.

Ces deux remarques nous autorisent une transition vers le second élément qui caractérise notre cheminement méthodologique : l'inscription de notre recherche dans une démarche exploratoire et illustrative.

---

<sup>43</sup> Par exemple, les données de captures des petits mammifères sont réalisées pendant la saison sèche. Il s'agit de la période la plus favorable pour capturer des rongeurs mais aussi pour les conditions d'accès aux localités qui sont desservies par des pistes inondables.

<sup>44</sup> Ajoutons qu'un court travail de terrain exploratoire a été réalisé en mai 2012 dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de Master 2.

### 2.2.2.2 *Du terrain au bureau : une démarche exploratoire et illustrative*

Notre recherche s'inscrit dans une démarche exploratoire fondée sur une approche hypothético-déductive. Ceci a plusieurs implications sur notre démonstration et sa mise en œuvre.

Notre thèse cherche moins à tester des hypothèses strictes sur les caractéristiques des espaces et des lieux face au risque potentiel qu'à proposer des éclairages pertinents des interrelations entre transformations des liens et des espaces et production des vulnérabilités territoriales aux dynamiques spatio-temporelles du rongeur. Par conséquent, la production des données et leurs analyses sont moins guidées par un souci de représentativité statistique ou spatiale que par celui de leur capacité illustrative de certains processus ou de certaines situations. Par exemple, l'échantillonnage des localités relève d'un choix raisonné au regard des phénomènes étudiés plutôt que d'un tirage au sort aléatoire.

De plus, notre démonstration présente un cheminement en plusieurs étapes mais le processus de recherche sur le terrain n'est pas linéaire. Au contraire, la réflexion se construit dans le jeu de miroirs entre observation, analyse, et interprétation. De fait le terrain devient lui-même « le lieu d'un apprentissage dont il faut tirer la généralité par la multiplication » (Retaillé, 2010). Par conséquent, notre recherche adopte une démarche itérative du terrain à l'analyse, et inversement de l'analyse au terrain. Cette démarche est elle-même régulièrement enrichie, questionnée, aiguisée par le regard pluridisciplinaire tandis que les questions, les hypothèses, et les axes de recherche se précisent au fur et à mesure que la recherche prend forme. Partant de là, le recours à des méthodes mixtes nous permet de réaliser des analyses pertinentes.

### 2.2.2.3 *Des méthodes de recherche mixtes : combiner analyse quantitative et qualitative*

Nous choisissons d'avoir recours à une méthode de recherche mixte qui combine analyse quantitative et qualitative. Ce choix suppose la mise en œuvre de différents outils de collecte et de traitement de données.

#### A) Triangulation

Nous avons recours à une méthode classique en sciences sociales, et *a fortiori* en géographie, celle d'une triangulation méthodologique entre différentes techniques de recherche : quantitative (statistiques), qualitative (entretiens, enquêtes), et observation (de terrain et de documents). Ces techniques nous offrent la possibilité de compléter, d'éclairer, de confirmer, ou parfois de contredire les informations obtenues et les

analyses tirées des différentes techniques sollicitées (UNDP et al., 2002). Nous pensons que les approches quantitative et qualitative se complètent et nous permettent de nous rapprocher de la réalité des phénomènes observés, ici les transformations spatiales et les dynamiques d'invasion du rat noir, en vue d'en examiner les mécanismes à l'œuvre. Notre analyse se décompose donc en deux grandes dimensions, descriptive et analytique d'abord, puis explicative.

#### B) Diagnostic : description et analyse quantitative

Avant tout, nous cherchons à mettre en évidence des inégalités spatiales à travers l'indicateur « rat noir » érigé en objet géographique, d'une part, et à travers une diversité de variables socio-spatiales qui caractérisent les facteurs de mises en liens des localités échantillonnées, d'autre part. Nous voulons ensuite établir une relation entre ces variabilités socio-spatiales et ces variabilités relatives à la distribution du rongeur. Pour cela nous avons recours à une étape descriptive, puis analytique.

Dans la phase descriptive, nous utilisons des représentations cartographiques et des statistiques descriptives univariées pour appréhender les distributions des différents indicateurs et variables considérés. Or, cette étape ne nous permet pas de prendre en compte un grand nombre de variables, ni d'établir un lien clair entre elles, encore moins de décortiquer les mécanismes qui mènent à leurs répartitions et à leurs combinaisons dans l'espace. Pour cela nous avons recours à des techniques statistiques d'analyse des données appelées également statistiques exploratoires multidimensionnelles. À l'aide de ces outils statistiques multivariées, nous cherchons à synthétiser les multiples informations obtenues afin d'éviter leur redondance et de retenir les plus pertinentes, et à caractériser des groupes d'individus. Par la suite, le croisement statistique des informations relatives au rat noir et socio-spatiales ainsi synthétisées nous permet de tester des hypothèses en explorant les variabilités de ces informations entre elles. Cependant, cette démarche ne permet pas d'établir de relation explicative ou interprétative, c'est-à-dire qu'elle ne présume pas des mécanismes à l'œuvre, moins encore d'une quelconque causalité.

#### C) Interprétation : explication et analyse qualitative

La seconde composante de notre démarche est explicative. Elle nous invite à une approche qualitative à travers laquelle nous donnons du sens aux variabilités spatiales observées et à leurs relations précédemment mises en évidence par les outils statistiques.

La géographie bénéficie d'une longue tradition qualitative (MacKian, 2009)<sup>45</sup>. L'enjeu principal de cette étape est celui d'une interprétation réellement et solidement explicative, et non pas uniquement descriptive, des résultats obtenus précédemment. Pour cela, la phase qualitative n'est en rien une accumulation de faits mais une construction argumentée à partir de l'exploitation de l'ensemble des matériaux à disposition. Elle est fondée sur un système explicatif, conceptuel et théorique, qui doit être explicité. Avant cela, mentionnons tout de même que l'arrière-plan biologique de notre problème nous a conduits à de multiples discussions pluridisciplinaires enrichissantes pour la réflexion géographique.

#### *2.2.2.4 Ancrage épistémologique : pour une approche constructiviste et systémique des vulnérabilités territoriales*

Si le travail pluridisciplinaire requiert un effort de compréhension et de positionnement, l'ancrage disciplinaire n'en appelle pas moins à une réflexion. Aussi, après avoir précisé l'assise méthodologique de notre projet nous en explicitons le tropisme épistémologique.

Nous avons vu que les mises en liens sont au cœur de la question du trafic microbien et qu'à ce titre l'invasion biologique s'apparente à un phénomène de diffusion spatiale. Nous avons également montré que l'approche des phénomènes de diffusion spatiale, et plus généralement des dynamiques spatio-temporelles, tend à poser au géographe un ultimatum entre une conception positiviste des formes spatiales d'une part, et une approche socio-culturelle des transformations spatiales d'autre part. Or, comme nous l'avons déclaré, nous souhaitons nous affranchir d'un ancrage épistémologique illusoirement univoque qui opposerait l'étude des formes spatiales à celle des mécanismes sociaux (Golledge 2002 ; Matthews, Herbert 2004). En cela, nous nous accordons aux propos de Salem (1995) lorsqu'il déclare : « restreindre l'approche géographique au "tout culturel" ou au "tout espace", c'est casser le ressort de la dynamique disciplinaire, en donnant peu ou prou pour explication ce que l'on devrait expliquer : l'idéologie passéiste d'une certaine géographie culturelle ou déterministe de la géographie quantitative, ne peut appréhender l'espace qu'en termes fonctionnalistes, culturels pour l'une, spatiaux pour l'autre ».

---

<sup>45</sup> Plus généralement, MacKian (2009) considère que le « tournant spatial » réalisé dans l'ensemble des sciences sociales a incité au renforcement des approches qualitatives.

Dans notre démarche, l'espace géographique est à la fois support, produit, et enjeux des relations sociales. Dans cette conception, notre clé d'interprétation des dynamiques des espaces et des sociétés est le territoire, c'est-à-dire l'espace en tant que catégorie politique (Salem, 1998). Ainsi nous replaçons les acteurs au cœur des territoires pour « donner leurs sens politique à des localisations particulières, à des configurations spatiales originales » (Salem, 1995). Nous pouvons donc appréhender les interrelations entre les transformations des espaces et des liens, et les constructions territoriales des vulnérabilités aux dynamiques spatio-temporelles d'invasion de l'hôte, c'est-à-dire la production du risque infectieux potentiel.

Face à cette prise de position, nous sollicitons une grille d'interprétation basée sur le choix d'une approche théorique elle-même mixte. Nous nous inscrivons dans un paradigme profondément constructiviste, comme l'illustre d'ailleurs notre adhésion conceptuelle à l'espace géographique support/produit/enjeux. Dans ce contexte, l'approche systémique nous offre un cadre solide pour appréhender l'organisation de l'espace et ses transformations. En cela, elle nous permet d'aborder les territoires en tant que projection intentionnelle des spatialités<sup>46</sup> des sociétés sur l'espace (Raffestin, 1986) : le territoire émerge, comme un système complexe, des interrelations de pouvoir et d'appropriation, des projets ou des tentatives de projet que ces interrelations impliquent. Cependant, nous reconnaissons également la pertinence et l'intérêt des grilles de lecture positivistes et des modèles qu'elles produisent, en particulier au regard des formes de la diffusion spatiale.

Sur cette base épistémologique, nous avons recours à une réflexion multiscale : nous cherchons à mettre en relation les niveaux spatiaux et temporels pertinents pour analyser les dynamiques des territoires et du risque. En effet, du point de vue spatial les processus à l'œuvre renvoient à plusieurs niveaux en interactions, depuis l'échelle supranationale jusqu'à celle des individus. Du point de vue temporel, ils relèvent de la rencontre de multiples temporalités, c'est-à-dire les héritages, les inerties, et les innovations, qui concrétisent un système territorial en transformation. Ce sont donc bien les articulations dialectiques des jeux d'acteurs aux différents niveaux spatiaux et temporels qui forgent les hétérogénéités spatiales du sud-est sénégalais, et ceci plus que les simples emboîtements d'échelles spatiales.

La mise en œuvre d'une telle démarche tient compte des contraintes de la recherche et nous permet de défendre notre thèse sur la construction des vulnérabilités territoriales aux dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent.

---

<sup>46</sup> La spatialité désigne « l'ensemble des conditions et des pratiques de la vie individuelle et sociale qui sont liées à la position des individus et des groupes relativement les uns aux autres. » (Elissalde, 2004)

\*\*\*

Nous développons notre thèse au sein d'un questionnement collectif et pluridisciplinaire à travers l'exemple des risques infectieux émergents liés à l'invasion du rat noir dans les marges sud-est en mutation du Sénégal. Ce cas d'étude nous offre un terrain et un objet pertinents au regard de notre problématique. Dans ce contexte, nous nous approprions un questionnement spécifique sur les dynamiques de mises en liens et les transformations spatiales du sud-est sénégalais, et la production des vulnérabilités territoriales aux dynamiques d'invasion de l'hôte. Notre thèse explore la diffusion spatiale du rat noir en tant que marqueur des dynamiques territoriales des sociétés. La mise en œuvre de notre recherche repose sur une méthodologie mixte, exploratoire, qui intègre les contraintes collectives et pluridisciplinaires tout en assumant son propre positionnement épistémologique. Nous ancrons ce positionnement dans un cadre constructiviste et systémique. À l'issue de ce chapitre nous disposons donc du cadre théorique, ainsi que du fil conducteur de notre démonstration.

Notre positionnement dans ce contexte a des implications sur notre démonstration, en particulier sur la manière dont nous sélectionnons et traitons l'information qui va la soutenir. Après avoir précisé le cadre d'analyse de notre contribution, nous pouvons maintenant exposer ce matériel et les méthodes sollicitées pour son traitement.



## **Chapitre 3**

### **Matériel et méthodes pour relier espaces, temps, sociétés, et rongeurs**

Dans le chapitre précédent, nous avons exposé notre cadre théorique et conceptuel. Nous mettons en œuvre notre démarche à partir d'un matériel varié qui se rapporte tant aux dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir qu'à celles des sociétés humaines. Le choix et le traitement de ces informations se doivent de répondre à la logique retenue et exposée jusqu'ici.

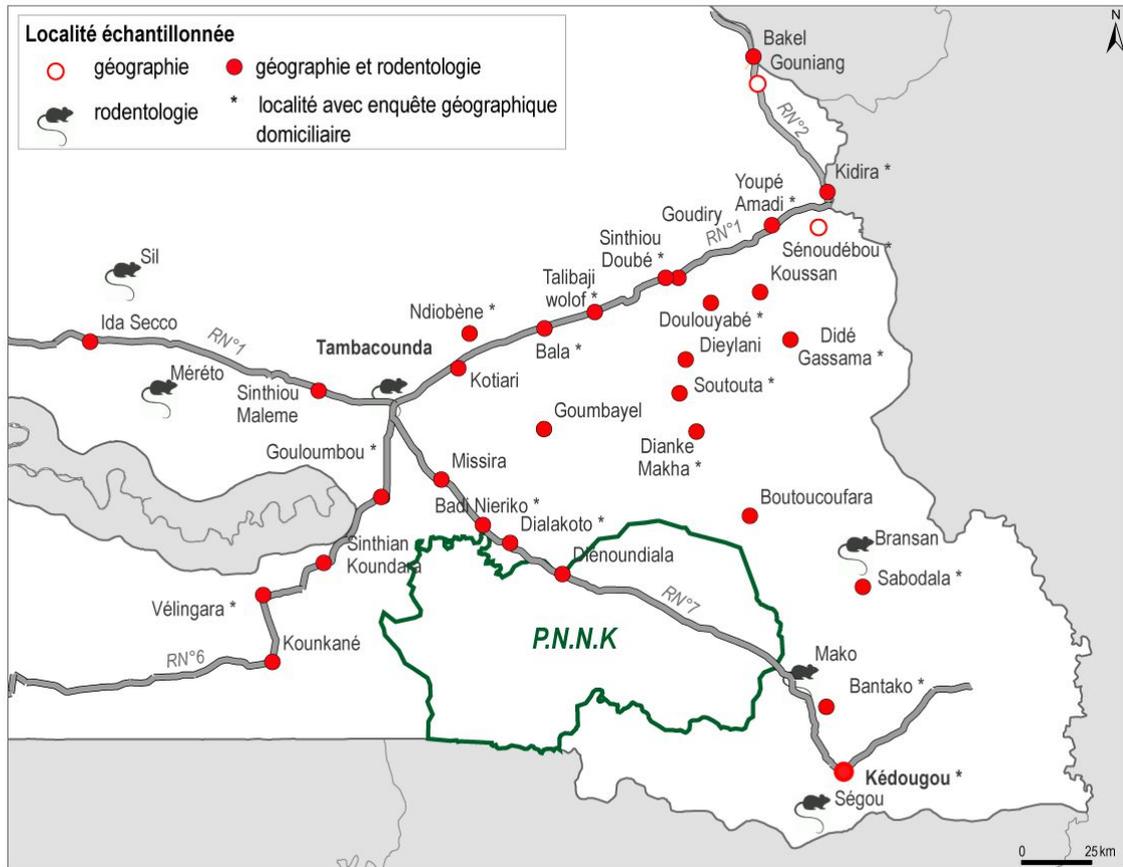
Dans ce chapitre, nous détaillons le matériel et les méthodes choisis pour notre démonstration tout en proposant une réflexion critique sur la production des données et leur traitement. Après avoir réalisé un diagnostic des dynamiques spatiales à l'œuvre au Sénégal Oriental, et des dynamiques d'invasion du rat noir, notre démarche nous conduira à nous placer au niveau des localités du sud-est sénégalais. Aussi, nous présentons d'abord l'échantillonnage des localités sélectionnées. Nous détaillons ensuite le matériel relatif au rat noir et géographique collecté sur le terrain à différentes échelles, ainsi que le matériel issu de sources secondaires. Pour chacun, nous déclinons les aspects techniques de la collecte de données (quoi, quand, comment, et où), les variables ou le matériel correspondant. Enfin, nous expliquons les méthodes de traitement de données retenues.

### **3.1 Les localités d'enquêtes et de piégeages**

Notre zone d'étude a fait l'objet d'un échantillonnage des localités et des concessions qui répond à un compromis entre dynamique collective, projets disciplinaires, et contraintes logistiques, tel qu'expliqué dans le chapitre précédent. Ainsi, notre échantillon de travail se compose de 32 localités (quartiers de villes ou villages) qui ont fait l'objet d'une collecte de matériel géographique, et de 33 localités qui ont fait l'objet de piégeages de petits mammifères, dont un échantillon commun de 27 localités (carte 3).

Ces localités se répartissent dans l'ensemble du sud-est sénégalais en privilégiant les principaux axes d'études, c'est-à-dire les routes nationales N° 1 (Tambacounda - Kidira), N° 7 (Tambacounda - Kédougou), et N° 9 (Tambacounda - Kolda, en Haute Casamance). En dehors de ces axes bitumés, les localités échantillonnées se situent dans des espaces pressentis pour l'invasion du rat noir. En particulier, au sud de la route nationale N° 1 dans l'hinterland de Tambacounda et le terroir du Boundou, dans l'extrême sud-est de la région de Kédougou au sein de la zone d'exploitation minière, à l'embouchure du fleuve Sénégal frontalier avec la République du Mali dans la zone de Bakel, et dans les périmètres des Terres-Neuves en amont de Tambacounda (secteur de Méréto).

Parmi les 32 localités concernées par la collecte de données géographiques, 18 ont fait l'objet d'enquêtes par questionnaire à l'échelle domiciliaire. Ces localités ont été sélectionnées selon des choix raisonnés collectifs au regard de la disponibilité de l'information biologique (virologie, entomologie, mammalogie) en vue de faciliter l'analyse croisée des différents registres à l'échelle du projet CHANCIRA, tel qu'expliqué précédemment.



H. Lucaccioni 2016 - CHANCIRA

Carte 3 Les localités échantillonnées au Sénégal Oriental

### 3.2 Le matériel relatif aux petits mammifères

Le matériel relatif aux petits mammifères se rapporte aux données dérivées des captures commensales de rongeurs et d'insectivores réalisées dans le cadre du programme CHANCIRA, mais également aux données d'archives issues des sessions de piégeage passées.

#### 3.2.1 Aspects techniques des piégeages commensaux de petits mammifères

Les données relatives aux petits mammifères ont été collectées par les équipes du Centre de Biologie pour la Gestion des Populations (CBGP)<sup>47</sup>. La collecte des

<sup>47</sup> Par ordre alphabétique (pour les données sollicitées dans notre thèse) : K. Bâ, C. Diagne, M. Diallo, J.-M. Duplantier, P. Gauthier, L. Granjon, L. Husse, M. Kane, Y. Niang, A. Sow. La saisie, la réalisation de la base de données, et son croisement avec les informations géographiques ont été réalisés par O. Fossati, S. Piry, et N. Sarr.

données consiste aux piégeages commensaux des petits mammifères, c'est-à-dire au sein des établissements humains<sup>48</sup>, et à leur identification.

Chacune des 33 localités échantillonnées a fait l'objet d'une à deux séries de piégeage entre mai 2012 et avril 2015. Les petits mammifères sont capturés vivant à l'aide de pièges grillagés (8.5 x 8.5 x 26,5 cm, conception locale) et de pièges de type Sherman (8 x 9 x 23 cm, Inc., Tallahassee, Florida, USA). Les pièges sont posés à l'intérieur des pièces (chambres, cuisines, magasins, greniers, etc.) des bâtiments habités (concession) ou commerciaux (boutique, entrepôt, restaurant, atelier, etc.). Par ailleurs, chaque piège est géoréférencé à 5 mètres de précision, et chaque pièce piégée fait l'objet d'une brève description. Le rat noir étant un rongeur nocturne, les pièges sont posés la nuit. Ils sont systématiquement appâtés en fin d'après-midi à l'aide d'oignons frais et de pâte d'arachide et relevés chaque matin. Pour chaque spécimen capturé, son espèce est identifiée en utilisant différents critères morphologiques, ainsi que les connaissances écologiques et biogéographiques sur la faune rodentologique de l'Afrique sahélo-soudanienne (Granjon, Duplantier, 2009). Les spécimens sont ensuite euthanasiés par dislocation cervicale telle que recommandée par Mills et al. (1995), puis disséqués avant de faire l'objet de prélèvements d'organes (rate, foi, etc.) et de sérums à des fins d'analyses virologiques. (Photo 2)



*De gauche à droite : appâtage des pièges ; pièges relevés avec captures de rongeurs.*

*Photos : H, Lucaccioni, 2013.*

**Photo 2 Piégeages commensaux des petits mammifères par l'équipe du CBGP**

---

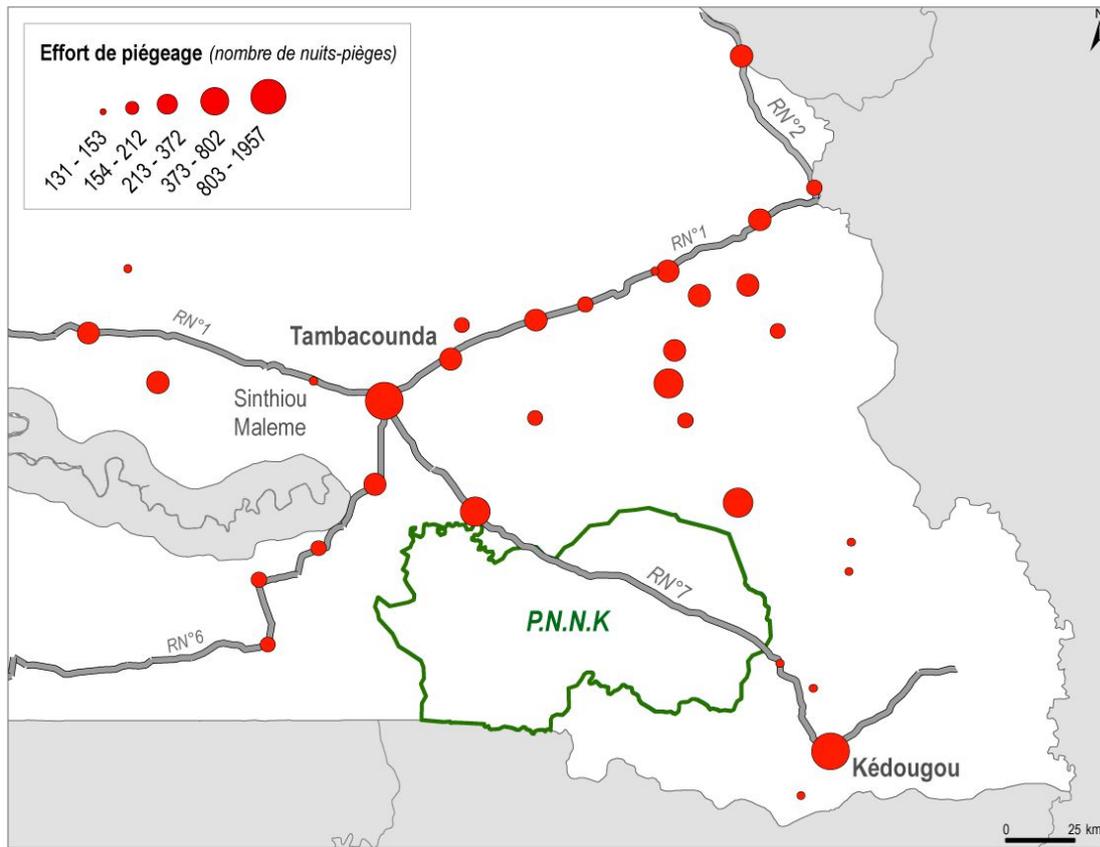
<sup>48</sup> Rappelons qu'en Afrique de l'Ouest sahélo-soudanienne le rat noir est exclusivement commensal.

### 3.2.2 Les efforts de piégeages

Les pièges sont posés durant une session de piégeage dont la durée varie d'une à quatre nuits successives selon le résultat de captures. La majorité des localités (90,9 % d'entre elles, soit 30 localités) a fait l'objet de deux nuits ou plus de piégeage, dont 73,3 % d'entre elles (22 localités) de deux nuits uniquement, 23,3 % (sept localités) de trois nuits uniquement, et seules 3,3 % (une localité) d'une quatrième nuit. La majorité des sessions de piégeage comprend donc une ou deux nuits de piégeage de telle manière que 92,9 % de l'effort d'échantillonnage total correspond aux deux premières nuits de piégeage.

Pour chaque session de piégeage, un nombre variable de pièges est utilisé. Pour chaque pièce piégée un minimum deux pièges est posé (un de chape type), mais le nombre total de pièges est ajusté selon la taille de la pièce, jusqu'à quatre pièges maximum.

L'effort de piégeage est exprimé en nuits-pièges de telle manière que chaque nuit-piège représente une occasion de capture d'un (ou plusieurs) petit(s) mammifère(s). La collecte de petits mammifères comprend un total de 9 852 nuits-pièges réparties parmi les 33 localités concernées. L'effort de piégeage varie de 131 nuits-pièges au minimum à Sinthiou Maleme, à 1 957 nuits-pièges au maximum à Tambacounda (médiane = 208 nuits-pièges, moyenne = 298,5 nuits-pièges) (carte 4). Notons que cette valeur maximum correspond au cas particulier de la plus grande ville du Sénégal Oriental qui a fait l'objet d'un effort d'échantillonnage renforcé. Lorsque l'on exclut Tambacounda, l'effort de piégeage le plus élevé a été mené dans une autre capitale régionale, la ville de Kédougou, avec 873 nuits-pièges. L'effort d'échantillonnage varie donc selon un facteur de 15 en incluant Tambacounda, ou de sept lorsque cette dernière localité est exclue. Nous devons ici faire remarquer que Tambacounda n'est pas inclus dans l'échantillon de localités commun aux informations relatives au rat noir et géographiques, elle n'est donc pas intégrée au croisement statistique de ces informations sur lequel nous reviendrons en détail par la suite.



H. Lucaccioni, 2016 - CHANCIRA

Carte 4 L'effort de piégeage des petits mammifères selon les localités

D'après les mammalogistes, ces inégalités d'efforts de piégeage ne compromettent pas la fiabilité des données relatives aux petits mammifères pour l'exploitation que nous souhaitons en faire car les espèces majoritaires disposent d'une piégeabilité qui est jugée correcte. Cela signifie que les proportions réelles des captures sont décemment approchées par les piégeages réalisés y compris lorsque l'effort de piégeage est moins important. Dans ce cas, seules les espèces rares seraient susceptibles d'être moins bien représentées, mais cela affecte peu notre analyse qui se focalise sur le rat noir et par extension les autres rongeurs commensaux (Granjon, communication personnelle, 2015).

Enfin, il convient de porter un regard critique sur la couverture spatiale des piégeages à l'intérieur des localités. Dans chaque localité (village ou quartier de ville), 10 à 49 bâtiments (minimum à Sinthiou Doubé, maximum à Tambacounda et Kédougou) ont fait l'objet de piégeages de petits mammifères. Cependant, l'effort de piégeage doit être considéré au regard de la taille des localités piégées car un nombre équivalent de nuits-pièges dans des localités de tailles très différentes est difficilement comparable. Par exemple, à Sinthiou Doubé seuls 10 bâtiments ont été piégés mais cela

correspond à la totalité des concessions du village. Il convient de rappeler que l'échantillonnage des concessions piégées ne répond pas à une logique de représentativité statistique par tirage au sort aléatoire, mais les équipes de mammalogistes ont bien cherché à maximiser la couverture spatiale pour obtenir l'image la plus fiable possible des communautés locales de petits mammifères. Aussi, d'après nos connaissances du terrain et l'expertise des mammalogistes nous pouvons avancer que la couverture spatiale des piégeages est satisfaisante pour obtenir une image fidèle des peuplements rodentologiques des localités. Cette affirmation est à nuancer pour les plus grandes villes où des quartiers spécifiques ont été ciblés (Kédougou, Goudiry, Kidira)<sup>49</sup>.

### **3.2.3 Les variables relatives aux petits mammifères**

Les résultats des captures de petits mammifères obtenus au niveau des pièges sont agrégés à l'échelle des bâtiments, puis des localités pour former une série de cinq variables relatives au rat noir de nature binaire ou quantitative. Nous mentionnons ici les variables spécifiques au rat noir, mais ces dernières peuvent évidemment être calculées pour l'ensemble des taxons capturés : 1) la détection spécifique ; 2) le nombre de spécimens capturés ; 3) la proportion relative de rat noir par rapport à la communauté locale de petits mammifères ; 4) la dominance numérique du rat noir ; et 5) le succès de piégeage du rat noir (tableau 2).

---

<sup>49</sup> À Kédougou : les quartiers Mosquée, Dandemayo, Dalaba, Fadiga (ancien village) ; à Kidira : les quartiers Abattoir, et Plateau/Pont.

Tableau 2 Description des variables relatives au rat noir

N°	Nom	Nature	Description
1	Détection spécifique	Binaire (oui/non)	Exprime la présence du rat noir dans une localité telle que révélée par les piégeages.
2	Nombre de spécimens	Quantitative discrète (nombre)	Nombre total de spécimens de rat noir capturés.
3	Proportion relative	Quantitative continue (%)	Exprime la part des spécimens de rat noir au sein de la communauté locale de petits mammifères.
4	Dominance numérique	Binaire (oui/non)	Exprime le caractère dominant du rat noir au sein de la population locale de petits mammifères, c'est-à-dire s'il s'agit de l'espèce la plus fréquemment capturée et ce même si sa proportion relative n'excède pas 50 % de la communauté locale.
5	Succès de piégeage	Quantitative continue (nombre de captures pour 100 nuits-pièges)	Exprime le nombre de spécimens rapporté à l'effort de piégeage, et multiplié par 100, soit : $SP \text{ (rat noir)} = \text{Nb spécimens (rat noir)} / EP * 100$ où SP = succès de piégeage et EP = effort de piégeage (en nuits-pièges).

Ces variables ont chacune leurs intérêts et leurs limites. La détection spécifique à l'échelle de la localité ne tient pas compte des éventuels biais de détection. Or Dalecky et al. (2013) rappellent que « la probabilité de détection d'un rongeur varie de manière intraspécifique et interspécifique à plusieurs échelles dans le temps (saison, rythme journalier) et dans l'espace (types d'habitats, situation) ». Par exemple, des analyses complémentaires ont montré que la probabilité de détection du rat noir, lorsque l'espèce est présente, varie selon le type de piège utilisé en faveur des pièges grillagés. Les deux types de pièges étant systématiquement utilisés, nous pouvons supposer que ce biais n'est pas particulièrement préoccupant.

Par ailleurs, la remarque précédente permet d'introduire plusieurs nuances importantes. En premier lieu, la détection du rat noir peut être affirmée par des captures positives, mais sa non-détection en revanche ne permet pas de statuer sur sa présence ou son absence dans la localité concernée. En effet, le rat (ou toute autre espèce) peut ne pas être capturé soit parce qu'il est effectivement absent, soit pour d'autres raisons relatives aux biais de détection. Compte tenu des remarques précédentes, cette situation concernerait avant tout des cas de figure où la densité du rongeur est particulièrement

faible<sup>50</sup>, ou encore des effets de localisation dans les plus grandes communes. Deuxièmement, la détection du rat noir renvoie à une donnée ponctuelle qui ne préjuge pas de son installation à long terme dans la localité, que seules des séries successives de piégeage peuvent mettre en évidence. Rappelons ici qu'une invasion biologique réussie comprend les trois étapes d'introduction, d'établissement, et de prolifération de l'espèce non native. À ce titre, la proportion relative de rat noir, le nombre de spécimens, ou encore le succès de piégeage forment des indicateurs complexes qui renvoient tout à la fois à l'introduction du rat noir, son maintien, et aux éventuelles fluctuations de population. Ces trois éléments se combinent dans des proportions variables difficiles, pour ne pas dire impossibles, à départager. Il convient donc d'être prudent dans les termes utilisés pour désigner la situation du rat noir. Aussi nous parlerons de dynamiques d'invasion plutôt que d'invasion pour rendre compte du caractère multi-étapes du processus d'invasion sans statuer sur son succès ou non.

### **3.2.4 Les données d'archives relatives aux petits mammifères**

Au Sénégal Oriental, les données d'archives nous permettent de retracer la dynamique d'invasion du rat noir à l'échelle des localités sur une période de près de 30 ans. Depuis les années 1980, le Sénégal fait l'objet de piégeages commensaux réguliers. Aussi, il existe d'abondantes informations d'archives qui sont stockées au sein de la Base de Données des Rongeurs Sahélo-Soudaniens produite et gérée par le CBGP (Duplantier et al., 2009). Cette base de données regroupe les résultats géolocalisés des captures de petits mammifères au Sénégal depuis 1986.

Ces données d'archives s'accompagnent d'une littérature scientifique associée à ces piégeages. Il s'agit principalement des publications de l'Institut de Recherche pour le Développement, du CBGP, de l'Institut Pasteur de Dakar (ex-ORSTOM). Nous devons mentionner en particulier quelques contributions incontournables. Avant tout, la synthèse exhaustive réalisée par Granjon et Duplantier (2009) sur les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. Puis, concernant plus spécifiquement le rat noir, un article fondateur de Duplantier et al. (1991) sur la répartition de *R. rattus* à l'aube des années 1990 qui prédit l'invasion du rat vers le sud du Sénégal, et le mémoire de Bâ (2002) centré sur la ville de Kédougou et qui confirme cette progression du rongeur, enfin la thèse de Konečný (2009) et les publications associées dont Konečný et al. (2013) qui proposent un scénario de l'invasion du rat noir au Sénégal et dans les marges sud-est à partir de données historiques et génétiques.

---

<sup>50</sup> Par exemple, il existe des fluctuations saisonnières de populations. Voir notamment Granjon et Duplantier (2009) sur les fluctuations saisonnières selon chaque espèce.

### **3.3 Le matériel géographique**

Le matériel dit « géographique » se rapporte aux caractéristiques spatiales, sociales, économiques, environnementales des espaces, des localités et des concessions sélectionnées. Tout comme les informations relatives aux petits mammifères, ce matériel de nature varié est issu de sources primaires récoltées sur le terrain par entretiens, enquêtes, et observations, entre avril 2013 et juillet 2014, mais aussi de données secondaires dites d'archives.

#### **3.3.1 La collecte des données primaires d'enquêtes et d'observations**

Le matériel géographique primaire renvoie à trois principaux niveaux de collecte : régional, villageois, et domiciliaire. À chaque niveau, il vise à caractériser les espaces et les lieux, notamment pour ce qui est de mises en liens.

##### *3.3.1.1 Dynamiques sociales et spatiales régionales*

Au niveau régional, des entretiens semi-directifs ont été menés auprès de plusieurs acteurs institutionnels. Ils ont été réalisés par moi-même accompagnée d'Omar Sall, traducteur-enquêteur, tout au long des périodes d'enquêtes, en particulier de manière plus ciblée entre mai et juillet 2014.

Les dynamiques des espaces et des lieux ont été appréhendées auprès de certains acteurs incontournables du territoire : les présidents ou agents de développement de communauté rurale, les agences régionales de développement (ARD), les services régionaux d'appui au développement local (SRADL), la division régionale agricole, l'agence nationale de conseil agricole et rural (ANCAR) pour la zone du Sénégal Oriental et de Haute Casamance, la Société de Développement et des Fibres Textiles du Sénégal (SODEFITEX) en tant qu'acteur de la production cotonnière mais aussi du développement rural.

D'autres acteurs ont fait l'objet d'entretiens sur des thématiques ciblées, notamment les académies scolaires qui nous ont permis d'appréhender les flux marchands liés aux approvisionnements des cantines scolaires, l'agence de gestion des routes (Ageroute) qui nous a offert un aperçu de l'évolution du réseau routier régional, et les districts sanitaires qui nous ont permis d'aborder la question des moyens de prévention et de lutte contre les zoonoses. Des informations ponctuelles sur la lutte contre les rongeurs ont été également recherchées auprès des Eaux et Forêts et de la Direction de la Protection des Végétaux (DPV).

De ces entretiens, nous disposons d'informations majoritairement qualitatives sur les caractéristiques des espaces et les dynamiques socio-spatiales régionales, dont certains éléments précis sur des thèmes d'intérêts particuliers.

### *3.3.1.2 Caractérisation géographique des localités*

Au niveau villageois, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs auprès des acteurs locaux. Ces entretiens ont été menés par moi-même accompagnée d'Omar Sall durant deux principales campagnes de terrain entre avril et juin 2013 (photo 3). Les informations collectées portent sur les caractéristiques démographiques, sociales, économiques, historiques, commerciales, et des transports des localités. Pour cela, nous avons interrogé les chefs de village ou les maires et délégués de quartier, généralement accompagnés des notables du village.

Nous avons également récolté des informations thématiques ciblées auprès des acteurs pertinents : commerçants, acteurs de santé et associatifs, responsables des garages, responsables des magasins de stockages des produits agricoles.

Les données collectées ont été saisies dans une base de données qui regroupe une cinquantaine de variables de nature qualitative (catégorielle) et parfois quantitative caractérisant les localités d'enquêtes. (Annexe 2)



*Photo : P. Handschumacher, 2013*

Photo 3 Les enquêtes géographiques au niveau villageois

### *3.3.1.3 Approvisionnements des boutiques villageoises*

Au cours de ces mêmes périodes, des entretiens semi-directifs plus détaillés ont été menés dans certaines localités auprès des boutiquiers quant aux approvisionnements marchands. Ils concernent les modes, les routes, les origines, les fréquences, et les temporalités des approvisionnements des boutiques.

### 3.3.1.4 Mobilités des individus

Au niveau domiciliaire nous avons réalisé des enquêtes par questionnaire auprès des ménages de 18 localités. Au sein de ces 18 localités, 442 concessions qui regroupent 6 673 individus ont fait l'objet d'enquêtes. Les concessions échantillonnées pour ces enquêtes sont issues des sélections préalables des équipes de mammalogistes, virologues, et entomologistes du projet CHANCIRA<sup>51</sup>. L'identification des concessions a été possible en se basant sur les points GPS, l'identification du chef de famille, et la confirmation auprès des résidents de la concession des prospections biologiques précédentes. L'enquête par questionnaire fermé a porté sur l'ensemble des membres résidents de la concession au moment du passage<sup>52</sup>. Le chef de famille est le répondant par défaut, mais en pratique il est souvent accompagné d'autres membres de la concession. (Annexe 3)

Une première série d'enquêtes pilotes a été préalablement menée afin de tester le questionnaire dans neuf concessions appartenant à sept localités tests, en juillet 2013<sup>53</sup>. Les enquêtes se sont ensuite déroulées durant trois campagnes de collecte entre septembre et novembre 2013 auprès de l'échantillon de concessions mentionné précédemment. Les questionnaires ont été administrés par une équipe de cinq enquêteurs<sup>54</sup> et moi-même.

---

<sup>51</sup> Rappelons que les logiques de constitution des échantillons de concessions sont différentes selon les disciplines. Pour les mammalogistes, il s'agit avant tout de maximiser la couverture spatiale villageoise tout en ciblant certains lieux en raison de leur intérêt vis-à-vis de la situation rodentologique. Les prospections virologique et entomologique exigent un échantillon statistiquement représentatif et de dimension suffisamment pour permettre la généralisation des résultats en vue d'une analyse épidémiologique. Ces concessions ont donc été choisies par tirage au sort aléatoire. De plus, l'échantillonnage entomologique intègre un critère supplémentaire à travers une sélection des concessions selon un gradient centre-périphérie. Nos enquêtes se sont déroulées dans les concessions des échantillons rodentologique, virologique, et entomologique, à l'exception des bâtiments commerciaux (boutiques, ateliers, etc.).

<sup>52</sup> Un individu est résident s'il habite (dort et partage les repas) dans la concession sans y être absent depuis plus de 6 mois lors de l'enquête. Les individus qui ne répondent pas à ces critères sont considérés comme visiteurs et sont mentionnés dans les observations d'enquêtes. Précisons également que le niveau d'enquête est bien la concession au sens physique et non le ménage au sens nucléaire.

<sup>53</sup> Les communes de Tambacounda et Kédougou, et les villages de Hamdalaye Pont (le long de RN° 7, en amont du Parc National), Barafouté, Bantako, Dalafé (le long de la route bitumée avant Saraya), et Médina Oumar (en retrait de la RN° 1).

<sup>54</sup> Par ordre alphabétique : Dansokho M., Diagne A., Cisse Kante C., Sall O., Wone A. La réalisation technique des bases de données a bénéficié de l'aide de J. Le Fur (CBGP).

Les données collectées dans ces enquêtes et que nous sollicitons dans cette thèse concernent les mobilités des individus des concessions enquêtées<sup>55</sup>. Pour chaque résident recensé, nous avons reconstitué les déplacements réalisés durant la dernière année que nous avons répartis en trois périodes distinctes : hivernage précédent (soit un an auparavant), saison sèche, dernier mois. Pour chaque déplacement nous avons noté la période, la destination, la ou les escales éventuelles, le motif, la durée du déplacement en nombre de jours, la fréquence estimée, ainsi que des observations éventuelles. Chaque destination mentionnée a ensuite été géolocalisée dans un système d'information géographique (logiciel Arc GIS) et pour chaque couple origine-destination nous avons calculé la distance à vol d'oiseau. Par ailleurs, les motifs et les fréquences ont été codés a posteriori en différentes catégories.

### **3.3.2 La collecte des données de littérature et d'archives**

Les informations géographiques issues de sources secondaires nous permettent de compléter notre diagnostic des dynamiques socio-spatiales du sud-est sénégalais, d'obtenir certaines informations factuelles (démographie, activité commerciale, etc.), mais aussi de confirmer ou compléter les données récoltées au niveau des localités ou au niveau régional. Elles ont été récoltées tout au long du processus de recherche. Ce matériel relève en premier lieu de la littérature scientifique, en particulier les contributions des géographes consacrés au Sénégal Oriental. Nous pouvons à ce titre mentionner la thèse de Ninot (2003) qui porte sur la vie de relations dans le sud-est sénégalais, les différentes contributions issues du Programme Sénégal Oriental mené par l'IRD en partenariat avec l'UCAD à la fin des années 1990 et au début des années 2000, ainsi que les travaux plus récents sur les dynamiques relatives au développement de l'exploitation minière dans l'extrême sud-est (par exemple, Greig, 2009 ; Diallo, 2009 ; Mbodj, 2011 ; Niang, 2012).

La littérature grise s'est également révélée riche d'information à travers de nombreux documents institutionnels : les Situation Économique et Sociales annuelles produites par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), les diagnostics socio-économiques régionaux et locaux en vue de l'établissement des documents de planification territoriale (notamment ceux réalisés par le bureau d'études

---

<sup>55</sup> Les enquêtes réalisées ont également concerné les caractéristiques socio-économiques des individus et des concessions, l'environnement domiciliaire et péri-domiciliaire, les pratiques de stockage de vivres et d'eau, les mesures de protection contre les moustiques et les rongeurs, la présence d'animaux, la perception des rongeurs, et les recours aux soins durant le mois précédent l'enquête. Au final, nous avons obtenu environ 200 variables, principalement de nature qualitative, relatives aux concessions et aux individus enquêtés.

GERAD), les plans d'aménagement à différentes échelles, ainsi que les rapports thématiques de divers organismes.

### **3.4 Les méthodes et les outils de traitement des données**

Nous avons vu dans le chapitre précédent que l'exploitation des données relatives au rat noir et géographiques sollicite des méthodes mixtes, quantitatives et qualitatives. Le traitement de ces données doit nous permettre de mettre en évidence la variabilité spatiale de la distribution du rat noir, celle des caractéristiques géographiques des localités échantillonnées, puis les relations éventuelles entre ces informations. Enfin la dernière étape consiste à révéler et analyser le sens de ces répartitions spatiales et de leurs relations, et les processus qui participent à leurs façonnements. Nous passons donc par plusieurs étapes depuis l'état des lieux de la distribution spatiale du rongeur jusqu'à l'explication des processus à l'origine de cette géographie particulière. Pour cela nous avons notamment recours à des outils cartographiques et statistiques. L'ensemble des analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel libre d'exploration des données TANAGRA (Rakotomalala, 2005), du module en ligne de tests statistiques (Institut Pierre Louis UMR S 1136 et al., 2012), tandis que les représentations cartographiques sont effectuées à l'aide du logiciel Arc GIS.

#### **3.4.1 Décrire la distribution spatiale du rat noir au Sénégal oriental**

Le point de départ de notre démonstration s'appuie sur un état des lieux des peuplements rodentologiques du sud-est sénégalais, en particulier une image actualisée de l'aire de répartition du rat noir parmi les localités échantillonnées. Cette étape est avant tout descriptive : nous présentons à l'aide de statistiques univariées les résultats des captures de petits mammifères, et nous dressons des représentations cartographiques des différentes variables relatives au rat noir exposées précédemment.

#### **3.4.2 Faire un tri préliminaire des variables géographiques**

Nous souhaitons ensuite obtenir une image des disparités des caractéristiques géographiques des localités échantillonnées. Le nombre très élevé de variables géographiques nous incite à réaliser un tri préliminaire des variables à inclure dans nos analyses : il s'agit de sélectionner les variables les plus pertinentes au regard du sens qu'elles véhiculent, mais aussi de leur capacité à caractériser les localités les unes par rapport aux autres. Autrement dit, nous souhaitons inclure dans notre analyse les variables qui permettent de discriminer les localités d'un point de vue spatial et

thématique. Cette présélection se base sur un regroupement des informations par thématique (commerce, transport, démographie, etc.), puis au sein de chaque thématique une exploration des variables à l'aide de représentations cartographiques, de statistiques descriptives pour les variables quantitatives (moyenne, écart type, etc.), ou des tableaux de fréquences pour les variables qualitatives. Des analyses statistiques croisées entre les différentes variables nous permettent également d'éliminer l'information redondante. De plus, nous procédons à une catégorisation des variables quantitatives (qui sont minoritaires). Pour cela, nous étudions d'abord la distribution de la variable et nous regroupons les valeurs selon la partition la plus pertinente, généralement une discrétisation selon les seuils naturels.

### **3.4.3 Synthétiser des données multiples à l'aide d'outils statistiques**

L'étape précédente nous permet d'aboutir à un jeu de données géographiques restreint et pertinent pour décrire les localités au regard d'un certain nombre de variables thématiques. En particulier, ces variables sont le reflet des caractéristiques directes ou indirectes de mises en liens des localités. Si l'analyse de chacune de ces variables nous offre quelques renseignements (maximum, minimum, fréquence, etc.), il semble plus intéressant d'obtenir une synthèse de l'ensemble des variables, et plus encore de regrouper les localités dans un nombre réduit de groupes aux profils singuliers.

Pour réaliser cette typologie géographique des localités, nous choisissons d'avoir recours à une méthode de classification hiérarchique sur composantes principales (Husson et al., 2010). Cette méthode se décompose en deux étapes (figure 4). Premièrement nous sollicitons une technique exploratoire d'analyse de données multivariées qui nous permet d'augmenter la lisibilité des caractéristiques géographiques des localités en réduisant les multiples variables à quelques composantes principales ou facteurs. De plus, elle nous permet de passer des variables qualitatives initiales à des variables quantitatives grâce aux coordonnées des localités sur les composantes principales. Dans une seconde étape, nous utilisons ces coordonnées pour réaliser une classification et obtenir ainsi différents groupes de localités interprétables selon leurs caractéristiques.

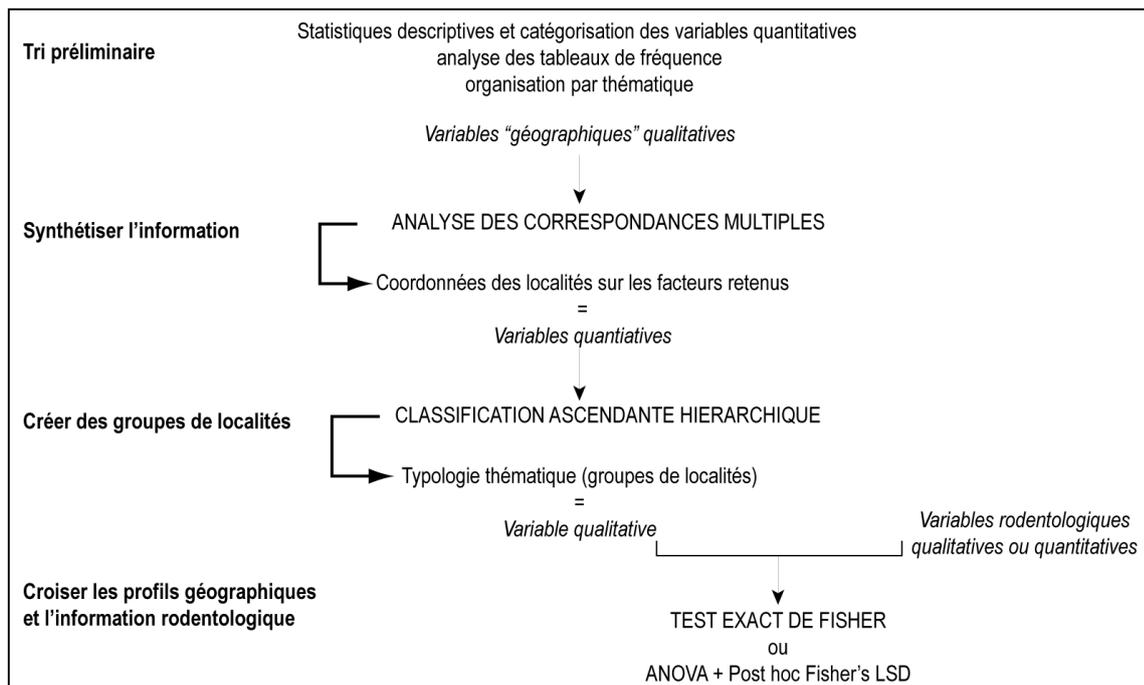


Figure 4 Les étapes d'analyses de la classification hiérarchique sur composantes principales

Compte tenu de notre approche exploratoire et hypothético-déductive, nous appliquons cette méthode sur trois jeux de données distincts qui correspondent chacun à une thématique particulière que nous détaillerons par la suite : les activités économiques, la connectivité structurelle au réseau routier et de transport, et les caractéristiques relatives à l'activité marchande et agricole. Pour chacune de ces trois thématiques nous obtenons donc une typologie qui comprend un certain nombre de groupes de localités. Autrement dit, pour chaque typologie thématique, chacune des 32 localités est caractérisée par son appartenance à un groupe. Les trois typologies obtenues sont considérées comme trois nouvelles variables catégorielles dont les modalités correspondent aux groupes identifiés. À partir de ces trois nouvelles variables, nous réalisons une dernière typologie dite synthétique en appliquant la même méthode d'analyse multivariée et de classification sur les composantes principales. Dans ce qui suit, nous détaillons les techniques statistiques sollicitées.

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une méthode statistique multidimensionnelle. Il s'agit d'une extension de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), mais qui est adaptée aux données qualitatives catégorielles dont nous disposons (Abdi, Valentin, 2007 ; O'Sullivan, Unwin, 2003 ; Greenacre, Blasius, 2006). À partir d'un tableau de données constitué d'observations, ici les localités, décrites par plusieurs variables, ici les caractéristiques géographiques thématiques, cette méthode consiste à résumer et hiérarchiser l'ensemble de l'information à travers un nombre plus restreint de facteurs ou composantes principales.

Les sorties du modèle comprennent les pourcentages d'inertie des différents facteurs (représentés sous la forme d'un histogramme), les coordonnées des modalités et leur contribution à l'inertie sur chaque facteur, une représentation graphique de l'ensemble des modalités et des observations sous la forme d'un nuage de points à deux dimensions. Plus précisément, les facteurs forment des axes sur lesquels sont projetées graphiquement les modalités des variables et les observations. La forme du nuage de points dépend du positionnement des observations et des modalités sur chaque facteur considéré : plus les modalités ou les localités se ressemblent, plus la distance qui les sépare est faible, et inversement.

Chaque axe factoriel synthétise une partie de l'information contenue par l'ensemble des variables du modèle. Plus précisément, chaque facteur est caractérisé par une certaine combinaison de modalités selon leur significativité<sup>56</sup> et la contribution qu'elles exercent. Pour interpréter le modèle, il convient de retenir les facteurs qui exercent la plus grande contribution, puis d'explorer le sens de l'information portée par chacun des facteurs ainsi retenus, c'est-à-dire en analysant les modalités qui le définissent selon leurs contributions et leurs positions (négative ou positive) sur ce facteur. De fait, les axes factoriels forment des éléments de différenciation des individus exprimés par la combinaison des variables incluses dans le modèle. *In fine*, l'ACM nous permet de mettre en évidence les éléments majeurs de différenciation des localités au regard des variables intégrées dans l'analyse.

La seconde étape de notre analyse consiste à établir des groupes distincts de localités, pour chaque thématique puis pour la typologie synthétique, à l'aide d'une technique de classification. Nous avons recours à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) qui requiert des données quantitatives continues (Nakache, Confais, 2004 ; O'Sullivan, Unwin, 2003). Nous réalisons donc cette analyse en incluant comme données d'entrée les coordonnées des localités sur les axes factoriels retenus dans l'ACM thématique ou synthétique précédemment réalisée. La CAH utilise ensuite la distance euclidienne et le critère d'agrégation de Ward pour créer des classes de localités homogènes en leur sein et hétérogènes entre elles.

Les sorties de l'analyse comprennent un arbre hiérarchique ou dendrogramme qui permet d'apprécier la partition optimale des groupes en complément du calcul automatique proposé par le logiciel, et une représentation graphique qui projette les localités selon leur groupe dans un plan factoriel à deux dimensions. Ce plan factoriel correspond aux facteurs retenus dans l'ACM considérée, généralement le premier et le

---

<sup>56</sup> Cependant, contrairement à une ACP, la significativité ( $\text{COS}^2$ ) des variables a peu d'intérêt dans l'interprétation des facteurs de l'ACM.

second facteur. Les différents groupes de localités sont ensuite interprétés en fonction des variables et des modalités, des axes factoriels définis précédemment, mais aussi des individus eux-mêmes selon les connaissances que nous en avons.

Les résultats de ces analyses statistiques, en particulier les groupes issus des typologies, sont systématiquement cartographiés afin de décrire et d'analyser les regroupements spatiaux qu'ils opèrent.

### 3.4.4 Croiser les données géographiques et relatives au rat noir

Grâce à l'étape précédente, nous identifions plusieurs profils géographiques des localités au regard de leurs facteurs de mises en liens. Les 32 localités sont donc maintenant décrites par une série de quatre nouvelles variables (trois thématiques et une synthétique) qui correspondent aux typologies. À travers ces variables, nous mettons en évidence des disparités socio-spatiales des localités du sud-est sénégalais. Nous souhaitons maintenant croiser ces informations avec les variables relatives au rat noir afin d'explorer la variabilité de la distribution du rongeur au regard de la variabilité des profils géographiques. Autrement dit, nous nous demandons : est-ce que la distribution du rat noir varie selon les profils géographiques des localités ? Le croisement de l'information est réalisé sur l'échantillon commun de 27 localités.

Les variables géographiques étant qualitatives, la nature des variables relatives au rat noir nous guide dans le choix des tests statistiques appropriés (Prins et al., 2012) (tableau 3). Par ailleurs, pour l'ensemble des tests statistiques nous considérons le seuil conventionnel de signification tel que  $p < 0,05$ , c'est-à-dire que nous acceptons un risque maximum d'erreur de première espèce de 5 %.

Tableau 3 Récapitulatif des tests statistiques employés selon les variables considérées

Nature de la variable relative au rat noir	Variable relative au rat noir	Test statistique
Qualitative binaire	Détection spécifique Dominance numérique	Test exact Fisher
Quantitative continue	Proportion relative	Analyse des variances (ANOVA/Welch ANOVA) + post-hoc Fisher's LSD

Nous recourons à un test exact de Fisher (Rakotomalala, 2013) pour apprécier la relation entre les variables géographiques et les variables qualitatives binaires relatives au rat noir (détection spécifique, dominance numérique). Ce test est utilisé lorsque les conditions de validité du test d'indépendance du Khi deux ne sont pas remplies. Il est effectué sur un tableau de contingence et permet de tester la significativité des différences de proportions des observations selon les modalités croisées des variables qualitatives, selon l'hypothèse nulle que les deux variables considérées sont indépendantes (Rakotomalala, 2008).

Pour la variable quantitative « proportion relative de rat noir » nous choisissons un test paramétrique tout en vérifiant ses conditions de validité (indépendance des échantillons, normalité des distributions, égalité des variances). En effet, bien que les tests non paramétriques soient moins contraignants vis-à-vis de ces conditions, et en particulier dans le cas de petits échantillons, ils s'avèrent moins puissants. Nous utilisons un test de comparaison des moyennes pour plus de deux échantillons (ici les groupes géographiques), c'est-à-dire une ANOVA (analyse de variance) qui a l'avantage d'être robuste par rapport aux écarts aux conditions de validité (Rakotomalala, 2013). L'ANOVA requiert l'égalité des variances de la variable quantitative entre les groupes. Lorsque cette condition n'est pas vérifiée, nous avons recours au test de Welch ANOVA.

L'ANOVA permet de comparer les variations de la variable quantitative relative au rat noir dans chaque groupe géographique et de tester si ces variations s'écartent de manière significative de la valeur 0. L'hypothèse nulle est qu'il n'existe pas de différences quant aux moyennes de la proportion relative de rat noir entre les groupes. L'analyse de variance exprime donc la variabilité interclasse, c'est-à-dire entre groupes, de la distribution de la proportion relative de rat noir. Lorsque le test est significatif, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et affirmer qu'au moins une des distributions de la proportion relative de rat noir varie d'une autre distribution selon le groupe considéré. Autrement dit, au moins un groupe de localités se comporte différemment au regard de la proportion relative de rat noir. En revanche, elle ne permet pas de distinguer quelles paires de groupes sont concernées par cette variation. Pour cela, nous recourons à un test post-hoc qui compare les échantillons deux à deux, le test de Différence Significative Minimale ou LSD (Least Significant Difference) de Fisher (Williams, Abdi, 2010).

### 3.4.5 Donner du sens aux résultats statistiques

Les traitements statistiques réalisés jusqu'ici nous permettent de tester certaines hypothèses et d'explorer les relations entre variables, en particulier grâce au croisement des informations relatives au rat noir et géographiques. Cependant, si nous mettons en évidence des relations écologiques ou statistiques (au seuil de signification retenu !), ces dernières ne préjugent pas du sens à donner à ces relations, ni des mécanismes à l'œuvre dans leurs façonnements, moins encore d'une quelconque causalité. En d'autres termes, ces résultats sont un indice qu'il « se passe quelque chose », mais sans permettre d'expliquer quoi, ni comment. Ils forment donc des panneaux indicateurs susceptibles d'orienter l'interprétation, mais ils ne s'y substituent pas.

Seule une analyse qualitative peut nous permettre de « faire parler » ces relations statistiques, et plus précisément les espaces et les lieux où elles s'expriment. Il s'agit alors d'éclairer les processus qui conduisent au façonnement de ces inégalités spatiales. Cette démarche mobilise l'ensemble du matériel géographique récolté lors des différentes enquêtes et observations, et au travers de la littérature. Nous la mettons en œuvre en ayant recours au cadre conceptuel et théorique exposé précédemment. En outre, nous nous dégageons des échelles de collecte de données au profit des échelles d'interprétations qui consistent bien à une mise en relation des différents niveaux spatiaux, temporels, et sociaux pertinents. Enfin, nous devons également questionner les implications des résultats au regard de notre problématique, tant vis-à-vis du cadre théorique que des dimensions appliquées.

\*\*\*

Dans ce chapitre nous avons exposé le matériel relatif au rat noir et géographique à partir duquel nous fondons notre analyse, ainsi que les méthodes de traitement auxquelles nous avons recours. La collecte de ce matériel, tout comme son traitement, répond à des choix dont nous avons souligné la cohérence vis-à-vis du cheminement méthodologique et de la posture scientifique adoptés précédemment. Les modes de production et la nature des données ont des avantages et des contraintes que nous nous sommes attaché à expliciter. De même, nous avons justifié le recours aux méthodes statistiques retenues.

Le matériel et les méthodes que nous sollicitons ont pour but d'établir un diagnostic des dynamiques des espaces et des lieux, des caractéristiques rodentologiques du sud-est sénégalais, puis d'explorer les relations entre ces deux informations avant d'en proposer un modèle interprétatif et explicatif. Nous pouvons maintenant entamer notre démonstration sur des fondements théoriques, conceptuels, et techniques solides et pertinents.

## **CONCLUSION DE PARTIE**

À l'issue de cette première partie nous comprenons la pertinence, les enjeux, et la complexité de notre problématique qui croise transformations des mises en liens et des espaces, et dynamiques spatio-temporelles des risques zoonotiques. Nous disposons d'un cadre théorique sur lequel fonder notre démonstration. En adoptant une approche constructiviste et systémique, nous choisissons de rechercher dans les constructions territoriales des sociétés, la production de systèmes socio-spatiaux vulnérables aux dynamiques du risque, plus précisément à la diffusion spatiale d'un hôte. Nous appliquons cette démarche dans le sud-est du Sénégal, périphérie rurale ouest-africaine en mutation, et à travers l'invasion du rat noir. Nous disposons pour cela d'un matériel relatif au rat noir et géographique à plusieurs niveaux spatiaux et temporels, ainsi que d'outils statistiques et cartographiques pour leur traitement, puis de grilles de lecture qualitatives pour leurs interprétations et leurs explications.

Nous nous inscrivons dans l'héritage d'une géographie des maladies tout en proposant de contribuer aux réflexions sur les processus de diffusion spatiale au-delà d'une approche strictement positiviste. En cela, nous souhaitons réinscrire les dynamiques spatio-temporelles et la production du risque dans les systèmes territoriaux. Nous entendons ainsi participer aux débats sur les risques de zoonoses émergentes en réponse aux transformations contemporaines des espaces, en particulier face aux modifications des aires de répartition des hôtes invasifs. De plus, nous souhaitons enrichir le débat géographique sur les processus de diffusion spatiale.

Le point de départ de notre démonstration consiste à réaliser un diagnostic des dynamiques d'invasion du rat noir et des transformations spatiales du Sénégal Oriental jusqu'aux caractéristiques actuelles des localités échantillonnées pour l'étude du processus de diffusion du rongeur.



## **Partie II**

### **TERRITOIRES DU RAT, TERRITOIRES DE L'HOMME : RELIER LES DYNAMIQUES D'INVASION DU RAT NOIR ET LES DYNAMIQUES SPATIALES DES SOCIETES**

Dans la partie précédente, nous avons précisé notre cadre théorique et le fil conducteur de notre démonstration. Le rat noir est établi en tant qu'objet géographique face aux mutations des confins orientaux du Sénégal, il est révélateur des dynamiques spatiales des sociétés. Nous sommes alors invités à une analyse croisée des territoires du rat et des territoires de l'homme.

Dans cette seconde partie, nous dressons un diagnostic des dynamiques d'invasion du rat noir et des transformations territoriales du sud-est sénégalais, de l'échelle nationale à l'échelle locale. À travers l'articulation des échelles spatiales et temporelles pertinentes, nous examinons la construction de ces territoires et leurs multiples déterminants historiques, politiques, économiques, écologiques.

Cette partie se décompose en trois chapitres. Le chapitre 4 retrace les dynamiques historiques d'invasion du rat noir au Sénégal. Il se termine par la description de la répartition spatiale actuelle du rongeur dans les localités du Sénégal Oriental, telle que révélée par les piégeages commensaux de petits mammifères. Dans les chapitres suivants nous montrons comment les acteurs territoriaux construisent des espaces singuliers (chapitre 5), et façonnent les dynamiques de mises en liens au Sénégal Oriental (chapitre 6). Enfin, le chapitre 7 se consacre au diagnostic géographique des localités échantillonnées.



## **Chapitre 4**

### **Les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir**

Le rat noir est une espèce invasive dont l'expansion de l'aire de répartition repose avant tout sur les transports offerts par l'homme. C'est également un rongeur commensal et un hôte de zoonoses tel que son invasion participe aux dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux potentiel.

Ce chapitre dresse un état des lieux des dynamiques d'invasion du rat noir au Sénégal. Il s'appuie, sur les données de littérature, d'archives, et de terrain pour éclairer la répartition et la progression du rongeur à plusieurs échelles temporelles et spatiales. Nous montrons comment les dynamiques historiques et contemporaines d'invasion de l'hôte apparaissent en reflet des dynamiques de mises en liens des espaces et des conditions écologiques des milieux.

Dans un premier temps, nous nous intéressons à l'invasion historique du rat noir à l'échelle nationale. Cette sous-partie se clôture sur l'introduction du rongeur dans les marges sud-est du Sénégal à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle. Nous présentons ensuite son aire de répartition actuelle parmi les localités du sud-est sénégalais. À travers les différentes variables relatives au rat noir, nous mettons en évidence des disparités spatiales et temporelles de distribution du rongeur.

## **4.1 L'invasion historique du rat noir au Sénégal**

Konečný (2009) et Konečný et al. (2013) ont retracé les chemins d'introduction et de diffusion du rat à l'échelle nationale depuis le XV<sup>ème</sup> siècle (Carte 5) en s'appuyant sur les sources historiques, les résultats des piégeages de petits mammifères commensaux depuis les années 1980 (Duplantier et al., 2009), et des investigations génétiques sur les populations de *Rattus rattus*.

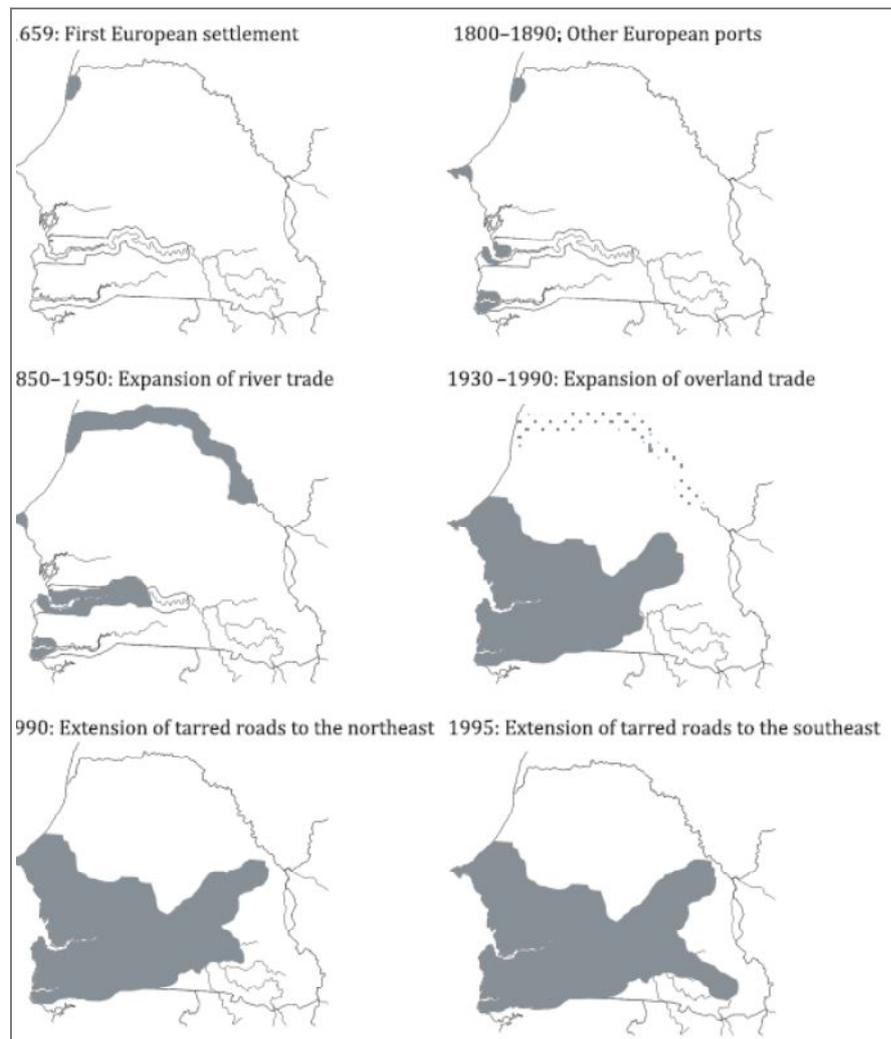
L'invasion historique du rongeur est fortement liée à la conquête territoriale coloniale, en particulier au développement du commerce et des transports marchands qui l'accompagnent dans des contextes bioclimatiques inégalement favorables. En revanche, le Sénégal Oriental, confins du territoire colonial puis périphérie nationale, est tardivement atteint par le rat noir dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle à la faveur de nouvelles dynamiques de mises en liens.

### **4.1.1 Conquête territoriale et chemins d'introduction du rat noir : les transports marchands, supports de l'invasion biologique**

Au XV<sup>ème</sup> siècle, le rongeur originaire d'Asie du Sud-Est est présent dans toute l'Europe. Les premiers spécimens de *Rattus rattus* qui sont introduits au Sénégal remonteraient donc à l'arrivée des navires portugais à l'embouchure du fleuve Sénégal<sup>57</sup>. Les comptoirs côtiers qui se développent le long de la façade atlantique entre la fin du XV<sup>ème</sup> siècle et le XIX<sup>ème</sup> siècle (Saint Louis, Banjul, Dakar, Ziguinchor) (Rosevear, 1969 ; Sinou, 1993) offrent autant de lieux possibles pour l'introduction régulière du rat et son implantation. Cependant, Duplantier et al. (1991) puis Konečný et al. (2013) soulignent que jusqu'au développement du commerce fluvial, la présence du rat demeure sans doute restreinte à ces comptoirs, le long de la côte. D'après Konečný et al. (2013), la progression du rat noir à l'intérieur du pays s'appuie ensuite sur la conquête territoriale coloniale.

---

<sup>57</sup> Le rat noir s'est notamment répandu dans le monde au gré des transports maritimes et fluviaux ce qui lui vaut le surnom de « rat des bateaux » (*ship rat*).



Source : (Konečný et al., 2013). Les zones représentées en gris illustrent l'aire approximative de répartition du rat noir.

Carte 5 L'invasion historique du rat noir au Sénégal

L'organisation de l'espace sénégalo-malien alimente le projet d'un grand empire de l'Afrique Occidentale Française (Ninot, 2003). Elle repose sur la conquête spatiale des terres ouest-africaines depuis la façade atlantique jusqu'à l'actuel Mali, et sur la sécurisation du commerce d'exportation des produits de la colonie. La construction du territoire colonial se déploie donc d'ouest en est selon une logique d'axe guidée par des intérêts à la fois militaires et commerciaux<sup>58</sup>. Elle s'appuie sur des grandes voies de

<sup>58</sup> Principalement l'arachide et la gomme arabique. Ninot (2003, p. 64) livre une synthèse de l'évolution du commerce, des transports, et de la construction territoriale durant la période coloniale. La progression d'ouest en est s'établit en trois phases majeures : 1) l'établissement des comptoirs côtiers entraîne le détournement des circuits commerciaux précoloniaux ; 2) après cette première phase de repli, une phase d'expansion vers l'est au gré des voies fluviales, puis ferroviaire ; 3) enfin, la mise en place et le renforcement du commerce de traite à l'intérieur du pays.

circulations, fluviales, puis ferroviaires, et enfin routières, qui relient l'intérieur du continent aux débouchés atlantiques. Ces réseaux de transport constituent des supports privilégiés de l'invasion du rat noir. Par exemple, le commerce fluvial se développe le long du fleuve Sénégal (actuelle frontière sénégal-mauritanienne), et du fleuve Gambie (actuelle Gambie), jusqu'à atteindre son apogée au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Il permet alors au rat de progresser des ports jusqu'aux postes militaires et aux comptoirs commerciaux établis le long de ces axes fluviaux. La présence du rongeur est ainsi attestée par plusieurs spécimens retrouvés à l'ancien poste militaire de Bakel qui est situé à l'extrémité du haut fleuve Sénégal, et à Kantaur et Maka Colibantang en Gambie (Rosevear, 1969).

À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le commerce s'intensifie et se transforme de telle manière que le modèle de la traite succède à celui de comptoirs. Pour soutenir cette nouvelle activité commerciale, le pouvoir colonial lance un grand projet de voie ferroviaire qui doit relier le port de Dakar à la partie navigable du fleuve Niger, à Koulikoro, au Mali. Le rail se met progressivement en place à l'intérieur de l'espace sénégalais entre la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup> siècle. Au Sénégal, le trafic ferroviaire accompagne la mise en place du bassin arachidier dans le centre-ouest du pays. Pour les autorités coloniales la ligne ferroviaire devient un « outil d'intégration des escales dans l'espace économique » (Sakho, 1991 p. 100), mais pour le rat noir elle constitue un chemin alternatif d'invasion face au déclin du trafic fluvial sur lequel nous reviendrons par la suite.

À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, Rochebrune (1883) atteste que le rongeur occupe « toute la Sénégambie » tandis que sa présence est confirmée au Mali en 1931 (Rosevear, 1969). Cependant Duplantier et al. (1991) soulignent que peu d'informations permettent d'identifier précisément les étapes de progression du rat à l'intérieur des terres sénégalaises depuis le XVII<sup>ème</sup> siècle. Par ailleurs, au début du XX<sup>ème</sup> siècle, plusieurs épidémies de peste frappent les villes côtières et le nord-ouest du Sénégal. Le rat noir est le principal réservoir de la maladie, mais ces épidémies ne permettent pas d'obtenir une image claire de son implication, ni de sa répartition. En effet, à ses débuts, la maladie serait avant tout caractérisée par une transmission interhumaine et elle est confinée dans un petit espace au nord-ouest du pays<sup>59</sup> (M'Bokolo, 1982). Les investigations quant à la faune rodentologique ne permettent guère plus que l'identification tardive de spécimens de rat noir à Dakar (Cazanove, 1932 ; M'Bokolo, 1982).

---

<sup>59</sup> À proximité de la côte et de la voie ferrée Dakar-Thiès, ainsi que quelques cas importés et foyers sporadiques dans leurs hinterlands.

Au milieu des années 1990, le rat noir est finalement présent dans le tiers sud du Sénégal et en Gambie, à l'exception du Sénégal Oriental dont il n'atteint que les portes, en amont de Tambacounda.

#### **4.1.2 Le Sénégal Oriental, une marge tardivement atteinte par le rat noir**

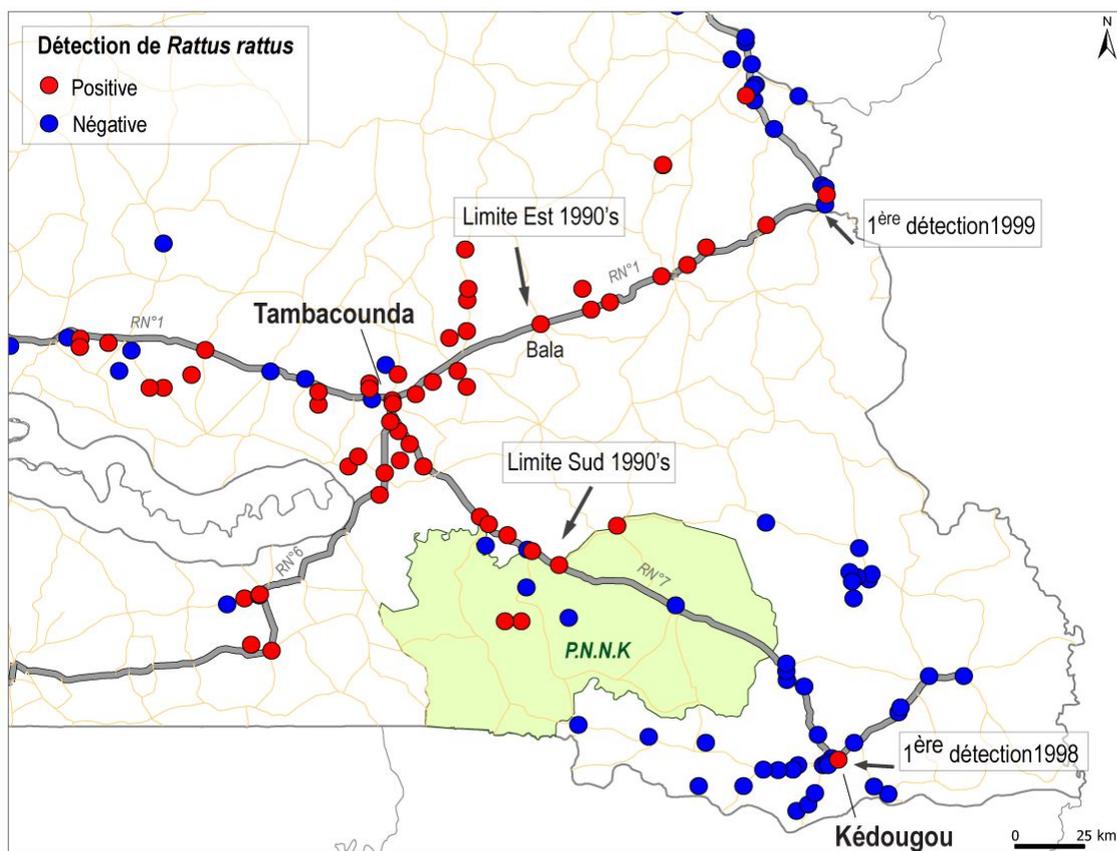
L'arrivée tardive du rat noir au sud-est du Sénégal s'explique avant tout par le caractère marginal de cet espace. Eloigné de la façade maritime, le sud-est sénégalais forme une périphérie tardivement conquise par le pouvoir colonial, puis faiblement intégrée à l'espace national après l'indépendance (Ninot, 2003). Le réseau routier est peu dense et de mauvaise qualité, et les flux régionaux sont négligeables (Van Chi Bonnardel, 1978). Dans ce contexte, les conditions d'introduction et de diffusion du rongeur seraient moins favorables.

La date exacte d'introduction du rat noir au Sénégal Oriental n'est pas connue mais le rongeur serait déjà présent dans les nouveaux villages de Terres Neuves créés au début des années 1970, en amont de Tambacounda (secteur de Méréto). Par ailleurs, les premières captures de petits mammifères commensaux, qui ont lieu dès 1984 dans les alentours de la capitale régionale Tambacounda<sup>60</sup>, attestent de sa présence. Cependant, jusqu'à la fin des années 1990 le rongeur demeure confiné à l'entrée nord du Parc National du Niokolo Koba. Il est notamment présent dans les villages qui ont été relocalisés le long de la route nationale N° 7 suite à l'extension du périmètre du Parc National, en 1969<sup>61</sup>. Pour Duplantier et al. (1991), la connaissance de la date exacte de fondation de ces villages permet d'appuyer l'idée de leur invasion rapide et récente à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle. À l'est, le rat noir n'est pas présent au-delà du village de Bala qui est situé à une cinquantaine de kilomètres de Tambacounda, le long de la route nationale N° 1 menant au Mali. (Carte 6)

---

<sup>60</sup> Le découpage administratif du sud-est sénégalais a changé plusieurs fois depuis l'indépendance. Les termes que nous employons renvoient toujours au découpage actuel (de 2008), c'est-à-dire aux deux régions administratives et à leurs chefs-lieux éponymes, Tambacounda et Kédougou.

<sup>61</sup> Le Parc National est officiellement créé en 1954 à partir d'une ancienne réserve de chasse. Il forme une aire naturelle protégée à des fins de préservation de la grande faune sauvage. Ses limites ont évolué plusieurs fois jusqu'à son dernier agrandissement en 1969. (Larrue, 2002 ; Benoît, 1993)



H. Lucaccioni, 2016. Source : Base de Données des Rongeurs Sahélo-Soudaniens (Duplantier et al, 2009)

Carte 6 L'invasion du rat noir au Sénégal Oriental (1984 - 2011)

L'absence du rat noir au sud du Parc National s'inscrit avant tout dans un contexte d'isolement de la région de Kédougou. Le Parc National s'étend sur 913 000 Ha à l'interface des régions de Tambacounda et de Kédougou. Au sein de cette aire naturelle protégée, l'absence d'implantations et de circulations humaines est un obstacle à la progression du rongeur vers le sud. Cette situation est exacerbée par le fait que l'accès à la région de Kédougou se limite à une seule voie principale, la route nationale N° 7 qui traverse le Parc. Or, jusqu'à la fin des années 1990, cette dernière forme une piste de terre difficilement praticable. En outre, contrairement à la partie septentrionale du sud-est sénégalais, la région de Kédougou n'est pas intégrée au système de production et d'écoulement de l'arachide susceptible de générer des flux de grande ampleur ou des flux régionaux liés à l'activité agricole (Ninot, 2003). Dans la région de Kédougou, les possibilités d'introduction du rat noir *via* les transports marchands sont donc limitées.

Par ailleurs, le rat noir rencontre ici de nouvelles conditions bioécologiques. Il atteint une zone bioclimatique soudano-guinéenne qui lui est pourtant favorable. En revanche, il est confronté à la présence d'un autre rongeur commensal natif de la région,

*Mastomys natalensis*. Ce dernier est un compétiteur capable de compromettre l'installation du rat noir (Duplantier et al., 1991). Pourtant, Bâ (2002, p. 120) précise qu'en Afrique Centrale, le rat noir sort généralement vainqueur de cette compétition.

À l'est, la limite de progression du rat noir apparaît plus surprenante. Selon Duplantier et al. (1991), « les conditions climatiques, comme la physionomie du paysage et des villages » y sont relativement homogènes. En outre, la route nationale N° 1 est susceptible d'offrir des conditions favorables au transport du rongeur. En d'autres termes, le long de cette route ni les conditions de mises en liens, ni les caractéristiques écologiques (en particulier, le climat) ne laissent pressentir un quelconque obstacle à la diffusion du rat noir. Par conséquent, son absence traduirait la limite de son front de progression au début des années 1990 (Duplantier et al., 1991).

Dans les deux dernières décennies, la progression du rat noir s'inscrit dans des dynamiques d'ouverture externe et interne des confins orientaux du Sénégal. Les conditions d'introduction du rat évoluent sensiblement alors que le réseau routier bitumé s'étend vers le sud et vers l'est. La capitale régionale Tambacounda est reliée à Dakar par une route bitumée lors du 5<sup>ème</sup> plan routier (1977-1981). En 1976, la route nationale N° 7, qui se dirige vers le sud à partir de Tambacounda, est bitumée jusqu'à Dialakoto, soit 63 km en amont du Parc National. Le tronçon Dialakoto – Kédougou est quant à lui bitumée en 1997. Enfin, l'asphaltage de la route nationale N° 1 qui relie Tambacounda à Kidira (à la frontière sénégal-malienne) est achevé en 1999. Ces routes améliorent les conditions de circulation et autorisent une intensification et une pérennisation des flux marchands créant ainsi des corridors propices à la diffusion du rat noir. Déjà en 1997, Duplantier et al. (1997) émettent l'hypothèse de l'expansion du front de diffusion du rat en réponse au développement routier et à l'intensification prévisible du trafic dans l'extrême sud.

Cette hypothèse se vérifie lorsque le rat noir est détecté pour la première fois au-delà du Parc National, en 1998. Plus précisément, il est capturé dans la capitale régionale Kédougou un an après l'ouverture effective de la route bitumée qui la relie à Tambacounda. Le rongeur se serait alors directement propagé d'une capitale régionale à l'autre à la faveur des transports routiers. En effet, les analyses génétiques des populations de rat noir attestent d'une similarité entre les spécimens capturés à Kédougou et à Tambacounda, mais au contraire d'une dissimilitude avec les populations du nord du Parc (entre Tambacounda et l'entrée du Parc) (Konečný et al., 2013). En outre, les premières captures de rat à Kédougou ont été réalisées dans un quartier central et commercial (quartier Mosquée), lieu de rupture de charge des véhicules en provenance de Tambacounda (Bâ, 2002). Le rôle des relations commerciales entre Tambacounda et Kédougou apparaît d'autant plus prégnant que les

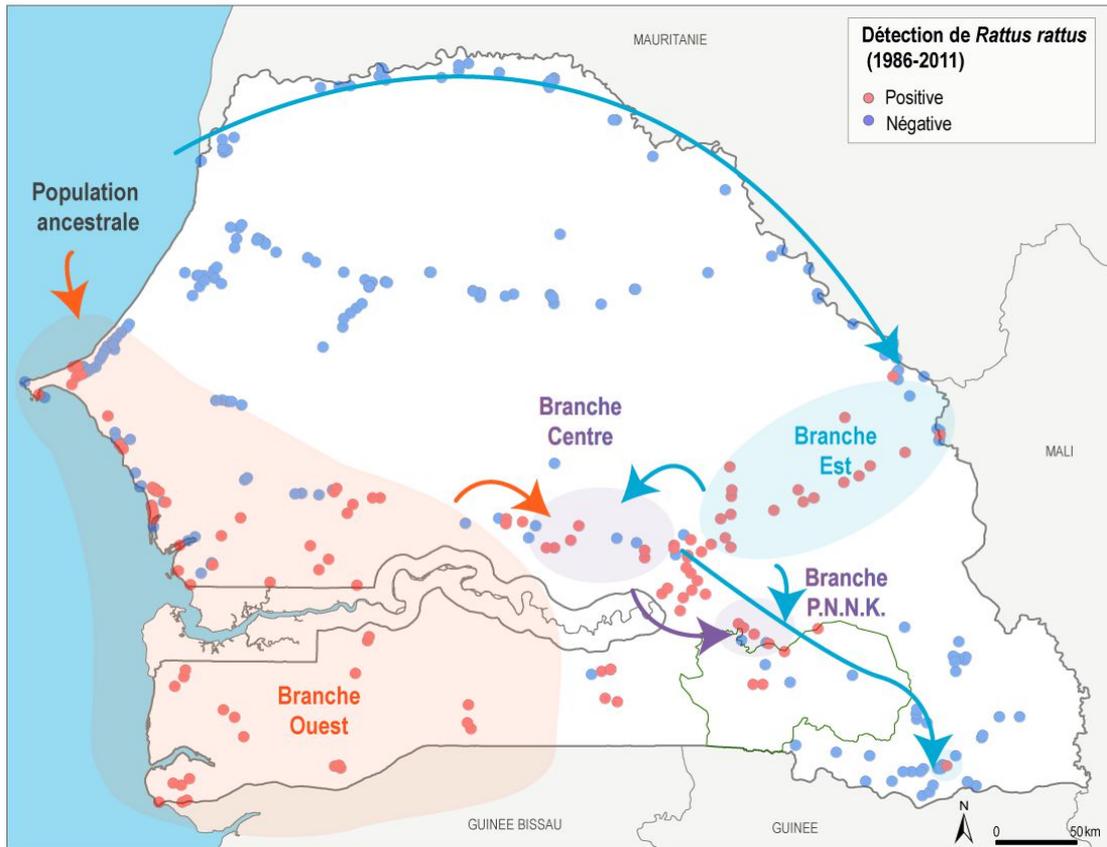
piégeages réguliers de petits mammifères commensaux réalisés dans l'ensemble de la région de Kédougou attestent à cette même période de l'absence du rongeur en dehors de la capitale régionale. Par ailleurs, les mammalogistes formulent l'hypothèse d'une diminution concomitante des populations de *Mastomys natalensis*, son principal compétiteur au sud, rendant ainsi possible l'installation du rat à Kédougou (Duplantier et al, 2015).

À la fin des années 1990, le rat noir progresse également vers l'est, le long de la route nationale N° 1 qui relie Tambacounda à la frontière sénégal-malienne. Il est capturé pour la première fois en 1999, année de fin du bitumage de la route, dans le village de Ouro Thierno qui est situé à proximité de la frontière. Les piégeages de petits mammifères commensaux qui se poursuivent durant les années 2000 attestent également de l'implantation du rat noir le long de la route, ainsi qu'en dehors de l'axe bitumé le long de l'ancienne piste qui relie Tambacounda à Bakel.

Au début des années 2000, le rat noir progresse donc légèrement dans l'extrême sud-est du Sénégal à la faveur du développement des réseaux routiers et de l'intensification des circulations. À l'aube de notre recherche, les connaissances sur la répartition du rat au Sénégal remontent à la première décennie des années 2000.

#### **4.1.3 La répartition du rat noir au Sénégal à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle : entre dynamiques socio-spatiales et écologiques**

La présence inégale du rat noir à l'échelle nationale s'explique par la combinaison des facteurs historiques et contemporains de mises en liens des sociétés, mais aussi par leurs combinaisons avec les dynamiques écologiques des milieux (Duplantier et al., 1991). De plus, les analyses génétiques menées par Konečný et al. (2013) suggèrent l'existence de différents chemins d'introduction des populations de rat noir réparties à l'intérieur du pays (carte 7).



H. Lucaccioni, 2016 modifié d'après (Konecny et al 2013) et Base de Données des Rongeurs Sahélo-Soudaniens (Duplantier et al 2009)

Carte 7 Répartition et origines des populations de rat noir à l'échelle nationale

L'absence du rat dans la partie nord du Sénégal (Ferlo et vallée du fleuve Sénégal) s'explique par la combinaison du déclin du commerce fluvial et de la dégradation climatique qui s'enclenche dès les années 1970. L'arrêt du trafic fluvial colonial au profit du rail, puis de la route, compromet les possibilités d'introduction régulière du rat et ainsi l'alimentation des populations de rongeurs des anciens comptoirs. De plus, dans cette zone pastorale, le peuplement est fragmenté et peu dense et les circulations commerciales sont peu intenses. Par ailleurs, la diminution des précipitations modifie les conditions écologiques au détriment du rat noir<sup>62</sup>. En outre, cet espace est aujourd'hui occupé par la souris domestique, autre rongeur commensal non natif (Dalecky et al., 2015). Les mammalogistes émettent alors l'hypothèse d'une compétition entre ces deux espèces en faveur de la souris qui est plus adaptée aux nouvelles contraintes climatiques (Granjon, communication personnelle, 2016).

<sup>62</sup> La vague de sécheresse qui affecte le Sahel dans les années 1970 entraîne l'augmentation des températures moyennes et la diminution des précipitations de telle manière que les isohyètes se déplacent vers le sud du pays. (Ndong, 1995)

Au sud-ouest du pays (Casamance), la population de rat noir formerait une branche indépendante. Le rongeur s'y serait historiquement établi à partir des anciens comptoirs côtiers, et il s'y serait maintenu grâce à des conditions locales propices. En effet, le climat humide et l'existence d'une végétation arboricole dense sont particulièrement favorables au rat noir<sup>63</sup>. En outre, la diffusion locale du rat pourrait également être imputée aux fortes densités de peuplement et aux intenses circulations commerciales. Enfin, il est possible d'envisager l'existence de facteurs à l'échelle infra-villageoise qui seraient favorables au développement et au maintien des populations de rongeurs. Par exemple, les modes d'habitation qui sont caractérisés par l'existence de stocks agricoles de longue durée<sup>64</sup> offriraient au rongeur des réserves pérennes de nourriture nécessaires à sa survie et à sa prolifération.

Au Sénégal Oriental, l'existence de populations de rat noir de différentes origines suppose des chemins d'invasion plus complexes. Les spécimens capturés à l'est, le long de la route nationale N° 1, forment une branche indépendante probablement originaire de la vallée du fleuve Sénégal. En amont de Tambacounda, les populations de rat noir formeraient un mélange des populations ancestrales de l'ouest (Casamance) et de l'est (fleuve Sénégal). Enfin, une branche distincte apparaît entre Tambacounda et le nord du Parc National, tandis que les spécimens présents à Kédougou sont génétiquement similaires à ceux de Tambacounda comme nous l'avons déjà mentionné.

En résumé, les facteurs socio-spatiaux et écologiques se combinent pour tracer les chemins historiques d'invasion et les limites singulières des aires de répartition du rat noir au Sénégal. Si les réseaux routiers et les flux marchands qu'ils accueillent forment des supports privilégiés de diffusion, les disparités spatiales de distribution du rat noir nous interpellent déjà sur la complexité des interrelations entre les caractéristiques des espaces, leurs mises en liens, et les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rongeur.

Nous pouvons maintenant présenter un état des lieux actualisé de la répartition spatiale du rat noir au Sénégal Oriental, d'après les résultats des piégeages commensaux de petits mammifères.

---

<sup>63</sup> Le rat noir est un rongeur arboricole. Son autre surnom de « rat des toits » (*roof rat*) fait ainsi allusion à sa capacité à grimper et se déplacer en hauteur, dans la végétation ou les habitations humaines.

<sup>64</sup> En particulier, l'existence de greniers à riz ou les stocks sur les toits des bâtiments

## 4.2 Le rat noir au Sénégal Oriental : une image actualisée des dynamiques d'invasion

Les piégeages commensaux de petits mammifères réalisés par l'équipe de mammalogistes du projet CHANCIRA dans 33 localités du Sénégal Oriental aboutissent aux captures de 2 332 spécimens. Ils correspondent à 12 espèces de rongeurs ou insectivores, dont cinq d'entre elles avec moins de 10 individus (figure 5). Sans surprise, les petits mammifères les plus capturés sont des espèces commensales : le rat noir, *Rattus rattus* ; la souris domestique, *Mus musculus* ; et le rat à mamelles multiples, *Mastomys natalensis*. Plus précisément, le rat noir arrive en tête (25,9 % des captures, 603 spécimens), il est suivi dans des proportions quasi-équivalentes par la souris domestique (25,7 % ; 599 spécimens), puis les musaraignes du genre *Crocidura* (22,1 % ; 515 spécimens), enfin *Mastomys natalensis* (11,9 % ; 278 spécimens) (photo 4).



De gauche à droite : souris domestique (*Mus musculus*), rat à mamelles multiples (*Mastomys natalensis*), musaraigne (*Crocidura* sp.). Photos : IRD – Base indigo et (Granjon et Duplantier, 2009).

Photo 4 Les trois autres espèces de petits mammifères les plus fréquemment capturées

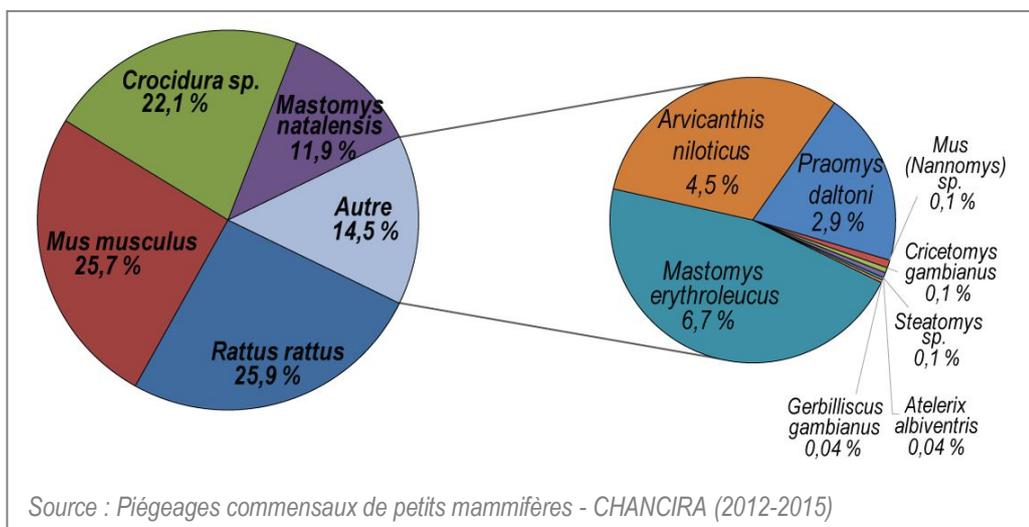


Figure 5 Proportions relatives des taxons capturés au Sénégal Oriental

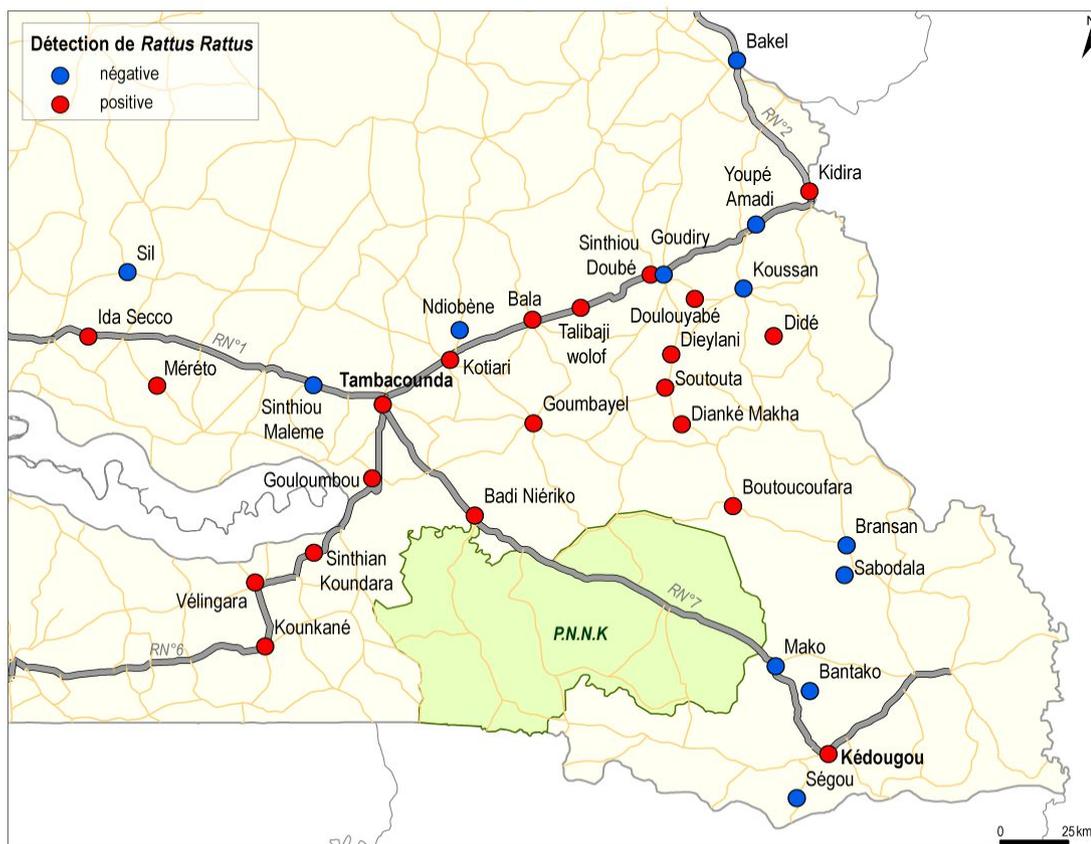
Le succès de piégeage, toutes espèces confondues, est de 23,7 captures pour 100 nuits-pièges, mais il varie de 5,2 (à Dieylani) à 39,9 (à Goumbayel) (moyenne = 24,0 ; écart type = 7,8).

Dans ce qui suit, nous présentons les résultats des piégeages qui correspondent spécifiquement au rat noir. Nous décrivons les disparités spatiales des différents indicateurs relatifs au rat noir parmi les localités du sud-est sénégalais.

#### **4.2.1 La détection du rat noir entre hétérogénéité et instabilité**

Le rat noir est détecté dans la majorité des localités de l'échantillon (63,6 % d'entre elles, soit 21 localités), mais sa répartition spatiale est inégale et instable dans le temps (carte 8).

À l'échelle régionale, la répartition spatiale du rat noir traduit une dichotomie nord-sud dont la limite correspond au Parc National du Niokolo Koba et à la frontière administrative entre les régions de Tambacounda et de Kédougou. Au sud, le rat noir demeure absent (à Mako, Bantako, Ségou, Sabodala et Bransan), à l'exception de la ville de Kédougou où sa présence est relevée de manière récurrente depuis sa première détection en 1998. À l'inverse, le rat noir est présent dans la partie nord ainsi que sur les marges ouest du Sénégal Oriental (en Haute Casamance). À l'est, le rat noir n'a pas été retrouvé dans la commune de Bakel qui est située à l'embouchure du haut fleuve Sénégal, ce qui tend à confirmer le délaissement de cette ancienne voie d'introduction du rongeur. Par conséquent, les contours de l'aire de répartition du rongeur à l'échelle régionale sont stables : le rat noir n'a pas progressé vers le sud depuis la fin des années 2000.



H. Lucaccioni. 2016 - CHANCIRA

Carte 8 La détection du rat noir au Sénégal Oriental (2012 - 2015)

Pourtant, cette stabilité contraste avec le caractère discontinu et fluctuant de la présence du rat au sein même de cette aire de répartition régionale. En effet, plusieurs localités qui sont pourtant situées au cœur de l'aire de répartition du rat n'abritent pas de spécimens de *Rattus rattus*. C'est le cas de Sil, Sinthiou Malème, Ndiobène, Goudiry, Youpé Amadi, et Koussan, toutes situées le long ou à proximité de la route nationale N° 1. De plus, le rat noir n'a pas été capturé dans plusieurs localités où sa présence avait été attestée quelques années auparavant. Par exemple, à Sinthiou Malème (50 km au nord de Tambacounda, le long de la route nationale N° 1), le rat noir est détecté lors des premiers piégeages, en 1994, mais pas lors des dernières sessions de piégeage réalisées en 2006 puis 2012. De même, à Nidobène (village situé une trentaine de kilomètres à l'est de Tambacounda, en dehors de la route nationale N° 1) et à Youpé Amadi (village situé 115 km à l'est de Tambacounda, sur la route nationale N° 1), la présence du rat est avérée lors des premières prospections, en 2004, mais pas lors des piégeages suivants, en 2012 pour Ndiobène, et en 2013 pour Youpé Amadi.

## 4.2.2 Des abondances inégales de rat noir

Parmi les 21 localités qui abritent du rat noir, l'espèce présente des proportions relatives et des succès de piégeage inégaux.

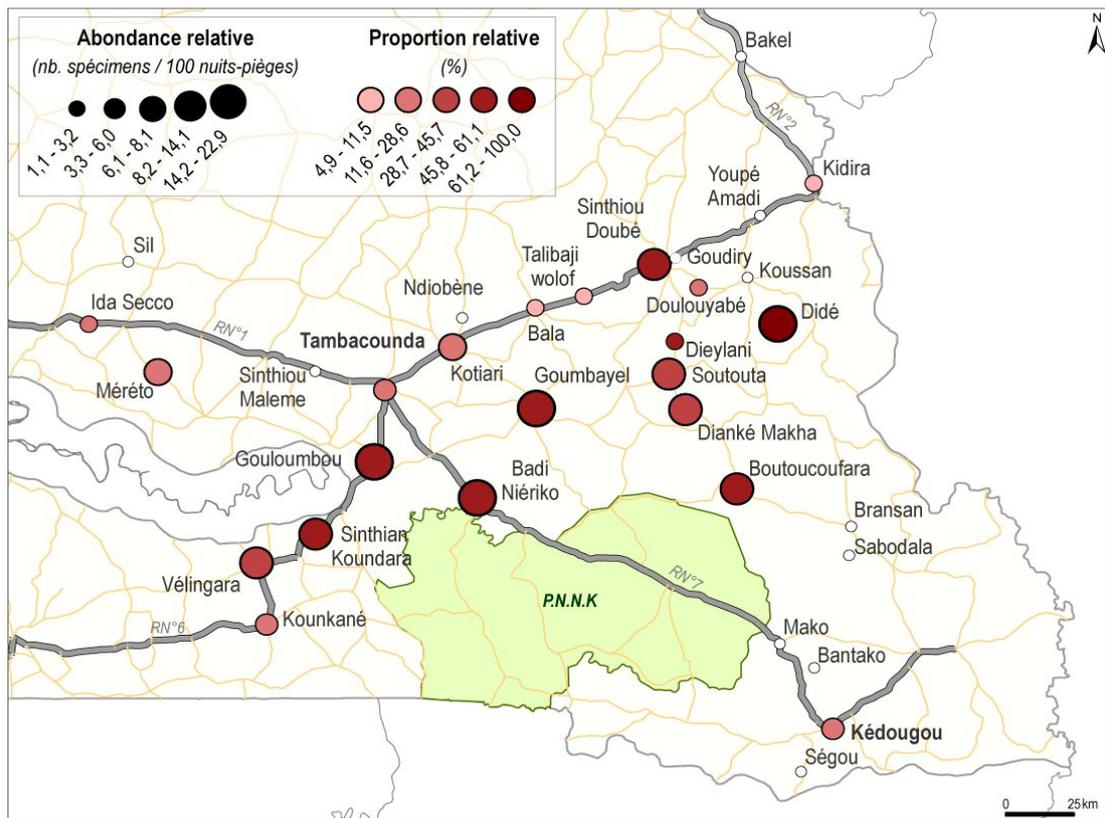
La proportion relative moyenne du rat au sein des communautés de petits mammifères est de 38,7 %, mais elle varie entre 4,9 % (à Kidira) et 100 % (à Didé Gassama) (médiane = 40,5 % ; écart type = 23,6 %). Le village de Didé Gassama est une exception puisqu'il s'agit de la seule localité où la présence du rat noir est exclusive au détriment d'autres espèces de petits mammifères. Si l'on exclut cette localité remarquable, la proportion relative de rat noir culmine à 61,1 % (à Soutouta).

Le succès de piégeage moyen du rat noir est de 9,5 captures pour 100 nuits-pièges (médiane = 8,1 spécimens ; écart type = 6,5). Il atteint un minimum de 1,1 capture pour 100 nuits-pièges (à Talibaji wolof) et un maximum de 22,9 captures pour 100 nuits-pièges (à Goumbayel).

La représentation cartographique des inégalités des proportions relatives et des succès de piégeage du rat noir met en évidence des disparités spatiales sous la forme d'une mosaïque (carte 9).

Les localités situées le long de la route nationale N° 1 présentent des proportions relatives de rat noir plus faibles que les autres localités. Les proportions relatives les plus élevées se retrouvent dans les localités situées hors d'une route bitumée au sud de la route nationale N° 1, c'est-à-dire dans le triangle Goumbayel – Boutoucoufara – Didé Gassama (terroir du Boundou), ou le long de la route nationale N° 6, en Haute Casamance.

Les succès de piégeage présentent globalement les mêmes disparités spatiales. Ainsi, les rendements les plus élevés se situent dans ces mêmes localités du Boundou hors d'une route bitumée, et en Haute Casamance, tandis que les plus faibles s'observent dans les localités situées le long de la route nationale N° 1. Toutefois, cette opposition doit être nuancée car certaines localités situées au sud de la route nationale N° 1 disposent de succès de piégeage parmi les plus faibles (par exemple, Doulouyabé ou Dieylani respectivement 2,2 et 3,2 spécimens pour 100 nuits-pièges), et inversement des localités situées le long du bitume atteignent des valeurs équivalentes aux localités hors route bitumée (par exemple, Sinthiou Doubé 12,9 spécimens pour 100 nuits-pièges).



H. Lucaccioni, 2016 - CHANCIRA

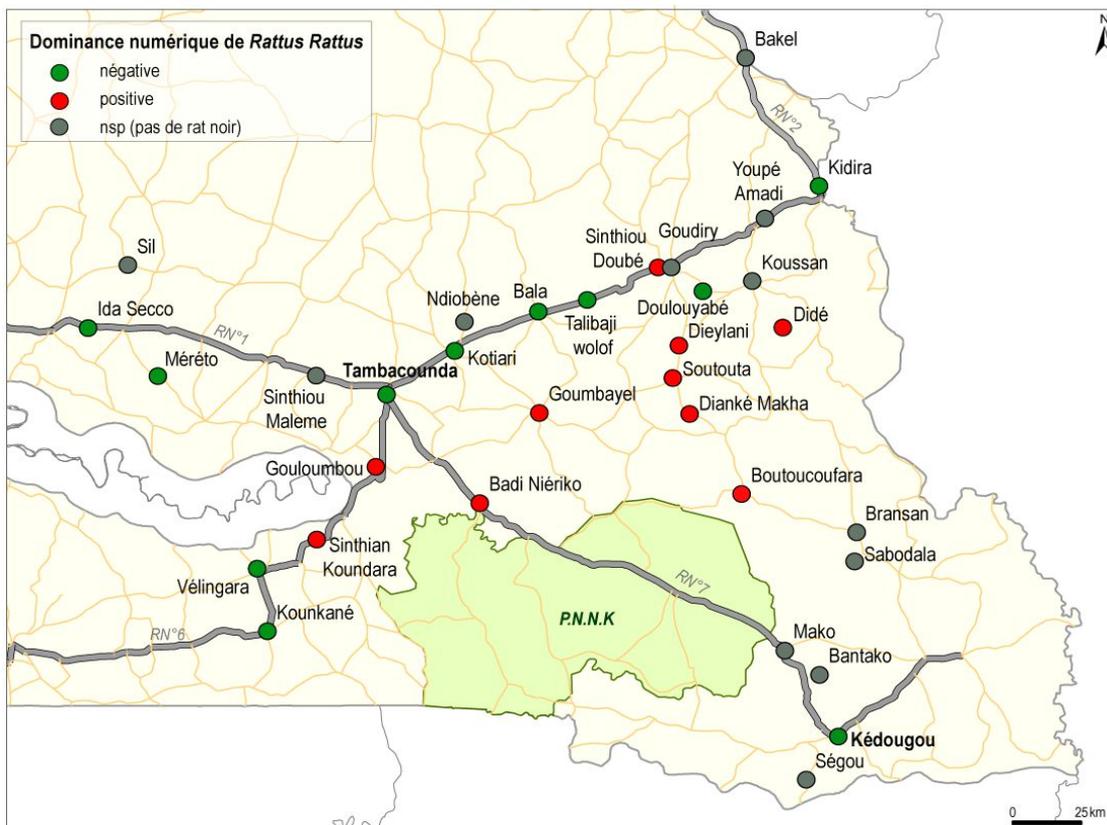
Carte 9 La proportion relative et le succès de piégeage de rat noir au Sénégal Oriental (2012 - 2015)

En résumé, nous remarquons que la répartition spatiale du rat noir s'apparente moins à un gradient qu'à des situations inégales ponctuelles. Autrement dit, des villages très proches spatialement peuvent être différents du point de vue du rat noir (par exemple, Koussan et Didé Gassama). Cette image est cependant influencée par l'échantillonnage qui prend la forme d'un nombre réduit de villages répartis ponctuellement dans une zone d'étude étendue. Cependant, nous remarquons dès lors qu'il existe une tendance générale qui traduit une présence et une abondance du rongeur moins marquée le long de la route nationale N° 1. Nous verrons par la suite qu'en raisonnant en termes d'aires et non plus de sites d'échantillonnage nous pouvons préciser cet effet de mosaïque.

#### 4.2.3 Des disparités de dominance numérique du rat noir

Le rat noir est l'espèce la plus fréquemment capturée dans certaines des 21 localités où il est présent, et ce même si sa proportion relative ne dépasse pas la moitié de la communauté locale de petits mammifères.

Près de la moitié des localités répond à ce critère (47,6 %, soit 10 localités), mais leur répartition spatiale est hétérogène (carte 10). Le rat noir domine numériquement les communautés de petits mammifères des localités du Boundou hors route bitumée, c'est-à-dire de Goumbayel à Didé Gassama et de Doulouyabé à Dianké Makha. D'autres localités sont également concernées, mais leur localisation est plus ponctuelle : Gouloumbou et Sinthian Koundara le long de la route nationale N° 6 en Haute Casamance, Badi Niériko le long de la route nationale N° 7 en amont du Parc National, et Sinthiou Doubé le long de la route nationale N° 1.



H. Lucaccioni. 2016 - CHANCIRA

Carte 10 Le caractère dominant du rat noir (espèce la plus fréquemment capturée) au Sénégal Oriental (2012 - 2015)

#### 4.2.4 Le rat noir et les autres rongeurs commensaux : des sous-ensembles distincts

Il est intéressant d'ajouter à la répartition du rat noir les informations relatives aux deux autres espèces commensales qui sont ses compétiteurs directs : *Mastomys natalensis*, et *Mus musculus*. La répartition croisée de ces trois espèces permet d'affiner la description de l'aire de répartition du rat noir.

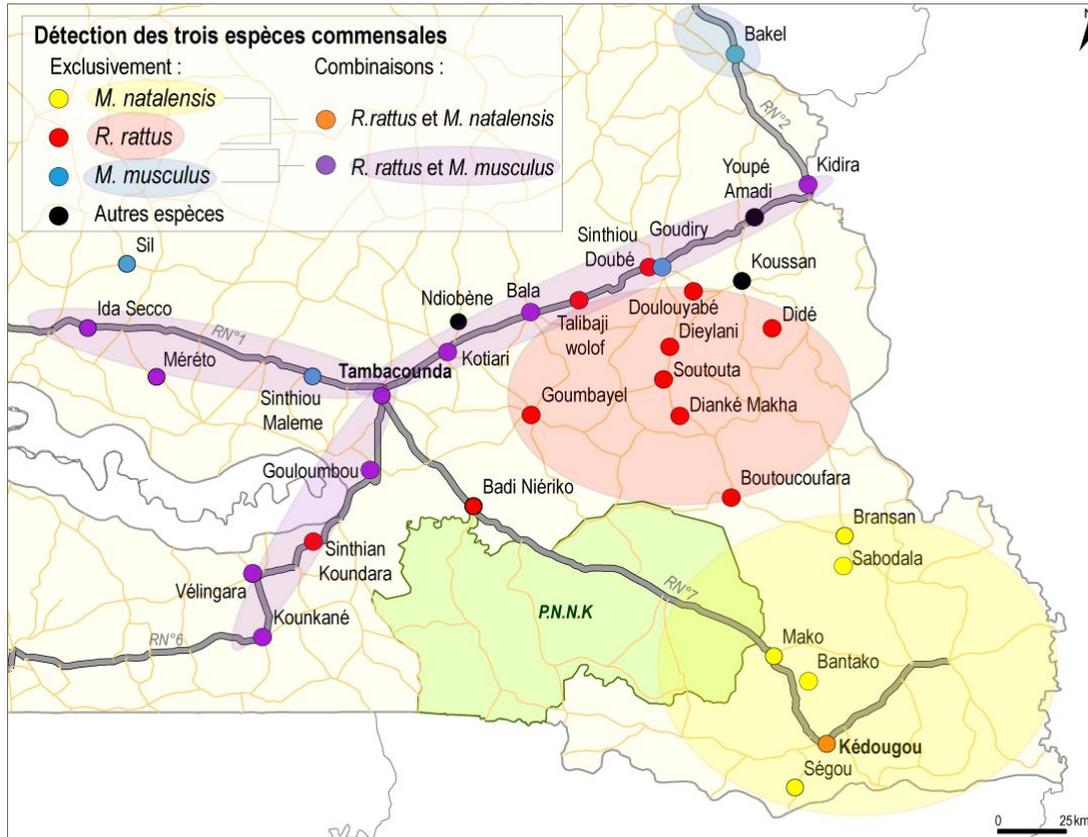
La souris occupe 39,4 % des localités piégées (soit 13 localités) et *Mastomys natalensis* 18,2 % d'entre elles (soit six localités), mais leurs répartitions spatiales respectives sont nettement différenciées. La souris domestique est en cours d'invasion dans la partie septentrionale (Dalecky et al., 2015). Nous la retrouvons en effet dans la majorité des localités situées le long de la route nationale N° 1, ainsi qu'en Haute Casamance le long de la route nationale N° 6. En revanche, *Mastomys natalensis* occupe exclusivement la région sud de Kédougou. En effet, il est présent dans toutes les localités où il constitue l'écrasante majorité des spécimens capturés, avec une proportion relative moyenne de 82,7 % (minimum = 63,4 % à Kédougou).

La représentation cartographique de la détection croisée de ces trois espèces à l'échelle des localités traduit des sous-ensembles distincts (carte 11)<sup>65</sup>. Premièrement, dans la région de Kédougou, seule la ville du même nom abrite conjointement du rat noir et *Mastomys natalensis*, tandis que ce dernier occupe seul les autres localités. Deuxièmement, en amont du Parc National et en Haute Casamance, la plupart des localités situées le long des routes bitumées N° 1 et N° 6 abritent conjointement du rat noir et de la souris domestique. Le long de ces routes, seules quatre localités abritent exclusivement de la souris domestique (Sil, Sinthiou Malème, Goudiry, ainsi que Bakel le long de la route nationale N° 2). Par ailleurs, le rat noir est le rongeur commensal exclusif de la majorité des localités situées dans le triangle Goumbayel – Boutoucoufara – Didé Gassama, ainsi que quelques localités réparties de manière hétérogène dans la zone d'étude (Sinthian Koundara le long de la route nationale N° 6, Badi Niériko le long de la route nationale N° 7 en amont du Parc, Sinthiou Doubé et Talibaji wolof le long de la route nationale N° 1). Enfin, nous remarquons que trois localités n'abritent aucune de ces trois espèces commensales au profit d'autres espèces de petits mammifères (Ndiobène, Youpé Amadi, Koussan). Dans ces trois localités, la présence de la musaraigne du genre *Crocidura* est particulièrement marquée avec des proportions relatives respectives de 90,3 %, 68,9 % et 21,6 %<sup>66</sup>.

---

<sup>65</sup> En écologie, le recoupement des aires de répartition de deux espèces désigne une situation dite sympatrique. Lorsque ces deux espèces se retrouvent dans les mêmes sites et les mêmes milieux elles sont dites syntopiques.

<sup>66</sup> Par ailleurs, nous remarquons qu'à Koussan *Praomys Daltoni* représente 40,5 % des spécimens capturés.



H. Lucaccioni. 2016 - CHANCIRA

Carte 11 La détection croisée des trois principales espèces commensales (*R. rattus*, *M. musculus*, *M. natalensis*) au Sénégal Oriental (2012 - 2015)

Au sein de l'aire de répartition du rat noir, il existe donc des sous-espaces singuliers et des situations locales ponctuelles préférentiellement favorables à la présence du rat noir, en combinaison ou non d'autres espèces commensales. Le terroir du Boundou, au sud de la route nationale N° 1, apparaît particulièrement favorable à la présence exclusive du rat noir.

\*\*\*

Dans ce chapitre, nous avons retracé les dynamiques d'invasion du rat noir à différentes échelles spatiales et temporelles. Au Sénégal, la conquête du rat est intimement liée à la conquête des hommes venus de l'ouest. Dès l'époque coloniale les transports marchands forment le support de l'invasion du rongeur. Cependant, les analyses génétiques des populations de rat noir révèlent la complexité des chemins d'invasion, tandis que sa répartition à l'échelle nationale apparaît comme le résultat d'une combinaison de facteurs socio-spatiaux et écologiques. Le Sénégal Oriental, qui est situé en marge du dispositif spatial et économique colonial puis national, est

tardivement atteint par l'espèce invasive. La progression récente du rat depuis la fin des années 1990 s'inscrit dans un contexte d'ouverture de cette périphérie, en particulier du développement des réseaux routiers. Cependant, les piégeages de petits mammifères réalisés récemment suggèrent que le rat noir n'a pas progressé à l'intérieur des marges sud-est. En revanche, son aire de répartition traduit une mosaïque spatiale hétérogène et des instabilités, tout en révélant des sous-ensembles inégaux face à la présence et l'abondance du rongeur.

Cet état des lieux nous permet de dévoiler les disparités des espaces et des lieux du sud-est sénégalais face aux dynamiques d'invasion du rat noir. Nous souhaitons alors interroger les processus socio-spatiaux qui mènent au façonnement de ces hétérogénéités spatiales en vue de déceler les déterminants territoriaux des dynamiques d'invasion de l'hôte, en combinaison des caractéristiques écologiques.



## **Chapitre 5**

# **Des espaces hétérogènes en mutation, de l'héritage précolonial aux recompositions contemporaines**

L'invasion du rat noir dans les marges sud-est du Sénégal se manifeste face aux transformations spatiales de cette périphérie nationale. Le Sénégal Oriental est souvent appréhendé comme une unique aire géographique, alors que cette vision unitaire occulte un territoire régional hétérogène. Pour comprendre les disparités des espaces et des liens dans lesquels s'inscrivent les lieux d'invasion, nous proposons de dresser la genèse de ce territoire jusqu'aux recompositions contemporaines.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux transformations des espaces. Nous montrons que les acteurs territoriaux successifs, formels ou informels construisent l'hétérogénéité spatiale des marges sud-est. Les espaces évoluent différemment selon la manière dont ils sont contrôlés, exploités, et aménagés, en fonction des logiques sous-jacentes historiques, économiques, et politiques. En cela, nous montrons que les chemins et les lieux d'invasion du rat noir s'inscrivent dans des espaces organisés et hiérarchisés par les sociétés.

Nous commençons par mettre en évidence l'héritage des organisations spatiales précoloniales et des prémices de l'administration coloniale sur la géographie régionale actuelle. Nous montrons ensuite comment les opérateurs territoriaux formels forment une mosaïque spatiale hétérogène, à travers l'attribution de différentes vocations économiques. Enfin, nous décrivons les recompositions spatiales contemporaines en explicitant le contexte d'ouverture auquel elles font écho.

## 5.1 L'héritage d'un espace régional contrasté et faiblement structuré

L'histoire du Sénégal Oriental marque aujourd'hui encore sa géographie régionale. Des terroirs ethniques précoloniaux à l'instabilité des découpages politico-administratifs coloniaux, le Sénégal Oriental hérite d'un espace régional contrasté et faiblement structuré.

### 5.1.1 L'empreinte des organisations géopolitiques précoloniales

Au Moyen Âge africain, le Soudan Atlantique est occupé par une succession de grands empires qui exercent leurs autorités sur des royaumes et provinces. Les vagues successives de peuplement, puis la tension qui s'établit entre des organisations géopolitiques de conceptions différentes façonnent des traits de la géographie régionale actuelle (Benoît, 1988).

Les entités géopolitiques de l'actuel Sénégal Oriental évoluent considérablement entre le XII<sup>ème</sup> et le XIX<sup>ème</sup> siècle. L'empire du Mali s'impose notamment comme principale entité étatique au Soudan occidental<sup>67</sup>. Or, dans la seconde moitié du XV<sup>ème</sup> siècle, son déclin et les premiers contacts avec les Portugais à l'embouchure de la Gambie favorisent l'essor des provinces de l'ouest, en particulier le royaume mandingue du Gabou (ancien royaume de Gambie). En parallèle, les migrations Peuls sur les contreforts du Fouta Djallon (actuelle Guinée) s'intensifient progressivement à partir du XIII<sup>ème</sup> siècle. Le royaume mandingue du Gabou et le royaume Peul du Fouta Djallon entretiennent d'abord des relations pacifiques, mais le XVII<sup>ème</sup> siècle marque un tournant dans les configurations géopolitiques de ces deux royaumes. (Niane, 1989)

Le Gabou et le Fouta Djallon entrent en concurrence pour le contrôle de l'entre-deux fleuves, plaque tournante du commerce et des circulations africaines et transcontinentales, et terroir de nombreuses richesses naturelles<sup>68</sup>. Le royaume du Gabou étend son emprise sur le Tenda, les forêts du sud et du sud-ouest, et atteint son

---

<sup>67</sup> À son apogée, au XIII<sup>ème</sup> et XIV<sup>ème</sup> siècle, l'empire du Mali s'étend de la façade atlantique aux régions de Teghazza au nord, et jusqu'à la boucle du fleuve Niger au sud et à l'ouest, soit l'équivalent actuel de la Mauritanie, du Mali, du Sénégal, de la Gambie, des deux Guinée, et d'une partie de la Côte d'Ivoire (Botte, 2011).

<sup>68</sup> On y trouve des richesses minières (or, cuivre, sel) et agropastorales (cola, chevaux, etc.). L'empire du Mali contrôle les routes de l'or qui traversent les zones aurifères du Bambouck, du Bouré, de la Falémé, du Haut Sénégal, du Galam, et du Niani. Par ailleurs, dès la fin du XI<sup>ème</sup> siècle, l'Afrique subsaharienne intègre un réseau commercial transcontinental qui la relie au bassin méditerranéen, à l'Europe, et à l'ensemble du monde musulman. Le commerce transsaharien y atteint son apogée durant la période de la traite négrière, au XVII<sup>ème</sup> siècle. (Botte, 2011)

apogée en fondant sa puissance sur la traite négrière. Par ailleurs, l'imamat du Fouta Djallon pousse sa conquête jusque dans le Niokolo méridional et atteint les circuits commerciaux régionaux. Les ambitions hégémoniques concurrentes de ces royaumes plongent l'espace régional dans une instabilité chronique (Barry, 1988).

L'organisation spatiale de l'actuel Sénégal Oriental est caractérisée par une tension entre deux grands types d'espaces décrits par Benoît (1988). Les royaumes du Gabou et du Fouta Djallon forment des « espaces étatisés ». Ils sont caractérisés par des foyers de population denses et stables où se déploient des rapports de domination rendus légitimes par l'usage de la violence. En revanche, aux marges de ces espaces étatisés se dessinent les limites précaires des « espaces francs ». Ces derniers forment des interstices peu densément peuplés, sans véritables limites politiques, où s'épanouissent des sociétés libertaires fondées sur un principe égalitariste d'accès aux ressources. Alors que les royaumes du Gabou et du Fouta Djallon s'opposent par des guerres récurrentes, les savanes et les forêts du cœur du Sénégal Oriental deviennent des espaces refuges pour les communautés libertaires qui fuient les percées belligérantes. Paradoxalement, les « saignées démographiques » des puissances étatisées (Barry, 1988 ; Rançon, 1895) renforcent les espaces francs des sociétés libertaires qui font des faibles densités et de l'adoption d'une économie d'usufruit la stratégie de leur maintien.

L'absence de puissance politique unificatrice au profit de relations de domination sans réel contrôle de l'espace a façonné un espace régional peu organisé et fractionné en plusieurs terroirs ethniques (Mbow, 1983). Van Chi Bonnardel (1978) y verra l'héritage d'un peuplement inachevé<sup>69</sup>. À l'aube de la colonisation, le Sénégal Oriental est donc marqué par un régionalisme multiple et une forte instabilité politico-territoriale. C'est à partir de ce terreau historique que l'administration coloniale tente de structurer l'espace régional (Mbow, 2013). La spatialité africaine précoloniale, basée sur l'ouverture et le mouvement, est alors mise à mal par la territorialisation cloisonnée instaurée par le pouvoir colonial (Lima, 2005, 2013).

### **5.1.2 Des tentatives instables de structuration de l'espace par l'administration coloniale**

L'arrivée des colonisateurs européens en Haute Gambie est relativement précoce, mais jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle la présence coloniale à l'intérieur des terres orientales se limite à l'établissement de postes militaires et commerciaux,

---

<sup>69</sup> Pour Retailé (2005), cette vision des territoires africains « inachevés » est encouragée par « la norme européenne de remplissage ». Elle s'oppose à des territoires en réseaux fondés sur le mouvement plus que l'ancrage (Pourtier, 2014).

principalement le long de l'axe de pénétration offert par la Falémé (Bakel, Sénoudébou, etc.). La conquête du Sénégal sous Faidherbe s'accompagne ensuite de la mise en place d'une organisation administrative qui répond à un double enjeu : assurer la domination territoriale et instaurer une économie coloniale (Tandjigora, 2012). L'administration coloniale cherche à maîtriser l'espace et les populations qui l'occupent. Elle l'institutionnalise à travers un mode de gestion centralisé et un appui auprès des chefferies locales (Mbow, 2013). Pour cela, elle développe des places fortes et délimite des territoires d'administration, procédant ainsi à un « cloisonnement » et une « mise en lieu » du pouvoir (Lima, 2013). À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'essentiel des terres orientales est passé sous protectorat (Fouta Djallon, 1896), tandis qu'un emboîtement de mailles administratives est mis en place (cercles, subdivisions, cantons, villages). Pourtant, l'œuvre coloniale ne semble pas plus répondre au manque de structuration de l'espace régional (Ninot, 2003).

Aux terroirs ethniques historiques viennent se superposer des découpages politico-administratifs instables au seul service des intérêts coloniaux, militaires, et commerciaux<sup>70</sup>. Le Sénégal Oriental connaît une instabilité chronique des découpages administratifs jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Aidara, 2011). Cette instabilité se manifeste d'abord par l'incertitude du positionnement du Sénégal Oriental au sein des découpages coloniaux qui le rattachent alternativement à la Haute Gambie, à la Guinée française, ou au Soudan Atlantique. De même, les cercles administratifs internes sont plusieurs fois remaniés, ballottant les provinces sous l'autorité successive des chefs-lieux de Bakel, Kédougou, ou Tambacounda<sup>71</sup>. « L'atomisation territoriale » induite par la modification des cercles administratifs promeut la fragmentation et l'isolement de

---

<sup>70</sup> Ces derniers sont avant tout choisis pour assurer un contrôle du sud-est sénégalais et une sécurisation des voies d'exportation de l'arachide. En outre, Mbow, (2013) remarque que les remaniements des découpages administratifs répondent avant tout aux besoins du pouvoir colonial. Il explique alors : « les suppressions [des circonscriptions administratives] ont vraisemblablement été dues à l'enclavement géographique, à une faiblesse démographique ou à la faible contribution financière des localités concernées à la construction de la colonie ».

<sup>71</sup> Jusqu'en 1903, le Niokolo est placé sous l'autorité du Commandant de Bakel tandis que la zone de Kédougou demeure rattachée à la Guinée Française. Le cercle de Haute-Gambie est créé quelques années plus tard, en 1907. Il regroupe plusieurs provinces et son chef-lieu est Kédougou. Entre 1909 et 1919, ce cercle connaît plusieurs remaniements avant de devenir une subdivision du cercle de Tambacounda. Les modifications des cercles administratifs se poursuivent au gré des rattachements et des exclusions des cantons, tandis que la frontière avec la Guinée française se précise. Le cercle de Haute-Gambie est finalement rétabli à l'aube de l'indépendance. Il regroupe six cantons qui seront plus tard fusionnés par le gouvernement indépendant pour former des arrondissements. Les chefs-lieux du pouvoir colonial sont alors repris comme base d'organisation administrative par le Sénégal indépendant. (Aidara, 2015 ; Ninot, 2003)

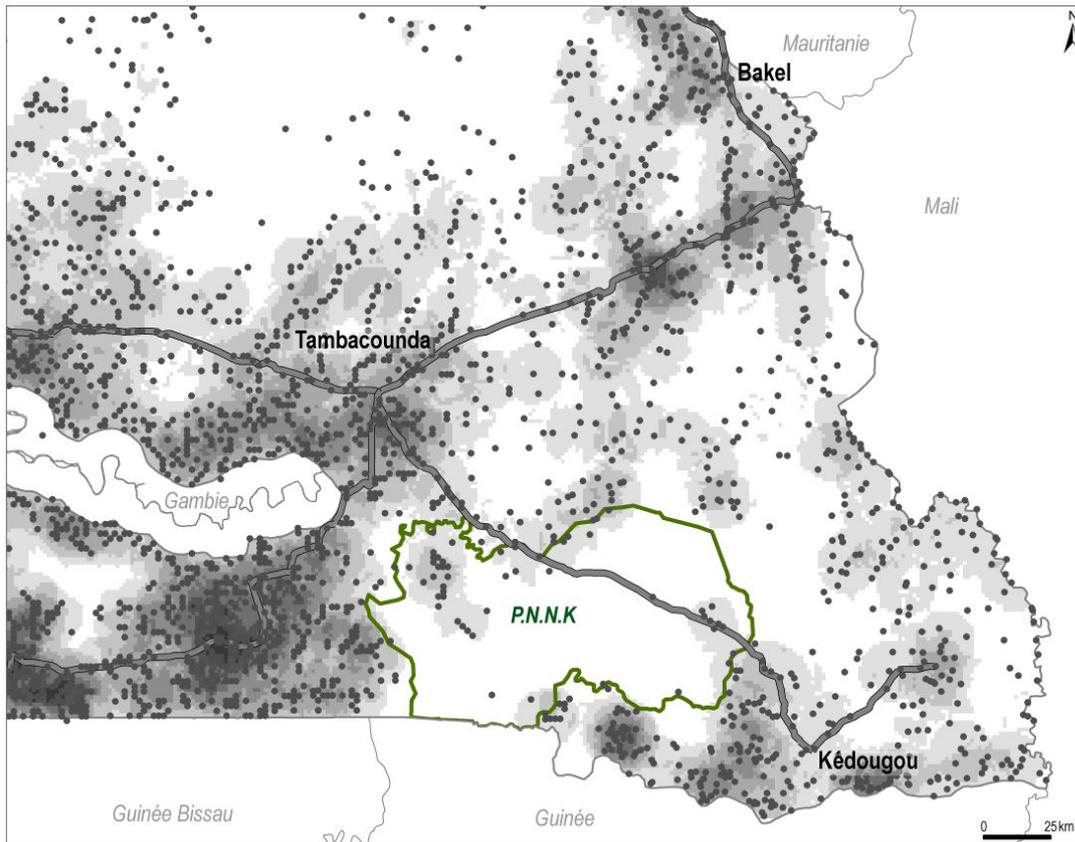
cette ancienne plaque commerciale du sud-est sénégalais, elle annonce déjà sa future marginalisation économique et spatiale à l'échelle nationale (Adams, 1977 ; Tandjigora, 2012, p. 201). De plus, bien qu'elle apporte une pacification relative, la conquête du sud-est sénégalais ne fait que remplacer une forme de domination par une autre en substituant la violence des royaumes étatisés précoloniaux à celle de l'autorité coloniale<sup>72</sup>. Selon Aidara (2011, p. 79), cette domination française contribue à maintenir un « déséquilibre social [...] et spatial » au sein du sud-est sénégalais. En outre, le pouvoir colonial impose des territoires administratifs figés, définis sur des critères arbitraires, peu porteurs d'identité (Ninot, 2003). De fait, l'administration coloniale renvoie à une négation de la spatialité africaine précoloniale qui est avant tout organisée en réseaux et caractérisée par sa fluidité (Lima, 2005, 2013).

La configuration actuelle du sud-est sénégalais porte encore les traces de cette histoire géopolitique. Les densités de population et la mosaïque de peuplement rappellent en effet les anciennes configurations socio-spatiales, les vagues successives de peuplement, et le maillage colonial (Mbow, 1983) (carte 12). Sur les contreforts du Fouta Djallon, au sud, les fortes densités apparaissent comme des reliques de l'ancien foyer de peuplement du royaume Peul aujourd'hui scindé par la frontière sénégaloguinéenne. Plus au nord, les peuplements denses et stables des vallées mandingues témoignent de l'ancienne puissance du Gabou. Enfin, le cœur du Sénégal Oriental et les interstices collinaires du sud-ouest trahissent le peuplement lâche des anciens espaces francs. En outre, les densités démographiques demeurent les plus faibles du pays<sup>73</sup> et sont sensiblement plus élevées autour des anciennes places fortes qui constituent encore, pour la plupart, des chefs-lieux administratifs (par exemple, Tambacounda, Kédougou, Bakel, etc.).

---

<sup>72</sup> L'administration française impose aux populations de nombreuses contraintes (travail forcé, impôts, portage, réquisitions, etc.) qui se traduisent notamment par des fuites migratoires et une faible croissance démographique (Fall, 1993 ; Manchuelle, 2004, p. 217).

<sup>73</sup> En 2013, 9 habitants/km<sup>2</sup> pour la région de Kédougou et 16 habitants/km<sup>2</sup> pour la région de Tambacounda, contre une moyenne nationale de 65 habitants/km<sup>2</sup> (ANSD, 2016)



H. Lucaccioni, 2016. Source: Geonet names Server 2010

Carte 12 Un peuplement régional hérité

L'héritage précolonial et l'organisation politico-administrative à l'aube de l'indépendance exercent une empreinte forte sur l'espace régional actuel. Ils dessinent les premiers contrastes démographiques et administratifs qui persistent encore aujourd'hui, mais la différenciation des espaces se poursuit sous l'influence d'autres opérateurs territoriaux. Elle se fonde sur le recours au zonage comme outil privilégié d'organisation de l'espace.

## 5.2 Du projet colonial au Sénégal indépendant : découper l'espace régional en surfaces pour mieux l'exploiter

En Afrique de l'Ouest, le pouvoir colonial bouleverse l'organisation spatiale en transposant le modèle européen d'État-territorial comme principe d'organisation et de gestion de l'espace (Retailé, 1993). Du dispositif spatial colonial de la traite arachidière à l'organisation des espaces de production agricole dans le Sénégal indépendant, « le découpage de l'espace terrestre en surfaces géographiques » (Retailé, 1993) participe à la construction d'une mosaïque spatiale selon des critères subjectivés par les opérateurs territoriaux dominants.

### **5.2.1 Le modèle spatial de la traite arachidière organise et hiérarchise l'espace régional**

Au tournant des années 1930, la conquête territoriale est achevée et l'espace colonial ouest-africain est organisé en vue de l'exploitation des matières premières (Ninot, 2003). Ancré dans une vision utilitariste des ressources, le pouvoir colonial promeut une logique déterministe de sectorisation de l'espace selon les potentialités agroécologiques (Walther, Retailé, 2008). Autrement dit, l'espace est « délimité », puis « qualifié » selon des critères économiques et agricoles en vue de son exploitation (Retailé, 1993). Les potentialités agroécologiques des différentes zones bioclimatiques sont érigées en vocations de production : à la zone sahéenne l'élevage, à la zone sahélo-soudanienne les cultures de rente et vivrières (Walther, Retailé, 2008). Au Sénégal, la nature des sols et le régime climatique guident le choix vers la monoculture de l'arachide. De fait, le cœur économique se situe au centre-ouest du pays, et l'extension du bassin arachidier atteint l'extrême nord-ouest de la région de Tambacounda (terres fertiles, peu densément peuplées) qui est alors intégrée au système spatial et économique arachidier (Labasse, 1954).

Le modèle spatial arachidier et plus généralement les vocations attribuées aux espaces instaurent une différenciation et une hiérarchisation des espaces infrarégionaux. Les espaces ruraux sont mis en dépendance de l'axe principal formé par la voie ferrée où s'exerce l'évacuation des productions. Plus encore, en leur sein même, ils connaissent une mise en valeur et un désenclavement différenciés en fonction de leur capacité de production agricole. Ainsi, les espaces qui n'ont pas ou peu accès au système de collecte et d'évacuation de la production arachidière sont placés en marge au profit des périmètres cultivés qui sont situés dans le nord-ouest de la région de Tambacounda (Ninot, 2003). C'est le cas de Kédougou, éloigné du dispositif arachidier, ou encore du Boundou, dont la prospérité agricole et commerciale traditionnelle est progressivement achevée par l'abandon du fleuve Sénégal et la crise de la gomme arabique (Tandjigora, 2012).

Après 1960, le Sénégal indépendant n'abandonne pas immédiatement le modèle colonial arachidier, mais poursuit cette logique de sectorisation de l'espace en fonction des potentialités agroécologiques.

## 5.2.2 Le zonage agroécologique, outil de planification économique et spatiale

Le sud-est du Sénégal est identifié comme une unique aire géographique sous le nom de « Sénégal Oriental », mais la diversité des milieux conduit à une mise en valeur inégale des sous-espaces régionaux. En effet, le zonage agroécologique demeure l'outil privilégié de l'organisation de l'espace et par conséquent le principal vecteur de différenciation des espaces. En particulier, jusqu'aux années 1980, la planification économique et spatiale du territoire national se focalise sur le secteur primaire et s'appuie sur des plans quadriennaux appelés Plans Structurels de Développement (Tandjigora, 2012).

Les plans réalisés pour le Sénégal Oriental proposent un découpage infrarégional qui se fonde sur les caractéristiques naturels et les legs du système de traite arachidière tout en imposant comme contrainte le respect des limites administratives. Le quart nord-ouest de la région, qui correspond à l'extension « naturelle » du bassin arachidier, est conforté dans son statut de zone agricole (Koussanar, Maka, Missira jusqu'à Dialakoto). C'est en son sein que se concrétisera par la suite le grand projet de colonisation agricole des « Terres Neuves » conduisant à la relocalisation planifiée des paysans séréres (Dubois, 1974, 1999 ; Lericollais, 1999).

L'extrême nord et nord-est est consacré à l'agropastoralisme en raison de conditions climatiques moins favorables aux cultures céréalières (globalement de Bala jusqu'à Bakel). Le pouvoir colonial avait tenté dès 1930 d'y développer l'élevage puis d'y promouvoir l'industrialisation du coton, sans grand succès. Par ailleurs, le phénomène d'émigration s'y développe précocement grâce à la transformation des anciens circuits commerciaux diakhankés en circuits migratoires (Tandjigora, 2012).

L'extrême est et sud du Sénégal Oriental est conforté dans son statut marginal et faiblement mis en valeur. La vallée de la Falémé jusqu'à hauteur de Missirah Sirimana (à l'est de la région de Kédougou) bénéficie de ressources minières encore inexploitées. En outre, les cuirasses latéritiques y limitent les opportunités agricoles, à l'exception des cultures de crues qui se développent de manière marginale au bord du fleuve frontalier. À l'extrême sud, l'actuelle région de Kédougou est établie comme une zone sylvo-agricole distincte. Les faibles densités de population et la préservation des ressources naturelles héritées des espaces francs précoloniaux conduisent à une vocation de protection et de conservation du patrimoine naturel et culturel. Ainsi, l'aire protégée du Parc National du Niokolo Koba est pensée pour faire face à la pression croissante des cultures de rente, à la saturation du capital foncier, et aux dégradations des ressources naturelles (Benoît, 1993 ; Larrue, 2002).

Pourtant, ces découpages spatiaux sont remis en question au tournant des années 1970 qui marquent le début d'une crise structurelle et conjoncturelle<sup>74</sup>. Les conditions climatiques se détériorent tandis que la production de l'arachide accuse un net déclin. La nécessité d'une diversification des cultures s'impose rapidement. Or, réduire la dépendance à l'arachide implique de mieux maîtriser les espaces qui lui sont consacrés au détriment d'autres cultures (Ninot, 2003)<sup>75</sup>. Le zonage initial du Sénégal Oriental évolue en s'affranchissant des limites administratives afin de se rapprocher des aménités et des nouvelles contraintes agroécologiques (Tandjigora, 2012).

Par exemple, les périmètres agricoles du nord-ouest se diversifient. Aujourd'hui encore, ils abritent des polycultures de rente (arachide et coton) et vivrières (sorgho, dans une moindre mesure mil) ainsi que des cultures maraichères. Ils disposent d'ailleurs du surnom familier de « Tambacounda utile »<sup>76</sup>, par opposition au nord-est « inutile », terres d'élevage et d'émigration. Le Boundou, qui est particulièrement affecté par la sécheresse, se consacre à l'activité agropastorale. L'élevage s'y développe dans la partie septentrionale à tendance sahélienne qui est alors rattachée à la zone agroécologique du Ferlo, tandis que la partie sud à tendance soudanienne est propice au développement d'une agriculture vivrière (mil, sorgho, maïs). En outre, la rencontre d'une longue tradition de mobilités commerciales, de la situation frontalière, et d'une marginalisation économique et spatiale dans un contexte de difficultés climatiques et agricoles, renforce les dynamiques migratoires (Sakho, 2005). Aujourd'hui, l'émigration constitue encore le support principal de l'activité agropastorale du grand Est.

Du modèle spatial arachidier à la planification agricole du jeune État sénégalais, le pouvoir territorial découpe l'espace régional afin d'en exploiter les potentialités naturelles. Ces « vocations » agroécologiques historiques façonnent des hétérogénéités spatiales encore visibles aujourd'hui (carte 13). Des marges se créent à plusieurs échelles en fonction des valeurs attribuées aux espaces. L'outil de zonage de l'espace promeut ainsi la « réalisation de virtualité » car, comme le précise Retaillé (1993), c'est

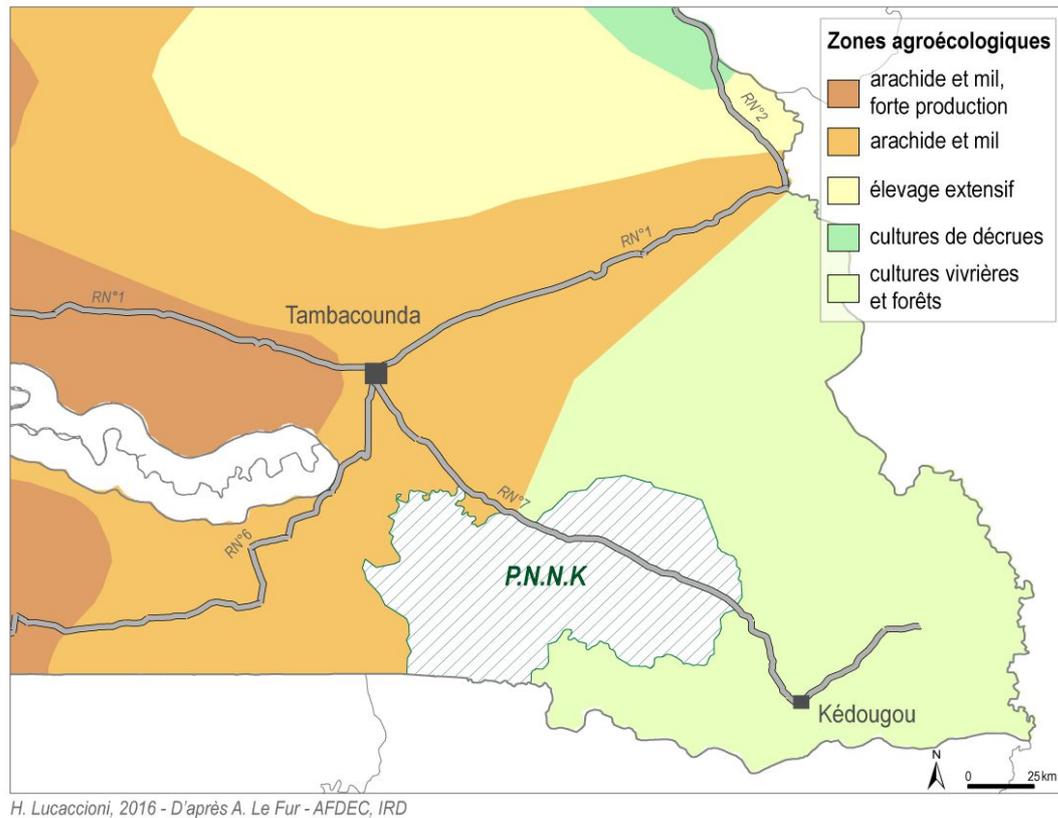
---

<sup>74</sup> Cette crise se manifeste notamment par la sécheresse, le choc pétrolier, les difficultés des marchés internationaux, et la dégradation progressive du système économique sénégalais (Ninot, 2003, p. 49)

<sup>75</sup> Ninot (2003, p. 70) explique : « la culture de l'arachide n'étant ni très intensive, ni très exigeante en moyens techniques, le principal facteur d'augmentation de la production était donc l'augmentation des surfaces exploitées »

<sup>76</sup> Il s'agit d'un terme informel utilisé par les agroécologistes pour désigner la région de forte productivité agricole qui est globalement délimitée par une diagonale nord-est/sud-ouest à partir de la communauté rurale de Boynguel Bamba en passant par Goudiry jusqu'à la lisière du Parc National du Niokolo Koba (Division Agricole Régionale de Tambacounda, communication personnelle, 2014).

en réalité le découpage qui est facteur de différenciation et non pas la préexistence illusoire de quelconques vocations intrinsèques à l'espace. Cependant, des dynamiques contemporaines participent aux recompositions de ces héritages spatiaux.



Carte 13 L'héritage du zonage agroécologique historique sur la mise en valeur des espaces du Sénégal Oriental

### 5.3 Des espaces en recompositions sous l'influence de jeux d'acteurs multiscalaires, entre formatages et conjonctures

Les transformations des « modèles productifs et spatiaux » des espaces ruraux ouest-africains se manifestent dans un contexte général d'ouverture (Lesourd, 2000). La libéralisation dans laquelle s'engage le Sénégal au tournant des années 1980 favorise l'entrée en scène d'autres opérateurs territoriaux et encourage l'intégration à des logiques plus globales. Entre formatages et circonstances, les recompositions spatiales se concrétisent par une diversification des vocations agroécologiques, la conception de nouveaux cadres territoriaux, et la revalorisation de la situation frontalière du sud-est sénégalais.

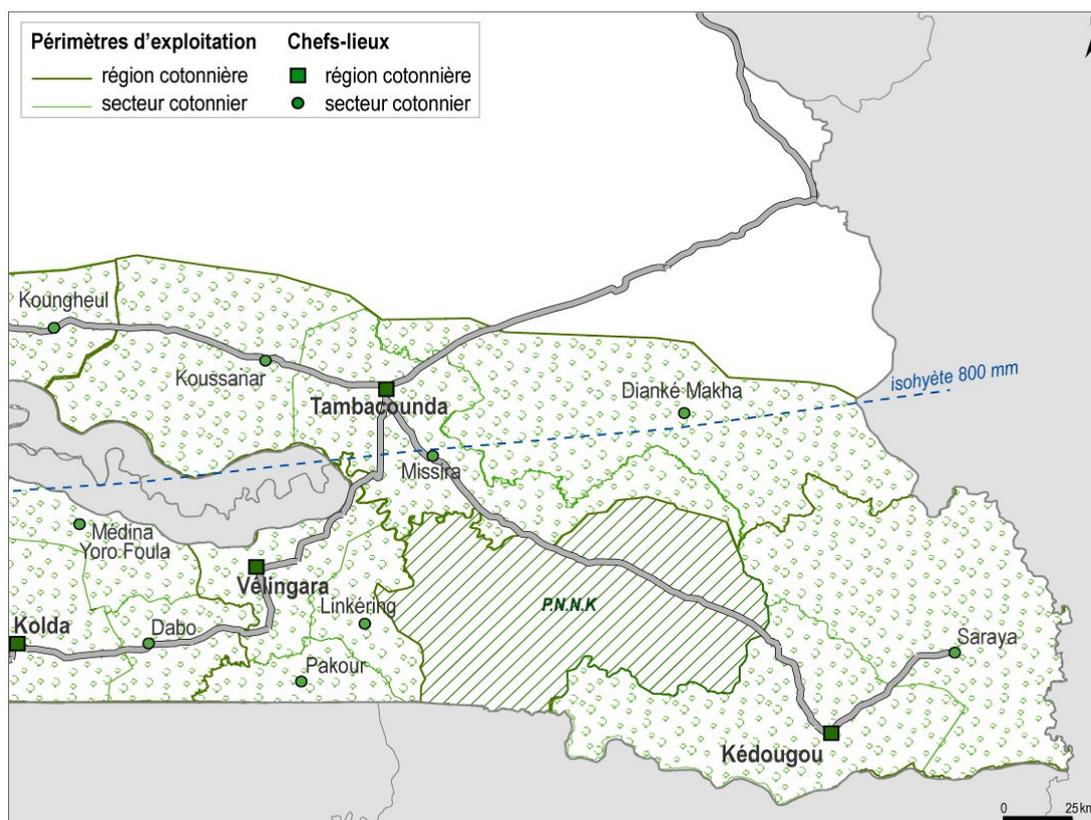
### **5.3.1 Échec de l'or blanc, espoirs de l'or jaune : l'influence de nouvelles vocations économiques**

Dans l'extrême sud-est, des facteurs naturels, économiques, et politiques se conjuguent pour stimuler de nouvelles vocations économiques et bouleverser l'organisation spatiale. Cette périphérie rurale quitte progressivement son statut de « réserve d'intensivité » au profit d'une diversification des activités économiques (Lesourd, 2000) à travers le développement d'une vocation cotonnière, puis minière.

La culture du coton est introduite au Sénégal Oriental en 1964 en vue de diversifier la production agricole centrée sur l'arachide, mais aussi en tant que « vecteur de développement et de mise en valeur » (Magrin, Ninot, 2005 ; Lesourd, 2001)<sup>77</sup>. En particulier, le tiers sud du Sénégal bénéficie de conditions climatiques, pédologiques, et foncières favorables au coton. Seul l'extrême sud-est (départements de Saraya) fait figure d'exception en raison de la présence de cuirasses latéritiques. Le coton répond autant à des objectifs sociaux que d'aménagement du territoire (Magrin, Ninot, 2005). Aussi, la Société de Développement des Fibres et Textiles (SODEFITEX) qui encadre la production cotonnière s'impose comme principal opérateur d'aménagement et de développement rural. Le sud-est sénégalais est alors organisé en secteurs d'exploitation, tandis que le développement des pistes de production offre des perspectives de désenclavement (carte 14). Pourtant, la production cotonnière est confrontée à de nombreuses difficultés (aléas climatiques, parasitisme, concurrence des cultures de rente, désarticulation de la filière, etc.) en raison desquelles elle n'atteint pas le rôle escompté (Lesourd, 2001). Dans l'extrême sud-est, le déclin de la production cotonnière favorisent-ils le passage à une nouvelle vocation minière ?

---

<sup>77</sup> Au Sénégal, le développement cotonnier est relativement tardif après des tentatives précoces et mitigées dans le Boundou (Tandjigora, 2012).



H. Lucaccioni, 2016. Source : SODEFITEX

Carte 14 Organisation spatiale des périmètres cotonniers du sud-est sénégalais

Les marges sud-est du Sénégal sont dotées d'importantes ressources minières qui ne sont que tardivement mises en valeur (or mais aussi fer, marbre, phosphates et cuivre, uranium et granite)<sup>78</sup>. L'or de la Falémé a d'ailleurs joué un rôle historique dans la région<sup>79</sup> (Mbodj, 2009, 2011 ; Niang, 2014) tandis que dès le XX<sup>ème</sup> siècle l'exploitation de l'or alluvionnaire constitue une activité complémentaire à l'agriculture, puis connaît un regain après la sécheresse des années 1970 et les périodes de disette qui l'accompagne (De Lestrangé et al., 1986). En revanche, les intérêts des sociétés privées pour l'exploitation des ressources minières se manifestent prudemment alors que les tentatives d'exploitation à plus grande échelle se montrent difficiles et peu fructueuses

<sup>78</sup> La région de Kédougou abriterait 376,7 tonnes d'or, 800 millions de tonnes de fer (dans les massifs de Koudékourou, Kouroudiakou et Karakaene), 2000 tonnes d'uranium, et 1 415 500 tonnes de marbres (autour d'Ibel, Bandafassi, et Ndébou), ainsi que d'autres ressources aux volumes moins importants (phosphates et cuivre de Bakel, uranium et granite de Saraya). (ANSD, SRSD Kédougou, 2015 ; ANSD, SRSD Tambacounda, 2008, p. 113)

<sup>79</sup> Ces régions aurifères constituent un carrefour d'échanges et un lieu de passage incontournable du commerce transsaharien qui atteint son apogée entre le VIII<sup>ème</sup> et XV<sup>ème</sup> siècle (Mbodj, 2011 ; Niang, 2014).

(Mbodj, 2011 ; Doucouré, 2015). Par exemple, à Sabodala les activités d'exploration débutent progressivement dans les années 1980, suivies en 1995 d'une tentative timide d'exploitation semi-industrielle qui devra être interrompue trois années plus tard en raison de litige avec l'État (Diallo, 2009).

De fait, l'exploitation minière industrielle et l'orpaillage qui l'accompagne (Banchirigah, 2006) doivent attendre un contexte économique et politique plus favorable (photo 5). Au début des années 2000, la baisse des prix du coton, la remontée des cours mondiaux de l'or, et l'adoption d'un nouveau code minier (en 2003) incitent à l'installation des multinationales (Greig, 2009) (carte 15). Un tel contexte ouvre alors la voie à une nouvelle vocation minière. D'ailleurs, parmi les 27 projets phares présentés dans le cadre de l'actuel Plan Sénégal Émergent (PSE), trois d'entre eux sont consacrés à l'activité minière dans le sud-est sénégalais : 1) la relance du projet intégré sur le fer, 2) l'encadrement et la promotion des mines artisanales, et 3) l'accélération de l'exploitation du secteur aurifère dans la région de Kédougou. L'activité minière y est conçue comme une « opportunité de développement économique et social » à l'échelle régionale, et plus encore le Sénégal souhaite s'imposer comme *hub* minier en tant que « centre de référence des services miniers d'Afrique de l'Ouest » (Gouvernement du Sénégal, 2014).



1.



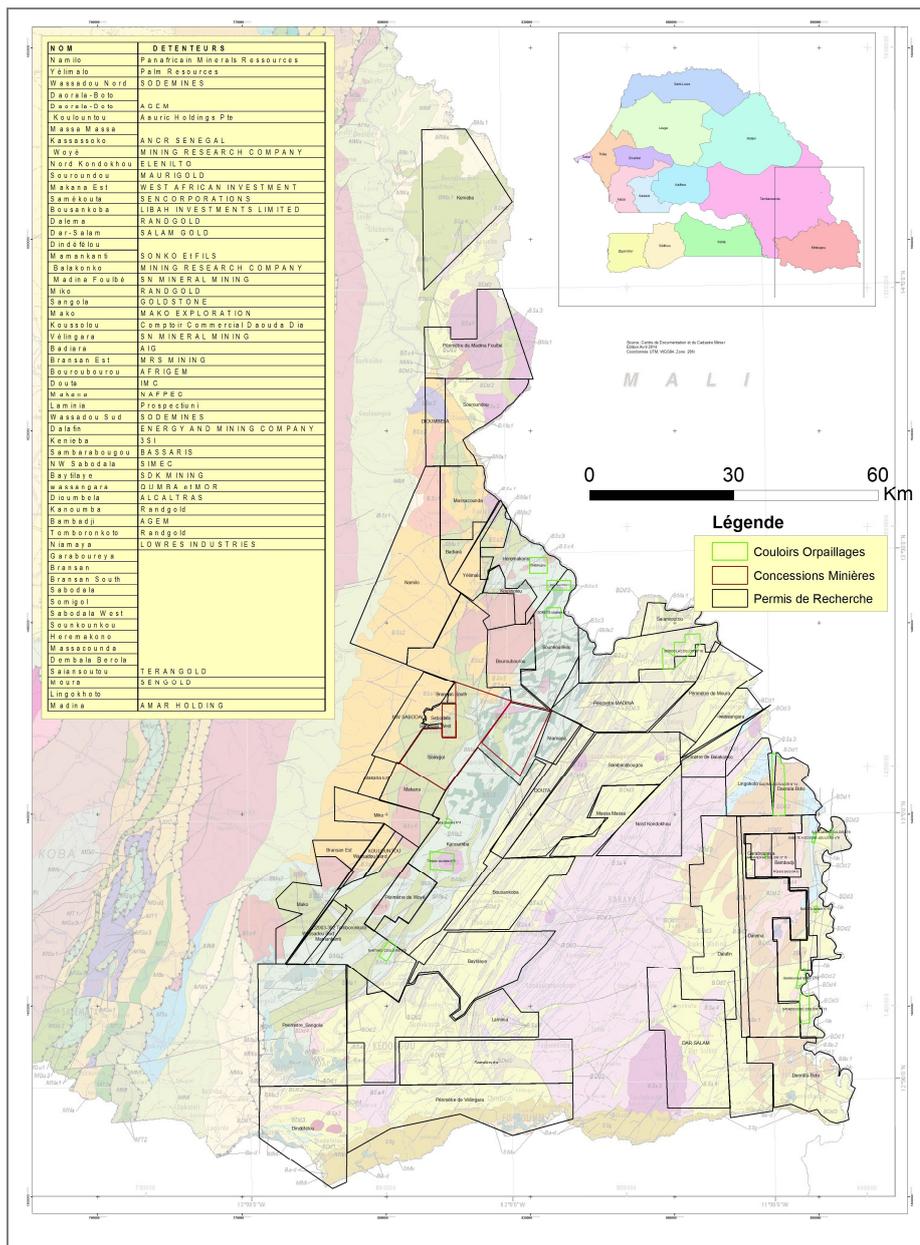
2.



3.

1. mine industrielle de Sabodala  
 2. orpaillage artisanal à Bantako  
 3. trous d'extraction dans le site d'orpaillage de Bantako  
 Photos : H. Lucaccioni 2012,  
 P. Handshcumacher 2013.

Photo 5 Exploitation minière industrielle et artisanale



Source : Centre de documentation et du cadastre minier, 2013

Carte 15 Périmètres miniers dans l'extrême sud-est

Le développement de l'activité minière s'accompagne de mutations spatiales et sociales et offre des perspectives en termes d'aménagement du territoire et de désenclavement régional. Pour Mbodj (2011), l'espace régional est avant tout transformé sous l'influence des retombées collatérales de l'activité minière, plus que par l'exploitation en tant que telle. Par exemple, l'exploitation minière et les activités qui l'accompagnent favorisent une croissance démographique, une densification du maillage urbain, ou encore un développement des fonctions commerciales. Par ailleurs, l'exploitation minière s'inscrit « aux marges des marges » et dépend donc de la mise en

place d'infrastructures de transport pour l'évacuation des productions (ANSD, SRSD Kédougou, 2015, p. 113)<sup>80</sup>. De tels éléments se mettent timidement en place, mais jusqu'à présent les retombées minières demeurent concentrées autour des zones de production (Mbodj, 2011). Par exemple la construction d'une piste latéritique stabilisée qui relie Kédougou au site d'exploitation du village de Sabodala favorise uniquement un désenclavement local<sup>81</sup> (Comité régional d'élaboration du PSM et al., 2008).

En réalité, les transformations spatiales à l'œuvre semblent avant tout marquées par des éléments conjoncturels plus que par une organisation spatiale planifiée. L'extraction industrielle promeut une insertion spatiale localisée et sédentaire « sous forme d'enclaves », mais l'exploitation artisanale est caractérisée par une forte mobilité des orpailleurs et une faible emprise territoriale (Mbodj, 2011). Les sites d'orpaillage (*diouras*<sup>82</sup>) et les activités qui les accompagnent se multiplient rapidement mais n'ont qu'une vocation éphémère. L'exploitation artisanale se décompose ainsi en trois phases : 1) découverte du gisement et exploitation limitée aux villageois autochtones, 2) arrivée massive et rapide de population avec exploitation intense, 3) abandon progressif du site et déplacement des orpailleurs vers de nouveaux gisements. Les différences d'emprises, de rapports à l'espace, et de modes opératoires des deux types d'activité minière (Mbodj, 2011), industrielle et artisanale, renouvellent alors la tension entre fluidité et ancrage.

Les transformations spatiales liées à l'activité minière sont encore embryonnaires car l'exploitation y est récente (Mbodj, 2009), mais elles ne sont que faiblement relayées par une véritable politique d'aménagement du territoire et génèrent de surcroît de nombreuses tensions (Greig, 2009 ; Niang, 2012 ; Mbodj, 2010 ; Doucouré, 2015). L'exploitation minière impose une imbrication complexe d'espaces aux vocations parfois divergentes. En effet, les périmètres miniers sont en concurrence directe avec les espaces agricoles<sup>83</sup> et en contradiction avec les aires protégées qui

---

<sup>80</sup> La réalisation de telles infrastructures représenterait 80 % des investissements miniers totaux. (ANSD, SRSD Kédougou, 2015)

<sup>81</sup> Par ailleurs, le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT) de la région de Kédougou à l'horizon 2039 prévoit cinq axes majeurs pour le développement des infrastructures : 1) densifier le réseau d'infrastructures routières, 2) réaliser les corridors Dakar – Kédougou – Labé (en Guinée), et Kédougou – Salémata – Youkounkoun (en Guinée), 3) réaliser les chemins de fer qui relieraient les zones minières, 4) favoriser la desserte aérienne, et 5) rendre les fleuves Gambie et Falémé navigables. (ANAT, SRADL Kédougou, 2014, p. 51-52)

<sup>82</sup> Terme malinké qui désigne les sites d'exploitation artisanale de l'or.

<sup>83</sup> Dans certains villages de la zone minière, la proportion des exploitants qui ont abandonné la culture cotonnière atteindrait 90 % (Mbodj, 2009 ; Dia, 2006).

représentent 65 % de la superficie totale de la région de Kédougou (Parc National, Zone d'Intérêt Cynégétique de la Falémé, forêts classées) (ANSD, SRSD Tambacounda, 2008). En outre, les périmètres miniers suscitent des jeux d'acteurs complexes : les acteurs du foncier traditionnel, les collectivités locales, les exploitants industriels, et les orpailleurs cristallisent des enjeux politiques et économiques pour le contrôle de l'espace et des retombées minières<sup>84</sup>.

Au vu de ces éléments, nous pouvons nous interroger sur la pérennité des dynamiques spatiales à l'œuvre. En effet, de nouvelles organisations spatiales apparaissent mais les enjeux politiques, sociaux, économiques, environnementaux, et finalement territoriaux s'entremêlent pour questionner la poursuite et la portée de ce potentiel changement de vocation sur la géographie du Sénégal Oriental.

Par ailleurs, l'apparition de nouveaux jeux de pouvoirs, la multiplication, et l'enchevêtrement d'espaces germent également dans l'évolution de la territorialisation des politiques publiques.

### **5.3.2 Des recompositions spatiales dialectiques liées à la territorialisation des politiques publiques**

Les politiques d'aménagement et de gestion du territoire contribuent aux dynamiques de recompositions spatiales au Sénégal Oriental. En particulier, le processus de décentralisation génère des dynamiques locales dialectiques.

La décentralisation forme un des cadres opératoires de la politique d'aménagement du territoire. Elle doit permettre la territorialisation de l'action publique à travers un double processus de rapprochement des citoyens de l'exercice des décisions et de transfert de compétences vers le bas. La dynamique de décentralisation au Sénégal est précoce, de telle manière qu'en 1996 le pays dispose déjà de trois niveaux de

---

<sup>84</sup> Pour Greig (2009), l'État souffre de lacunes techniques et financières pour s'imposer face aux sociétés minières, la décentralisation n'a pas tranché sur les compétences des collectivités locales au regard des ressources minières, et le cadastre minier génère des conflits avec les orpailleurs locaux. En outre, Doucouré (2014) estime que les dynamiques aurifères renforcent le pouvoir local jusqu'à l'apparition d'autorités conjoncturelles en charge de la gestion des sites d'orpaillage. Diallo (2009) considère qu'il existe un manque d'articulation entre un développement local de moyen et long terme, et des actions ponctuelles des compagnies minières. Ces tensions se cristallisent notamment autour de la difficile mise en œuvre du Programme Social Minier.

collectivités locales : les régions, les communes urbaines, et les communautés rurales<sup>85</sup> (Mbow, 2013). Plus récemment, le Sénégal s'est engagé dans l'acte III de la décentralisation qui entend effectuer une réforme de la territorialisation des politiques publiques. Dans le contexte du Plan Sénégal Émergent, la décentralisation doit permettre « une assise territoriale pertinente » à travers les collectivités locales, et « une meilleure articulation des différents échelons d'interventions » (terroirs communautaires, pôles régionaux, schémas nationaux) (Gouvernement du Sénégal, 2014).

Cette nouvelle dynamique de décentralisation est susceptible de participer à des recompositions spatiales. Avant tout, la décentralisation opère des reconstructions du rapport à l'espace. Par exemple, la communalisation refonde les relations de proximité (Lima, 2013). De plus, elle recompose les jeux de pouvoirs pour le contrôle de l'espace en privilégiant les « petites entités territoriales » (Magrin, 2005). En effet, le transfert de compétences offert aux collectivités locales en fait le théâtre des jeux de pouvoirs dans lequel les « pays » redeviennent acteurs de premier plan. Or, au-delà d'une difficile articulation des jeux d'acteurs, on observe une multiplication et un enchevêtrement de territoires. Magrin (2005) résume ainsi : « le retrait de l'État s'accompagne de l'émergence de territoires juxtaposés, parfois cloisonnés, aux articulations incertaines, aux affirmations ambivalentes ». De manière anecdotique, mais révélatrice, l'auteur souligne le flou volontaire quant à la définition des limites des collectivités locales. Ces dernières prennent la forme d'une liste d'inclusion des localités de la collectivité locale, plutôt qu'un tracé de ses limites spatiales. Par ailleurs, Le Bris (2005) défend l'idée que les relations complexes entre politiques publiques et territoires engendrent des périmètres éphémères, souvent réduits à l'espace des « projets de développement ». En cela, il semble que les espaces engendrés par la décentralisation résultent bien « du croisement d'une logique territoriale et d'une logique réticulaire », comme le remarque Lima (2005) à travers l'exemple malien, soit là encore d'une dialectique surface/réseaux.

---

<sup>85</sup> Le pouvoir colonial initie la décentralisation urbaine dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle avec la création des quatre communes (Saint Louis en 1872, Gorée en 1880, Rufisque et Dakar en 1887). La fin des résistances coloniales et l'émergence des pôles urbains liés à la culture arachidière laissent entrevoir la poursuite du phénomène de décentralisation (Tandjigora, 2012). L'État indépendant s'engage rapidement sur la voie d'une « décentralisation rurale » avec la création des communautés rurales en 1972 (en 1982 pour le Sénégal Oriental). En 1996, le code des collectivités locales érige la région en collectivité, concrétise le transfert des compétences, et formalise les ressources financières à travers la régulation de la fiscalité locale, la mise en place d'un Fonds de Dotation de la Décentralisation (FDD) et d'un Fonds d'Équipement et des Collectivités Locales (FECL).

Pour conclure, les dynamiques de décentralisation renouvellent la tension historique entre espaces fluides et espaces figés, entre territoires traditionnels fondés sur un modèle d'archipels, et territoires administratifs basés sur le découpage de surfaces.

### 5.3.3 L'influence de nouvelles dynamiques transfrontalières

Dans les dernières décennies, le Sénégal Oriental connaît une nouvelle mise en valeur de sa situation spatiale au carrefour des trois frontières<sup>86</sup> (Sakho, 2005). Celle-ci se réalise grâce à la rencontre de politiques volontaristes d'intégration sous-régionale, d'une vision nationale d'aménagement du territoire qui promeut un désenclavement des périphéries nationales, et d'un contexte global d'ouverture des périphéries africaines (Lombard, Ninot, 2010).

Le contexte historique est peu favorable à l'intégration sous-régionale des espaces ouest-africains. Déjà le projet colonial de « bloc compact » de l'Afrique Occidentale Française ne connaît pas de formatage spatial, au profit d'une « rationalité économique d'extraversion » (Debrie, 2008). À l'indépendance, les positionnements politiques des jeunes États-nations d'Afrique de l'Ouest n'impulsent pas plus de dynamiques à une intégration de l'espace régional. Si les cadres institutionnels transnationaux sont établis dès les années 1980<sup>87</sup>, les projets transfrontaliers peinent à se concrétiser et ne suscitent que peu d'intérêts (Lombard, Ninot, 2010). Au Sénégal, ces difficultés s'illustrent notamment par la lenteur de l'extension des réseaux routiers vers les frontières maliennes, mauritanienne, et guinéennes, à la toute fin du XX<sup>ème</sup> siècle (Choplin, Lombard, 2010).

Au tournant des années 1990, les intérêts supranationaux et nationaux se rejoignent pour encourager les dynamiques transfrontalières dans le cadre d'une ouverture timide à l'internationale (Lombard et al., 2013 ; Lombard, Ninot, 2010). Les jeunes États africains cherchent à diversifier leurs relations politiques et économiques (Ba, 2007). En particulier, les pays de l'intérieur du continent (Mali, Burkina Faso, etc.) prennent conscience de la nécessité d'accéder aux façades maritimes, alors même que les nations côtières cherchent à optimiser leurs plateformes portuaires (Lombard, Ninot, 2013). De plus, les cadres institutionnels de la coopération et de l'intégration sous-

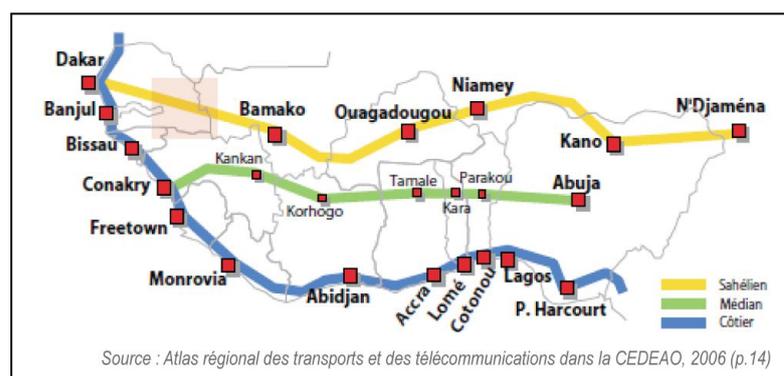
---

<sup>86</sup> Sénégal, Guinée, Mali, et les portes de la Mauritanie.

<sup>87</sup> L'Union Économique et Monétaire des États d'Afrique de l'Ouest (UEMOA) est créée en 1962 avec l'objectif de favoriser l'intégration économique des pays ouest-africains. À partir de 1975, elle est appuyée par la Communauté des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Les états ouest-africains optent pour un modèle de libre circulation, à l'image de l'espace européen de Schengen, que les organisations intergouvernementales doivent mettre en œuvre à l'aide de différentes mesures.

régionale se consolident, soutenus par le développement d'organisations panafricanistes. Enfin, au Sénégal la volonté de rééquilibrage territorial et de désenclavement des périphéries nationales crée un contexte favorable à l'ouverture des marges sud-est (Lombard et al., 2013 ; Lombard, Ninot, 2010). Dès 2005 un « réseau régional relativement cohérent et structuré » émerge, auquel le Sénégal Oriental est intégré. En effet, le corridor transsahélien Dakar - N'Djamena se confond avec la route nationale N° 1 et favorise le développement d'un trafic international. En outre, à la fin des années 1990, des conjonctures favorables renforcent ces dynamiques d'ouverture. En effet, la crise politique en Côte d'Ivoire, depuis le coup d'État de 1999, provoque un gel de l'activité du port d'Abidjan, un report des flux d'import/export sur Dakar, et une redynamisation générale de l'espace frontalier sénégalalo-malien<sup>88</sup>.

Le Sénégal Oriental est intégré à l'espace sous-régional de la Communauté des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Pour Choplin et Lombard (2010), il est à ce titre inséré à un système ouest-africain lié par les circulations et les échanges (carte 16). Les périphéries nationales des différents États frontaliers sont alors susceptibles de former « un espace économique autonome se greffant sur plusieurs États-nations aux contrastes géographiques marqués » (Igue, 1989). Or, dans ce processus de recompositions transfrontalières, c'est moins l'espace national qui est remis en question (la déterritorialisation étatique) que les recompositions internes (Diallo, 2015). En outre, les recompositions du sud-est sénégalais sous l'influence de ces dynamiques transfrontalières procèdent d'une « intrication des niveaux géographiques et des territoires » (Choplin, Lombard, 2010) où « l'intégration par le bas » participe autant des dynamiques d'ouverture, allant parfois jusqu'à produire « des territoires dans les territoires » (Igue, 1995).



Carte 16 Le Sénégal Oriental intégré à l'espace sous-régional ouest-africain

<sup>88</sup> Par exemple, jusqu'en 2002 80 % de l'export malien transite par Abidjan contre 33 % en 2008. L'essentiel du trafic est reporté sur Dakar qui devient un hub régional. (Mbodj, 2009 ; Lombard, Ninot, 2013).

L'intégration à cet espace régional s'organise par les échanges, formels ou non, et la mobilité marchande apparaît donc comme une dynamique structurante de l'espace (Diallo, 2016). Ainsi, les infrastructures de transport international qui traversent le sud-est sénégalais influencent favorablement les circulations et créent des opportunités locales (Lombard, Ninot, 2013). Si la route nationale N° 1 draine avant tout des flux de transit, les plus importants en volumes, le corridor international est aussi un catalyseur des flux locaux transfrontaliers ou infrarégionaux (Choplin, Lombard, 2010). Le long de la route nationale N° 1 se développent ainsi des villes escales et des marchés frontaliers. Par exemple, les communes urbaines de Kidira et Goudiry revendiquent un statut en devenir de « ville de transit à rayonnement régional » (ARD Tambacounda, 2011 ; GERAD, 2011). Selon Igue (1989), ces villes frontalières forment le cœur battant des périphéries nationales et « contribuent à la survie de ces espaces ». Diallo (2016), ajoute que les marchés frontaliers apparaissent comme de « véritables facteurs d'intégration territoriale ». Les relations commerciales encouragent également les interactions entre villes et campagnes, et entre zones de production et centres de consommation, fondements de ces « enclaves frontalières » (Igue, 1989).

En résumé, les dynamiques transfrontalières contemporaines forment un élément important des recompositions des espaces du sud-est sénégalais. Ce dernier devient un espace de transit à l'échelle de la sous-région. Mais plus encore, ces dynamiques stimulent également les relations régionales et locales au sein de ces espaces en mutation.

Dans l'extrême sud-est, une combinaison de facteurs stimule de nouvelles dynamiques spatiales soutenues par une diversité d'acteurs territoriaux et caractérisées avant tout par l'ouverture. Le développement de nouvelles activités, l'évolution des outils de territorialisation des politiques publiques, et les dynamiques transfrontalières laissent apparaître en filigrane des espaces ruraux hétérogènes au sein desquels se tissent de nouvelles relations, transfrontalières à locales. Les anciens terroirs s'effacent alors au profit de nouveaux territoires (Lesourd, 2000).

\*\*\*

Les dynamiques spatiales du sud-est sénégalais répondent à des processus dialectiques issus de jeux d'acteurs à plusieurs échelles spatiales et temporelles et selon une diversité de logiques politiques et économiques. Historiquement, l'absence de puissance politique unificatrice façonne un espace régional peu structuré. Seul le dispositif colonial de la traite arachidière érige une organisation spatiale stable à l'échelle du pays et au Sénégal Oriental. Dès cette période, le zonage agroécologique devient l'outil privilégié de l'organisation et de la mise en valeur de l'espace. Il

contribue à façonner des hétérogénéités spatiales. Cette organisation de l'espace régional persiste encore aujourd'hui, mais de nouvelles dynamiques participent à des recompositions spatiales. En particulier, les transformations des espaces durant les dernières décennies révèlent une périphérie en ouverture.

Périphérie nationale, le Sénégal Oriental a souvent été conçu comme un « territoire inachevé » (Van Chi Bonnardel, 1978 ; Pourtier, 2014). Pourtant, le « vide » des marges spatiales, présenté comme une construction imparfaite des territoires, forme un catalyseur d'innovations spatiales dans les sociétés africaines (Retailé, 2005). Ces innovations témoignent d'espaces ruraux où se tissent de nouvelles relations à de multiples échelles, des réseaux économiques mondiaux aux relations internes entre villes et campagne (Lesourd, 2000). En réalité, les dynamiques des espaces du sud-est sénégalais trahissent une tension récurrente entre des formatages territoriaux rigides imposés par le pouvoir dominant, et des organisations spatiales fluides qui réinventent et recomposent le territoire. De fait, les hétérogénéités spatiales qui résultent de ces dynamiques peuvent être hiérarchisées en marges et en cœurs, mais leurs limites sont floues. Cette incertitude n'est-elle pas la réponse des sociétés ouest-africaines à « la permanence de ses situations de crise agricole et sociale » (Lesourd, 2000) ?

Ce diagnostic des espaces nous interpelle déjà sur leurs comportements au regard de l'invasion du rat noir. Si les espaces sont inégalement mis en valeur et si leurs limites sont floues, alors la géographie du rat noir, reflet de la géographie des hommes, ne devrait-elle pas revêtir des caractéristiques semblables ? En outre, cette plasticité des espaces nous rappelle que la logique de surface ne peut se suffire à elle-même (Retailé, 1993). Après avoir explicité les transformations des espaces du sud-est sénégalais, nous devons donc nous intéresser aux dynamiques des mises en liens de ces espaces.



## **Chapitre 6**

### **Des dynamiques de mises en liens qui articulent des réseaux, des nœuds, et des flux**

L'ouverture qui caractérise les transformations contemporaines du Sénégal Oriental se traduit par de nouvelles relations spatiales. Les liens et les mouvements qu'ils impliquent sont souvent appréhendés comme des facteurs de dérangement, alors qu'ils sont en réalité les moteurs de l'organisation et de la différenciation de l'espace (Retraillé, 2014). En outre, rappelons que les mises en liens des sociétés sont le principal support de l'invasion du rat noir au Sénégal.

Dans ce chapitre, nous analysons les mises en liens des espaces du sud-est sénégalais comme le résultat du croisement des réseaux physiques, des nœuds qui les articulent, et des flux qui s'y déploient. Nous montrons les différentes manières dont les relations spatiales s'expriment et évoluent selon des logiques politiques et économiques. Ces dernières sont également instaurées par les opérateurs territoriaux et leurs relations dialectiques à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

Nous décrivons d'abord la mise en place des réseaux techniques qui forment le support des circulations en montrant comment ils matérialisent les projets de formatage territorial. Nous nous intéressons ensuite au maillage des lieux qui constituent autant de nœuds articulateurs des réseaux et des flux, avant d'analyser la manière dont les flux s'expriment et évoluent.

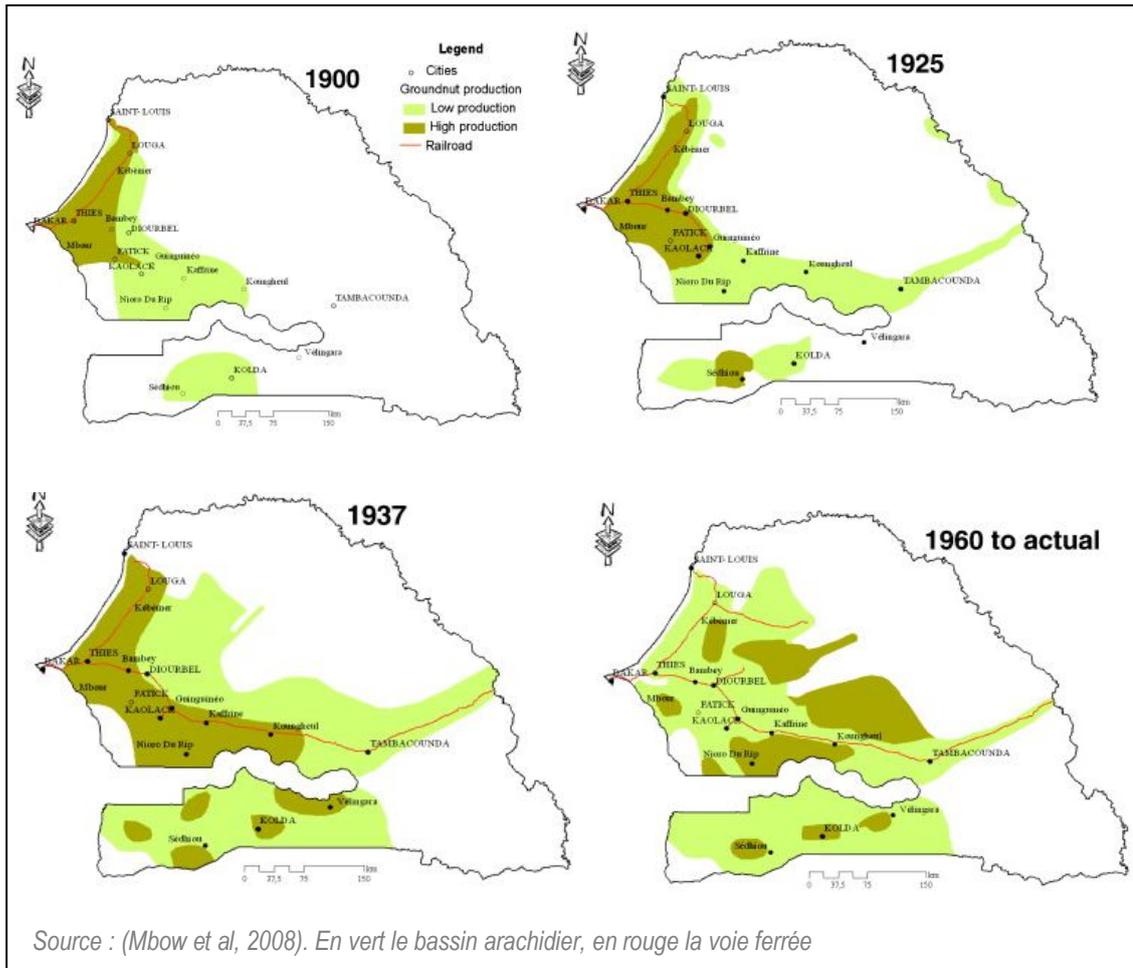
## **6.1 Le formatage politique et économique des « tracés techniques »**

Les mises en liens se matérialisent par les réseaux de transport, supports physiques des circulations (Debrie, 2008). Ces réseaux génèrent une structure spatiale hiérarchisée qui répond elle-même à des formatages politiques et économiques. Au Sénégal, ces « tracés techniques » révèlent l'histoire des projets territoriaux successifs (Debrie, 2008) : la mise en place du système spatial et économique de la traite arachidière coloniale, puis la construction du territoire national à travers une logique de désenclavement des périphéries nationales, enfin le projet contemporain d'émergence territoriale.

### **6.1.1 Du « temps colonial » au « temps national », du rail à la route**

Les réseaux coloniaux ouest-africains sont conçus en vue de la conquête du territoire, puis de l'exploitation des matières premières de la colonie. Pour Debrie (2008), leur construction lors du « temps colonial » se manifeste en trois phases distinctes : 1) la création d'un binôme structurant qui articule un débouché portuaire et une voie ferrée pénétrante, 2) l'enrichissement de cette structure élémentaire par l'adjonction de branches, 3) enfin, le développement d'un réseau de pistes indépendantes.

La conquête du Soudan Atlantique s'appuie d'abord sur les voies fluviales puis, dans la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, les réseaux deviennent un instrument de domination politique et économique de l'espace conquis (Ninot, 2003). En particulier, la voie ferrée doit former le support de l'économie de traite arachidière en reliant les terres cultivées de l'intérieur aux ports atlantiques. Au Sénégal Oriental, le rail imprime donc une logique d'axe ouest - est, véritable colonne vertébrale de l'organisation spatiale. La voie ferrée traverse l'ensemble du bassin arachidier avant d'atteindre Tambacounda (en 1915) d'où elle se prolonge selon un tracé rectiligne dans la partie septentrionale du Sénégal Oriental. Elle traverse alors Kotiari (en 1916), Goudiry (en 1922), jusqu'à Kayes, au Mali (en 1923) (Labasse, 1954 ; Sakho, 1991) (carte 17 et photo 6).



Carte 17 La construction du rail accompagne la migration du bassin arachidier



Photos : P. Handschumacher, 2013 (à gauche) et H. Lucaccioni, 2013 (à droite).

Photo 6 Le rail à Goudiry et l'ancienne gare de Bala

Ce binôme formé par le débouché portuaire et sa pénétrante ferroviaire s'adjoint ensuite d'une structure en branches (Debrie, 2008). En effet, l'extension des terres cultivables à distance du rail suppose la mise en place d'un système de collecte et d'évacuation des productions (Lesourd, Ninot, 2006). Pour cela, un réseau de pistes est construit afin de relier les espaces agricoles aux points de traite qui sont situés le long de la voie ferrée. Au Sénégal Oriental, le phénomène est d'autant plus précoce qu'il s'agit de la seule région où l'évacuation des productions arachidières par camions n'a pas été interdite (Tandjigora, 2012)<sup>89</sup>. L'essentiel des pistes et des routes du sud-est sénégalais est donc progressivement construit à partir des années 1930. Dans le Boundou, les (faibles) productions arachidières s'évacuent à Bakel, les pistes nord se dirigent vers Diawara et Golmi - Aroundou, les tronçons sud relient Koussan (*via* Sénoudébou), et le village de Youpé Pathé est connecté au rail à la hauteur de Youpé Amadi. À l'ouest, un réseau de piste se déploie vers le sud à partir de Bala (Bani Israël - Gamou et Bani Israël - Bransan), tandis que l'hinterland de Tambacounda est relié à l'axe central par une piste latéritique stabilisée (Goumbayel - Dianké Makha) (Tandjigora, 2012). Pourtant, les pistes rurales sont avant tout pensées « comme support de l'alimentation des voies ferrées » pour l'évacuation de l'arachide. Ce n'est que dans une troisième phase que se développe « un réseau pistier parfois indépendant des logiques ferroviaires » (Debrie, 2008).

Le développement des pistes a pour objectif d'élargir « l'espace de transaction colonial » (Debrie, 2008) et annonce déjà le passage au tout routier. À la fin des années 1950, le développement des transports privés accompagne celui des routes sur un mode concurrentiel du rail (Lesourd, Ninot, 2006). À l'indépendance, le « divorce rail - route » répond à des choix techniques, politiques, d'aménagement du territoire, et économiques : la route entend servir de tuteur à la construction du territoire national autant qu'à l'intégration économique et territoriale des campagnes, et plus tard des entités supranationales (Ninot, 2003 ; Lombard, Ninot, 2010, 2013).

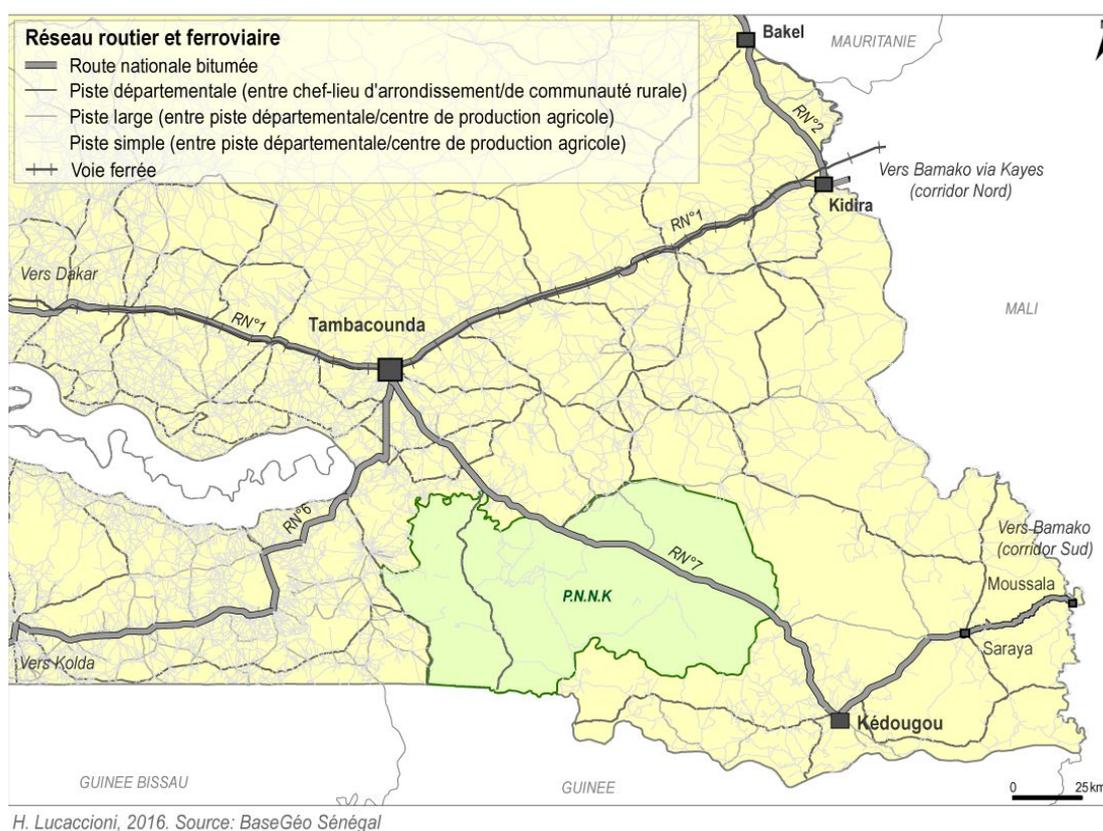
La traite de l'arachide initialement mise en place par le pouvoir colonial favorise le développement de la voie ferrée puis du réseau de pistes rurales. Pourtant, l'émergence d'un réseau routier au sud-est du Sénégal est lente, et le développement des routes ne semble être permis que par une évolution progressive des conceptions politiques de l'aménagement du territoire aux notions de développement, puis d'émergence territoriale.

---

<sup>89</sup> L'arrêté du 4 septembre 1935 interdit l'usage des camions pour l'acheminement des arachides des zones de production aux points de traite, sauf au Sénégal Oriental (Tandjigora, 2012, p. 342).

### 6.1.2 L'évolution des réseaux routiers dans le Sénégal indépendant, de l'aménagement à l'émergence du territoire

L'évolution des réseaux du « temps national » se décompose en trois phases (Debrie, 2008) : 1) la construction d'axes territoriaux nationaux qui relient la capitale nationale aux pôles régionaux, 2) le développement de tracés économiques internes à l'espace national, 3) puis la création de connexions externes. Cette évolution traduit une dynamique de désenclavement à plusieurs échelles spatiales, encouragées par une diversité d'opérateurs territoriaux. (Carte 18)



Carte 18 Réseau routier et ferroviaire actuel du Sénégal Oriental

À l'indépendance, le Sénégal Oriental souffre d'un enclavement externe et interne en raison de la faible densité des réseaux de transport et de leur mauvaise qualité. Les distances entre le centre économique et politique du pays et le sud-est du Sénégal sont élevées, et les infrastructures peu développées de telle manière que ni Tambacounda, ni Kédougou ne bénéficient de liaisons routières pérennes. Au niveau infrarégional, le Sénégal Oriental déplore également une « absence chronique de routes et de pistes définitives » (Tandjigora 2012, p. 584). De fait, en 1978 Van Chi Bonnardel (1978) décrit un réseau routier restreint. La capitale régionale Tambacounda est reliée à

la frontière sénégal-malienne (*via* Kidira) par une piste de terre qui longe parallèlement l'axe ferroviaire, tandis qu'une simple piste latéritique la connecte à Kédougou à travers le Parc National du Niokolo Koba. Quelques pistes rurales difficilement praticables s'ajoutent à ces deux axes principaux. Par exemple, la piste qui relie Kidira à Bakel est inondée durant l'hivernage, celle qui relie Goudiry à Kédougou est exclusivement praticable par des véhicules tout terrain y compris en saison sèche, et celles de Kédougou - Labé (en Guinée) et Tambacounda - Youkounkoun (en Guinée) offrent également des conditions de praticabilité précaires.

La première phase du « temps national » se concrétise par des tentatives de sécurisation des axes principaux en vue de connecter les périphéries nationales. Pourtant, l'extension du réseau routier bitumé vers le sud-est se réalise tardivement à la fin des années 1990. De plus, elle s'appuie sur les tracés préexistants : la route nationale N° 1 (Tambacounda - Kidira) est construite de manière strictement parallèle à la voie ferrée (Ninot, 2003), et la route nationale N° 7 (Tambacounda - Kédougou) conserve son tracé initial à travers le Parc National du Niokolo Koba.

Dans une seconde phase, la densification des réseaux est encouragée par les politiques d'aménagement afin d'alimenter les zones d'exploitation économique préalablement définies, telles que décrites dans le chapitre précédent (Debrie, 2008). Au Sénégal Oriental, la mise en place du réseau interne s'appuie sur un projet de développement rural cristallisé autour de la culture cotonnière, instrument de désenclavement et de développement des espaces ruraux (Magrin, Ninot, 2005). La trame spatiale cotonnière qui se met en place dans les années 1970 s'appuie en effet sur des pistes de production qui parcourent les secteurs cultivés.

Aujourd'hui encore, les réseaux ruraux s'intensifient sous l'action des opérateurs agricoles et forestiers porteurs de projets de développement (Lombard, Ninot, 2013). Des perspectives comparables de désenclavement et de développement sont commencées dans les récents périmètres miniers industriels de l'extrême sud-est. Enfin, la dynamique de désenclavement est renouvelée par le renforcement du processus de décentralisation (Lombard, Ninot, 2010) qui vise un rééquilibrage du territoire et

encourage le développement local. Ainsi, nous observons des efforts récents de réhabilitation des pistes longtemps délaissées par les opérateurs agricoles en déclin<sup>90</sup>.

La dernière étape du « temps national » consiste à la construction des « raccrochements externes » à l'espace national (Debrie, 2008). Cependant, ces derniers évoluent tardivement dans le cadre de la réactivation de la coopération et de l'intégration sous-régionale explicitée dans le chapitre précédent. En effet, les tracés techniques issus de la période coloniale ne dessinent qu'une ébauche d'un réseau régional ouest-africain, fragmenté, sans réelle cohérence ni articulation (Mbodj, 2011 ; Pourtier, 2014 ; Debrie, 2008). En outre, après les indépendances ces réseaux susceptibles de servir de trame physique aux projets transnationaux sont délaissés car ils ne servent plus l'ancien projet colonial de « formatage économique » (Debrie, 2008). Mais aujourd'hui, les routes transnationales sont conçues comme vecteurs de développement pour les États ouest-africains à la recherche d'une meilleure intégration et cohérence spatiale et économique (Choplin, Lombard, 2010). En revanche, elles répondent toujours à une « logique d'extraversion » : il s'agit de relier les espaces intérieurs aux interfaces littorales (Debrie, 2008). Au Sénégal Oriental, le corridor transsahélien Dakar - Bamako renouvelle donc la logique d'axe ouest - est en se confondant avec la route nationale N° 1. Par ailleurs, la mise en place d'un corridor alternatif par le sud s'est tout récemment concrétisée à travers la prolongation de la route nationale N° 7 vers l'est en direction du Mali (*via* Saraya, puis Moussala) (Douanes sénégalaises, 2015 ; BAD, 2014) (photo 7). Le Sénégal Oriental devait ainsi devenir une des portes d'entrée de l'Afrique de l'Ouest.

---

<sup>90</sup> Par exemple, dans l'arrière-pays de Tambacounda, la piste de production qui relie la capitale régionale à Goumbayel est réhabilitée en 2007 et entretenue en 2013. La portion qui dessert Dianké Makha au départ de Tambacounda est réfectionnée fin 2010, et celle au départ de Goudiry (*via* Dougué et Dieylani) en 2012, tandis que le tronçon qui relie Kipoussouleye et Koussan est restauré en 2014. En 2009 - 2010, se sont les routes de l'ouest qui sont réfectionnées : Koumpentoum - Koutiaba - Payar, puis sa prolongation jusqu'à Ndoum, Thiékéré, et Sébou ; Koumpentoum - Méréto et sa prolongation à Makacolibantang, ainsi que Maleme Niani - Méréto (AGEROUTE, communication personnelle, 2014).



Photo : P. Handschumacher 2013

Photo 7 Camion malien le long du nouveau corridor Dakar - Bamako par le sud

Malgré ces dynamiques de désenclavement, les enjeux relatifs aux réseaux de transport sont encore nombreux car la viabilité, l'articulation, et la praticabilité des réseaux routiers sont précaires. Superposer des réseaux aux zonages agroécologiques sans autre projet territorial que celui des impératifs de production n'organise pas plus l'espace. Au contraire, cela accentue les hétérogénéités des espaces et des lieux qui sont alors inégalement connectés. Parmi ces lieux, certains d'entre eux servent de nœuds d'articulation des réseaux et des flux.

## **6.2 La construction d'une trame de localités qui forment les nœuds des réseaux**

Les nœuds sont constitutifs des réseaux car ils forment les jointures structurelles et fonctionnelles qui articulent et hiérarchisent les connexions physiques et les flux. Ils émergent du maillage des localités, qui est également le produit des opérateurs territoriaux. De la mise en place de la trame coloniale aux dynamiques contemporaines de complexification, les nœuds évoluent entre des formatages formels et des dynamiques informelles.

### **6.2.1 De la trame coloniale à la complexification du territoire**

À l'aube de la colonisation, l'héritage du peuplement discontinu du sud-est sénégalais ne permet pas de distinguer une trame structurée de localités. Cette dernière est avant tout mise en place par le pouvoir colonial qui établit « une organisation macrocéphale dans laquelle un rang et une fonction sont attribués à chacun des centres » (Walther, Retailé, 2008), il instaure ainsi une domination des villes sur la campagne (Ninot, 2003). La « mise en lieu du pouvoir » dispose des postes militaires, puis des escales commerciales, qui sont indispensables à la fois au contrôle social et territorial et

à la sécurisation du commerce d'exportation (Lima, 2005, 2013 ; Mbow, 2013). En particulier, l'organisation spatiale de la production arachidière pose les prémices de la différenciation des lieux en hiérarchisant les points de récolte, d'évacuation, et de commercialisation (Ninot, 2003).

Dès les années 1930, des centres fonctionnels d'évacuation de la production arachidière s'implantent le long du rail (Kotiar, Bala, Goudiry, Kidira, etc.) (Sakho, 1991). Ces escales ferroviaires jouent d'abord le rôle de points de collecte et de conditionnement pour la production agricole au sein des hinterlands qu'elles polarisent. De fait, leur capacité à drainer la production d'arachide joue un rôle prépondérant dans leur évolution précoce. Or, bien que les gares répondent avant tout à « des nécessités techniques » (Labasse, 1954), le pouvoir colonial est rapidement confronté à l'obligation de rentabiliser le rail. Pour cela, il incite au développement de véritables relais territoriaux (Sakho 1991) : les escales qui sont initialement des lieux régulateurs de la production deviennent aussi des lieux de commerce pour la redistribution des biens importés, des relais administratifs, et parfois des points de rupture de charge des transports (Ninot, 2003). Certaines de ces localités s'érigeront ensuite en véritables bourgs ruraux ou pôles semi-urbains alors que le phénomène urbain s'intensifie dans les années 1960 – 1970, alimenté par les difficultés des campagnes et l'exode rural conséquent<sup>91</sup> (Sakho, 1991).

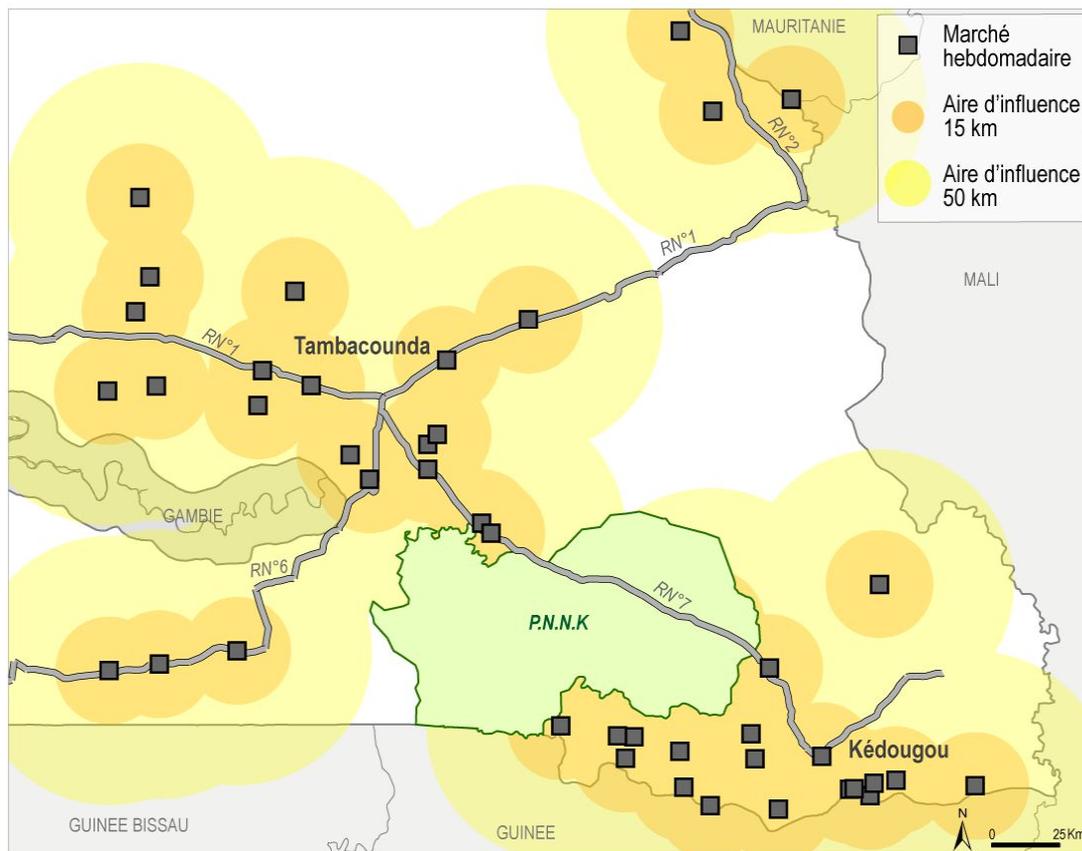
Par ailleurs, l'expansion des périmètres cultivés au sein des hinterlands ruraux favorise le développement de multiples points de traite en dehors de la proximité immédiate de la voie ferrée (Bani Israël, Gabou, Sinthiou Fissa, Koussan, Boynguel, etc.). À l'indépendance, les structures d'encadrement du monde rural poursuivent dans une moindre mesure cette organisation des lieux ruraux (Ninot, 2003). Par exemple, chaque secteur d'exploitation cotonnière est centré sur un chef-lieu qui abrite les usines d'égrenage et qui est chargé de la ventilation des moyens de production agricoles (semences, intrants) et de leur récolte. De fait, certaines de ces localités forment de véritables « nœuds » structurants dans l'espace rural cotonnier et dans les réseaux marchands agricoles. Mais le modèle arachidier s'estompe progressivement après l'indépendance, tandis que de nouvelles logiques remodelent cette trame spatiale.

Au tournant des années 1980, le monde rural opère de profondes mutations qui contribuent aux transformations de ces nœuds. Le Sénégal s'engage dans une logique

---

<sup>91</sup> L'économie arachidière et la voie ferrée accompagnent l'urbanisation à travers le développement de « localités de conception européenne ». En outre, ces escales du rail et centres administratifs génèrent une main-d'œuvre locale non qualifiée et d'importants flux migratoires qui alimentent leur croissance démographique. (Sakho, 1991, p. 128)

économique libérale qui conduit au désengagement de l'État du secteur primaire et au démantèlement progressif des anciennes structures d'encadrement du monde rural, tandis que la filière de production et de commercialisation de l'arachide et des cultures vivrières se privatise (Ninot et al., 2002). Les transformations conséquentes se manifestent notamment par l'évolution des lieux d'échanges, la multiplication, et la diversification des marchés (carte 19). (Ninot et al., 2002, 2001)



Carte 19 Les marchés ruraux du Sénégal Oriental et leurs aires d'influence

Ninot (2003) décrit un phénomène de « complexification du territoire » qui se traduit notamment par la multiplication des petits bourgs locaux et le renforcement des centres secondaires autour desquels se déploient des mises en liens locales. Les anciennes escales coloniales perdent de leur dynamisme face à ces nouveaux relais ruraux (coopératives, marchés hebdomadaires) (Ninot, 2003 ; Ninot et al., 2001). Pourtant, la trame qui émerge de cette dynamique de complexification ne répond pas à une hiérarchisation strictement urbaine, ni commerciale, ni liée aux réseaux de transport uniquement (Ninot, 2003). Au contraire, les bourgs ruraux se distinguent selon des combinaisons variées d'attributs qui constituent autant de « facteurs de polarisation » et de différenciation. Par exemple, leur situation par rapport à la route, leur degré

d'urbanisation, la présence de marchés, etc. (Lombard, Ninot, 2010). Les bourgs plus importants cumulent ces attributs de centralité, tandis que les pôles locaux n'en disposent que d'une seule partie (Ninot, 2003).

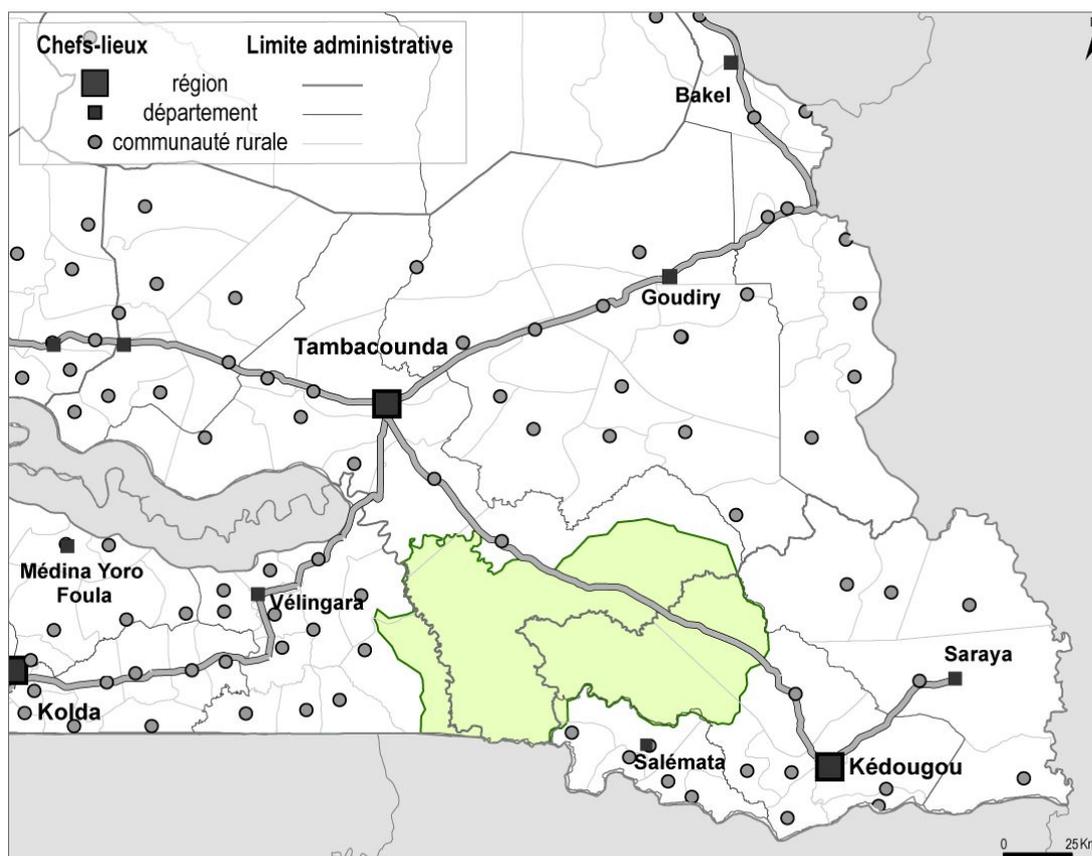
En revanche, un réseau de villes est difficilement visible. Les pôles régionaux peinent à émerger en l'absence d'une réelle armature urbaine, comme l'expliquent Magrin et Ninot (2005) : « Tambacounda et Kolda, n'atteignent pas 80 000 habitants. L'armature urbaine, complétée seulement par 3 villes de plus de 20 000 habitants (Vélingara, Bakel et Kédougou), ne suffit pas à structurer l'espace régional ». En outre, cette complexification reflète un phénomène paradoxal décrit par Ninot (2003, p. 289) : « d'une part, une dynamique d'ouverture au système monde, d'autre part, une attitude de protection par un repli sur un espace local reconstitué autour des marchés et des bourgs ».

Si la trame arachidière héritée de la période coloniale persiste, elle est remodelée au profit de nouvelles dynamiques. La lecture de l'organisation et de la hiérarchisation des localités qui doivent donner leur cohérence aux réseaux est rendue floue alors que leur maillage se complexifie.

### **6.2.2 Un maillage des lieux qui évolue entre formatages et incertitude spatiale**

Les dynamiques récentes du sud-est sénégalais influencent l'évolution de la trame de localités, entre des formatages instaurés par les outils interventionnistes de l'État en vue d'un rééquilibrage territorial et d'un développement local, et des recompositions informelles non nécessairement planifiées.

Le formatage de l'administration territoriale décentralisée impose un cadre formel à la trame des localités. Il définit les découpages et la hiérarchie des collectivités locales et de leurs chefs-lieux (carte 20). Par exemple, les derniers découpages de 2008 font de Kédougou une nouvelle région, ils modifient aussi les périmètres des communautés rurales et urbaines et définissent de nouveaux chefs-lieux. Cette hiérarchie formatée doit se concrétiser par l'évolution des attributs de la centralité à travers le développement de certaines infrastructures (sanitaires, commerciales, routières, etc.) au sein de ces nouveaux chefs-lieux. Une telle dynamique semble être amenée à se poursuivre à travers la réalisation du Plan National d'Aménagement du Territoire (PNAT) à l'horizon 2022 (ANSD, 2014), et l'acte III de la décentralisation qui vise la communalisation totale et l'institution des départements en collectivités locales, ainsi susceptibles de multiplier les pôles locaux.



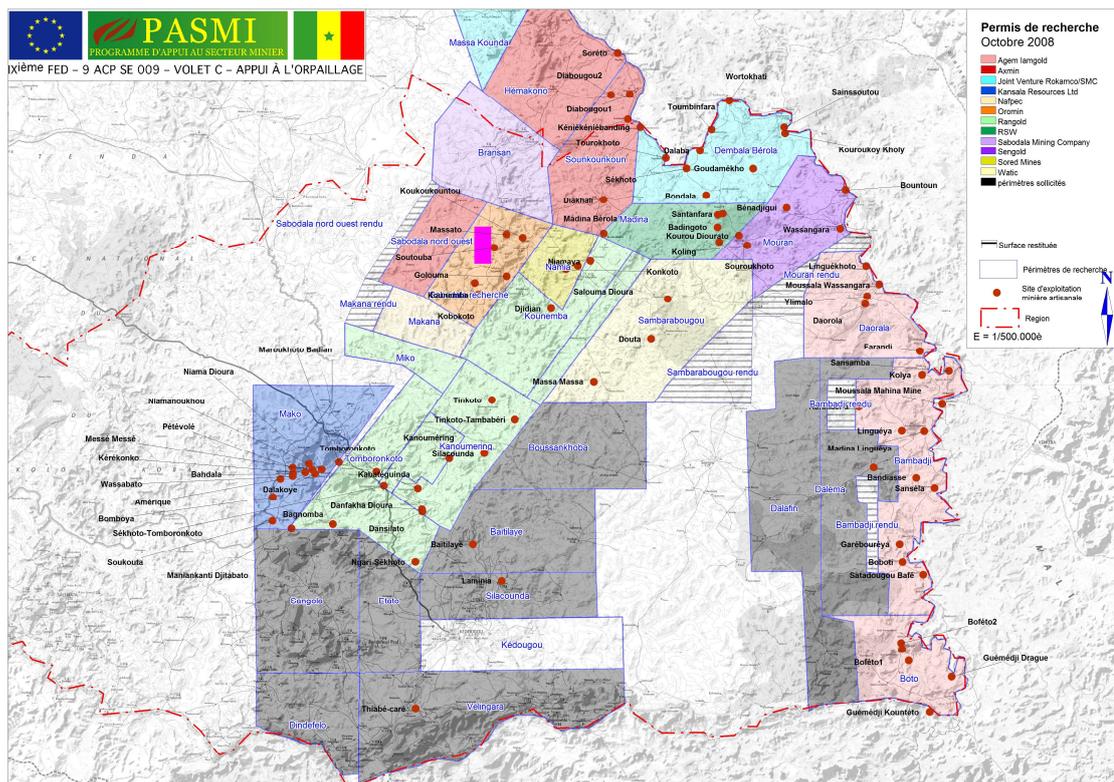
H. Lucaccioni, 2016

Carte 20 Le maillage administratif et les chefs-lieux du Sénégal Oriental depuis 2008

Cependant, les cadres territoriaux formels sont-ils capables de capitaliser et/ou d'encadrer les dynamiques de complexification du sud-est sénégalais ? Greig (2009) souligne que de nombreux enjeux accompagnent le processus de décentralisation, parmi lesquels la mise en cohérence des différents niveaux et outils de planification et leurs conséquences en termes de renforcement des logiques régionales ou, au contraire, d'apparition de logiques contradictoires<sup>92</sup>. En outre, nous avons vu que le formatage territorial depuis l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui semble moins en mesure « d'effacer » les dynamiques informelles que d'engendrer une tension entre des cadres territoriaux rigides et des dynamiques fluides et spontanées.

<sup>92</sup> Pour Greig (2009), les politiques territoriales sont confrontées à des outils d'intervention limités. Par exemple, en 2006, Tambacounda est la seule région à ne pas actualiser son Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT) conçu en 1994. L'auteure estime que les collectivités locales forment des relais ambigus des politiques nationales d'aménagement car, paradoxalement, elles ne disposent que d'un faible pouvoir en matière d'aménagement du territoire. En particulier, les Plans Locaux de Développement ne répondent pas à une obligation légale, et ces collectivités n'ont qu'un rôle consultatif dans l'élaboration du SRAT.

L'évolution des lieux se joue également parfois des logiques formelles et des outils prescriptifs impulsés par les acteurs territoriaux officiels. Au Sénégal Oriental, des dynamiques récentes sont donc susceptibles de bouleverser les schémas « classiques » de l'organisation et du fonctionnement des réseaux et de leurs nœuds. En premier lieu, l'activité minière industrielle et artisanale participe à un effet « spontané » de réorganisation de l'espace (Mbodj, 2011). Les sites d'orpaillage se multiplient rapidement et forment de grands amoncellements de populations et des pôles commerciaux particulièrement actifs qui surpassent les chefs-lieux officiels (carte 21). Pourtant, ils connaissent une durée de vie limitée car rythmée par l'alternance de la découverte des filons aurifères et de l'épuisement de ces ressources. De fait, les localités d'orpaillage s'imposent comme des lieux structurants mais instables vis-à-vis de l'organisation et des relations spatiales. Dans l'extrême sud-est du Sénégal, ne voit-on pas alors l'opposition entre « l'espace quadrillé » du pouvoir et de la contrainte, et « l'espace mobile » de la subversion et de la survie (Retailé, 2005) ?



Source : Centre de documentation et du cadastre minier, 2013.

Carte 21 Multiplication des sites d'orpaillage dans l'extrême sud-est sénégalais

Par ailleurs, dans le contexte frontalier du Sénégal Oriental les lieux d'échanges sont sujets à une évolution rapide. Certaines localités deviennent des marchés transfrontaliers, des escales de transit, et articulent les lieux d'échanges et de commerce.

Par exemple, Fanchette (2001) décrit l'évolution de la nature et des lieux du commerce dans les espaces transfrontaliers de Haute Casamance. Elle met en évidence l'influence des acteurs et modalités politiques et économiques changeants, avant de conclure sur une « géographie mouvante des espaces d'échanges ».

Les dynamiques récentes le long du corridor international formé par la route nationale N° 1 illustrent bien la manière dont les conjonctures favorisent l'évolution des nœuds qui articulent les réseaux et les flux. En effet, l'augmentation conjoncturelle du trafic de transit international bénéficie à certaines localités de l'axe routier, bien que les dynamiques locales semblent éclipsées par des « effets tunnels » (Lombard, Ninot, 2013). Autrement dit, seules quelques communes urbaines ou bourgs semi-urbains le long de la route bitumée s'érigent en relais et escales routières. Leur fonction d'étape est renforcée au détriment de celle d'interface et de nœuds articulateurs des flux et des dynamiques territoriales locales et supérieures.

L'évolution des lieux du sud-est sénégalais contribue au maillage des nœuds fonctionnels et structurels des réseaux de transport et d'échanges. Ces dynamiques ne sont pas sans rappeler les propos de Retailé (2011) qui explique : « la combinaison spatiale de l'espace de la société (espace de circulation) et de l'espace de l'État (espace de production) introduit une forte dissymétrie par la hiérarchisation des lieux qui semblent d'abord ceux posés par le haut comme une trame proto-urbaine surimposée, vite intégrés dans l'espace de la mobilité qui se retrouve au cœur même du sanctuaire sédentaire de l'État ». Les flux qui se déploient au sein des réseaux et des nœuds répondent alors à différentes logiques.

### **6.3 De l'héritage de la dynamique de front à l'éclatement des circulations : les flux entre logiques structurelles et fonctionnelles**

Au Sénégal Oriental, l'évolution des réseaux et de leurs nœuds accompagne l'intensification des circulations de biens et de personnes (Lombard, Ninot, 2010). Cependant, les flux se déploient inégalement à partir des supports physiques, conditions nécessaires mais non suffisantes des circulations. Ils sont avant tout caractérisés par une logique de front héritée du système de la traite, puis un éclatement des flux constitutif de la complexification du territoire, avant de connaître des dynamiques récentes qui renouvellent ou recomposent ces deux termes.

Le Sénégal Oriental hérite de son histoire coloniale un espace relationnel tissé avec le centre-ouest du pays par le biais du commerce arachidier (Ninot, 2003). Au Sénégal Oriental, le système spatial d'évacuation de la production d'arachide impose une logique d'axe matérialisée par le rail puis son parallèle formé par la route nationale

N° 1. Ces axes concentrent historiquement les échanges selon des flux de montée - descente (Ninot, 2003). Malgré l'abandon du modèle arachidier, l'axe régional principal continue d'abriter l'essentiel des flux. En effet, la dynamique de front ouest - est est renouvelée par l'exploitation agricole et forestière (Ninot et al., 2002), mais aussi par le trafic de transit le long du corridor international Dakar - N'Djamena (Lesourd, Ninot, 2006 ; Lombard, Ninot, 2013). En dehors de cet axe, les flux infrarégionaux sont négligeables. En 1970, Van Chi Bonnardel (1978) estime que la fréquentation moyenne sur la piste Tambacounda - Kédougou est inférieure à 21 véhicules par jour, entre Kédougou et Saraya au sud-est elle n'atteint pas plus de 8 véhicules par jour, et entre Kédougou et Bandafassi au sud-ouest elle se limite au maximum à 2 véhicules par jour. Pourtant, les modalités d'interactions spatiales se transforment notamment en réponse à la réorganisation des circuits marchands des produits agricoles et des biens de consommation du sud-est sénégalais (Ninot, 2003).

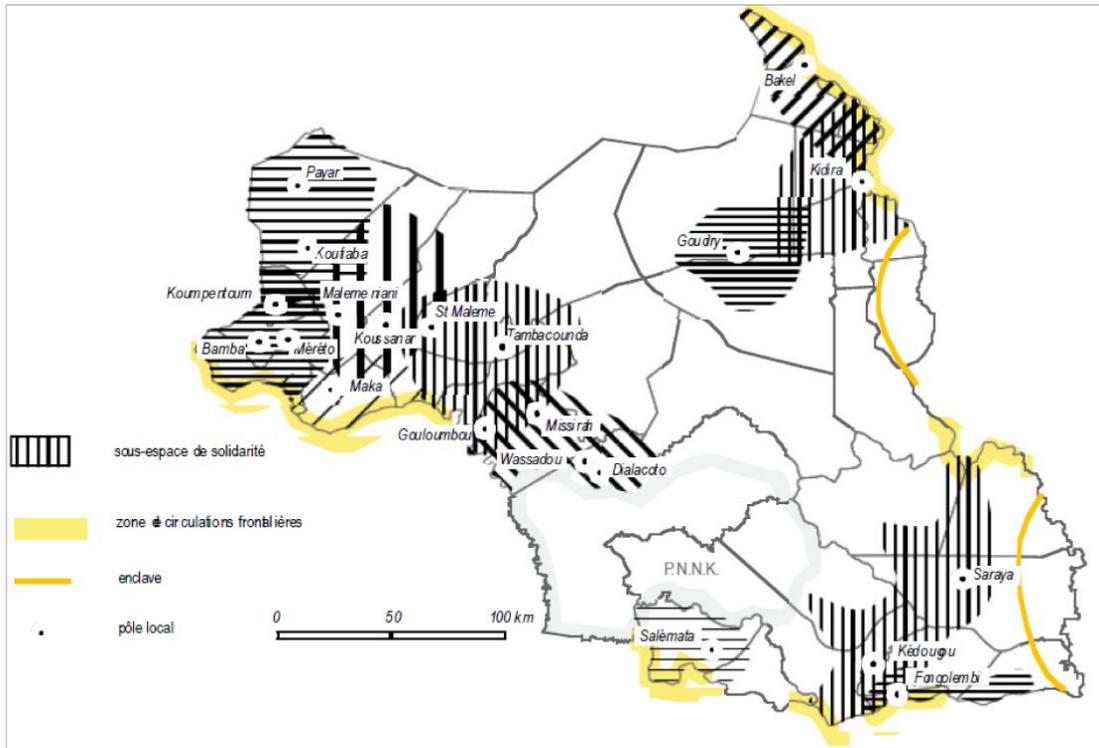
Les mutations contemporaines du monde rural explicitées précédemment ne remettent pas en question la logique princeps de l'organisation spatiale, sociale, et économique, qui est basée sur l'évacuation des productions agricoles. En revanche, les réseaux d'échanges évoluent et se complexifient. Le système de domination des villes sur les campagnes, qui est instauré par le modèle colonial, est maintenu, mais les espaces ruraux sont progressivement intégrés aux circuits commerciaux. Van Chi Bonnardel (1978) décrit déjà un phénomène de ruralisation, et à sa suite Ninot (2003) confirme un éclatement des flux commerciaux à travers la multiplication du commerce de détail, le court-circuitage des localités urbaines relais au profit d'une pénétration des hinterlands ruraux, et le développement de lieux compensateurs, notamment les marchés. Ainsi, de nouvelles relations hiérarchiques apparaissent autour des bourgs ruraux et des marchés (Ninot, 2003) alors que les relations entre les hinterlands ruraux et les pôles semi-urbanisés situés le long de l'axe principal sont facilitées par la démocratisation du transport. Ninot (2003) observe alors un phénomène contradictoire à travers un renforcement de l'axe principal formé par la route nationale N° 1 où convergent les flux et les réseaux à différentes échelles d'une part, et une complexification de la vie de relations locale marquée notamment par une densification des réseaux d'autre part.

L'évolution des mises en liens fait preuve d'une constante : au Sénégal Oriental, la logique de l'offre et de la demande, calée sur une approche libérale à toutes les échelles, conditionne les relations spatiales (Ninot, 2003). Ce phénomène est particulièrement visible dans les marges qui échappent à un formatage territorial fort. Ainsi, dans l'extrême sud-est de la région de Kédougou, la multiplication spontanée des *diouras* s'accompagne d'une intensification des mises en liens. Ces dernières

apparaissent instables car elles se lient et se délient au gré de la migration des sites d'orpillage. Le développement des transports et de toutes les autres aménités (commerces, garages, etc.) accompagne spontanément l'ouverture des sites d'orpillage (Doucouré, 2014). En outre, les mises en liens se jouent des opportunités et des contraintes de telle manière que les circulations de biens et de personnes existent au-delà des conditions des réseaux physiques formatés.

L'héritage des relations ouest - est et l'éclatement des circulations définissent un emboîtement complexe de flux. La route nationale N° 1 catalyse des flux régionaux et locaux, mais aussi des flux de transit international. Les espaces agricoles sont régulièrement et intensément parcourus, en particulier dans les périmètres cotonniers, forestiers, de charbonnage, ou de maraîchage du Tambacounda « utile ». En revanche, les circulations au sein des marges minières et agricoles apparaissent plus diffuses et instables car avant tout matérialisées par des interactions « à la demande », selon les besoins privés ou commerciaux.

L'évolution des réseaux, des nœuds, et des flux, participe à la définition et à la recomposition d'aires de relations inégales. Au début des années 2000, Ninot (2003) souligne déjà l'existence et l'emboîtement d'aires de relations privilégiées. Il distingue quatre grands ensembles : l'extrême nord-est, puis nord-ouest de la région de Tambacounda, l'hinterland autour de cette capitale régionale, et le sud de la région de Kédougou. Au sein de ces grands espaces, il identifie ensuite des aires locales centrées autour de quelques pôles (dont Kédougou, Saraya, Kidira, Goudiry, Bakel, Dialakoto, Missira, Tambacounda, Sinthiou Malème, etc.) (carte 22). Cependant, Ninot (2003) précise que leurs contours sont « flous », « imprécis », et « mouvants », malgré l'héritage spatial des « anciens pays ».



Source : (Ninot, 2003, p. 300)

Carte 22 Les aires de relations privilégiées au début des années 2000

Plus d'une décennie plus tard, ces propos semblent en effet se confirmer à travers la poursuite des multiples dynamiques contemporaines d'ouverture et de complexification qui opèrent dans le sud-est sénégalais à de multiples échelles. Les nouvelles dynamiques transfrontalières ou encore celles liées à l'activité d'orpaillage tracent de nouveaux contours des aires de relations sans y apporter plus de stabilité.

\*\*\*

Les mises en liens du sud-est sénégalais se construisent dans la rencontre des réseaux physiques, des nœuds qui les articulent, et des flux qui s'y déploient. Ces éléments forment des emboîtements multiscalaires dont l'évolution reflète les projets de formatages territoriaux mais aussi les spatialités spontanées des sociétés. Les réseaux, les nœuds, et les flux prennent d'abord ancrage dans le système spatial et économique de la traite arachidière. Cet héritage se lit à travers l'inertie ou le renouvellement de l'axe régional formé par la route nationale N° 1 qui, bien plus qu'un axe de transport, forme un véritable vecteur du développement régional (Ninot, 2003). Cependant, il se complexifie sous l'influence des politiques libérales des années 1980 qui affectent particulièrement les espaces ruraux du Sénégal Oriental. Enfin, il se recompose sous l'influence de dynamiques contemporaines caractérisées par l'ouverture. Dans leurs

dimensions structurelles et fonctionnelles, les mises en liens contribuent ainsi à pérenniser ou réinventer l'organisation des espaces et des lieux du sud-est sénégalais.

Cette analyse a plusieurs implications. Premièrement, elle trahit à nouveau la tension dialectique entre des dynamiques de formatage qui valorisent l'ancrage et des dynamiques spontanées fondées sur l'incertitude spatiale. Ainsi, au Sénégal Oriental, « la marge, espace de subordination dans la conception centralisée des territoires, devient ici un espace de liberté et d'expression de la complexité des rapports sociaux avec l'espace » (Lima, 2005). En cela, les réseaux du sud-est sénégalais semblent ne remplir que partiellement leur rôle, à savoir : « convertir une mobilité potentielle et virtuellement chaotique en une ou des circulations organisées » (Amar, 1988 ; Debrie, 2008). Deuxièmement, les dynamiques de mises en liens s'affranchissent de la seule dimension structurelle pour s'ancrer dans des relations avant tout fonctionnelles. Aussi, le développement des réseaux de transport favorise l'accélération des échanges et des mobilités (Lombard, Ninot, 2010), mais ils ne sont que des supports physiques des circulations qui ne peuvent donc s'y réduire. Par ailleurs, les nouvelles relations issues de la complexification du territoire rendent floues les grilles de lectures de l'organisation et des relations spatiales, comme le relève déjà Ninot (2003).

À l'issue de ce chapitre, nous comprenons que les mises en liens des espaces et des lieux du sud-est sénégalais sont inégales et que leurs dynamiques sont avant tout guidées par les sociétés. Dès lors, nous pensons que les dynamiques d'invasion du rat noir qui s'appuient sur ces mises en liens des sociétés sont affectées par ces dynamiques, en particulier par la complexification du territoire. Nous souhaitons maintenant poursuivre notre diagnostic socio-spatial au niveau des localités échantillonnées pour l'étude des processus de diffusion du rat noir.

## **Chapitre 7**

### **Des lieux à l'image de leur région**

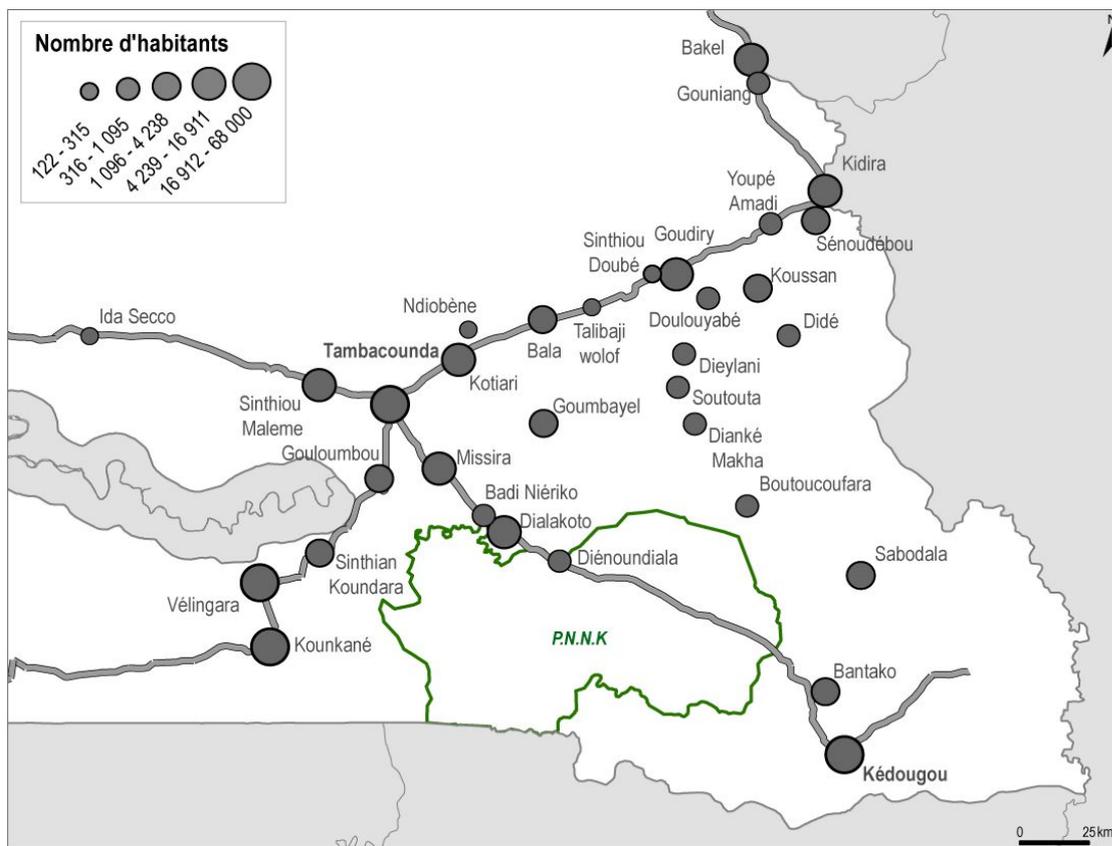
Les dynamiques territoriales du sud-est sénégalais façonnent des espaces et des liens hétérogènes qui interpellent déjà au regard des dynamiques d'invasion du rat noir. Nous lisons également ces disparités spatiales au niveau des localités échantillonnées.

Dans ce chapitre, nous décrivons les principales caractéristiques socio-économiques des 32 localités envahies ou non par le rat noir. Ces caractéristiques nous serviront dans la suite de notre démonstration pour construire les profils des lieux au regard de leurs facteurs de mises en liens, mais notre démarche est ici avant tout univariée et descriptive.

Nous présentons d'abord les caractéristiques démographiques et administratives des localités, leurs connectivités au réseau routier et de transport, puis leurs activités économiques, enfin nous détaillons leurs caractéristiques marchandes et agricoles.

## 7.1 Des poids démographiques globalement conformes à la hiérarchie administrative

Les 32 localités enquêtées sont de tailles très différentes (carte 23). Leur population varie entre 122 habitants à Sinthiou Doubé et 27 409 à Vélingara, pour une moyenne de 4 711 habitants et une médiane de 2 000 habitants. Par ailleurs, Tambacounda (qui ne fait cependant pas partie de l'échantillon géographique) constitue la ville la plus peuplée du sud-est sénégalais avec près de 68 000 habitants en 2013 (ANSD, SRSD Tambacounda, 2014).



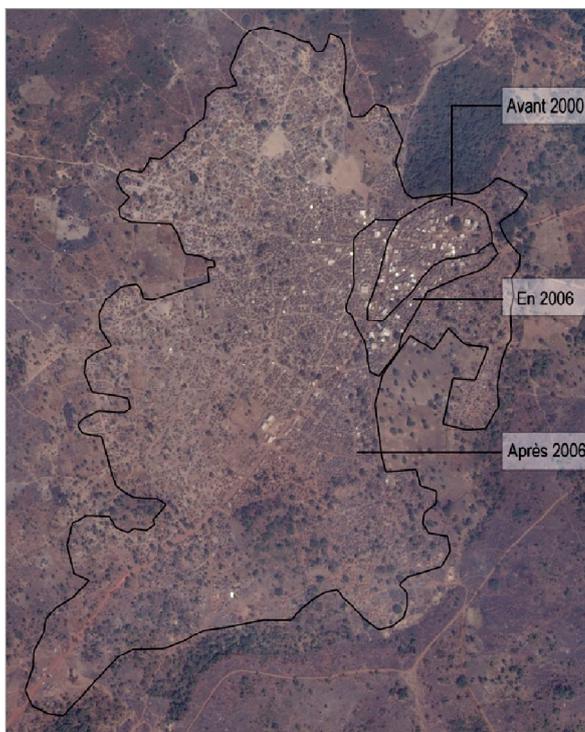
H. Lucaccioni. 2016

Carte 23 Poids démographique des localités d'enquêtes

La hiérarchie démographique des localités correspond globalement à la hiérarchie administrative. En effet, les chefs-lieux de régions (Kédougou, Tambacounda), de départements (Kidira, Goudiry, Bakel, Vélingara), puis de communes urbaines ou rurales présentent un nombre d'habitants décroissant.

Nous remarquons cependant le poids démographique du village de Bantako qui est situé dans la zone minière du sud-est. Ce dernier a connu une véritable explosion démographique en l'espace de quelques années en raison du développement de l'activité

d'orpaillage. L'exploitation de l'or alluvial y est une activité traditionnelle, mais au milieu des années 1990 la découverte d'un gisement situé à quelques kilomètres du village conduit au développement rapide du *dioura*. Sa population est alors passée d'environ 300 habitants avant 2000, contre environ 4 000 en 2012, soit une croissance démographique de 1 233 % en l'espace d'une dizaine d'années<sup>93</sup>. La croissance du village est visible à travers les multiples auréoles de constructions (généralement des abris provisoires) qui se sont adjointes au cœur autochtone villageois formé initialement d'une trentaine de concessions (photo 8). Au tournant des années 2000 on y dénombrait une centaine de concessions, puis près de 300 en 2006. Cette dynamique démographique se retrouve dans la plupart des villages d'orpaillage du sud-est sénégalais (Kharekhena, Sambarabougou, Diyabougou, etc.).



Sources : Google earth 2016 et O. Sall.

Photos : H. Lucaccioni, 2013

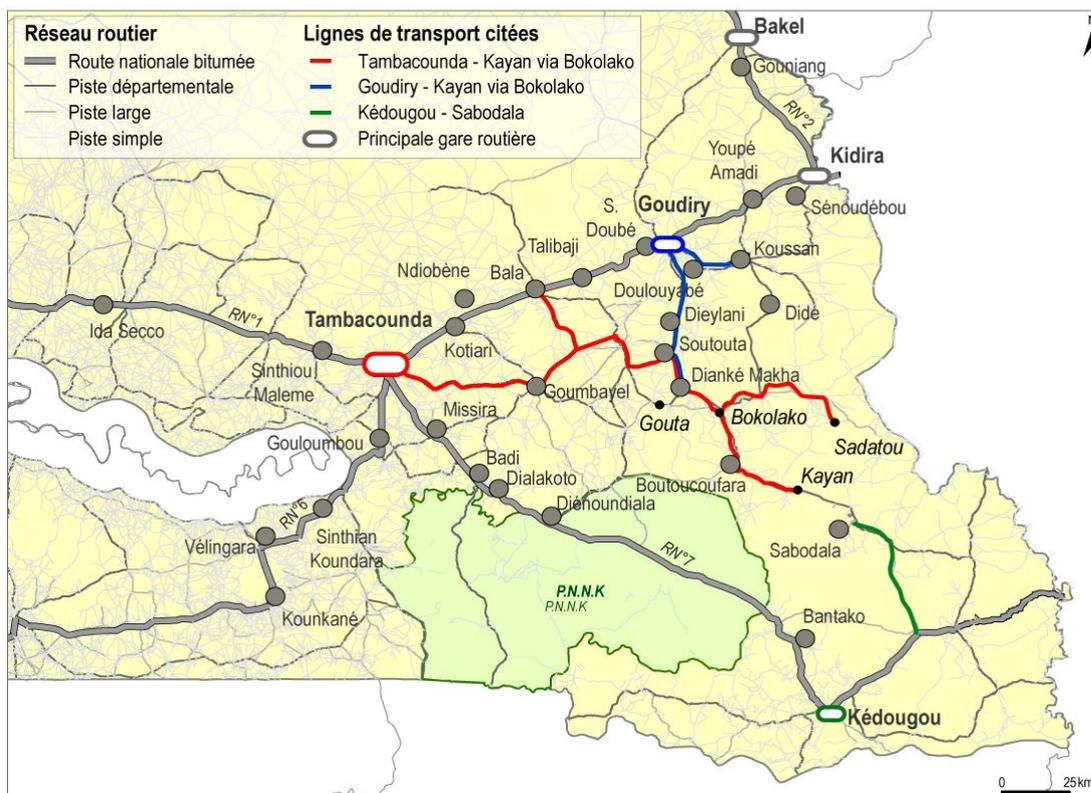
Photo 8 Extension du village d'orpailleurs de Bantako depuis 2000 (vue aérienne) et abris provisoires

<sup>93</sup> Estimation d'après nos enquêtes, cependant la population villageoise connaît un fort *turn over*. Il est donc difficile d'en maintenir un décompte fiable. Le recensement de la population de 2013 indique quant à lui 2 441 habitants (ANSD, 2015).

## 7.2 Un réseau routier et une desserte en transport en commun inégaux

Le réseau routier et de transport est le support des mises en liens des localités du sud-est sénégalais. Nous avons vu qu'à l'échelle régionale, le réseau routier est avant tout un produit des formatages territoriaux et qu'il se déploie donc inégalement au sein des espaces du sud-est. Au niveau des lieux, il existe également des disparités de connectivité en fonction des types de routes, de la nature, de l'intensité, et de l'orientation de l'offre de transport en commun qui les dessert. (Carte 24)

### 7.2.1 Des localités entre latérite et bitume



H. Lucaccioni, 2016

Carte 24 Desserte routière et de transport en commun des localités échantillonnées

En premier lieu, différents types de routes desservent les localités. Nous distinguons les localités qui sont situées le long des routes nationales bitumées (routes N° 1, N° 6, N° 7, ou N° 2). En dehors de ces axes routiers, les localités sont desservies par des pistes production ou des pistes rurales aux conditions de praticabilité inégales. Les localités situées dans les secteurs d'intervention de la SODEFITEX sont insérées au dispositif spatial de la production cotonnière et sont à ce titre desservies par des pistes

de production avec un bon degré de praticabilité (Goumbayel, Dianké Makha, Soutouta, Boutoucoufara). En revanche, les localités qui ne relèvent pas de ces périmètres d'exploitation sont desservies par des pistes secondaires de moindre qualité (Didé Gassama, Ndiobène, Bantako, Gouniang). En outre leur distance aux routes nationales bitumées est variable. Par conséquent, l'accès à ces localités est parfois compromis durant l'hivernage, en particulier lorsque certains points de passage sont inondés par les cours d'eau temporaires ou permanents (photo 9)<sup>94</sup>. Par exemple à Sénoudébou, la crue de la Falémé contraint les véhicules à s'arrêter dans les villages éloignés, puis à traverser le fleuve en barque pour atteindre le village.

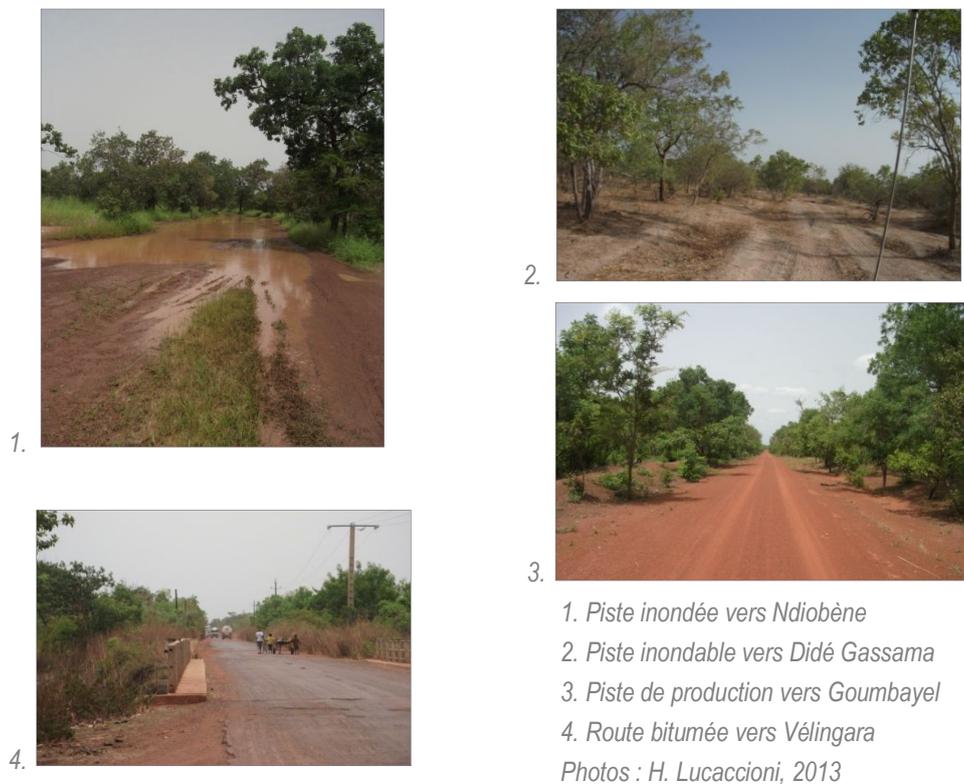


Photo 9 Les types de routes qui desservent les localités du sud-est sénégalais

<sup>94</sup> Certaines pistes de production sont également sujettes aux inondations. En revanche, l'accès aux villages n'est jamais complètement bloqué. Par exemple, à Goumbayel un marigot inonde régulièrement la piste principale mais la présence de véhicules de type « semi-cargo » autorise la traversée de ces points de passage. En outre, des aménagements récents de radiers ont permis d'améliorer les conditions de passage des véhicules.

Au sein de ce réseau routier, la desserte en transport en commun<sup>95</sup> varie en fonction de la présence de lignes de transport, de leurs fréquences, de leurs orientations dont l'existence de liaison directe ou non à un nœud de transport principal ou secondaire.

### **7.2.2 Une connectivité inégale aux nœuds routiers et de transport**

La capitale régionale Tambacounda demeure le principal nœud routier et de transport du sud-est sénégalais. Elle forme un carrefour historique vers toutes les directions aux croisements des routes nationales (N° 1, N° 6, et N° 7)<sup>96</sup>, du rail, ainsi que des pistes qui desservent son hinterland, en particulier le triangle Goumbayel - Dianké Makha - Boutoucoufara. Au sud, dans la région de Kédougou, le chef-lieu du même nom s'impose comme le principal nœud régional du réseau routier et de transport. En effet, la capitale régionale est un lieu de passage incontournable vers l'ouest (Salémata) et l'est (Saraya) de la région, ainsi que vers la Guinée Conakry. La majorité des lignes de transport qui irriguent la région sud part donc de la ville même de Kédougou. Par ailleurs, les communes urbaines de Goudiry et Kidira (RN° 1), Vélingara (RN° 6), et Bakel (RN° 2) forment des nœuds de transport secondaires à partir desquels se déploient les pistes et les lignes qui desservent leurs hinterlands respectifs. Ainsi, les lignes au départ de Goudiry et Kidira desservent le Boundou de part et d'autre de la route nationale N° 1, la haute vallée du fleuve, et les marges frontalières du nord-est. La ville de Bakel, chef-lieu du département du même nom situé à l'interface de la basse et de la haute vallée du fleuve Sénégal, alimente le pays Sarakholé. En Haute Casamance, la capitale départementale Vélingara est un lieu de passage entre le Sénégal Oriental et la Basse Casamance, et un nœud proposant plusieurs dessertes régionales.

Les localités situées le long des routes nationales bitumées bénéficient de lignes dites « horaires » qui disposent d'une fréquence de desserte prédéfinie et élevée (plusieurs véhicules par jour), tandis que la desserte des localités situées en dehors des routes bitumées est moins intense et varie selon les espaces considérés. À partir de

---

<sup>95</sup> Les ménages du Sénégal Oriental ne sont presque jamais équipés de véhicules. D'après nos enquêtes, seules 5 % des concessions interrogées (22 concessions) disposent d'une voiture, 39 % (176 concessions) d'une ou plusieurs motos, 41 % (179 concessions) d'une ou plusieurs charrettes, et 78 % (346 concessions) d'un ou plusieurs vélos. L'usage de la moto se démocratise, notamment dans la zone minière. L'essentiel des déplacements est réalisé à l'aide des moyens intermédiaires de transport ou des transports en commun, y compris les approvisionnements marchands.

<sup>96</sup> Soit vers Dakar et le centre-ouest au nord, le Mali à l'est, Kédougou et la Guinée Conakry au sud, ainsi que Kolda, la Casamance et la Gambie au sud-ouest.

Tambacounda, une ligne « semi-horaire » sillonne le secteur cotonnier de la SODEFITEX le long de la piste de production principale. Cette ligne relie les localités de Goumbayel à Bokolako, *via* Dianké Makha. Depuis 2007, le tracé de la ligne inclut également le village de Soutouta qu'il contournait auparavant au profit du village de Gouta situé plus au sud. Cette ligne de transport opère avec une fréquence régulière, entre un et plusieurs véhicules par jour. À partir de Dianké Makha, la ligne se sépare en deux tracés distincts : l'un se dirige vers Sadatou, l'autre vers Kayan *via* Boutoucoufara. Sur ces deux portions, la ligne de transport opère avec des fréquences moins élevées, de l'ordre de deux véhicules par semaine.

À partir de Goudiry, environ six lignes desservent aujourd'hui l'hinterland de la commune contre trois au début des années 2000. En particulier, deux lignes desservent les localités du sud du Boundou. Le premier tracé rejoint Koussan, le terminus, en passant par Doulouyabé. Le second tracé relie Dianké Makha en passant par Dieylani. La réfection récente (2013) de la piste en amont de Dieylani a encouragé l'augmentation de la fréquence de ces lignes qui atteint maintenant au moins deux véhicules par jour, contre environ un véhicule par jour auparavant.

À partir de Kédougou, une ligne horaire relie le village de Sabodala jusqu'à Bransan avec une fréquence d'environ deux véhicules par jour. Elle suit d'abord la portion de la route bitumée entre Kédougou et Bembou, avant d'emprunter une piste latéritique réfectionnée par les sociétés minières actives dans la zone. Par ailleurs, de nombreux véhicules « à la demande » relient la capitale régionale et les différents villages d'orpillage de la région.

Plusieurs localités situées en dehors des axes bitumés ne bénéficient pas du système de lignes horaires (Gouniang, Sénoudébou, Ndiobène, Didé Gassama). Les possibilités de transport par véhicules motorisés y sont aléatoires, et l'essentiel des déplacements s'y fait grâce à des moyens intermédiaires de transport (marche, charrette, vélo). En revanche, certaines de ces localités abritent des « garages » et bénéficient ainsi d'un système de transport à la demande. Ce type de desserte est particulièrement développé dans les sites d'orpillage. Par exemple, à Bantako, plusieurs véhicules par jour permettent de relier la capitale régionale, Kédougou<sup>97</sup>.

Au-delà du réseau routier et de transport, les activités économiques constituent d'autres facteurs de mises en liens car elles supposent des relations spatiales de différentes natures.

---

<sup>97</sup> En outre, le village est relativement proche de la route nationale N° 1 (6 km à vol d'oiseau) où il est plus aisé d'interpeler un véhicule qui se rendrait à Kédougou.

### **7.3 Des activités économiques à l'image d'une région rurale en mutation**

Le Sénégal Oriental est une région majoritairement agricole, mais il existe une diversité d'activités économiques à l'échelle des localités<sup>98</sup>.

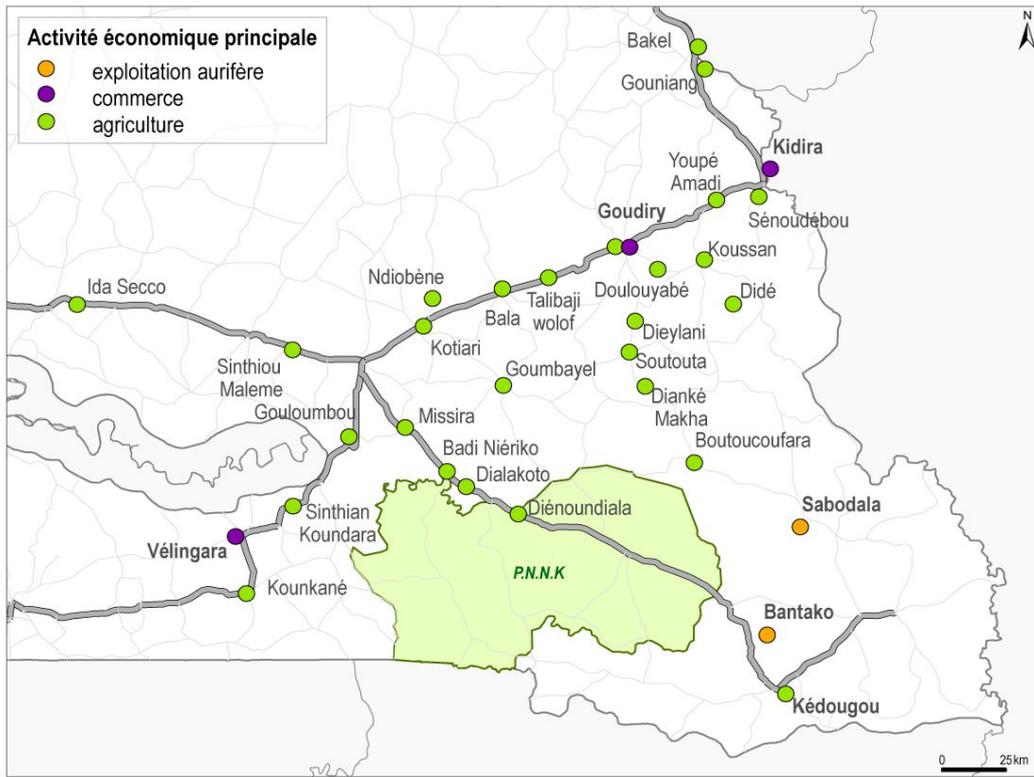
#### **7.3.1 Des champs aux sites d'orpaillage**

Les activités économiques des localités sont à l'image de cette région rurale en mutation. Toutes les localités de l'échantillon pratiquent l'agriculture, généralement associée à l'élevage, et une majorité d'entre elles en font leur activité principale (84 %, soit 27 localités). Trois localités (9 % des localités) se consacrent avant tout au commerce (Goudiry, Kidira, Vélingara), et deux autres localités (6 %) pratiquent préférentiellement l'exploitation aurifère, industrielle à Sabodala et artisanale à Bantako (carte 25).

Les activités secondaires sont le commerce (38 % des localités, soit 12 d'entre elles), ou une autre activité de type exploitation forestière ou charbon, pêche, maraîchage (31 % des localités, soit 10 d'entre elles), l'agriculture lorsqu'elle n'est pas l'activité principale (13 % des localités, soit quatre d'entre elles), tandis que six localités (19 %) n'ont aucune activité secondaire. (Carte 26)

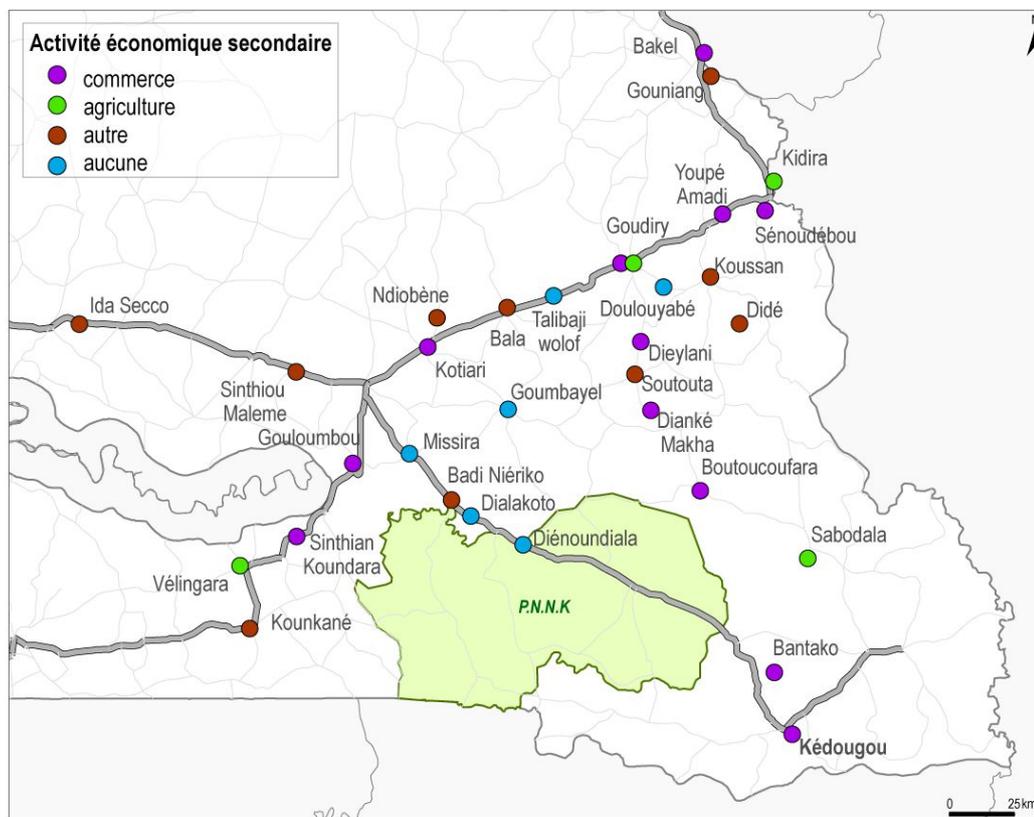
---

<sup>98</sup> D'après nos enquêtes, parmi les 1 634 individus actifs (entre 15 et 64 ans inclus) de sexe masculin l'activité principale se répartit comme suit : 31,6 % de cultivateurs, 18,8 % d'étudiants/élèves, 15,1 % d'artisans, 7,6 % d'employés divers, 7,5 % d'orpailleurs/exploitants miniers, 6,9 % de commerçants (incluant le petit commerce), 4,9 % dans le secteur du transport, 4,3 % dans l'activité de prélèvements hors mines (pêche, cueillette, etc.), et 3,2 % sans activité.



H. Lucaccioni, 2016

Carte 25 Activité économique principale des localités échantillonnées



H. Lucaccioni, 2016

Carte 26 Activité économique secondaire des localités échantillonnées

Nous remarquons que les localités qui pratiquent avant tout le commerce sont situées le long des routes bitumées et qu'elles correspondent aux communes urbaines les plus peuplées. Par ailleurs, les localités qui pratiquent avant tout l'orpaillage se situent sans surprise dans les périmètres miniers de l'extrême sud-est.

### **7.3.2 Une diversification économique variable**

Les localités sont inégalement diversifiées du point de vue économique. Ainsi, plusieurs activités complémentaires sont représentées dans des proportions variables parmi les localités : le commerce et les activités tertiaires (dont l'artisanat) (84 % des localités, soit 27 d'entre elles), l'exploitation aurifère (47 % des localités, soit 15 d'entre elles), le maraîchage (56 % des localités, 18 d'entre elles), l'activité de prélèvements des ressources naturelles non minières (67 % des localités, 21 d'entre elles) telles que la pêche, l'exploitation forestière des ressources ligneuses ou non (bois, mais aussi cueillette, etc.), le charbonnage, ou la chasse.

Parmi l'ensemble des activités économiques pratiquées au sein des localités du Sénégal Oriental, il est pertinent de s'intéresser plus en détail aux activités commerciales et agricoles qui sont à même de générer des flux de marchandises.

## **7.4 Des empreintes inégales des réseaux marchands et agricoles**

Les ménages ruraux vivent des récoltes agricoles qu'ils produisent et qu'ils stockent, mais ils s'approvisionnent également auprès des boutiques villageoises et des marchés hebdomadaires ou permanents. Aussi, les approvisionnements marchands sont susceptibles de générer des circulations de biens et de personnes parmi les localités. Parmi les aménités commerciales, nous retenons les éléments qui rendent compte de l'intensité et de la nature du commerce dans les localités considérées. Notre analyse se concentre donc sur les types de marchés (permanents ou hebdomadaires), la présence de grossistes ou de semi-grossistes, la densité de boutiques (c'est-à-dire le nombre des boutiques rapporté au nombre d'habitants)<sup>99</sup>, et les différents modes de stockage collectif des productions et matériaux agricoles locaux.

---

<sup>99</sup> Dans notre cas cette variable comporte un certain nombre de nuances puisqu'elle n'inclut pas la taille des boutiques, ni leur distinction selon les types de produits qu'elles offrent. Cependant, elle permet d'obtenir une image approximative et surtout relative des localités les unes par rapport aux autres.

### 7.4.1 Le commerce boutiquier et les marchés

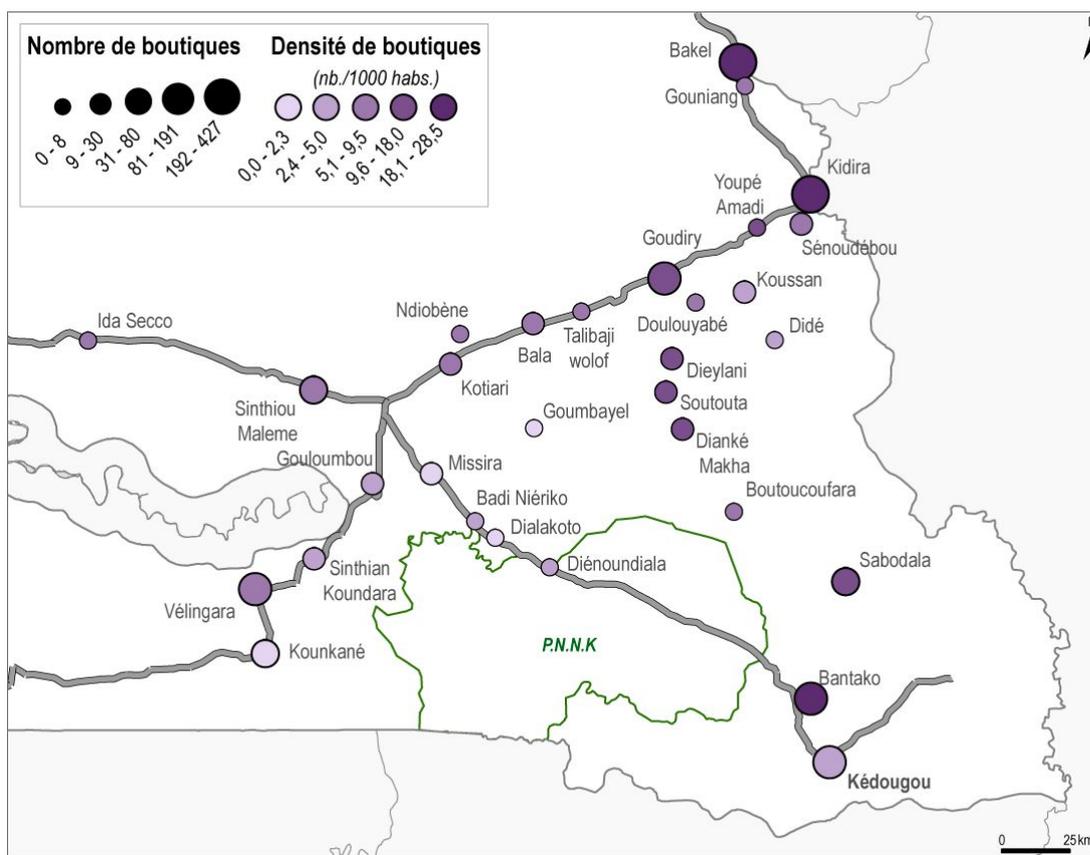
Les boutiques désignent les magasins commerciaux de produits manufacturés (vaisselle, tissu, etc.) ou alimentaires. En particulier, nous limitons ici notre analyse aux boutiques de type « épicerie » qui fournissent les ménages en biens de consommations de première nécessité. Ces commerces proposent avant tout des produits alimentaires du quotidien tels que des céréales (riz, maïs, mil), du lait en poudre, du café soluble, du sucre, du thé, de l'huile, des cubes aromatiques, etc. On y trouve également parfois des produits ménagers courants (lessive, savon, tasses en plastique, nattes en plastique, etc.).

Les boutiques se distinguent les unes des autres selon leur taille : de manière décroissante, elles peuvent s'apparenter à du commerce de gros, de semi-gros, ou de détail. Parmi les détaillants, les plus grandes boutiques forment des petits « supermarchés » bien achalandés tandis que les plus sommaires d'entre elles se rapprochent du commerce de micro-détail et des tabliers<sup>100</sup>.

Les différentes localités du Sénégal Oriental sont inégalement équipées en boutiques (carte 27). Les grossistes et les semi-grossistes sont présents uniquement dans les plus grandes communes urbaines et les chefs-lieux qui sont tous situés le long d'une route nationale bitumée (Tambacounda, Kédougou, Goudiry, Vélingara, Kounkané, Sinthiou Malème, Kidira, Bakel, et Missira) tandis que les autres villages n'abritent que des détaillants. Le nombre de boutiques varie entre 2 boutiques au minimum (villages de Ndiobène et Badi Niérikou) et 427 au maximum (commune de Kidira). Seul le village de Sinthiou Doubé, à proximité de Goudiry, ne dispose d'aucune boutique. Les localités urbaines concentrent le nombre le plus élevé de boutiques. Cependant, les localités de Bantako et Sabodala qui sont situées dans la zone d'exploitation minière disposent d'un commerce boutiquier particulièrement développé. Ces localités ont en effet connu, dès le début des années 2000, un développement rapide lié à l'activité minière et à l'essor conséquent des activités commerciales. En effet, non seulement la croissance de population liée à l'activité minière implique une augmentation des besoins de consommation, mais la richesse générée par l'exploitation aurifère conduit également à une augmentation du pouvoir d'achat. Aujourd'hui, le village de Bantako abrite un véritable centre commerçant où se répartissent les nombreuses boutiques et cantines, ainsi qu'un marché permanent dont les étalages sont semblables aux plus grands marchés urbains de la région (photo 10).

---

<sup>100</sup> Un tablier est un commerçant dont la boutique est une table.



Carte 27 Densité des boutiques dans les localités échantillonnées



Photo : P. Handshcumacher 2013

Photo 10 Le marché permanent du village d'orpaillage de Bantako

Lorsque l'on rapporte le nombre de boutiques au nombre d'habitants, ces localités surpassent parfois les communes urbaines. Par exemple, Bantako regroupe 25 boutiques pour 1000 habitants et Sabodala 18 boutiques pour 1000 habitants. Seules Bakel et Kidira obtiennent des valeurs plus élevées avec respectivement 26,6 boutiques et 28,5 boutiques pour 1000 habitants. La densité de boutiques varie ainsi selon les localités entre 3,3 (à Badi Niériko) et 28,5 boutiques pour 1000 habitants (à Kidira),

pour une moyenne de 8,78 et une médiane de 6,4. Par ailleurs, nous remarquons un commerce relativement bien développé le long de la route nationale N° 1 et dans le terroir du Boundou.

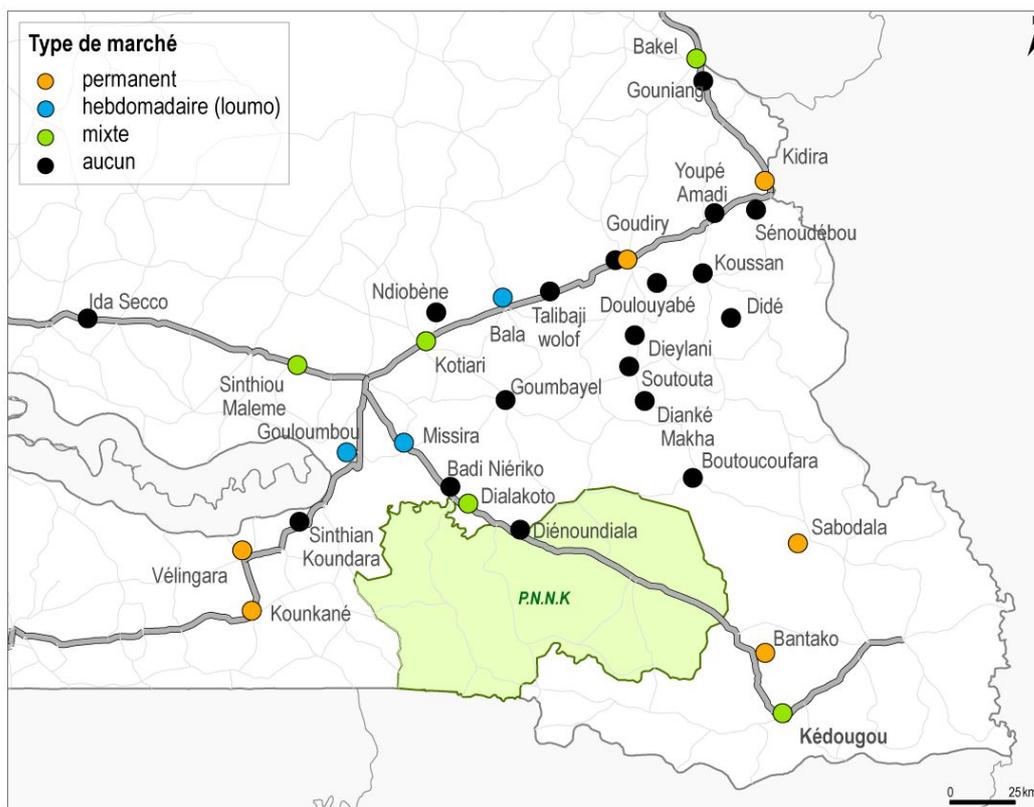
Cette cartographie du « commerce boutiquier » doit cependant être analysée avec prudence car elle fait preuve de plusieurs limites. En effet, rappelons qu'il n'y a pas eu d'enquête exhaustive de comptage des boutiques, à l'exception des plus petits villages où il est aisé de les dénombrer. Dans les plus grandes localités, les chiffres avancés sont ceux issus des diagnostics communaux locaux<sup>101</sup>. De plus, ces chiffres n'intègrent pas de distinction quant à la nature ni la taille des boutiques.

Le commerce boutiquier n'est pas le seul moyen d'approvisionnement des ménages en denrées car les marchés forment une entité incontournable des approvisionnements en produits alimentaires et manufacturés. Si les plus grandes communes urbaines disposent de marchés permanents (Kidira, Goudiry, Sinthiou Malème, Vélingara, Kounkané, Kédougou) ainsi que les localités minières (Sabodala, Bantako), de nombreux bourgs abritent des marchés ruraux hebdomadaires (*loumo*). Or, Ninot (2003, p. 255) rappelle que de ces marchés répondent aux besoins spécifiques des ménages ruraux qui sont « peu solvables, peu nombreux et dispersés, et dont les niveaux de consommations sont variables et irréguliers ». Il précise cependant que ces marchés ruraux ne se substituent pas entièrement au commerce boutiquier des bourgs et des villes. En outre, les marchés assurent une double fonction commerciale puisqu'ils forment également des lieux d'écoulement des produits agricoles locaux. Par ailleurs, bien plus que des centres commerciaux, ils constituent des lieux de « socialisation » (Van Chi Bonnardel, 1978). Ces marchés varient selon leur taille, leur aire d'attraction, et parfois leur spécialisation (produits du terroir, biens manufacturés importés, produits alimentaires importés, (Ninot, 2003)).

Parmi les 32 localités échantillonnées, un quart d'entre elles (huit localités) héberge un marché hebdomadaire et 34 % (11 localités) un marché permanent. Cinq de ces localités (16 % d'entre elles) cumulent les deux types de structures. Les localités qui ne disposent pas de marché se situent à une distance variable de tels lieux d'échanges ruraux, entre 5 km à vol d'oiseau pour la localité la plus proche (Badi Niériko et le marché de Wassadou) et 105 km pour la plus éloignée (Didé Gassama et le marché de Bala). (Carte 28)

---

<sup>101</sup> Plan d'Investissement Communal (PIC), Plan Local de Développement (PLD), Situations Economiques et Sociales Régionales.



H. Lucaccioni, 2016

Carte 28 Les marchés permanents et hebdomadaires des localités échantillonnées

Enfin, indépendamment du commerce de boutiques et des marchés, nous remarquons le développement de stratégies locales de ravitaillement alimentaire ou agricole au travers de banques de céréales ou de magasins communautaires (AIDF, 2012).

#### 7.4.2 Les initiatives collectives de stockage de denrées

Plusieurs villages ruraux pratiquent le stockage collectif des productions agricoles<sup>102</sup>. Parmi ces stockages, nous distinguons les programmes communautaires de type banques de céréales, d'une part, les magasins des opérateurs agricoles et territoriaux, d'autre part.

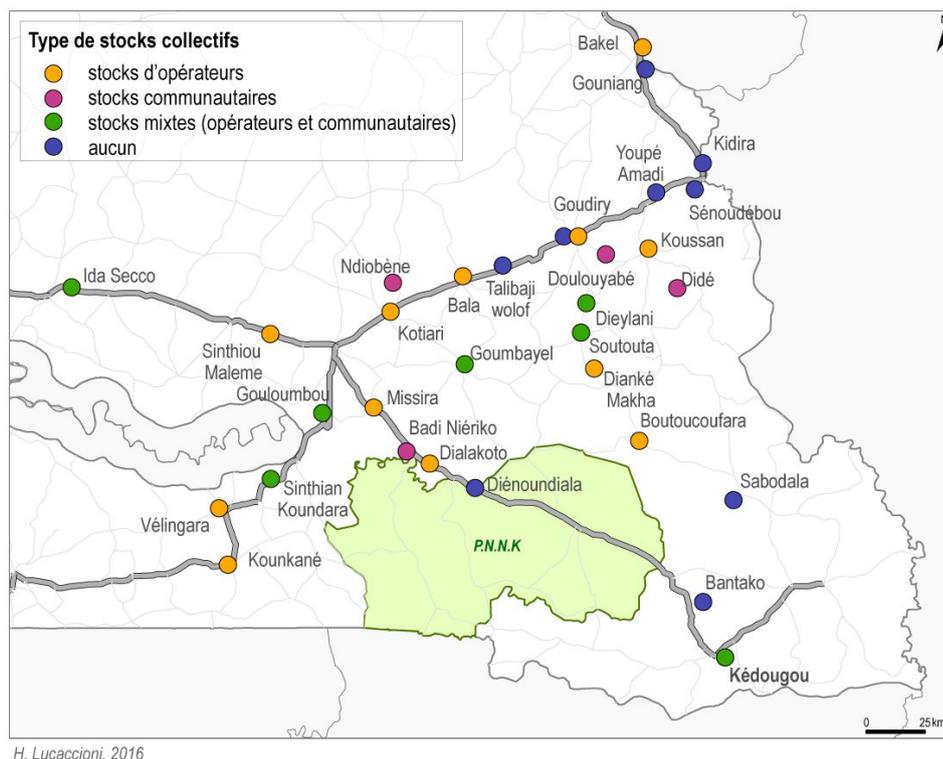
Les programmes communautaires correspondent à des stratégies locales de sécurité alimentaire à travers la lutte contre la spéculation durant la période de soudure. Ils sont souvent encouragés et financés par une ONG puis gérés par un comité villageois (groupement féminin, regroupement de producteurs locaux, etc.). Les modalités de fonctionnement de ces programmes varient mais le schéma général consiste en une

<sup>102</sup> Par opposition au stockage d'initiative individuelle de types greniers/magasins dans les concessions.

adhésion volontaire des producteurs villageois qui stockent une partie de leur récolte durant une période prédéfinie. Une fois cette période terminée, ils peuvent récupérer leur stock et/ou le revendre à un prix préférentiel aux adhérents du programme<sup>103</sup>.

Par ailleurs, les opérateurs agricoles comme la SODEFITEX disposent de magasins dans les chefs-lieux de secteurs d'exploitation, tout comme les collectivités locales dans les chefs-lieux de communes rurales. Ces magasins permettent de stocker les intrants et le matériel agricoles avant leur ventilation dans les périmètres cultivés. Précisons qu'en théorie, chaque chef-lieu de communauté rurale est équipé d'un magasin de ce type. Cependant, dans les chefs-lieux les plus récents (derniers découpages de 2008), les magasins ne sont pas tous finalisés.

Seules 28 % des localités (neuf d'entre elles) ne disposent d'aucun stock collectif, tandis que 12,5 % des localités (soit quatre localités) ont des stocks communautaires, et plus d'un tiers d'entre elles (37,5 %, soit 12 localités) abrite des stocks d'opérateurs. Enfin, un peu moins d'un quart des localités (22 %, soit sept localités) cumule des stocks communautaires et des stocks d'opérateurs. (Carte 29)



Carte 29 Les stocks de vivres collectifs dans les localités échantillonnées

<sup>103</sup> Nous avons également observé quelques magasins villageois utilisés pour le stockage de denrées de manière commerciale (location privée du magasin par des acheteurs d'arachides) ou communautaire (stockage de denrées subventionnées par les villageois émigrés, en particulier lors des périodes de fête). Nous les incluons dans cette catégorie des « stocks communautaires ».

\*\*\*

Les localités du sud-est sénégalais présentent des disparités spatiales selon leurs connectivités aux réseaux routiers et de transport, leurs activités économiques, en particulier marchandes et agricoles.

Ce portrait des localités échantillonnées est à l'image d'une région en mutation, telle que révélée précédemment à travers les dynamiques des espaces et des liens construits par les opérateurs territoriaux. Par ailleurs, l'étude de ces caractéristiques nous laisse supposer de l'existence d'inégalités de mises en liens au niveau de ces lieux. Nous pensons alors que ces lieux sont susceptibles d'être inégalement affectés par les dynamiques d'invasion du rat noir.

Nous souhaitons donc réaliser une analyse multivariée pour explorer la combinaison de ces caractéristiques, puis leur signification au regard des potentialités de mises en lien des localités échantillonnées, et au-delà de la diffusion spatiale du rat noir.

## **CONCLUSION DE PARTIE**

Dans cette seconde partie, nous avons exploré les territoires du rat et les territoires des hommes. Les dynamiques historiques d'invasion du rat noir sont fortement liées aux dynamiques spatiales des sociétés, en particulier aux relations qu'elles établissent entre les espaces et les lieux. Par ailleurs, la répartition du rat à l'échelle nationale trahit l'implication des conditions écologiques des milieux. Au Sénégal Oriental, l'invasion récente du rat noir s'inscrit dans un contexte d'ouverture de cette périphérie nationale. Pourtant, le rongeur ne semble pas avoir progressé vers le sud dans la dernière décennie. En revanche, son aire de répartition témoigne d'instabilités en son sein. La distribution du rongeur parmi les localités du sud-est sénégalais traduit également des disparités spatiales sous la forme d'une « mosaïque » hétérogène.

Par ailleurs, le Sénégal Oriental présente des hétérogénéités spatiales qui traduisent la rencontre des héritages et des dynamiques territoriales contemporaines. En effet, ces espaces révèlent les jeux de pouvoirs des multiples opérateurs territoriaux, formels et informels, à plusieurs échelles spatiales et temporelles. Cependant, notre diagnostic territorial témoigne de grilles de lecture floues alors que le territoire se complexifie et que les dynamiques spatiales sont marquées par l'incertitude. Plus généralement, ces hétérogénéités spatiales renvoient à une tension récurrente entre des dynamiques d'ancrage et des dynamiques de mouvements des sociétés et de leurs territoires. Ces caractéristiques ne sont-elles pas susceptibles d'influencer les dynamiques d'invasion du rat noir dans les marges sud-est du Sénégal ?

Les localités échantillonnées présentent également des disparités socio-spatiales à l'image du sud-est sénégalais. Ces disparités laissent supposer d'une relation entre ces facteurs de mises en liens des lieux et l'inégale distribution spatiale du rat noir.

Équipés de ce diagnostic, nous continuons d'explorer le croisement de la variabilité des territoires du rat et des territoires des hommes pour comprendre les processus qui sous-tendent les dynamiques d'invasion du rongeur. En particulier, c'est au niveau des lieux que nous nous plaçons maintenant pour poursuivre notre démonstration.



## **Partie III**

# **LA VARIABILITE DES FACTEURS DE DIFFUSION AU NIVEAU DES LIEUX, DES CHEMINS, ET DES FOYERS D'INVASION DU RAT NOIR**

Les caractéristiques des lieux étudiés reflètent la rencontre des dynamiques régionales des espaces et des liens du Sénégal Oriental. Nous partons donc de ces lieux pour retracer les chemins et les foyers potentiels d'invasion du rat noir, et comprendre ainsi les facteurs de diffusion.

Dans cette partie, nous étudions la contribution de facteurs indirects et directs de mises en liens des localités échantillonnées sur l'inégale distribution du rat noir. Nous analysons de manière quantitative les caractéristiques géographiques de ces localités en termes de connectivité structurelle au réseau routier et de transport, d'activités économiques, d'insertion dans les réseaux marchands et agricoles. Nous étudions ensuite directement leurs mises en liens de manière qualitative à travers les mobilités de personnes, les circulations marchandes, agricoles et forestières, et événementielles.

Premièrement, nous dressons des profils des lieux selon leurs facteurs indirects de mises en liens à l'aide d'outils de statistiques multivariées et de classification (chapitre 8). Nous examinons ensuite les relations statistiques entre ces profils de lieux et la distribution du rat noir (chapitre 9). Nous poursuivons l'analyse à travers la caractérisation des liens et des aires de relations dans lesquelles s'inscrivent ces lieux (chapitre 10). À l'issue de cette partie, nous soulevons de nouvelles questions sur les dynamiques d'invasion du rat noir au regard des facteurs de diffusion mis en évidence.



## **Chapitre 8**

### **Les facteurs de diffusion au niveau des lieux : une hiérarchie complexe**

Les lieux étudiés présentent des disparités spatiales en termes de caractéristiques socio-économiques, reflets des dynamiques territoriales. Ces disparités conduisent-elles à des potentialités de mises en liens inégales ? Participent-elles alors à des processus de diffusion du rat noir hétérogènes ?

L'objectif principal de ce chapitre est d'établir des typologies des localités échantillonnées afin de mettre en évidence leur variabilité spatiale au regard des facteurs de diffusion. Notre analyse se concentre sur l'échantillon de 32 localités, envahies ou non par le rat noir, qui ont fait l'objet de collecte d'information géographique. En particulier, nous sollicitons les variables décrites dans le diagnostic des localités précédent. Nous adoptons une démarche exploratoire et multivariée d'analyse des données afin d'identifier des types de lieux distincts les uns des autres selon leurs caractéristiques indirectes de mises en liens.

Nous dressons d'abord trois typologies thématiques en nous intéressant respectivement à la connectivité structurelle des localités au réseau routier et de transport, aux activités économiques, et aux caractéristiques des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles. Nous clôturons ce chapitre par une analyse qui regroupe les trois thématiques précédentes pour créer une typologie synthétique des localités étudiées.

## 8.1 Des lieux aux connectivités inégales au réseau routier et de transport

En premier lieu, nous nous intéressons aux connectivités structurelles des lieux au réseau routier et de transport. Pour cela, nous sollicitons des informations sur le type de routes, la distance aux routes bitumées, l'orientation des lignes de transport en commun vers les nœuds routiers et de transport (Tambacounda, Kédougou, Goudiry, Kidira, Kolda), la distance au principal carrefour du sud-est sénégalais (Tambacounda), ainsi que la fréquence de la desserte en transport en commun (tableau 4).

Tableau 4 Variables *d'input* de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport

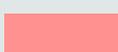
Variables (qualitatives)	Modalités
Type de route	<i>Route bitumée, piste latéritique de bonne qualité, piste latéritique de mauvaise qualité (inondable)</i>
Distance au bitume (en classes)*	<i>Faible [0-1], moyenne [6-20], forte [35-150]</i>
Fréquence des lignes de transport en commun	<i>Plusieurs fois par jour, plusieurs fois par semaine, aléatoire</i>
Distance à Tambacounda (en classes)*	<i>Très faible [27-40], faible [41-90], moyenne [91-128], assez fort [129-200], fort [201-330]</i>
Ligne directe de transport en commun vers Tambacounda	<i>Oui/Non</i>
Ligne directe de transport en commun vers Kédougou	<i>Oui/Non</i>
Ligne directe de transport en commun vers Kolda	<i>Oui/Non</i>
Ligne directe de transport en commun vers Kidira	<i>Oui/Non</i>
Ligne directe de transport en commun vers Goudiry	<i>Oui/Non</i>

\* *Discrétisation par seuils naturels (cf. Chap. 3. 3.4.2)*

### 8.1.1 Localités du bitume, localités des pistes, et connectivité aux nœuds routiers et de transport

Le modèle obtenu à l'aide d'une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) différencie les localités les unes des autres à travers les deux premiers axes factoriels. Ces derniers résument 92 % de l'information sur leur connectivité structurelle (tableau 5 et figure 6).

Tableau 5 Facteurs de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport

Facteur	Valeur Propre ajustée	% d'inertie ajustée	Histogramme	% d'inertie ajustée cumulée	Interprétation des facteurs
1	0,111819	67,05 %		67,05 %	Localités du bitume peu enclavées <i>versus</i> localités des pistes enclavées
2	0,041601	24,95 %		92,00 %	Connectivité selon les nœuds secondaires sud/nord
3	0,010236	6,14 %		98,14 %	–
4	0,002743	1,64 %		99,78 %	–
5	0,000367	0,22 %		100,00 %	–

Le premier axe factoriel représente 67 % de l'information du modèle, il traduit une **opposition entre des localités du bitume, peu enclavées, et des localités des pistes, enclavées**. Deux variables, le type de route et la distance à une route bitumée, contribuent à près de la moitié de l'inertie de l'axe (respectivement 23 % et 21 %). La partie négative de l'axe restitue les localités situées sur le bitume ou à proximité (16 % d'inertie). Au contraire, sa partie positive associe les localités situées sur des pistes de mauvaise qualité, desservies par une ligne de transport d'une fréquence modérée (plusieurs véhicules par semaine), éloignées des routes bitumées, et situées assez loin et sans ligne directe de transport avec Tambacounda (43 % d'inertie au total).

Le second axe factoriel contient 25 % de l'information du modèle, il exprime **la connectivité des localités aux nœuds routiers secondaires** selon leur situation et l'orientation des lignes transport vers le sud ou le nord. Trois variables représentent 65 % de l'inertie totale de cet axe factoriel : le type de route, l'existence d'une ligne directe de transport avec Goudiry, et la distance à Tambacounda (respectivement 25 %, 21 %, et 19 % d'inertie). Sur la partie positive de l'axe, nous trouvons des localités situées le long des pistes de production, éloignées de Tambacounda, connectées à

Kédougou, mais pas à Goudiry, et desservies aléatoirement par les transports en commun, c'est-à-dire sans ligne horaire (55 % d'inertie). Sur sa partie négative, l'axe factoriel rend compte de localités connectées à Goudiry et situées le long de pistes rurales de mauvaise qualité (19 % d'inertie au total).

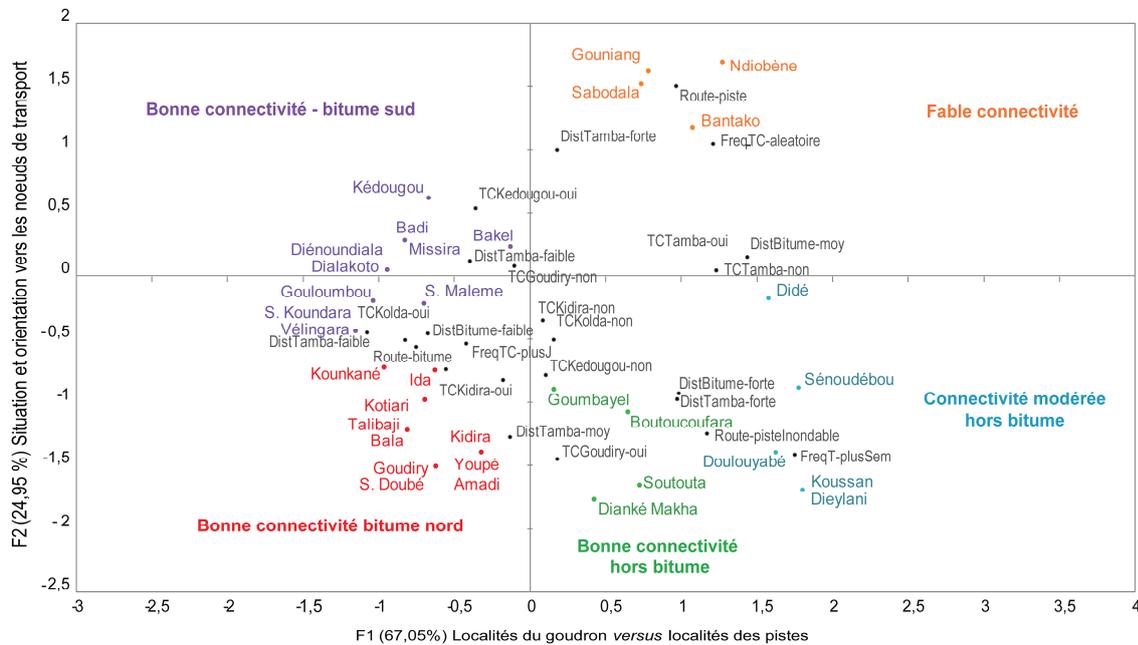


Figure 6 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport

Les coordonnées des localités sur ces deux premiers axes factoriels de l'ACM nous permettent de réaliser une classification des localités.

### 8.1.2 Des gradients d'intégration au réseau routier et de transport

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des localités crée cinq groupes distincts (figure 7 et tableau 6).

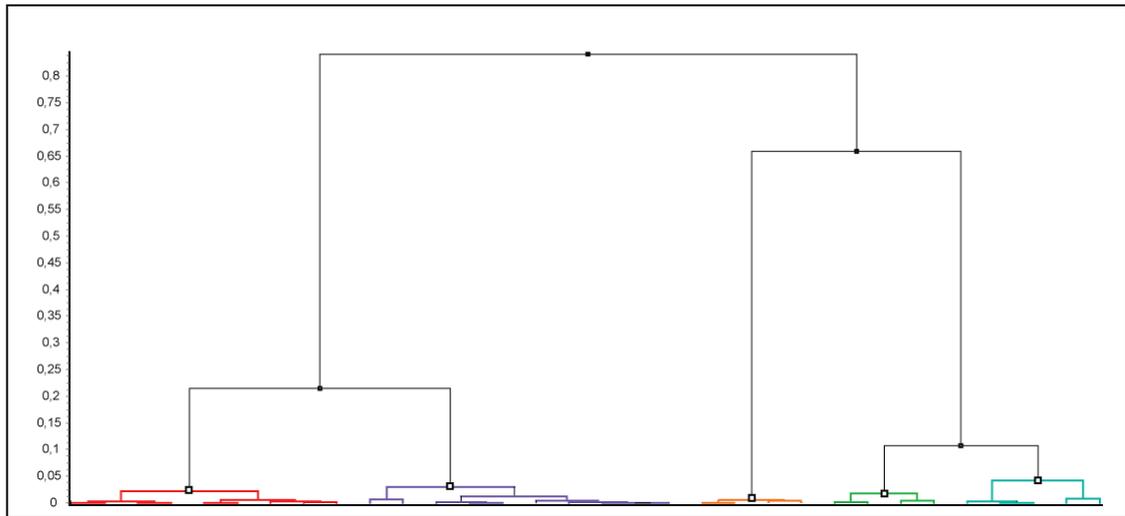


Figure 7 Dendrogramme de la classification sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport

Tableau 6 Les cinq groupes de localités selon leur gradient d'intégration vis-à-vis du réseau routier et de transport

Gradient d'intégration vis-à-vis du réseau routier et de transport				
Groupe 1 (n = 9)	Groupe 2 (n = 10)	Groupe 3 (n = 4)	Groupe 4 (n = 4)	Groupe 5 (n = 5)
<b>Bonne connectivité situées et orientées vers le nord</b>	<b>Bonne connectivité situées et orientées vers le sud</b>	<b>Faible connectivité</b>	<b>Bonne connectivité hors route bitumée</b>	<b>Connectivité modérée hors route bitumée</b>
Le long d'une route nationale bitumée	Le long d'une route nationale bitumée	Piste rurale	Loin d'une route bitumée	Loin d'une route bitumée
Ligne de transport directe avec Tambacounda	Fréquence de desserte élevée	Pas de ligne directe avec les nœuds principaux ou secondaires	Ligne de transport directe avec Tambacounda	Pas de ligne de transport directe avec les nœuds principaux
Fréquence de desserte élevée	Majoritairement, ligne de transport directe avec Tambacounda	Fréquence de desserte aléatoire	Desserte fréquente	Fréquence de desserte modérée
Majoritairement connectée avec les nœuds secondaires de la RN° 1 (Goudiry, Kidira)	Lignes directes avec les nœuds secondaires sud (Kédougou, Kolda)		Connectivité aux nœuds secondaires	Majoritairement connectées aux nœuds secondaires

Le premier groupe correspond à des **localités caractérisées par une bonne connectivité au réseau routier et de transport mais situées et orientées vers le nord** (neuf localités, 28 % de l'échantillon total). Dans ce groupe, les localités sont toutes situées le long d'une route bitumée, elles bénéficient d'une ligne de transport en commun qui les relie directement avec Tambacounda, et elles sont desservies à une fréquence élevée de plusieurs véhicules par jour. Enfin, la majorité de ces localités bénéficie de liaisons directes avec les nœuds secondaires de transport situés le long de la route nationale N° 1 (Goudiry et Kidira) (78 % des localités du groupe, sept localités).

Le second groupe est formé de **localités dotées d'une bonne connectivité au réseau routier et de transport mais situées et orientées vers le sud** (10 localités, 31 % de l'échantillon total). En effet, toutes les localités de ce groupe sont situées le long d'une route bitumée et bénéficient de lignes horaires fréquentes (plusieurs véhicules par jour). La majorité d'entre elles dispose d'une liaison directe à Tambacounda (90 %, neuf localités). La moitié d'entre elles a une ligne directe de transport avec Kédougou (cinq localités). En revanche, seules trois localités (30 %) sont directement reliées à Kolda, et une localité (10 %) à Kidira.

Le troisième groupe se rapporte à des **localités dotées d'une faible connectivité au réseau routier et de transport** (quatre localités, 13 % de l'échantillon total). Dans ce groupe, toutes les localités sont situées sur des pistes et aucune ne bénéficie d'une ligne de transport directe vers Tambacounda, Goudiry, ou Kolda. La majorité d'entre elles (75 %, trois localités) ne dispose pas non plus d'une ligne directe Kidira. En revanche, la moitié de ces localités est directement reliée à Kédougou par les transports en commun. La moitié des localités est desservie à une fréquence modérée (plusieurs véhicules par semaine), l'autre moitié à une fréquence aléatoire. En outre, la majorité de ces localités ne dispose pas de système de ligne horaire mais de « garages ». Ce groupe dispose de la distance moyenne à Tambacounda la plus élevée (199 km). En outre, la moitié de ces localités est située à une distance moyenne du bitume (12 km en moyenne) et seule une localité à une distance forte (65 km en moyenne).

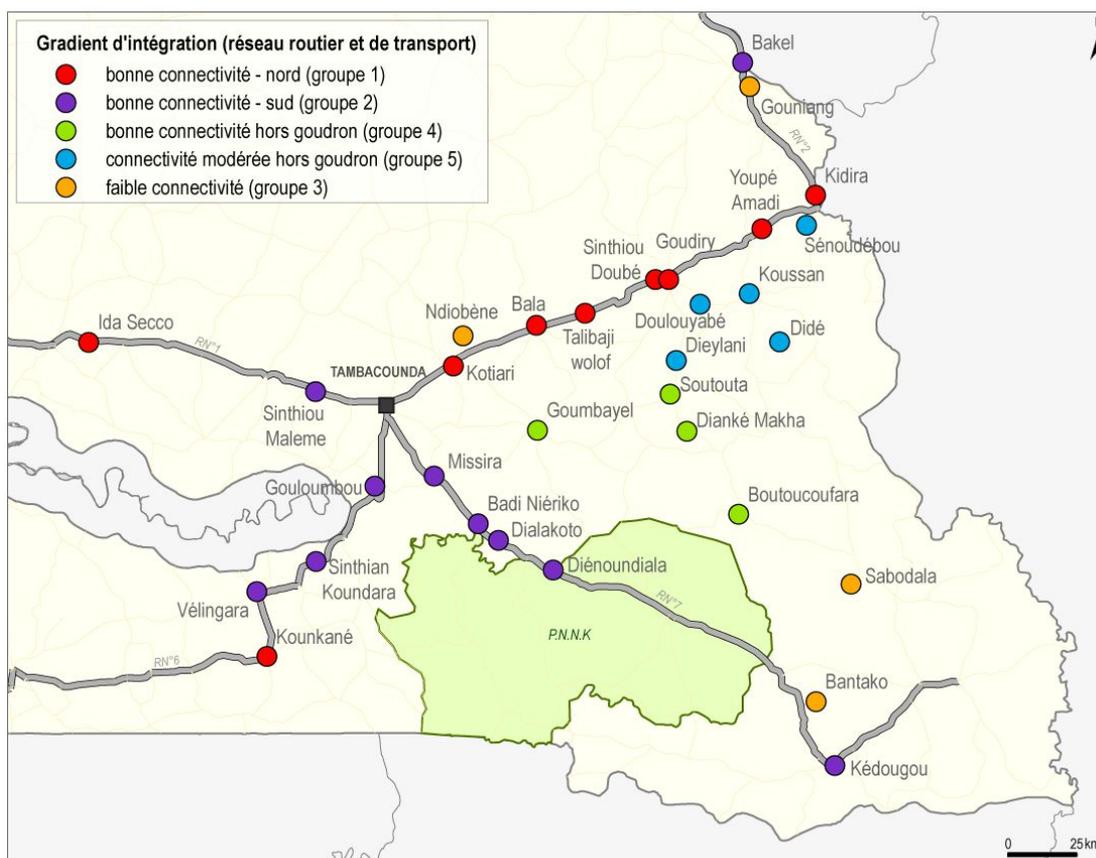
Les localités qui forment le quatrième groupe se situent **en dehors des routes bitumées mais bénéficient d'une bonne connectivité** (quatre localités, 13 % de l'échantillon total). Dans ce groupe, toutes les localités sont éloignées des routes bitumées de telle manière que ce groupe dispose de la distance moyenne au bitume la plus élevée (79 km). En outre, toutes ces localités sont situées le long de pistes de production, elles sont directement connectées à Tambacounda, et bénéficient de lignes horaires fréquentes (plusieurs véhicules par jour). Deux localités (soit la moitié d'entre elles) sont directement reliées à Goudiry par une ligne de transport en commun.

Enfin, le dernier groupe se rapporte à des **localités situées hors des routes bitumées et qui disposent d'une connectivité modérée avec les nœuds secondaires de transport** (cinq localités, 16 % de l'échantillon). Ces localités ont pour points communs une desserte par des pistes rurales et l'absence de ligne de transport directe avec Tambacounda, Kédougou, ou Kolda. Elles se situent loin ou moyennement loin des routes bitumées (36 km en moyenne). La majorité d'entre elles se situe à une distance assez forte de Tambacounda (163 km en moyenne, 80 %, quatre localités). La majorité de ces localités bénéficie de ligne directe de transport avec Kidira (80 %, quatre localités) et Goudiry (60 %, trois localités). Elles sont desservies à une fréquence de plusieurs véhicules par semaine, à l'exception d'une seule localité qui ne dispose pas de système de ligne horaire.

Nous pouvons préciser les distinctions des cinq groupes ci-dessus en décrivant leurs positions sur les deux axes factoriels décrits précédemment (figure 6 précédente). Sur le premier axe factoriel (localités du bitume *versus* localités des pistes), les localités du bitume caractérisées par une bonne connectivité situées et orientées vers le nord ou le sud (groupes 1 et 2) s'opposent aux trois autres groupes. Sur le second axe factoriel (connectivité aux nœuds de transport), les localités à faible connectivité (groupe 3) et les localités du bitume orientées vers le sud (groupe 2) s'opposent aux trois autres groupes.

Cette typologie de la connectivité structurelle des localités traduit donc un **gradient d'intégration vis-à-vis du réseau routier et de transport** en fonction de la nature des routes, de l'orientation privilégiée des réseaux et de la desserte en transport en commun.

Ces cinq groupes de localités présentent des configurations spatiales cohérentes (carte 30). Les localités caractérisées par une bonne connectivité (groupes 1 et 2) se situent respectivement le long des routes nationales. Les localités hors bitume dotées d'une bonne connectivité (groupe 4) se situent dans l'hinterland sud de Tambacounda, qui correspond aux périmètres agricole et forestier. Les localités dotées d'une connectivité modérée orientées vers les nœuds routiers et de transport secondaires (groupe 5) sont situées dans le Boundou, au sud de Goudiry. Enfin, les localités caractérisées par une faible connectivité (groupe 3) apparaissent dispersées dans les périmètres miniers de l'extrême sud-est (Sabodala, Bantako), au nord de la route nationale N° 1 (Ndiobène), ou encore à proximité de la route nationale N° 2 (Gouniang).



H. Lucaccioni, 2016

Carte 30 Caractéristiques des localités d'après la typologie des connectivités structurelles au réseau routier et de transport

La connectivité structurelle au réseau routier et de transport constitue un premier facteur de mises en lien des lieux. Pourtant, ces caractéristiques physiques des réseaux définissent ne préjugent pas de la nature des liens qui est notamment susceptible de varier selon les activités économiques des localités.

## 8.2 Des localités aux activités économiques différenciées

Nous avons vu précédemment que le Sénégal Oriental est une région majoritairement agricole mais qu'il existe une diversité d'activités économiques à l'échelle des localités. Nous caractérisons donc les localités du point de vue des activités économiques en intégrant l'activité principale, l'activité secondaire, la présence ou non d'activités complémentaires (orpaillage, maraîchage, commerce, exploitation des ressources naturelles hors ressources minières) (tableau 7).

Tableau 7 Variables *d'input* de l'ACM sur les activités économiques

Variables	Modalités
Activité principale	<i>Agriculture, commerce, orpaillage</i>
Activité secondaire	<i>Agriculture, commerce, autre, aucune</i>
Pratique du maraîchage	<i>Oui/Non</i>
Pratique du commerce (boutiques, marchés, etc.)	<i>Oui/Non</i>
Prélèvements des ressources naturelles - hors orpaillage (pêche, chasse, cueillette, bois de chauffe et charbon)	<i>Oui/Non</i>
Orpaillage (artisanal et/ou industriel)	<i>Oui/Non</i>

### 8.2.1 Localités commerciales versus localités agricoles

Le modèle obtenu exprime 96 % de l'information à travers les deux premiers axes factoriels (tableau 8 et figure 8).

Tableau 8 Facteurs de l'ACM sur les activités économiques

Facteur	Valeur Propre ajustée	% d'inertie ajustée	Histogramme	% d'inertie ajustée cumulée	Interprétation des facteurs
1	0,069459	67,14 %		67,14 %	Poids de l'activité commerciale
2	0,029407	28,43 %		95,56 %	Poids de l'activité d'exploitation aurifère
3	0,003226	3,12 %		98,68 %	–
4	0,001363	1,32 %		100,00 %	–

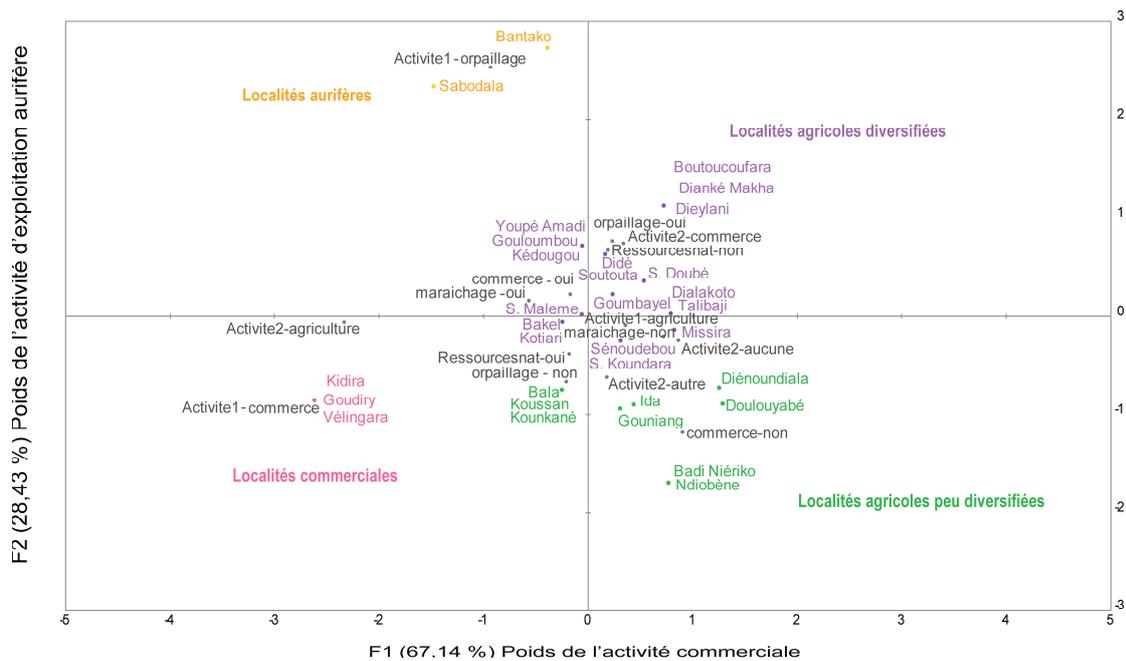


Figure 8 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur les activités économiques

Le premier axe factoriel contient 67 % de l'information. Nous observons ici un effet Guttman visible à travers la forme parabolique du nuage de points<sup>104</sup> (figure 8) (Cibois, 2014). Plus précisément, nous remarquons trois groupes distincts : trois individus sur la partie négative de l'axe (Kidira, Goudiry, Vélingara), puis deux individus (Sabodala et Bantako), tandis que les autres localités et modalités sont réunies en un seul groupe autour de l'origine de l'axe. L'effet Guttman traduit une structure d'ordre sur les lignes et sur les colonnes du tableau disjonctif complet de l'ACM. Autrement dit, il suggère une liaison forte des variables au sein de ce tableau. Dans le cas d'un effet Guttman, le premier axe factoriel oppose les individus extrêmes aux autres individus. Le second axe factoriel oppose ensuite les individus moyens vis-à-vis des extrêmes précédemment identifiés<sup>105</sup>. (Escofier, Pagès, 2016, p. 205)

<sup>104</sup> En outre, l'inertie du premier axe en valeur absolue atteint 0,4. Or, Borcard (2003) considère qu'une telle valeur révèle un « gradient bien marqué ». Par ailleurs, nous pouvons vérifier la présence de l'effet Guttman sur le tableau disjonctif complet en y ordonnant de manière croissante les lignes et les colonnes selon l'inertie des modalités et des individus. L'effet Guttman est visible à travers la présence d'une diagonale plus ou moins marquée dont les cases prennent une valeur 1 tandis que celles éloignées ont une valeur 0.

<sup>105</sup> En outre, Aubry (2006) ajoute : « à l'extérieur de la parabole les observations typiques d'un niveau moyen d'intensité du facteur F1, à l'intérieur de la parabole les observations pour lesquelles se combinent des caractéristiques associées à la fois aux faibles et aux fortes valeurs de F1 ».

Dans notre cas, le premier axe factoriel classe les localités selon **le poids de l'activité commerciale**. En effet, la majorité de l'inertie de l'axe est représentée par les variables « activité principale » et « activité secondaire » (respectivement 35 % et 36 % d'inertie). En particulier, sur la partie négative de l'axe deux modalités contribuent à 57 % de l'inertie : l'agriculture comme activité secondaire (29 % d'inertie) et le commerce comme activité principale (28 % d'inertie).

Le second axe factoriel résume 28 % de l'information du modèle, il exprime **le poids de l'activité d'exploitation aurifère au détriment de l'exploitation des autres ressources naturelles**. Compte tenu de l'effet Guttman, ce second axe oppose les localités moyennes vis-à-vis du poids de l'activité commerciale identifié dans le premier axe. Ce second axe fait intervenir d'autres variables : l'activité complémentaire d'orpaillage (27 %) et l'activité complémentaire de prélèvements des ressources naturelles (15 %). En outre, seule un tiers des modalités définit 69 % de l'inertie de l'axe factoriel. Sur la partie négative, il s'agit de l'orpaillage comme activité principale (22 %) et complémentaire (14 %), de l'absence d'une activité complémentaire de prélèvement des ressources naturelles (10 %). Sur la partie positive, les plus fortes contributions sont celles de l'absence d'orpaillage comme activité complémentaire (12 %), de l'absence de commerce (11 %), et de la présence d'une activité complémentaire de prélèvement des ressources naturelles (5 %). La partie positive de l'axe montre l'importance de Sabodala et Bantako qui pratiquent l'exploitation aurifère en activité principale et le commerce en activité secondaire (Bantako) ou complémentaire (Sabodala). Ces deux localités apparaissent donc comme des individus moyens au regard du poids du commerce. Ainsi, le modèle nous indique qu'une localité moyenne du point de vue des activités commerciales ne l'est pas tant par une pratique moyenne du commerce que par la pratique de l'exploitation aurifère au détriment d'une activité complémentaire de prélèvement des ressources naturelles.

### **8.2.2 Degrés de spécialisation économique selon le poids des différentes activités**

La Classification Ascendante Hiérarchique réalisée à partir des coordonnées des localités sur les deux premiers axes factoriels de l'ACM distingue quatre groupes de localités (figure 9 et tableau 9).

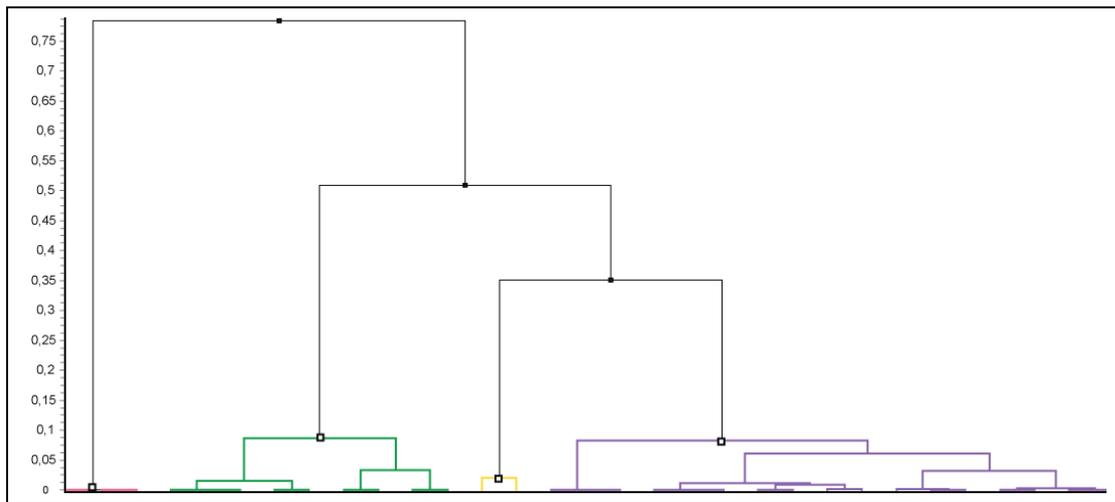


Figure 9 Dendrogramme de la classification sur les activités économiques

Le premier groupe est formé par trois **localités commerciales diversifiées** (9 % de l'échantillon). Ces trois localités pratiquent le commerce en tant qu'activité principale et l'agriculture en tant qu'activité secondaire. Il s'agit du seul groupe qui contient des localités dont l'activité principale est le commerce. Pour les activités complémentaires, elles pratiquent toutes le maraîchage et le prélèvement des ressources naturelles, mais pas l'exploitation aurifère.

Le second groupe réunit **les localités agricoles peu diversifiées** (neuf localités, 28 % de l'échantillon). Toutes ces localités se consacrent principalement à l'agriculture, dont deux localités (22 %) sans activité secondaire. Parmi les localités avec une activité secondaire, 78 % d'entre elles (sept localités) pratiquent le prélèvement de ressources naturelles. Seule une localité (11 %) pratique l'orpaillage en complément, et quatre localités (44 %) le commerce et/ou le maraîchage.

Dans le troisième groupe, nous trouvons des **localités aurifères**. Il s'agit de deux localités (6 % de l'échantillon) qui se consacrent principalement à l'exploitation aurifère artisanale (à Bantako et Sabodala) et industrielle (à Sabodala). Ces deux localités abritent une activité commerciale tandis que l'agriculture y occupe une place négligeable (activité secondaire ou complémentaire). Enfin, le prélèvement des ressources naturelles n'est pas mentionné parmi les activités complémentaires.

Enfin, le quatrième groupe rassemble les **localités agricoles et diversifiées** qui correspondent à un peu plus de la moitié des localités de l'échantillon (18 localités, 56 % de l'échantillon). Toutes ces localités se consacrent à l'agriculture. La majorité d'entre elles pratique le commerce comme activité secondaire (61 %, 11 localités), trois localités (16 % d'entre elles) pratiquent une autre activité secondaire, et quatre localités (22 %) aucune. Toutes ces localités pratiquent des activités complémentaires : le

commerce, l'exploitation aurifère (67 %, 12 localités), le prélèvement des ressources naturelles (61 %, 11 localités), ou le maraîchage (50 %, neuf localités).

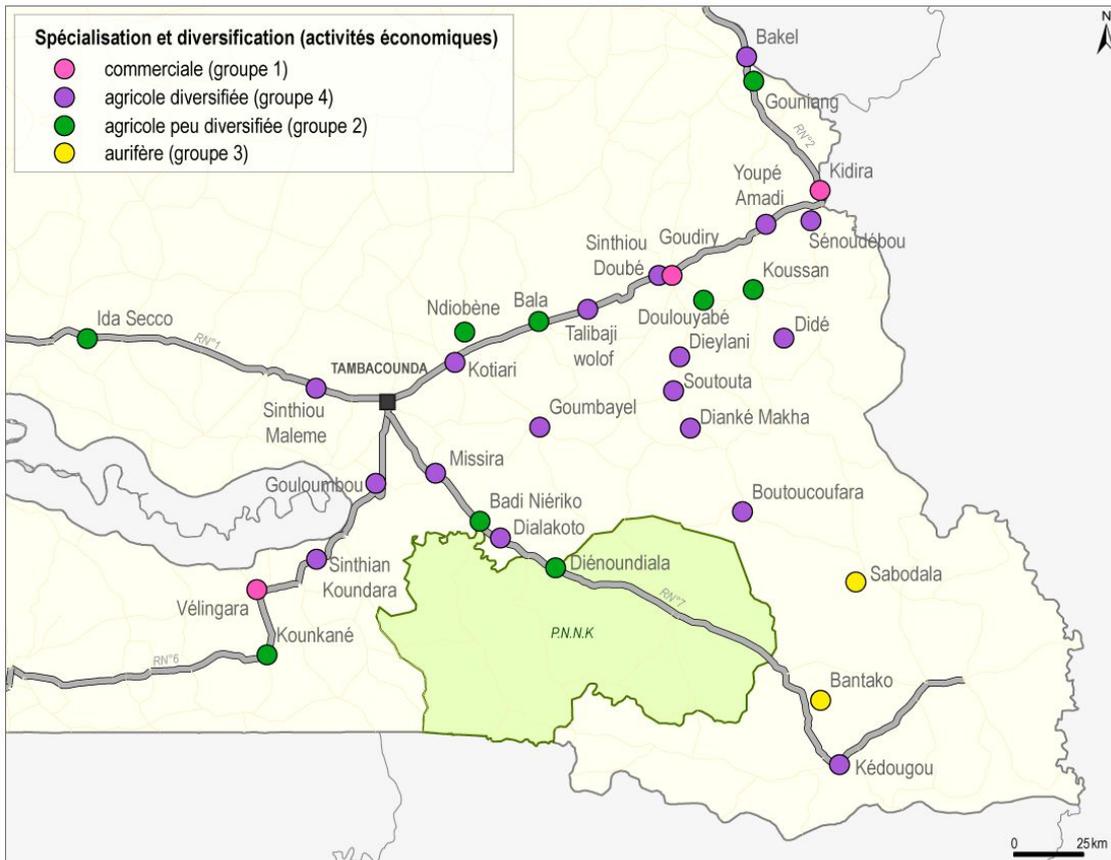
Tableau 9 Les quatre groupes de localités d'après la typologie des activités économiques

<b>Degré de diversification ou spécialisation des activités économiques</b>			
Groupe 1 (n = 3)	Groupe 2 (n = 9)	Groupe 3 (n = 2)	Groupe 4 (n = 18)
<b>Commerciale diversifiée</b>	<b>Agricole peu diversifiée</b>	<b>Aurifère</b>	<b>Agricole diversifiée</b>
Activité principale commerciale  Activité secondaire agricole  Diversification économique (activités complémentaires)	Activité principale agriculture  Activités complémentaires orientées vers le prélèvement des ressources naturelles (non minières)	Activité principale exploitation aurifère  Activité commerciale  Peu d'agriculture et d'activité complémentaire de prélèvement des ressources naturelles	Activité principale agriculture  Importance du commerce et des activités complémentaires

À travers cette typologie, les localités se distinguent les unes des autres en fonction de leur **degré de spécialisation ou de diversification des activités économiques** selon le poids des activités commerciales, aurifères, et agricoles.

Sur le premier axe factoriel de l'ACM (poids de l'activité commerciale), les localités commerciales (groupe 1) et dans une moindre mesure les localités aurifères (groupe 3) s'opposent aux localités agricoles (groupes 3 et 4). Sur le second axe factoriel (poids de l'exploitation aurifère), les localités aurifères (groupe 3) s'opposent aux trois autres groupes (groupes 1, 4, et 2). (Figure 8 précédente)

D'un point de vue spatial, les localités aurifères (groupe 3) se situent sans surprise dans la zone minière, c'est-à-dire à l'extrême sud-est de la région de Kédougou. Les localités commerciales (groupe 1) se situent le long des routes nationales N° 1 (Goudiry, Kidira) et N° 6 (Vélingara). En revanche, les localités agricoles diversifiées ou peu diversifiées (groupes 4 et 2) se répartissent indifféremment le long des routes bitumées ou dans les hinterlands ruraux. (Carte 31)



H. Lucaccioni, 2016

Carte 31 Caractéristiques des localités d'après la typologie des activités économiques

Les localités présentent des caractéristiques singulières en termes d'activités économiques. Leurs spécialisations conduit-elle à un rôle spécifique au sein des réseaux agricoles et marchands ? Ces éléments méritent d'être examinés car ils supposent des comportements différents pour ce qui est des mises en liens. Par ailleurs, les réseaux agricoles et marchands ont un intérêt direct vis-à-vis des rongeurs commensaux puisque ces derniers trouvent dans les stocks agricoles et les marchés des sources de nourriture favorables à leur prolifération.

### 8.3 Des localités aux rôles singuliers dans les réseaux agricoles et marchands

Dans cette sous-partie, nous caractérisons les localités en intégrant à notre analyse les types de marchés (permanents, hebdomadaires, ou les deux), la distance au marché le plus proche, la présence de grossistes ou de semi-grossistes, la densité de boutiques, et les types de stock collectif. (Tableau 10)

Tableau 10 Variables *d'input* de l'ACM sur les caractéristiques des localités vis-à-vis des réseaux agricoles et marchands

Variables (qualitatives)	Modalités
Nombre de boutiques pour 1000 habitants (en classes)*	<i>Très faible [0-4.8], faible [4.9-6.2], moyennement faible [6.3-6.7], moyennement fort [6.8-8.1], fort [8.2-12.9], très fort [13.0-28.5].</i>
Type de marché	<i>Permanent, hebdomadaire, mixte (permanent et hebdomadaire), aucun</i>
Distance au marché hebdomadaire le plus proche (en classes)*	<i>Faible [0-20], assez faible [20.1-50], assez fort [50.1-85], fort [85.1-105]</i>
Type de stockage collectif des produits agricoles	<i>Stock d'opérateur (SODEFITEX) et/ou magasin de communauté rurale, banque de céréale ou magasin collectif à gestion communautaire, mixte, aucun</i>

\* *Discrétisation par seuils naturels (cf. Chap. 3. 3.4.2)*

### 8.3.1 Lieux d'échanges marchands et lieux de productions agricoles

Le modèle construit par l'ACM peut être interprété à partir des trois premiers axes factoriels qui résument 97 % de l'information (respectivement 51 %, 34 %, et 13 %) (tableau 11 et figure 10). L'inertie en valeur absolue du premier axe factoriel (0,6) et l'examen du premier plan factoriel (F1, F2) nous indiquent qu'il existe un effet Guttman<sup>106</sup>.

<sup>106</sup> En outre, l'effet Guttman est presque automatique lorsque les variables qualitatives sollicitées sont issues d'une variable quantitative catégorisée (Borcard, 2003), comme c'est le cas ici pour la variable « distance au marché le plus proche » et « densité de boutiques ».

Tableau 11 Facteurs de l'ACM sur les réseaux agricoles et marchands

Facteur	Valeur Propre ajustée	% d'inertie expliquée	Histogramme	% d'inertie cumulée expliquée	Interprétation des facteurs
1	0,166614	50,87 %		50,87 %	Poids des lieux d'échanges marchands
2	0,110452	33,72 %		84,59 %	Poids du commerce boutiquier
3	0,041437	12,65 %		97,25 %	Réseau marchand de nature rurale ou urbaine
4	0,004973	1,52 %		98,76 %	—
5	0,003947	1,21 %		99,97 %	—
6	0,000103	0,03 %		100,00 %	—

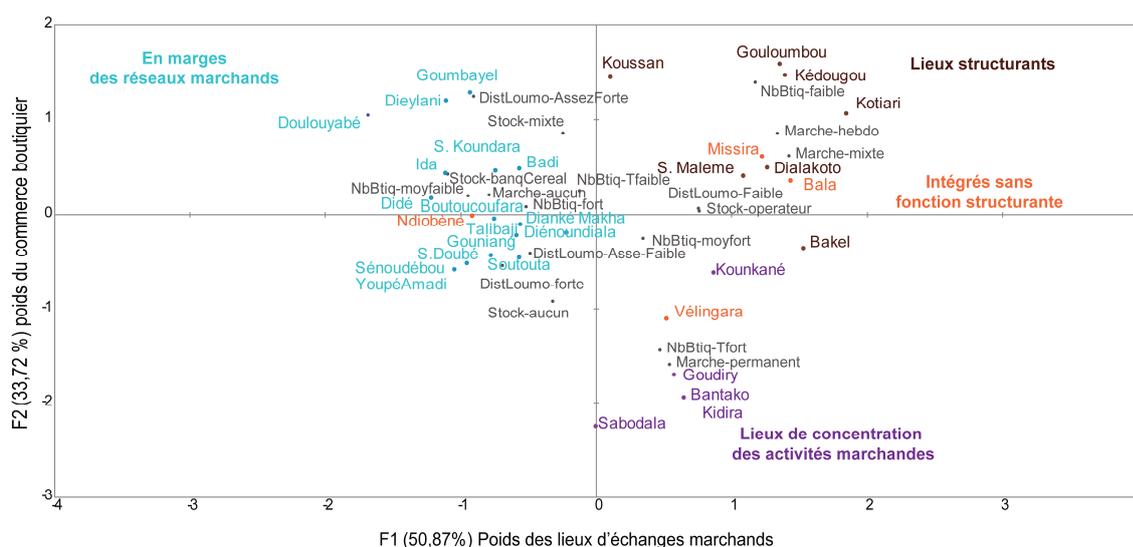


Figure 10 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur les réseaux agricoles et marchands

Pour le premier axe factoriel, deux variables résument 63 % de l'inertie de l'axe. Cet axe traduit **le poids des lieux d'échanges marchands**. Il est majoritairement défini par le type de marchés et la distance au marché le plus proche (respectivement 40 % et 23 % de l'inertie de l'axe). La partie positive de l'axe abrite des localités qui cumulent la présence de marchés permanents et hebdomadaires (16 % de contribution), une distance faible au marché le plus proche (12 %), des stocks d'opérateurs (10 %).

Le second axe factoriel synthétise **le poids du commerce boutiquier** en distinguant les localités avec une activité de marchés et boutiquière importante, et des localités sans activités de marchés et boutiquière. Deux variables participent à la moitié de l'inertie de l'axe : la densité de boutiques (33 %) et le type de stocks (21 %). En particulier, les modalités qui contribuent le plus à l'inertie de l'axe sont la plus forte densité de boutique (19 %), l'absence de stocks collectifs (12 %), la présence de marchés permanents (23 %). Sur la partie positive de l'axe, nous distinguons les modalités suivantes : densité de boutique inférieure à la moyenne (12 %), distance au marché le plus proche assez forte (9 %), stocks collectifs mixtes (c'est-à-dire communautaires et d'opérateurs) (8 %).

Le troisième axe factoriel<sup>107</sup> représente **la nature des réseaux marchands**. Il est largement défini par la densité de boutiques (52 % de contribution), mais seule une modalité supporte l'essentiel de l'inertie de cette variable (densité de boutiques moyenne, 36 % de contribution). Cette variable est donc moins intéressante que celle relative aux stocks collectifs. En effet, la variable « stocks collectifs » participe uniquement à 16 % de l'inertie de l'axe mais elle dispose d'une information synthétique plus pertinente en raison de la contribution variée de ses différentes modalités. Ainsi sur la partie négative de l'axe nous distinguons les modalités stocks collectifs communautaires (10 % d'inertie), marché hebdomadaire (7 %), et distance assez faible au marché le plus proche (13 %). Sur la partie positive apparaissent l'absence de stocks collectifs (4 %), la présence cumulée de marchés permanents et hebdomadaires (5 %). Ainsi, selon cet axe, les localités avec ou à proximité des marchés hebdomadaires, qui disposent de stocks communautaires et d'une densité de boutiques moyenne font penser à des réseaux marchands de nature rurale, fondés sur l'échange et la gestion des communautaire des vivres. À l'inverse, les localités éloignées des marchés, qui ne disposent pas de stocks collectifs mais qui ont une forte densité de boutiques font alors penser à des réseaux marchands de nature urbaine, fondés sur la concentration des aménités commerciales.

---

<sup>107</sup> En présence d'un effet Guttman, l'effet d'ordre observé sur le premier axe factoriel peut être suffisamment intense pour persister sur les autres axes factoriels. Ces derniers sont alors considérés comme des fonctions polynômes du premier axe. Cela signifie que dans certains cas les axes factoriels suivants sont négligeables car ils réitèrent l'information déjà exprimée dans le premier axe (Escofier, Pagès, 2016). Cependant, plusieurs éléments nous incitent à tenir compte du troisième axe factoriel : sa forte inertie (13 % du modèle), le caractère flou de la parabole observée sur le premier plan factoriel et du tableau disjonctif complet, ainsi que le caractère informatif des autres variables du modèle. Autrement dit, ces éléments suggèrent que cet axe dispose d'une plus-value d'information par rapport aux deux axes précédents, ce qui justifie sa prise en compte.

### 8.3.2 Degrés d'intégration aux réseaux marchands et agricoles

La classification établie à partir des coordonnées des localités sur les trois axes factoriels de l'ACM met en évidence quatre groupes distincts de localités (figure 11 et tableau 12).

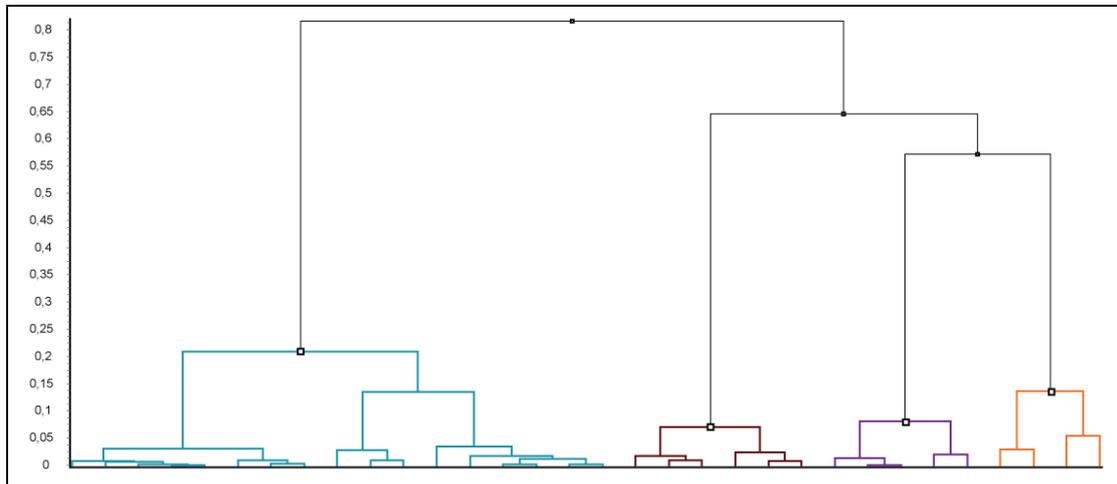


Figure 11 Dendrogramme de la classification sur les réseaux agricoles et marchands

Le premier groupe contient la moitié des localités de l'échantillon (16 localités). Ces localités apparaissent **en marge des réseaux marchands**. En effet, aucune d'entre elles ne dispose de marchés desquels elles sont éloignées (58 km en moyenne). Seules quatre localités (un quart d'entre elles) sont situées à une distance faible d'un marché (5 km en moyenne). Un peu plus des deux tiers de ces localités (69 %, soit 11 localités) ont une faible densité de boutiques (2,6 pour 1000 habitants). Seules quatre localités (un quart) disposent d'une densité légèrement supérieure à la moyenne (10,6 pour 1000 habitants). Enfin, trois localités (19 %) ont des stocks communautaires, cinq localités (31 %) des stocks mixtes, et six localités (38 %) aucun stock collectif.

Le second groupe rassemble des localités **avec une capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles** (22 % de l'échantillon, sept localités). Cela signifie qu'elles forment des lieux d'échanges sans nécessairement disposer d'un commerce boutiquier très développé, et qu'elles se rapprochent des réseaux marchands de nature rurale. La majorité d'entre elles (71,4 %, cinq localités) abrite des marchés permanents et hebdomadaires, ou se situe à une distance faible des marchés hebdomadaires (86 %, six localités, 5 km en moyenne). En revanche, leur densité de boutiques n'est pas élevée (8,4 boutiques pour 1000 habitants en moyenne pour le groupe) de telle manière que deux localités uniquement (29 %) ont des densités supérieures à la moyenne. Elles abritent des stocks collectifs d'opérateurs (71 %, cinq

localités) ou mixtes (29 %, deux localités) qui témoignent de leur statut de chef-lieu (secteur agricole et/ou collectivité locale).

Le troisième groupe rassemble cinq localités (16 % de l'échantillon) qui constituent des **lieux de concentration des activités marchandes** : elles cumulent les attributs de lieux d'échanges marchands, d'important commerce boutiquier, et de réseaux marchands de nature urbaine. En effet, elles disposent toutes d'un marché permanent, d'une forte densité de boutiques (17,4 boutiques pour 1000 habitants en moyenne), et se situent à proximité des marchés hebdomadaires (5 km en moyenne). Deux localités (40 %) abritent des stocks d'opérateurs, mais la majorité d'entre elles (60 %, quatre localités) n'a recours à aucun mode de stockage collectif.

Le dernier groupe est proche du groupe 2, il apparaît à l'intérieur de la parabole ce qui signifie qu'il « combine les caractéristiques associées aux faibles et fortes valeurs du premier axe factoriel » (Aubry, 2006) (le poids des lieux d'échanges marchands). Ce groupe est composé de quatre localités (12,5 % de l'échantillon) qui apparaissent **intégrées aux réseaux marchands et agricoles sans nécessairement assurer des fonctions structurantes** (groupe 4, 12,5 % de l'échantillon). Seule une localité n'abrite pas de marché. Deux localités (50 %) bénéficient de marchés hebdomadaires, une localité (25 %) de marché permanent, une localité des deux types de marchés. La majorité de ces localités (75 %, trois localités) a une densité de boutiques qui se rapproche de la moyenne (5,9 pour 1000 habitants en moyenne). Elles abritent majoritairement des stocks d'opérateurs, seule l'une d'entre elles (25 %) dispose de stock communautaire.

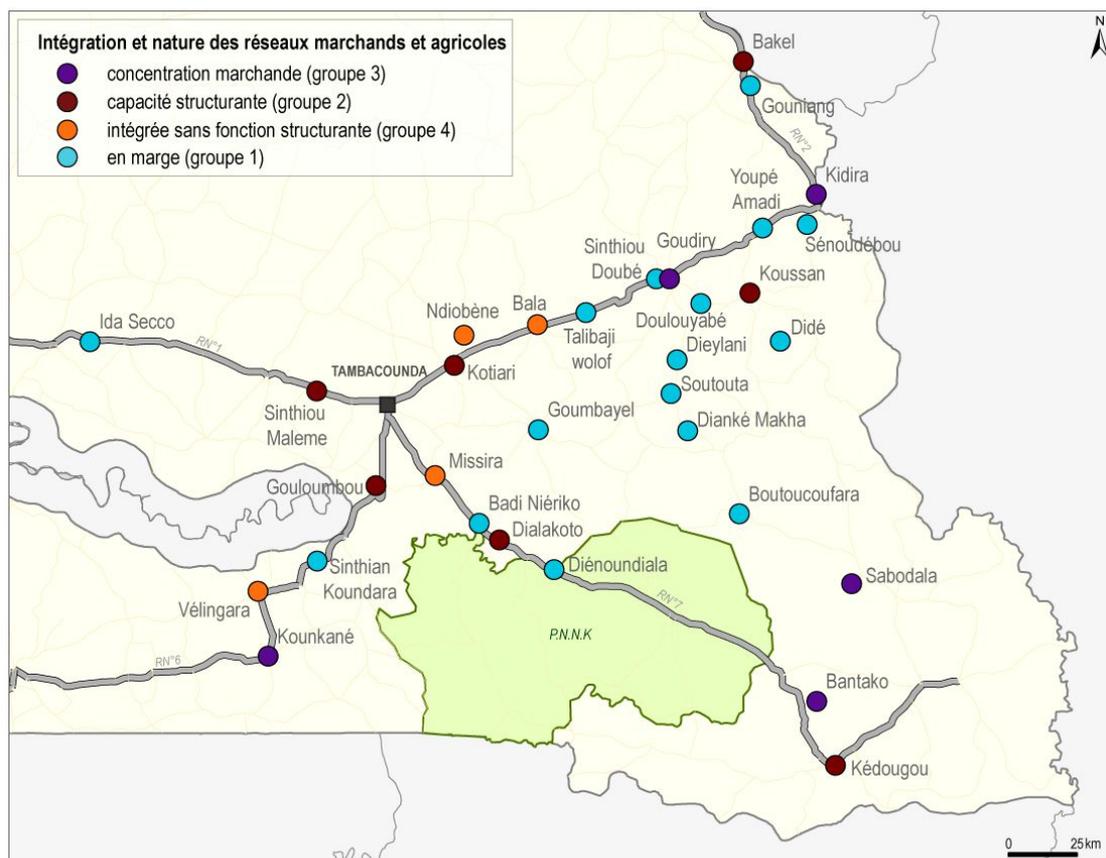
Le premier axe factoriel de l'ACM (poids des lieux d'échanges marchands) oppose les localités en marge (groupe 1) à tous les autres groupes. Le second axe factoriel (poids du commerce boutiquier) oppose les localités aux capacités structurantes (groupe 2) aux localités de concentration marchande (groupe 3). En revanche, les autres groupes (1 et 4) sont peu différenciés sur cet axe. Enfin, le troisième axe factoriel (nature des réseaux marchands), montre une opposition entre les localités intégrées aux réseaux marchands et agricoles mais non nécessairement structurantes (groupe 4) et les trois autres groupes. Le groupe 4 se rapproche des réseaux marchands de nature rurale tandis que les trois autres groupes sont peu discriminés sur cet axe. (Figure 10 précédente)

Les quatre groupes mis en évidence traduisent donc un **degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles de différentes natures**.

Tableau 12 Les quatre groupes de localités d'après la typologie sur les réseaux agricoles et marchands

<b>Degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles de différentes natures</b>			
Groupe 1 (n = 16)	Groupe 2 (n = 7)	Groupe 3 (n = 5)	Groupe 4 (n = 4)
<b>En marge des réseaux marchands</b>	<b>Capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles</b>	<b>Concentration des activités marchandes</b>	<b>Intégrées aux réseaux marchands et agricoles sans fonctions structurantes</b>
Pas de marchés Faible densité de boutiques Stocks variables	Marchés permanents ou hebdomadaires Densité de boutiques modérée Stocks d'opérateurs ou mixtes	Marchés permanents Forte densité de boutiques Proximité aux marchés hebdomadaires Stocks d'opérateurs	Densité de boutiques moyenne Stocks d'opérateurs Marchés variables

La configuration spatiale de ces quatre groupes est moyennement discriminée (carte 32). Les localités de concentration marchande (groupe 3) se situent préférentiellement le long du bitume (Kidira, Goudiry, Kounkané), ainsi que dans la zone sud-est d'exploitation minière (Sabodala, Bantako). Les localités à capacités structurantes vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles (groupe 2) sont également situées le long des routes nationales, à l'exception du village de Koussan. Les localités intégrées aux réseaux marchands et agricoles mais non nécessairement structurantes (groupe 4) se répartissent dans l'ensemble de la zone d'étude, le long et hors du bitume. Enfin, les localités en marge (groupe 1) se situent majoritairement hors du bitume dans l'hinterland de Tambacounda et de Goudiry.



H. Lucaccioni, 2016

Carte 32 Caractéristiques des localités d'après la typologie sur les réseaux agricoles et marchands

#### 8.4 Vers une synthèse des disparités de facteurs de mises en liens des localités

Les typologies précédentes nous renseignent sur les disparités des facteurs indirects de mises en liens des localités échantillonnées au regard de trois thématiques. Nous souhaitons maintenant obtenir une typologie synthétique de ces lieux, qui croise les gradients d'intégration au réseau routier et de transport, les degrés de spécialisation selon le poids des activités économiques, et les degrés d'intégration aux réseaux agricoles et marchands (tableau 13).

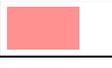
Tableau 13 Variables d'input de l'ACM synthétique

Variables (qualitatives)	Modalités
Typologie-Connectivité structurelle au réseau routier et de transport	<i>Bonne connectivité nord, bonne connectivité sud, bonne connectée hors bitume, connectivité variable hors bitume, faible connectivité</i>
Typologie-Activités économiques	<i>Commerciale, aurifère, agricole diversifiée, agricole faiblement diversifiée</i>
Typologie-Stockage des vivres et accès aux lieux/réseaux d'échanges commerciaux/marchands	<i>Concentration marchande, capacité structurante, intégrée sans capacité structurante, en marge des réseaux marchands</i>

#### 8.4.1 L'activité marchande et l'enclavement différencient les lieux

L'ACM réalisée exprime 87 % d'information à travers ses deux premiers axes factoriels (tableau 14 et figure 12). L'inertie du premier axe en valeur absolue (0,8) et la représentation graphique du premier plan factoriel (F1, F2) témoignent d'un effet Guttman.

Tableau 14 Facteurs de l'ACM synthétique

Facteur	Valeur Propre ajustée	% d'inertie ajustée expliquée	Histogramme	% d'inertie ajustée cumulée	Interprétation des facteurs
1	0,448478	72,68 %		72,68 %	Poids de l'activité marchande
2	0,088710	14,38 %		87,06 %	Gradient d'enclavement structurel
3	0,050835	8,24 %		95,30 %	–
4	0,027415	4,44 %		99,74 %	–
5	0,001596	0,26 %		100,00 %	–

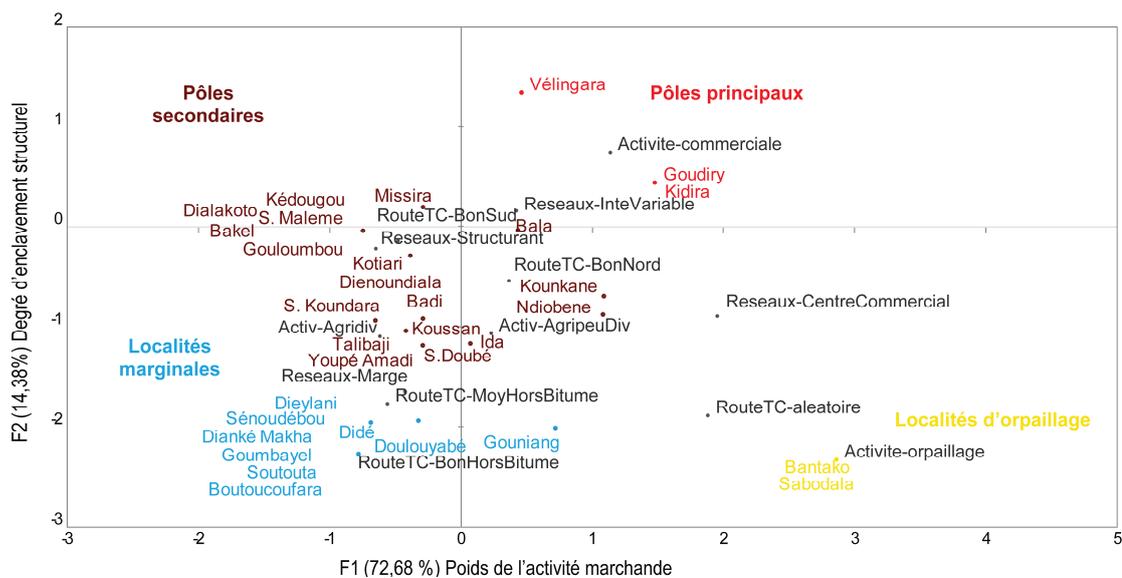


Figure 12 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM synthétique

Le premier axe factoriel résume à lui seul 73 % de l'information du modèle. Il **classe les localités en fonction du poids de l'activité marchande**. Cet axe est défini à part presque égale par la spécialisation des activités économiques (37 %), suivie par le degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles (32 %), et le degré d'intégration au réseau routier et de transport (29 %). En particulier trois modalités (soit moins d'un quart de toutes les modalités du modèle) définissent 66 % de l'inertie de cet axe. Elles se situent dans sa partie positive : les localités aurifères (typologie « activités économiques »), les centres marchands (typologie « réseaux marchands et agricoles »), et les localités à faible connectivité (typologie « connectivité structurelle »). En outre, la partie positive de l'axe présente distinctement les localités Bantako et Sabodala qui sont des localités aurifères, des centres marchands, dotées d'une faible connectivité. Elles sont suivies de Kidira et Goudiry qui sont également des centres marchands (typologie « réseaux marchands et agricoles »).

Le second axe factoriel rend compte de 14 % de l'information du modèle. Il exprime un **gradient d'enclavement structurel des localités**. Cet axe est avant tout défini par le degré d'intégration au réseau routier et de transport (42 % de contribution). Quatre modalités (soit 31 % des modalités du modèle) contribuent à plus de la moitié de l'inertie de l'axe (59 %). Dans sa partie négative, nous distinguons les localités commerciales (typologie « activités économiques »), et les localités dotées d'une bonne connectivité au réseau routier et de transport orientées vers le sud (typologie « connectivité structurelle »). Dans sa partie positive, nous remarquons les localités en marge des réseaux marchands et agricoles (typologie « réseaux marchands et

agricoles »), et les localités situées hors routes bitumées mais qui bénéficient d'une bonne connectivité (typologie « connectivité structurelle »).

Sur ce second axe factoriel, trois localités se distinguent dans la partie négative de l'axe (Goudiry, Kidira, et Vélingara). Ce sont des centres marchands<sup>108</sup> mais elles sont caractérisées par une bonne connectivité et ne sont pas des localités aurifères contrairement à Bantako et Sabodala qui dominent le premier axe factoriel. Sur cet axe, les localités se distinguent donc par leur activité commerciale (typologie « activités économiques ») et surtout leur bonne connectivité au réseau routier et de transport vers le nord ou le sud (typologie « connectivité structurelle »).

#### 8.4.2 Une hiérarchie complexe des lieux selon leurs facteurs de diffusion

Nous réalisons une Classification Ascendante Hiérarchique en retenant les deux premiers axes factoriels de l'ACM. Nous obtenons quatre groupes distincts de localités (figure 13 et tableau 15).

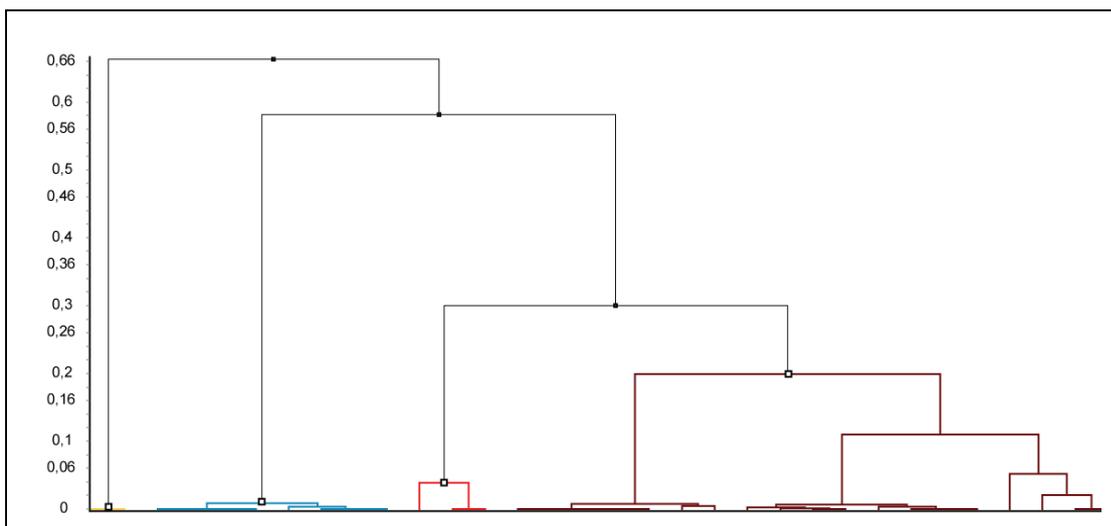


Figure 13 Dendrogramme de la classification synthétique

<sup>108</sup> Sauf Vélingara qui est intégrée aux réseaux marchands et agricoles mais sans nécessairement de capacité structurante d'après la typologie « réseaux marchands et agricoles ».

Tableau 15 Les cinq groupes de localités d'après la typologie synthétique

Groupe 1 (n = 2)	Groupe 2 (n = 9)	Groupe 3 (n = 3)	Groupe 4 (n = 18)
<b>Localités d'orpillage</b>	<b>Localités marginales</b>	<b>Pôles principaux</b>	<b>Pôles secondaires</b>
Faible connectivité au réseau routier et de transport  Centres marchands  Localités aurifères	Localités agricoles en marge des réseaux agricoles et marchands  En dehors des routes bitumées mais inégalement connectées au réseau routier et de transport	Localités commerciales  Bonne connectivité au réseau routier et de transport  Centres marchands	Localités agricoles  Bonne connectivité au réseau routier et de transport Orientées vers le sud pour la moitié d'entre elles  Situation par rapport aux réseaux marchands et agricoles plus contrastée

Les **localités d'orpillage** (Sabodala, Bantako) forment le premier groupe (deux localités, 6 % de l'échantillon). Elles disposent d'une faible connectivité au réseau routier et de transport (typologie « connectivité structurelle »), sont des centres marchands (typologie « réseaux marchands et agricoles »), et constituent le seul groupe avec des localités aurifères (typologie « activités économiques »).

Les **localités marginales** forment le second groupe (neuf localités, 28 % de l'échantillon). Elles pratiquent toutes l'agriculture, dont la majorité d'entre elles de manière diversifiée (78 %, sept localités), et deux localités seulement de manière peu diversifiée (22 %) (typologie « activités économiques »). Toutes ces localités sont situées en marge des réseaux agricoles et marchands (typologie « réseaux marchands et agricoles »). Enfin, elles sont toutes situées en dehors des routes bitumées mais sont inégalement connectées au réseau routier et de transport (typologie « connectivité structurelle »). La majorité d'entre elles (88 %, huit localités) dispose d'une bonne connectivité ou d'une connectivité modérée aux nœuds routiers et de transport secondaires (44 %, quatre localités), seule une localité (11 %) a une faible connectivité.

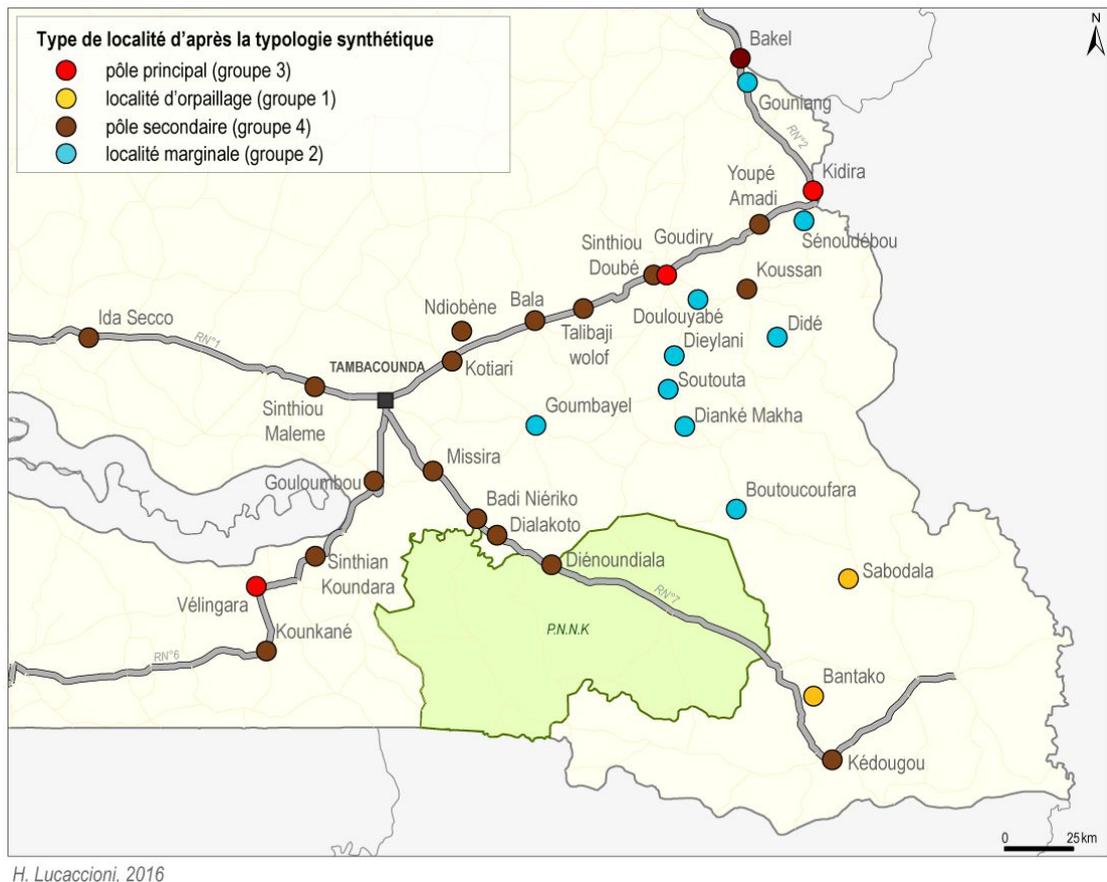
Les **pôles principaux** (Goudiry, Kidira, Vélingara) forment le troisième groupe (trois localités, 9 % de l'échantillon). Dans ce groupe, les localités sont de type commercial (typologie « activités économiques »), elles disposent d'une bonne connectivité au réseau routier et de transport (typologie « connectivité structurelle ») et forment des centres marchands, à l'exception de Vélingara qui est intégrée aux réseaux marchands et agricoles sans nécessairement assurer des fonctions structurantes (typologie « réseaux marchands et agricoles »). Notons également que ces localités

disposent du statut administratif de communes urbaines et sont parmi les plus peuplées de l'échantillon. Elles forment donc des pôles principaux de l'organisation territoriale.

Enfin, le dernier groupe (groupe 4) contient les **pôles secondaires**, avec un peu plus de la moitié des localités de l'échantillon (18 localités, soit 56 % de l'échantillon). Toutes ces localités sont de type agricole (typologie « activités économiques »), dont 61 % (11 localités) avec des activités agricoles diversifiées et 39 % (sept localités) avec des activités agricoles peu diversifiées. Elles sont majoritairement situées le long du bitume et disposent d'une bonne connectivité au réseau routier et de transport, orientées vers le sud pour la moitié d'entre elles (neuf localités) ou vers le nord pour 39 % d'entre elles (sept localités) (typologie « connectivité structurelle »). Seules deux localités (6 % de l'échantillon) sont situées hors routes bitumées et sont dotées d'une connectivité faible ou modérée avec les nœuds routiers et de transport secondaires. Il s'agit du seul groupe à contenir des localités intégrées et qui structurent ces réseaux (39 %, sept localités). Enfin, sept localités (39 %) sont en marge de ces réseaux, trois localités (17 %) sont intégrées aux réseaux sans nécessairement jouer un rôle structurant, tandis que seule une localité (5 %) est un centre marchand. Ces localités renvoient alors à des pôles secondaires de l'organisation du territoire.

Le premier axe factoriel de l'ACM (gradient d'activité marchande) oppose les localités d'orpillage (groupe 1) aux trois autres groupes (groupes 2, 3, et 4). Les pôles principaux (groupe 3) se rapprochent le plus de ce premier groupe, avant les pôles secondaires (groupe 4), puis les localités en marge (groupe 2). Sur le second axe factoriel (gradient d'enclavement structurel) les pôles principaux (groupe 3) s'opposent aux localités d'orpillage (groupe 1). De plus, les pôles secondaires (groupe 4) se rapprochent des pôles principaux (groupe 3), tandis que les localités en marge (groupe 2) sont plus proches des localités d'orpillage (groupe 1) (figure 12 précédente).

Du point de vue de leur répartition spatiale, les quatre groupes sont bien discriminés (carte 33). Les localités d'orpillage (groupe 1) se situent dans la zone minière de la région de Kédougou. Les trois pôles principaux (groupe 3) correspondent aux communes urbaines situées le long des routes nationales N° 1 (Kidira, Goudiry) et N° 6 (Vélingara). Les pôles secondaires (groupe 4) se répartissent presque exclusivement le long du bitume (routes nationales N° 1, N° 9 et N° 7), tandis que les localités marginales (groupe 2) se situent hors bitume, au sud de la route nationale N° 1 (hinterland de Tambacounda et Boundou).



Carte 33 Caractéristiques socio-spatiales des localités d'après la typologie synthétique

Cette typologie synthétique exprime donc une **hiérarchie complexe des localités** selon leurs facteurs indirects de mises en liens. En effet, cette hiérarchie ne dépend pas uniquement de l'intégration aux réseaux marchands et agricoles (centre marchand *versus* localité en marge), ni uniquement du degré de spécialisation économique (localité commerciale *versus* localité agricole), ni seulement du degré d'intégration au réseau routier et de transport (bonne connectivité *versus* faible connectivité). Par ailleurs, nous remarquons que cette hiérarchie ne dépend pas non plus du statut administratif. En effet, les statuts de chefs-lieux se répartissent indépendamment des groupes. Par exemple, Sabodala (localité d'orpaillage, groupe 1) est un chef-lieu de communauté rurale, parmi les pôles secondaires (groupe 4) Kédougou est une capitale régionale et une commune urbaine, Bakel est un chef-lieu de département et une commune urbaine, tandis que Dialakoto et d'autres localités sont des chefs-lieux de communauté rurale ou de simples villages. Enfin, parmi les localités marginales (groupe 2) Dianké Makha, Goumbayel, Boutoucoufara sont des chefs-lieux (récents<sup>109</sup>) de communauté rurale. En revanche, nous remarquons que les trois pôles

<sup>109</sup> Depuis le dernier découpage de 2008.

principaux (Kidira, Goudiry, Vélingara) sont des communes urbaines et les localités les plus peuplées de l'échantillon.

\*\*\*

Dans ce chapitre, nous avons montré que les localités du sud-est sénégalais ont des profils différents au regard de leurs facteurs indirects de mises en liens. En particulier, les lieux se distinguent les uns des autres à travers une hiérarchie complexe. Cette hiérarchie renvoie à un gradient d'intégration des localités vis-à-vis du réseau routier et de transport, à leur spécialisation ou diversification économique, ainsi qu'à leur degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles.

Cependant cette hiérarchie renvoie uniquement aux éléments intégrés à l'analyse exploratoire. Ces éléments ont été choisis en raison de leur intérêt vis-à-vis de la diffusion du rat noir selon les hypothèses formulées précédemment, en particulier celle d'une relation entre les mises en liens des localités et la diffusion du rongeur. De fait, les typologies réalisées ne prétendent pas être exhaustives au regard des caractéristiques géographiques des lieux du sud-est sénégalais et de la définition de leur hiérarchie territoriale.

Les typologies réalisées suggèrent des conditions inégales de mises en liens des localités susceptibles d'influencer les dynamiques d'invasion du rongeur. Nous souhaitons donc explorer les disparités de distribution spatiale du rat noir en reflet de ces inégalités.

## **Chapitre 9**

### **Un rat qui défie l'ordre spatial ?**

La hiérarchie des lieux selon leurs facteurs indirects de mises en liens suggère des vulnérabilités inégales aux dynamiques d'invasion du rat noir. Plus précisément, nous formulons l'hypothèse que les localités bien intégrées au réseau routier et de transport, celles aux activités économiques diversifiées et dominées par le commerce, et celles avec une bonne intégration et une capacité de structuration des réseaux marchands et agricoles seraient plus vulnérables à l'invasion du rat noir. Autrement dit, ces lieux qui dominent la hiérarchie présenteraient des facteurs de diffusion favorables à l'invasion de l'hôte, et inversement les lieux subordonnés disposeraient de facteurs de diffusion moins favorables à l'invasion du rat noir, conformément à un modèle de diffusion hiérarchique.

Dans ce chapitre, nous testons les relations entre les variabilités spatiales des localités échantillonnées et les distributions du rat noir. Les quatre typologies établies précédemment forment des variables qualitatives qui caractérisent les lieux. Les caractéristiques relatives au rongeur sont quant à elles appréhendées à travers la détection du rat noir, son abondance relative, et sa dominance numérique au sein des communautés commensales de petits mammifères. Le croisement des informations géographiques et relatives au rat noir s'effectue sur l'échantillon commun de 27 localités.

Pour chacune des quatre typologies thématiques puis pour la typologie synthétique, nous décrivons les indicateurs relatifs au rat noir en fonction des types de lieux, puis nous explorons statistiquement leurs relations.

## 9.1 Rat du bitume, rat des pistes

Le rat noir est inégalement détecté selon la connectivité structurelle des localités telle qu'elle a été identifiée à travers la première typologie (figure 14). Les localités dotées d'une faible connectivité au réseau routier et de transport (groupe 3) forment le seul groupe dans lequel le rat noir n'est pas détecté. En revanche, toutes les localités situées hors des routes bitumées mais qui bénéficient d'une bonne connectivité (groupe 4) abritent du rat noir. De plus, le rat noir est détecté dans 71,4 % des localités dotées d'une bonne connectivité au réseau routier et de transport et orientées vers le sud (groupe 2), dans 75 % des localités en dehors des routes bitumées et qui disposent d'une connectivité modérée avec les nœuds secondaires de transport (groupe 5), et dans 77,8 % des localités caractérisées par une bonne connectivité au réseau routier et de transport situées et orientées vers le nord (groupe 1). Cependant, ces disparités de détection du rat selon les types de localités ne présentent aucune différence statistiquement significative (test exact de Fisher  $p > 0,05$  ; tableau 18 A).

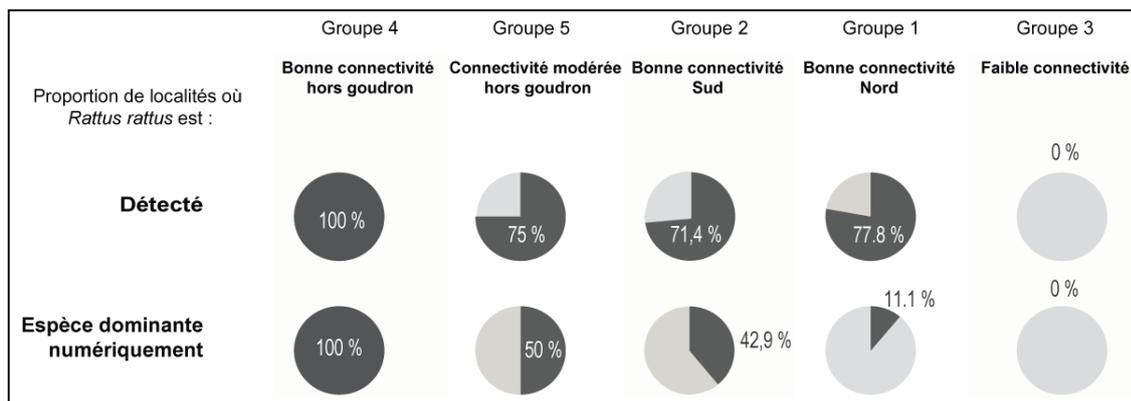


Figure 14 Détection et caractère dominant du rat noir selon la connectivité structurelle au réseau routier et de transport des localités

Le caractère dominant du rat noir varie de manière significative selon les groupes (figure 14). Le rat noir est l'espèce la plus fréquemment capturée dans 11,1 % des localités caractérisées par une bonne connectivité au réseau de transport vers le nord (groupe 1). Il s'agit également de l'espèce dominante dans 42,9 % des localités dotées d'une bonne connectivité au réseau de transport vers le sud (groupe 2), ainsi que dans la moitié des localités hors bitume dotées d'une connectivité modérée et orientées vers les nœuds secondaires (groupe 5). Enfin, le rat noir domine les communautés de petits mammifères dans toutes les localités hors bitume dont la connectivité est bonne (groupe 4) (test exact de Fisher  $p = 0,015$  ; tableau 18 A).

La proportion relative de rat noir décroît selon la connectivité structurelle, bien que ces variations ne soient pas significatives (Welch's ANOVA  $p > 0,05$  ; figure 15 et tableau 18 A). Les localités hors bitume dont la connectivité est bonne (groupe 4) abritent en moyenne 48,6 % de rat noir. Elles sont suivies des localités hors bitume à la connectivité modérée et orientées vers les nœuds secondaires (groupe 5) avec 45,5 % de rat noir en moyenne. Ensuite, les localités caractérisées par une bonne connectivité au réseau de transport orientées vers le sud (groupe 2) abritent en moyenne 34,2 % de rat noir. Paradoxalement, les localités dotées d'une bonne connectivité au réseau de transport sur l'axe nord (groupe 1) ont la plus faible proportion relative de rat avec 17,2 % en moyenne.

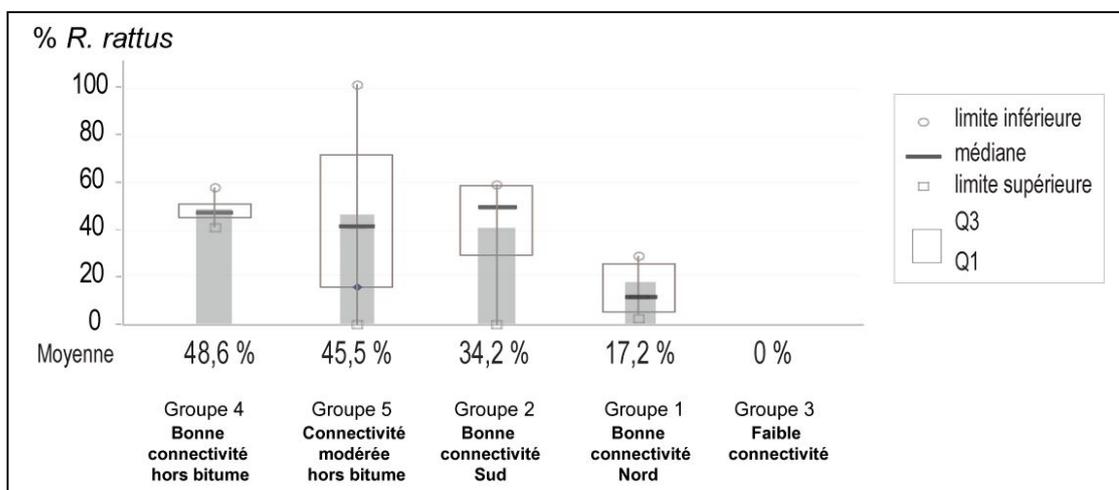


Figure 15 Proportion relative de rat noir selon la connectivité structurelle au réseau routier et de transport des localités

## 9.2 Rat des greniers, rat des boutiques

La présence détectée du rat noir varie selon la spécialisation et la diversification économique des localités révélées par la seconde typologie (figure 16). Le rat noir est absent des deux localités aurifères (groupe 3) qui ont la particularité d'être situées au-delà de son front de colonisation au sud. En revanche, il est détecté dans 66,7 % des localités commerciales (groupe 1), dans 71,4 % des localités agricoles faiblement diversifiées (groupe 2), et dans 80 % des localités agricoles diversifiées (groupe 4). Ces disparités de détection du rat selon les types de localités ne présentent aucune différence statistiquement significative (tests exacts de Fisher  $p > 0,05$  ; tableau 18 B).

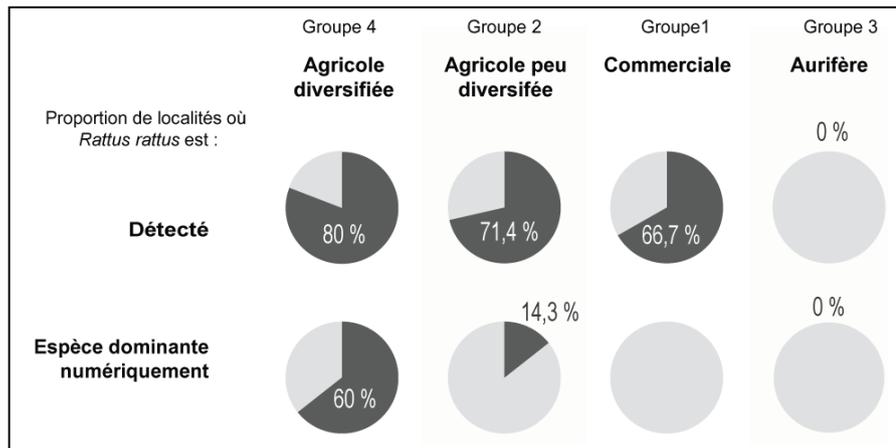


Figure 16 Détection et caractère dominant du rat noir selon le degré de spécialisation ou diversification des activités économiques des localités

Le caractère dominant du rat noir varie de manière significative selon les groupes. Le rongeur domine les communautés locales de petits mammifères dans 14,3 % des localités agricoles peu diversifiées (groupe 2) et dans 60 % des localités agricoles diversifiées (groupe 4). Cependant, il n'est pas l'espèce dominante dans les localités commerciales (groupe 1) (test exact de Fisher  $p = 0,043$  ; figure 16 et tableau 18 B).

La proportion relative de rat noir décroît de manière non significative selon les activités économiques des localités. Les localités agricoles diversifiées (groupe 4) ont une proportion relative de rat noir de 39,3 % en moyenne, les localités agricoles peu diversifiées (groupe 2) de 19,1 %, les localités commerciales (groupe 1) de 15,4 %. Enfin, les deux localités aurifères (groupe 3) n'abritent pas de rat (ANOVA  $p > 0,05$  ; figure 17 et tableau 18 B).

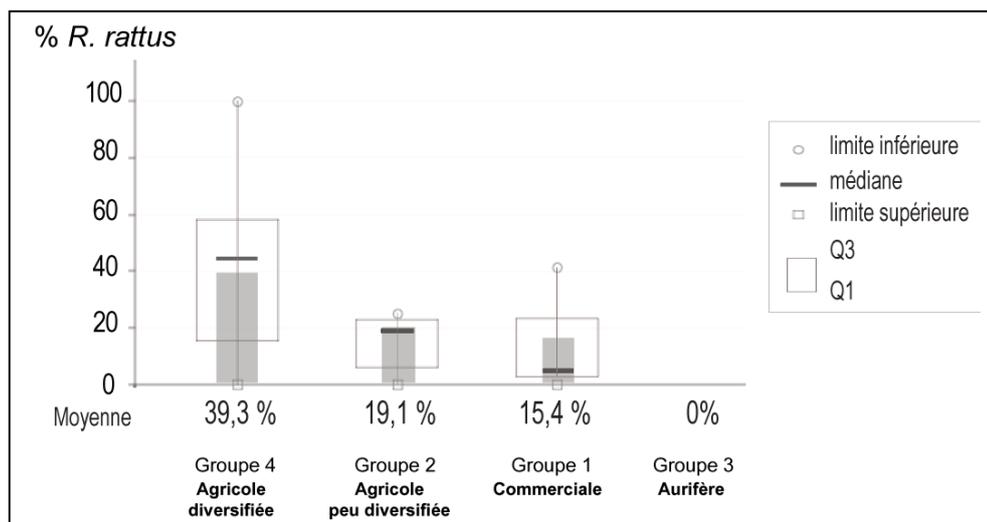


Figure 17 Proportion relative de rat noir selon le degré de spécialisation ou diversification des activités économiques des localités

### 9.3 Le rat noir face aux réseaux agricoles et marchands

Tous les groupes de localités qui traduisent le degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles de la troisième typologie abritent du rat noir (figure 18). Seules 40 % des localités de concentration des activités marchandes (groupe 3) abritent du rat noir. Le rongeur est détecté dans la moitié des localités avec une capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles (groupe 2), et dans 66,7 % des localités intégrées aux réseaux marchands et agricoles sans nécessairement assurer des fonctions structurantes (groupe 4). Enfin, le rat noir est détecté dans la très grande majorité (92,3 %) des localités en marge des réseaux marchands (groupe 1). Ces disparités de détection du rat ne présentent aucune différence statistiquement significative (tests exacts de Fisher  $p > 0,05$  ; tableau 18 C).

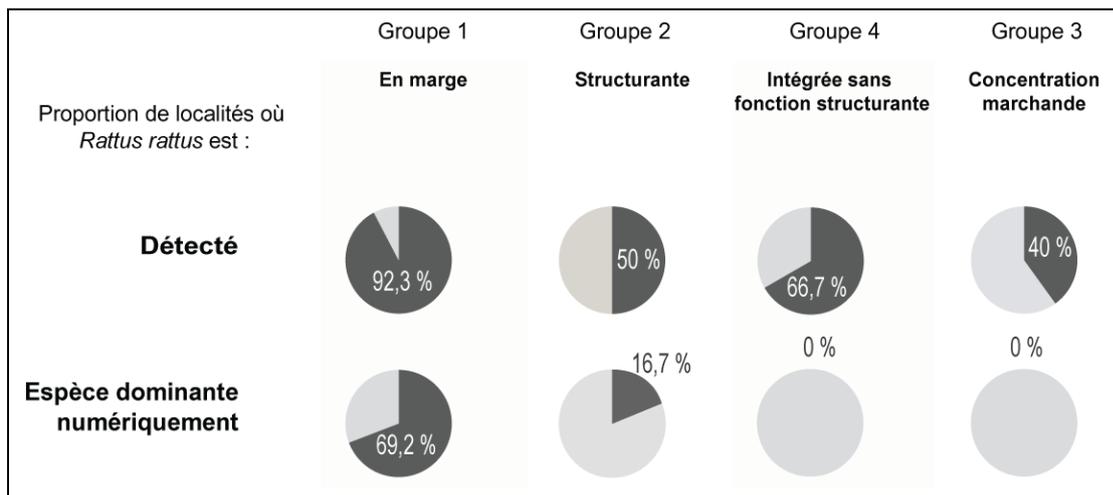


Figure 18 Détection et caractère dominant du rat noir selon le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles

Le caractère dominant du rat noir varie de manière significative selon le degré d'intégration aux réseaux marchands et agricoles (figure 18). Le rat noir est l'espèce dominante dans 16,7 % des localités avec une capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles (groupe 2) et dans 69,2 % des localités en marge des réseaux marchands (groupe 1). En revanche, il n'est jamais l'espèce dominante dans les localités intégrées aux réseaux marchands et agricoles sans nécessairement assurer des fonctions structurantes (groupe 4), ni dans les localités de concentration des activités marchandes (groupe 3) (test exact de Fisher  $p = 0,008$  ; tableau 18 C).

La proportion relative du rat noir décroît significativement selon l'intégration aux réseaux marchands et agricoles des localités, dans l'ordre suivant : les localités en marge des réseaux marchands (groupe 1, 44,4 % de rat en moyenne), les localités avec une capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles (groupe 2, 18,4 %), les localités intégrées aux réseaux marchands et agricoles sans nécessairement assurer des fonctions structurantes (groupe 4, 17,6 %), pour finir avec les localités de concentration des activités marchandes (groupe 3, 6 %) (ANOVA  $F(3, 23) = 4,031$ ,  $p = 0,019$  ; figure 19 et tableau 18 C).

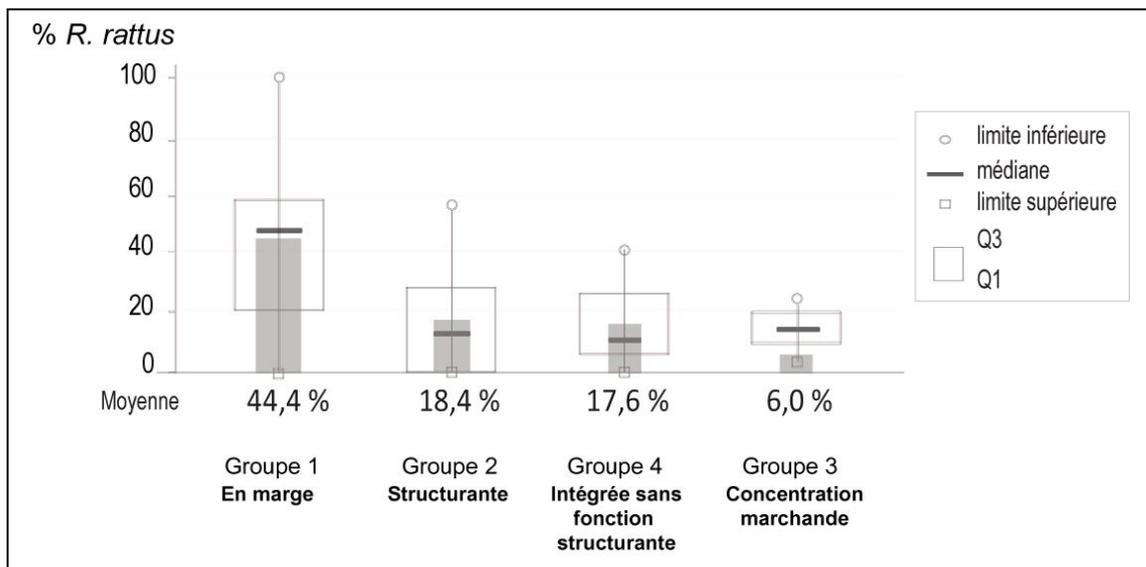


Figure 19 Proportion relative de rat noir selon le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles

En particulier, la proportion relative de rat noir est significativement plus élevée dans les localités en marge des réseaux marchands (groupe 1) par rapport aux localités de concentration des activités marchandes (groupe 3) et aux localités avec une capacité structurante vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles (groupe 2) (LSD de Fisher respectivement  $p = 0,005$  et  $p = 0,036$  ; tableau 16). En revanche, les comparaisons des proportions relatives de rat noir entre les autres paires de groupes ne présentent pas de différences significatives (LSD de Fisher respectivement  $p > 0,05$  ; tableau 16).

Tableau 16 Résultats du test LSD de Fisher sur la proportion relative de rat noir et le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles

Groupes géographiques	En marge des réseaux marchands (groupe 1)	Capacité structurante (groupe 2)	Intégrées sans capacité structurante (groupe 4)	Concentration marchande (groupe 3)
En marge des réseaux marchands (groupe 1)	–	<b>p = 0,0361</b>	p = 0,091	<b>p = 0,005</b>
Capacité structurante (groupe 2)	<b>p = 0,0361</b>	–	p = 0,965	p = 0,398
Intégrées sans capacité structurante (groupe 4)	p = 0,091	p = 0,965	–	p = 0,508
Concentration marchande (groupe 3)	<b>p = 0,005</b>	p = 0,398	p = 0,508	–

Toutes les p values en gras sont significatives (au seuil < 0,05)

#### 9.4 Les lieux du rat, une géographie paradoxale

Le croisement de la typologie synthétique et de l'information relative au rat noir nous permet de résumer les trois analyses précédentes (figure 20). Le rat noir est inégalement détecté selon la hiérarchie territoriale des localités. Aucune localité d'orpaillage (groupe 1) n'abrite du rat noir. En revanche, sa présence est attestée dans 66,7 % des pôles principaux (groupe 3), et 66,7 % des pôles secondaires (groupe 4). Enfin, toutes les localités marginales (groupe 2) abritent du rat noir. Ces inégalités de détection sont significatives (test exact de Fisher  $p = 0,036$  ; tableau 18 D).

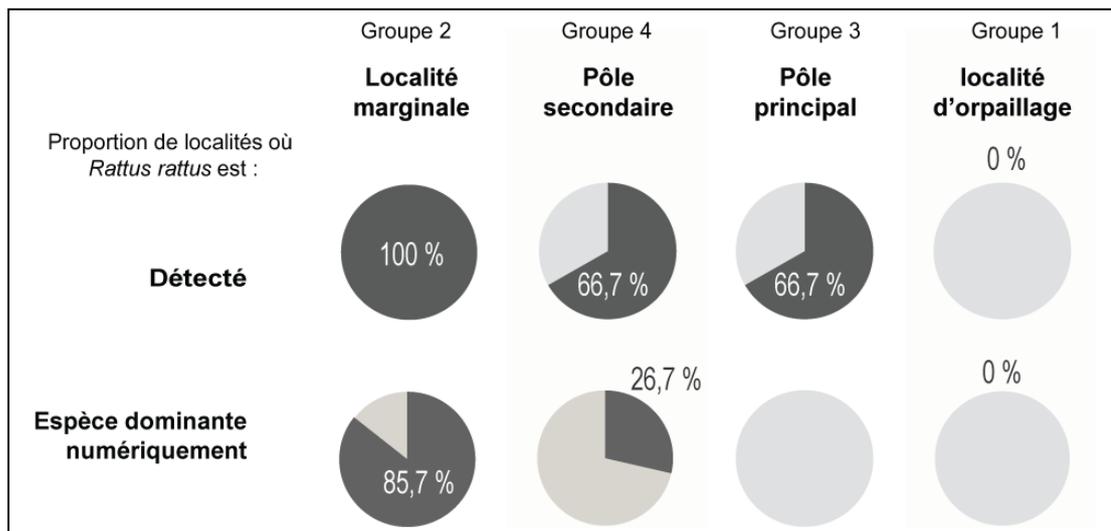


Figure 20 Détection et caractère dominant du rat noir selon la hiérarchie des lieux

Par ailleurs, c'est uniquement dans les pôles secondaires et dans les localités marginales (groupes 4 et 2) que le rat noir domine les communautés locales de petits mammifères. En particulier, il est l'espèce dominante dans 26,7 % des pôles secondaires (groupe 4), et 85,7 % des localités marginales (groupe 2). Cette relation est significative (test exact de Fisher  $p = 0,012$  ; figure 20 et tableau 18 D).

La proportion relative du rat décroît significativement selon la hiérarchie des localités, dans l'ordre suivant : les localités marginales (groupe 2) (53,8 % de rat noir en moyenne), les pôles secondaires (groupe 4) (23,2 % de rat noir en moyenne), puis les pôles principaux (15,4 % de rat noir en moyenne) (ANOVA  $F(3, 23) = 4,247$ ,  $p = 0,016$  ; figure 21 et tableau 18 D). Plus précisément, la proportion relative de rat noir des localités marginales (groupe 2) est significativement supérieure à celle de chacun des autres types de localités (LSD de Fisher  $p = 0,027$  vis-à-vis des pôles principaux (groupe 3),  $p = 0,009$  vis-à-vis des pôles secondaires (groupe 3), et des localités d'orpaillage (groupe 1) ; tableau 17).

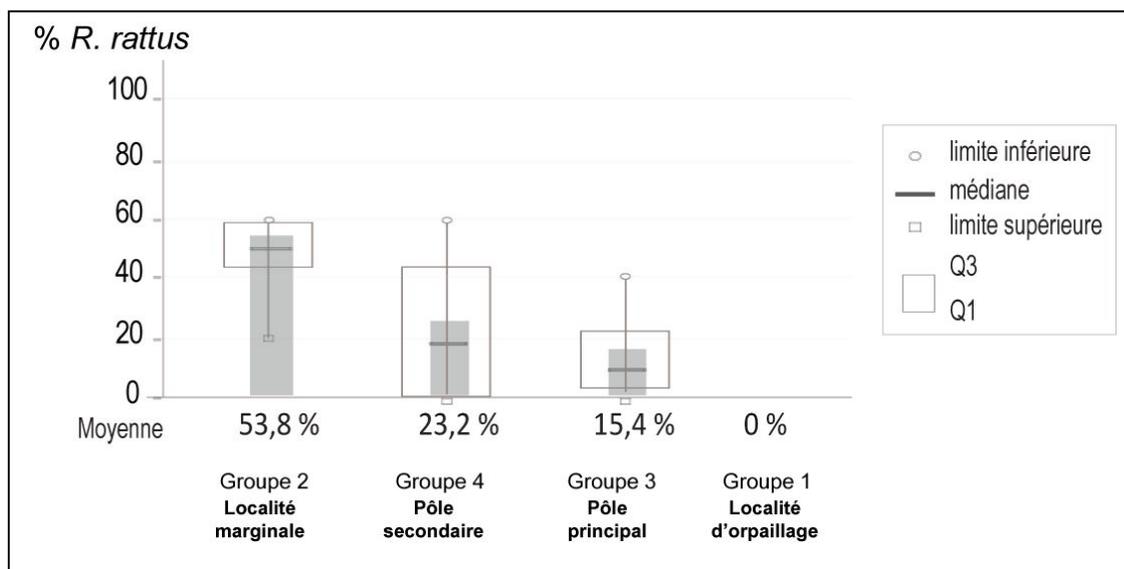


Figure 21 Proportion relative de rat noir selon la hiérarchie des lieux

Tableau 17 Résultat du test LSD de Fisher entre la variable proportion relative de rat noir et les localités selon leur hiérarchie (typologie synthétique)

Groupes	Localités marginales (groupe 2)	Pôles secondaires (groupe 4)	Pôles principaux (groupe 3)	Localités d'orpaillage (groupe 1)
Localités marginales (groupe 2)		<b>p = 0,009</b>	<b>p = 0,027</b>	<b>p = 0,009</b>
Pôles secondaires (groupe 4)	<b>p = 0,009</b>		p = 0,608	p = 0,203
Pôles principaux (groupe 3)	<b>p = 0,027</b>	p = 0,608		p = 0,479
Localités d'orpaillage (groupe 1)	<b>p = 0,009</b>	p = 0,203	p = 0,479	

Les p values en gras sont significatives (au seuil < 0,05)

Tableau 18 Récapitulatif des relations statistiques entre les types de localités et les variables relatives au rat noir

Typologie	Détection du rat noir	Caractère dominant du rat noir (espèce la plus fréquemment capturée)	Proportion relative de rat noir
<i>Test statistique</i>	<i>Test exact de Fisher</i>		<i>ANOVA</i>
A - Connectivité structurelle au réseau de transport et routier	p = 0,087	<b>p = 0,015</b>	Welch's F(4, 7) = 3,751 p = 0,061
B - Activités économiques	p = 0,168	<b>p = 0,043</b>	F(3, 23) = 2,277 p = 0,107
C - Intégration et structuration des réseaux marchands et agricoles	p = 0,054	<b>p = 0,008</b>	F(3, 23) = 4,031 p = 0,019
D - Synthétique	<b>p = 0,036</b>	<b>p = 0,012</b>	F(3, 23) = 4,247 p = 0,016

Toutes les p values en gras sont significatives (au seuil < 0,05)

\*\*\*

Le rat noir présente des situations inégales en fonction des profils des lieux au regard de leur intégration vis-à-vis du réseau routier et de transport, de leur spécialisation économique, de leur degré d'intégration et de structuration des réseaux marchands et agricoles, et surtout de leur hiérarchie territoriale. Cette dernière traduit des différences statistiquement significatives vis-à-vis de la détection du rat noir, de son caractère dominant, et de son abondance relative.

Pourtant, les résultats obtenus sont contraires aux hypothèses formulées initialement : la présence du rat (tout indicateur confondu) est inversement décroissante selon la hiérarchie des lieux. Autrement dit, les localités marginales apparaissent plus vulnérables à l'invasion de l'hôte, par opposition aux pôles principaux.

Au regard de tels résultats, le rat noir semble alors défier l'ordre spatial. En effet, dans un modèle classique de diffusion spatiale qui renvoie à la hiérarchie des lieux, le phénomène de diffusion ne peut se faire que du haut vers le bas de la hiérarchie, soit dans notre cas des pôles principaux aux localités marginales. Les contradictions soulevées par ces résultats nous indiquent que les dynamiques d'invasion du rat noir sont plus complexes qu'un simple schéma de diffusion hiérarchique. Par ailleurs, nous sommes interpellés sur le sens de la hiérarchie des lieux mise en évidence. De plus, si la typologie synthétique reflète une hiérarchie complexe des lieux selon leurs facteurs de diffusion, alors ne suggère-t-elle pas également une complexité de leurs mises en liens ?

Après avoir caractérisé les localités et montré le caractère inopérant d'un modèle de diffusion de l'hôte fondé sur la hiérarchie des lieux, nous souhaitons nous intéresser aux liens fonctionnels qui se tissent à partir de ces lieux.

## **Chapitre 10**

### **Caractériser les liens à partir des lieux : des relations spatiales complexes au-delà de la connectivité structurelle**

L'analyse des facteurs indirects de mises en liens par une approche quantitative n'apparaît pas suffisante pour expliquer les disparités de distribution du rat noir. En outre, elle soulève de nombreuses interrogations. Comment les liens se déploient-ils selon la hiérarchie des lieux ? Peut-on identifier des chemins et des foyers d'invasion ? La distance spatiale entre les foyers et les lieux d'invasion peut-elle expliquer le caractère inopérant de la hiérarchie ? Les caractéristiques des chemins d'invasion constituent-elles des facteurs de diffusion pertinents ? Les aires de relations dans lesquelles s'inscrivent les lieux permettent-elles d'expliquer les paradoxes précédents ?

L'objectif de ce chapitre est de caractériser directement les mises en liens des localités échantillonnées. Nous souhaitons identifier les chemins et les foyers d'invasion, ainsi que les aires de relations dans lesquelles les lieux s'inscrivent. Cependant, notre démarche ne consiste pas en une approche quantitative qui mesurerait les flux, mais en une approche qualitative qui renseigne et explique les différents types de circulations selon les espaces et les lieux. Autrement dit, nous dressons un portrait des circulations en répondant aux questions suivantes : quelle est la nature des liens à partir des lieux ? Où se dirigent-ils et d'où proviennent-ils ? Comment se caractérisent-ils en termes d'intensité, de fréquence, de périodicité ? Dans quelle mesure sont-ils influencés par la nature des espaces et des lieux décrite jusqu'à présent ? Ces éléments forment des entrées vers la compréhension de l'hétérogénéité de la distribution du rat noir dans les localités considérées.

En premier lieu, nous nous intéressons aux circulations de personnes et aux aires de relations privilégiées qu'elles révèlent. Nous concentrons ensuite notre analyse sur les circulations marchandes, puis agricoles et forestières. Enfin, nous montrons qu'à partir des lieux, il existe des mises en liens particulières qui relèvent de circonstances ou d'événements.

## **10.1 Ce que les mobilités des populations nous disent sur les mises en liens des lieux**

Nous avons vu précédemment que les localités du sud-est sénégalais s'inscrivent dans des aires de relations privilégiées au sein desquelles se déploie la vie de relations locale. Aussi, nous pensons que les mobilités des personnes peuvent nous renseigner sur les mises en liens des localités échantillonnées. En particulier, nous souhaitons réinscrire les lieux dans des aires de relation actualisées à partir de l'étude de ces mobilités. Nous nous appuyons sur les données d'enquêtes récoltées auprès d'un sous-échantillon de 446 ménages qui recensent 6 673 résidents répartis dans 18 localités. Quels motifs sous-tendent ces circulations ? Quelles sont leurs intensités et leurs fréquences ? Où se dirigent-elles ? Ces caractéristiques nous permettent-elles de préciser la hiérarchie des lieux révélée dans les chapitres précédents ?

### **10.1.1 Portrait des mobilités de personnes dans le sud-est sénégalais**

Notre analyse des circulations de personnes distingue les déplacements et les flux estimés sur une période de 12 mois précédents l'enquête. Un déplacement est défini par trois paramètres : 1) son origine, qui correspond à la localité de résidence et donc d'enquête, 2) sa destination, 3) et son motif. Chaque déplacement peut générer un ou plusieurs flux ou trajets. Nous estimons le nombre de flux à partir des périodes durant lesquelles le déplacement est effectué et de la fréquence du déplacement<sup>110</sup>. Les enquêtes réalisées ont permis d'identifier 5 381 déplacements qui génèrent un total de 53 103 flux ou trajets.

Les individus se déplacent globalement peu, mais un petit nombre d'entre eux réalise un grand nombre de trajets. Parmi les 6 673 individus recensés, 3 015 d'entre eux ont effectué au moins un trajet dans les 12 mois précédents l'enquête. Autrement dit, 45,1 % des individus enquêtés ont quitté au moins une fois leur localité de résidence pour se rendre dans une autre localité. Cependant, le nombre de trajets par individu varie entre 1 et 592<sup>111</sup> autour d'une moyenne de 17,6 trajets par individu. En outre, la

---

<sup>110</sup> Par exemple : un déplacement (1 couple OD + 1 motif) à fréquence mensuelle qui est réalisé durant chacune des trois périodes (saison sèche, hivernage, et dernier mois) génère 3 (périodes) x 4 (déplacements) = 12 flux.

<sup>111</sup> Ce maximum correspond à des individus qui se rendent quotidiennement dans une localité voisine de celle où ils résident, pour travailler. Généralement, ces flux traduisent une attraction des plus grandes villes (Kidira, Goudiry, Tambacounda), mais aussi des localités d'orpillage situées à proximité de Kédougou (Bantako, Tenkoto, etc.).

moitié des individus effectue moins de deux trajets, et 75 % d'entre eux moins de 7 trajets. De fait, la répartition des flux générés est telle que 2 244 individus réalisent chacun deux trajets ou moins, et 772 individus réalisent chacun sept trajets ou plus.

Les motifs de mobilités de personnes dans un contexte rural africain sont généralement considérés à travers trois grandes catégories : les mobilités liées à la sphère professionnelle, celles liées à sphère sociale, et celles en rapport avec la sphère domestique. Nous avons réparti *a posteriori* les motifs de mobilités identifiés dans notre enquête au sein de ces trois catégories. En outre, nous avons ajouté une catégorie supplémentaire pour distinguer les déplacements définitifs (déménagements ou émigration) qui sont cependant négligeables en quantité (0,1 % des flux totaux). (Tableau 19)

Tableau 19 Les différents motifs de déplacements des individus enquêtés

Sphère professionnelle	Sphère Domestique	Sphère sociale	Départs définitifs
Activité agricole Artisan/ouvrier Commerce Emploi rémunéré Orpaillage Recherche d'emploi ou non précisé Transport Traditionnel (griot, médecine traditionnelle) Scolaire	Achats Besoin divers (non précisé) Administratif Marché hebdomadaire Soins ou santé Accompagnateur	Cérémonie (baptême, mariage, etc.) Visite familiale ou amicale Vacances Religieux Loisir	Déménagement Émigration

La moitié des flux générés relève de la sphère professionnelle (51,3 %), un tiers d'entre eux s'inscrit dans la sphère domestique (33,6 %), et moins d'un quart dans la sphère sociale (15,1 %). Cela s'explique notamment en raison des différences de fréquences des déplacements selon leurs motifs. En effet, les déplacements liés à la vie professionnelle sont plus fréquents (en moyenne 22,2 trajets par déplacement) et génèrent donc une quantité de flux plus élevée<sup>1</sup>, tandis que les déplacements liés à la sphère sociale sont moins fréquents (trois trajets par déplacement en moyenne). Par exemple, 90,4 % des déplacements réalisés quotidiennement correspondent à des motifs professionnels, tandis que 73,2 % des déplacements annuels et 63,0 % des déplacements annuels à semestriel correspondent à des motifs liés à la vie sociale.

Les mobilités sont relativement marquées par la saisonnalité<sup>112</sup>, de telle manière que 64,8 % des flux s'expriment à n'importe quelle période de l'année. Cependant, nous remarquons que les flux générés spécifiquement durant la saison sèche sont plus nombreux que ceux générés exclusivement durant l'hivernage, respectivement 29,9 % et 5,2 % des flux recensés. Les motifs de ces circulations spécifiques sont peu surprenants : durant la saison sèche, qui correspond au pic d'activité des marchés hebdomadaires et à la période de commercialisation agricole, 29,1 % des flux sont liés à une activité commerciale, contre 11,4 % indépendamment de la saison ; durant l'hivernage, qui correspond à la période de cultures, 69,2 % des flux sont liés à une activité agricole, contre 1,38 % indépendamment de la saison. Autrement dit, les circulations peuvent dans l'ensemble avoir lieu toute l'année, mais il existe une part non négligeable de circulations commerciales spécifiques à la saison sèche et une part infime de circulations agricoles spécifiques à l'hivernage.

Les déplacements réalisés, tous motifs confondus, sont globalement peu fréquents. Ainsi, la moitié d'entre eux ont une fréquence exceptionnelle et 25 % correspondent à une fréquence annuelle, mensuelle, ou régulière.

Les données relatives aux mobilités ont cependant leurs limites car elles sont issues d'estimations qui font appel à la mémoire des répondants. Ces limites sont particulièrement vraies pour l'estimation des fréquences des déplacements et nous pouvons nous demander si ces dernières correspondent à la réalité ou si elles occultent d'autres configurations. Par exemple, nous avons rencontré plusieurs situations où un même déplacement est considéré par le répondant comme ayant une fréquence « exceptionnelle » tout en étant cité à plusieurs reprises. Dans ce cas, le caractère « exceptionnel » du déplacement renvoie à sa fréquence perçue, celle d'une mobilité non planifiée<sup>113</sup>, plus qu'à sa fréquence réelle qui n'est plus exceptionnelle. Autrement dit, une configuration régulière des circulations est susceptible d'émerger de la somme des différents déplacements qui sont en apparence jugés exceptionnels car imprévisibles. Dans la mesure du possible, nous avons corrigé la fréquence de tels déplacements pour la rendre cohérente à l'échelle d'une année.

---

<sup>112</sup> Rappelons que le Sénégal Oriental bénéficie d'un régime climatique caractérisé par une longue saison sèche (octobre - mai) et une saison pluvieuse plus courte (juin - août).

<sup>113</sup> Nous comprenons cela d'autant mieux que la majorité des déplacements (59,3 %) dont la fréquence est dite exceptionnelle renvoie à la sphère sociale. Or ces événements (cérémonies de type baptême, mariage, funérailles, visite familiale, etc.) sont difficilement prévisibles bien qu'ils soient susceptibles de se reproduire plusieurs fois en l'espace d'une année.

En résumé, l'examen des principales caractéristiques des mobilités de personnes met en évidence des circulations globalement peu intenses, liées avant tout à la sphère professionnelle, globalement peu marquées par la saisonnalité hormis pour les circulations commerciales et agricoles. Les fréquences des déplacements sont variables, bien que généralement peu fréquentes, elles trahissent l'importance des relations sociales qui confèrent un caractère exceptionnel à la plupart des flux. Mais ces caractéristiques varient-elles selon le type de localité décrit par la typologie synthétique ? Autrement dit, la hiérarchie des lieux mise en évidence s'accompagne-t-elle de comportements de mobilités différents ?

Les types de lieux (d'après la typologie synthétique) ne présentent pas de différences significatives en ce qui concerne le nombre de flux générés par habitant ou les distances parcourues (hors destinations étrangères non frontalières). De même, les proportions de flux selon les périodes de l'année, selon les motifs professionnels ou domestiques, ou encore selon leurs fréquences annuelles, mensuelles, ou régulières ne sont pas significativement différentes en fonction des types de lieux (ANOVA  $p > 0,05$ ).

En revanche, les types de lieux (d'après la typologie synthétique) ont des comportements différents significatifs vis-à-vis de la proportion de flux relatifs à la sphère sociale, et vis-à-vis des déplacements de fréquence exceptionnelle ou régulière. Dans les localités d'orpillage, la proportion de flux à motif « social » est en moyenne plus élevée par rapport à tous les autres groupes (ANOVA  $F(3,17) = 6,166$ ,  $p = 0,007$  ; LSD de Fisher  $p < 0,05$  avec tous les groupes). De plus, les déplacements réguliers y sont en moyenne plus représentés (10,2 % des déplacements) que dans les pôles secondaires (4,7 %) et dans les localités marginales (3,0 %) (ANOVA  $F(3,17) = 5,598$ ,  $p = 0,01$  ; LSD de Fisher  $p < 0,05$ ). Par ailleurs, les localités marginales et les pôles principaux rassemblent chacun plus de déplacements à fréquence exceptionnelle (respectivement 64,0 % et 66,4 % des déplacements) que les localités d'orpillage (47,4 %) et les pôles secondaires (49,4 %) (ANOVA  $F(3,17) = 20,766$   $p = 0,001$  ; LSD de Fisher  $p < 0,05$ ).

L'interprétation de ces résultats est délicate et l'étude des mobilités mériterait une analyse approfondie qui dépasse cependant le cadre de notre recherche. D'après nos connaissances de terrain nous pouvons tout de même mentionner quelques éléments d'interprétation de ces disparités. La majorité des individus qui habitent les localités d'orpillage n'en sont pas originaires. En outre, les orpilleurs et commerçants des sites d'orpillage ont souvent une présence « cyclique » dans ces localités, c'est-à-dire qu'ils y travaillent durant plusieurs semaines ou plusieurs mois entrecoupés de retours périodiques vers leur localité d'origine. Il semble alors logique que leurs déplacements

soient avant tout motivés par la sphère « sociale », et par ailleurs qu'ils soient plus « réguliers »<sup>114</sup>. En revanche, il est plus difficile d'interpréter les différences des déplacements à fréquence exceptionnelle parmi les types de lieux. Les bonnes conditions de circulations à partir des pôles principaux encourageraient-elles les déplacements exceptionnels ? Les liens sociaux seraient-ils plus pressants parmi les communautés en marge du Boundou ? À ce stade, ces questions demeurent ouvertes.

Après avoir décrit les caractéristiques quantitatives et temporelles des flux générés, nous pouvons maintenant regarder plus en détail la manière dont ces circulations s'expriment dans l'espace.

### **10.1.2 Des aires de relations fondées de manière complexe sur des critères de hiérarchie et de proximité**

Les déplacements recensés forment 1 106 couples origine - destination tels que l'ensemble des individus des 18 localités enquêtées se sont dirigés vers 687 destinations distinctes<sup>115</sup>.

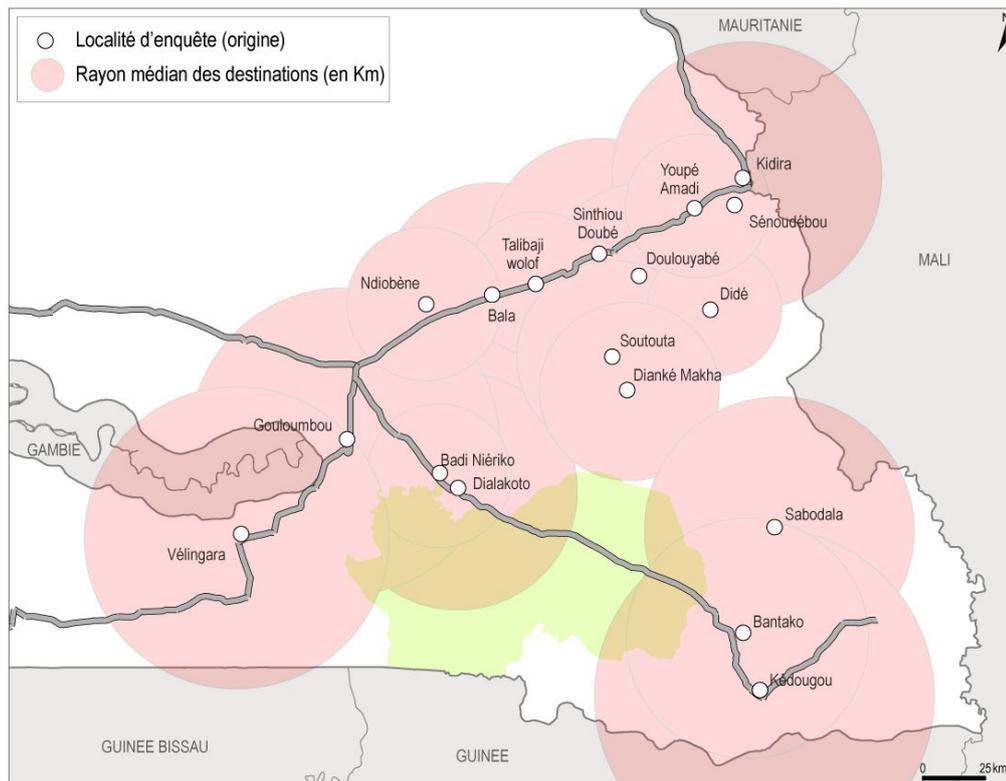
Les mobilités s'effectuent au sein d'aires de relations privilégiées fondées sur la proximité (cartes 34 et 35). En effet, 79 % des flux se dirigent vers des localités situées au sein même des départements des localités d'origine. Parmi les 18,8 % des flux qui se dirigent à l'extérieur de ces départements, 58,0 % d'entre eux restent dans la même région administrative. Enfin, seuls 2,2 % des flux ont une destination étrangère, dont 98,6 % d'entre eux dans un pays frontalier du Sénégal. Par ailleurs, la distance moyenne parcourue lors d'un déplacement est d'environ<sup>116</sup> 122 km, mais la moitié des déplacements correspond à des distances inférieures à environ 56 km (en excluant les destinations étrangères non frontalières et indépendamment du nombre flux générés).

---

<sup>114</sup> Pour appuyer cela nous remarquons d'ailleurs que les mobilités pour motif « social » à partir de ces localités d'orpillage se dirigent souvent vers des destinations étrangères (Guinée, Mali, Burkina Faso, Gambie, Guinée Bissau). Ces destinations sont susceptibles de renvoyer aux multiples origines des orpailleurs.

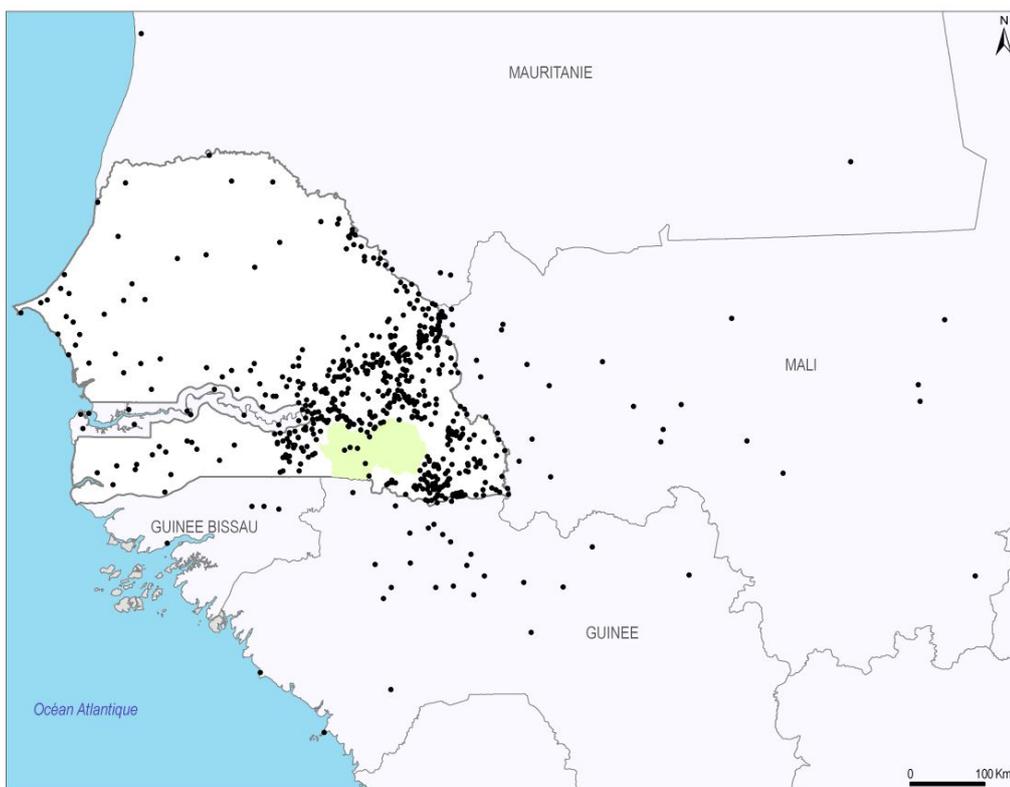
<sup>115</sup> Notons que 30 destinations sont précisées uniquement à l'échelle de la région, du département, ou de la communauté rurale, soit 4,4 % des destinations citées.

<sup>116</sup> Les distances mentionnées renvoient à des ordres de grandeur en raison du degré de précision de cette donnée. Rappelons qu'il s'agit d'une estimation à vol d'oiseau entre la concession d'enquête et la localité de destination calculée à l'aide d'un Système d'Information Géographique.



H. Lucaccioni, 2016

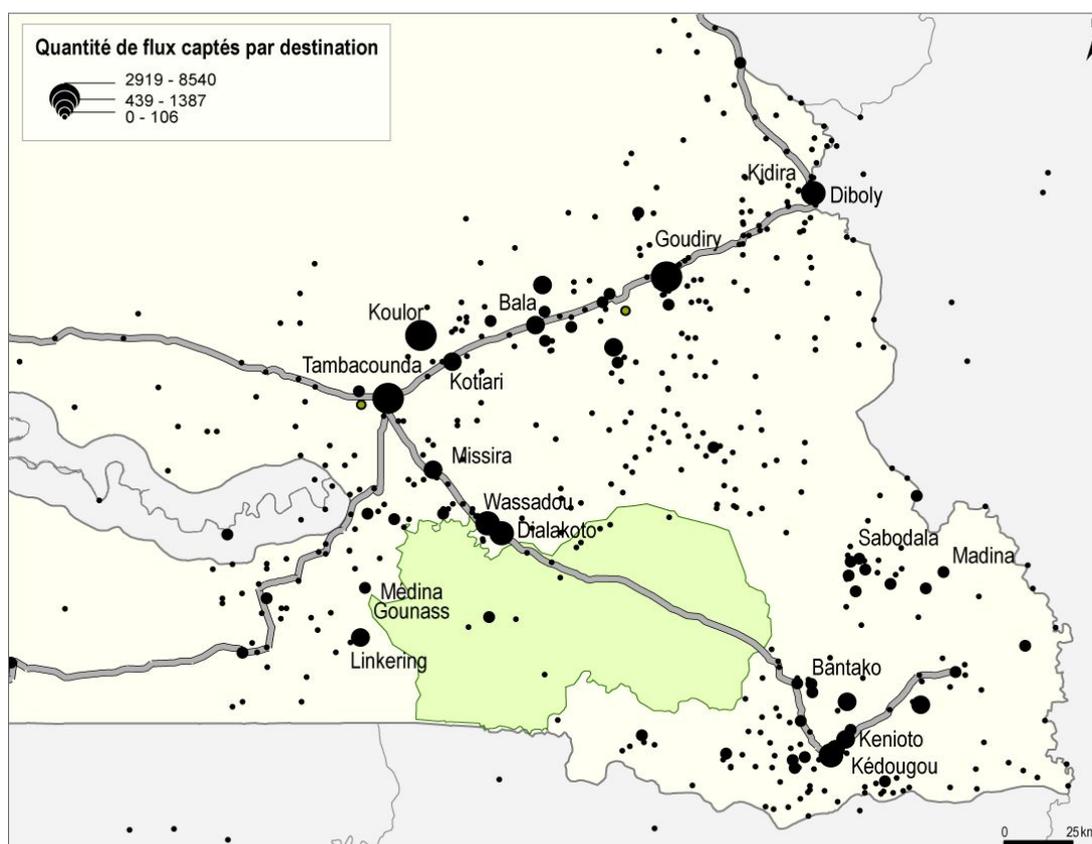
Carte 34 Aires médianes des destinations des mobilités de personnes



H. Lucaccioni, 2016

Carte 35 Semi de points des destinations des mobilités de personnes

Les flux se cristallisent autour de quelques destinations spécifiques, de manière hiérarchisée (tableau 20 et carte 36). La moitié des flux est captée par moins de 1 % des destinations (soit six localités) et 75 % des flux sont captés par moins de 4 % des destinations (soit 25 localités). Les destinations qui captent le plus de flux sont les plus grandes communes urbaines régionales (les pôles principaux, groupe 2 de la typologie synthétique) : Tambacounda, Goudiry, Kidira, et Kédougou. Nous remarquons ensuite le poids de la capitale nationale, Dakar, puis des pôles secondaires (groupe 3) (Dialakoto, Kotiari, Bala, Missira, etc.) et des localités d’orpillage (groupe 1) (Sabodala, Bantako, ainsi que d’autres localités similaires situées dans le département de Saraya). Notons que le poids exercé par Koulour, qui apparaît comme la seconde localité captant le plus de flux, dépend uniquement des flux originaires du village de Ndiobène relatifs aux déplacements quotidiens d’écoliers<sup>117</sup>. Il n’est donc pas révélateur d’une attractivité à l’échelle régionale, mais au contraire d’une configuration locale particulière.



H. Lucaccioni, 2016

Carte 36 Destinations des mobilités de personnes selon le nombre de flux captés

<sup>117</sup> Au-delà de comportements de mobilités, il convient de tenir compte du fait que les destinations citées sont influencées par leur lieu d’origine, c’est-à-dire la localité d’enquête qui émet les flux, et l’effort d’échantillonnage au sein de ces localités.

Tableau 20 Destinations des mobilités de personnes selon la proportion de flux totaux captés

Destination	Pourcentage des flux totaux (%)	Pourcentage cumulé
Koulor	16,1	51,3 % des destinations
Tambacounda	10,1	
Goudiry	9,8	
Kidira	5,4	
Kédougou	5,0	
Wassadou	4,9	
Dialakoto	3,6	74,9 % des destinations
Kotiari	2,6	
Diverses localités dans le département de Goudiry	1,8	
Dakar	1,6	
Diverses localités dans la région de Kédougou	1,3	
Missira (Communauté Rurale)	1,3	
Bala	1,3	
Diverses localités dans la région de Tambacounda	1,2	
Samécouta	1,0	
Kénioto	0,9	
Diverses localités dans les départements de Kédougou et Saraya	0,9	
Linkering	0,9	
Bantako	0,8	
Diverses localités dans le département de Saraya	0,8	
Diboly	0,7	
Boynguel Bamba	0,7	
Madina	0,7	
Sabodala	0,7	
Médina Gounass	0,7	

La hiérarchie de ces destinations est telle qu'elles ne disposent pas toutes de la même aire d'attraction. Les pôles principaux ont une aire d'attraction plus importante que les pôles secondaires. En effet, les flux destinés à Dakar ou Tambacounda proviennent de toutes les localités d'enquêtes, ceux destinés à Goudiry de 61,1 % d'entre elles, à Kédougou de 50,0 %, et à Kidira de 33,3 %. En outre, les flux à destination des pôles secondaires proviennent généralement des localités d'enquêtes situées à proximité. Ceci traduit alors une hiérarchie territoriale des lieux au comportement cohérent vis-à-vis des flux captés.

Si l'on classe les destinations selon leur capacité à attirer des mobilités issues des 18 localités enquêtées (indépendamment du nombre de flux captés), nous observons alors une hiérarchie légèrement différente (tableau 21). Seules 10 destinations captent des déplacements originaires de la moitié ou plus des localités d'enquêtes. Autrement dit, bien que ces destinations captent moins d'un tiers de tous les flux générés (28,7 %), elles témoignent d'une aire attraction plus importante. La capitale nationale (Dakar) et le pôle principal du sud-est sénégalais (Tambacounda) occupent la première place en captant des flux originaires de toutes les localités d'enquêtes. Ils sont suivis par les pôles principaux régionaux (Goudiry, Bakel, Kédougou), et la capitale malienne (Bamako). Enfin, nous remarquons le pouvoir d'attraction de localités singulières comme Médina Gounass, village situé en Haute Casamance et « capitale » d'une confrérie religieuse<sup>118</sup>, ainsi que la localité d'orpillage Sambarambougou. Dès lors, la hiérarchie territoriale des lieux conserve sa cohérence tout en dévoilant des nuances qui renvoient aux singularités de certains lieux.

Tableau 21 Attractivité des destinations de mobilités de personnes selon le nombre de localités d'origine

Destination	Nombre de localités d'origine	Pourcentage de toutes les localités d'origine (%)	Pourcentage des flux totaux captés, toutes origines confondues (%)
Dakar	18	100,0	1,6
Tambacounda	18	100,0	10,1
Goudiry	11	61,1	9,8
Bakel	10	55,6	0,2
Médina Gounass	10	55,6	0,7
Bamako (Mali)	9	50,0	0,1
Kédougou	9	50,0	5,0
Sambarambougou	9	50,0	0,3

Du point de vue des destinations, la réalité des circulations de personnes semble globalement conforme à la hiérarchie des lieux révélée précédemment. En outre, les destinations, toutes origines confondues, montrent une combinaison de facteurs relatifs à la hiérarchie des lieux et à leur proximité avec les localités d'origine. Les pôles principaux régionaux cumulent une attractivité en termes de nombre de flux captés et

<sup>118</sup> En particulier, chaque année a lieu une cérémonie religieuse, le *Daaka*, qui rassemble les membres de la confrérie depuis tout le Sénégal et certains pays frontaliers. En outre, la localité abrite un marché hebdomadaire très fréquenté.

d'aire d'attraction. La capitale nationale exerce une forte attraction spatiale mais les flux captés y sont moins nombreux. Enfin, les pôles locaux captent des flux de proximité qui peuvent être très intenses. En revanche, aucune des localités marginales n'apparaît comme une destination privilégiée.

Du point de vue des localités d'enquêtes qui génèrent ces flux, nous nous demandons maintenant dans quelles mesures les caractéristiques des mobilités et leurs destinations varient-elles selon les groupes identifiés dans la typologie synthétique du chapitre précédent ? Les destinations présentent des caractéristiques globalement similaires selon les types de localités : quel que soit le type de localité d'origine, les flux générés se concentrent sur un petit nombre de localités selon des critères combinés de hiérarchie et de distance. En effet, indépendamment du type de localité, les flux se dirigent préférentiellement vers les pôles principaux ou secondaires régionaux les plus proches. Près de la moitié des flux originaires des localités d'orpaillage (43,9 %) se dirige vers Kédougou, la moitié de ceux originaires des pôles principaux ou secondaires se concentre sur quatre destinations chacune. Les pôles principaux se dirigent vers les autres grands pôles régionaux, en particulier 16,6 % de leurs flux se dirigent vers Tambacounda. Les pôles secondaires se dirigent vers les grands pôles régionaux, mais aussi vers les autres pôles secondaires. Enfin, 70 % des flux originaires des localités marginales se dirigent vers les pôles principaux Goudiry, Kidira, ou Tambacounda.

Cette analyse des mobilités de personnes dans les 18 localités enquêtées est cohérente avec les dynamiques observées précédemment dans le sud-est du Sénégal. Elle nous permet difficilement d'évaluer les comportements de mobilités des différents types de localités en termes quantitatifs et temporels en raison des limites de l'enquête. Aussi, à l'échelle d'une année les différents types de localités n'auraient pas de comportements significativement différents, à l'exception des localités d'orpaillage qui sont marquées par des « cycles » spécifiques directement reliés à l'activité aurifère artisanale et ses particularités.

En revanche, notre analyse s'inscrit en conformité avec le caractère flou et mouvant des aires de relations décrites par Ninot (2003, p. 300) et des dynamiques territoriales au Sénégal Oriental explicitées précédemment. Ainsi, à l'image des aires de relations privilégiées du début des années 2000, les mobilités de personnes nous permettent de distinguer des interactions spatiales influencées par l'attractivité des plus grands pôles, mais aussi par la proximité. Nous observons l'importance des petits pôles locaux, les pôles secondaires de notre typologie. Cependant, les dynamiques à l'œuvre dans le sud-est sénégalais ont donné plus de poids aux localités d'orpaillage. Aussi, malgré une stabilité des aires de relations, nous révélons également une

complexification des destinations, dont une certaine incertitude spatiale en raison de la multiplicité des destinations possibles et d'une connotation des flux à l'imprévisibilité.

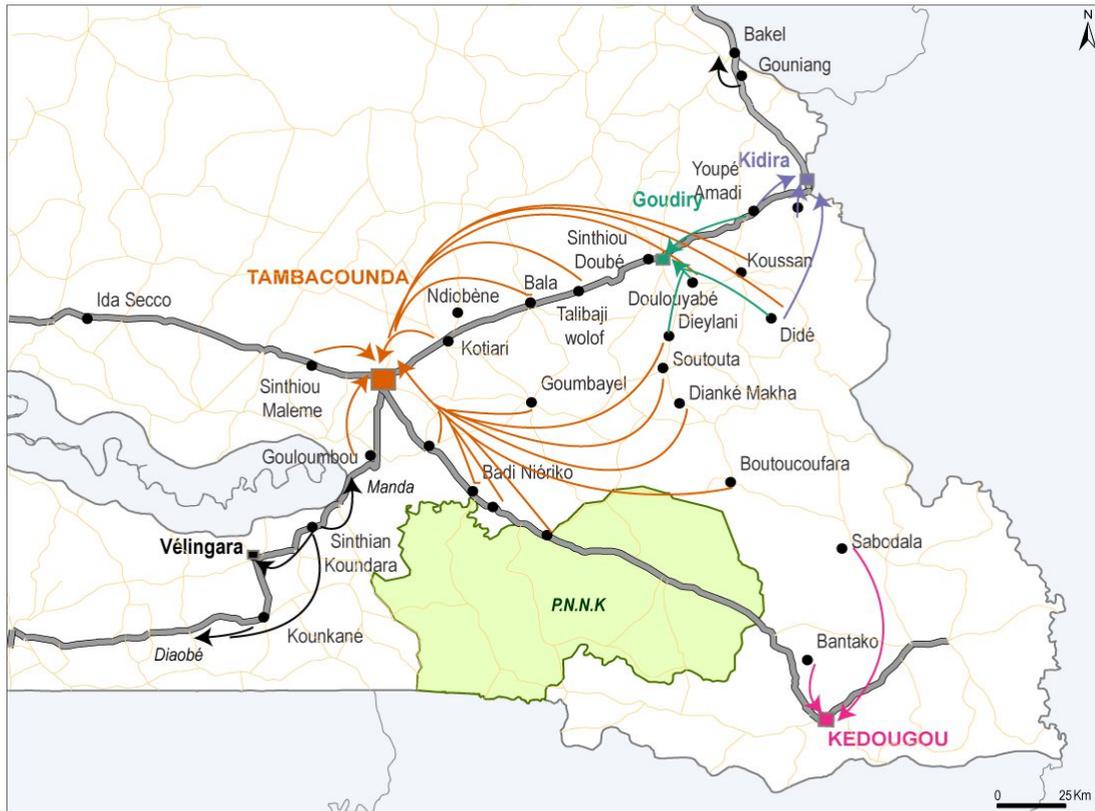
Les mobilités présentées ici incluent un certain nombre de déplacements à des fins commerciales. En revanche, elles ne nous permettent pas de distinguer spécifiquement les circulations relatives aux approvisionnements marchands des commerces.

## **10.2 Les circulations liées aux approvisionnements des commerces villageois**

Les approvisionnements marchands sont pressentis pour constituer un support privilégié de la diffusion du rat noir. Au niveau des lieux ces approvisionnements concernent avant tout les boutiques et les marchés hebdomadaires ou permanents. D'où proviennent leurs marchandises ? À quelles fréquences et à quels volumes sont-ils approvisionnés ? Les localités ont-elles des comportements d'approvisionnement différents selon leur hiérarchie ? Pour répondre à ces questions nous sollicitons principalement les informations récoltées auprès des commerçants des localités d'études.

### **10.2.1 Des aires de chalandises complexes, entre structure et fonctionnement**

L'approvisionnement des boutiques s'organise selon une filière hiérarchisée depuis le commerce de gros jusqu'aux boutiques de plus petite taille. L'analyse des chemins d'approvisionnement des boutiques villageoises révèle des aires de chalandises qui se déploient autour d'un nombre restreint de lieux d'approvisionnement selon des critères de hiérarchie et de distance (carte 37).



H. Lucaccioni, 2016

Carte 37 Les chemins d'approvisionnement des boutiques villageoises

Les plus grandes communes urbaines régionales, qui sont décrites comme des pôles principaux ou secondaires dans la typologie synthétique, forment les principaux lieux d'approvisionnement des commerces villageois : Tambacounda, Goudiry, Kidira, Kédougou, Bakel, et Vélingara. Ces lieux d'approvisionnement sont des localités commerciales (telles que décrites dans la typologie « activités économiques ») qui se situent le long des axes routiers nationaux et sont bien connectées au réseau routier et de transport (telles que révélées dans la typologie « connectivité au réseau routier et de transport »). Plus particulièrement, ils forment des localités de concentration des activités marchandes ou des localités structurantes vis-à-vis des activités marchandes et agricoles (d'après la typologie « réseaux marchands et agricoles »).

Ces lieux d'approvisionnement sont eux-mêmes hiérarchisés et la distance n'apparaît pas toujours comme le critère décisif des chemins d'approvisionnement. Ainsi, Tambacounda exerce une attraction sur l'ensemble du sud-est sénégalais, mais s'approvisionne auprès des grands pôles commerciaux du centre-ouest du pays. Goudiry, Kidira, Kédougou, Bakel, et Vélingara rayonnent principalement sur leurs hinterlands respectifs mais s'approvisionnent à Tambacounda. Par ailleurs, à l'échelle régionale certaines localités se ravitaillent auprès des pôles principaux indépendamment

de la distance. Par exemple, les commerçants de Bala, Dieylani, et Koussan se dirigent préférentiellement vers Tambacounda, bien que Goudiry ou Kidira soient plus proches et sont parfois même des lieux de passage obligatoires pour se rendre jusqu'à la capitale régionale (depuis Dieylani ou Koussan notamment). Aussi, bien que la distance module le coût du transport marchand, nous verrons par la suite que cela influence les fréquences d'approvisionnement plus que les choix des lieux d'approvisionnement<sup>119</sup>.

La hiérarchie des lieux d'approvisionnement se combine tout de même avec un critère de proximité qui donne du poids aux pôles secondaires. De fait, ces bourgs semi-ruraux qui abritent des marchés exercent une attraction des plus petits villages situés dans un rayon restreint. En effet, les marchés sont avant tout fréquentés par les populations qui sont situées dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres (Ninot, 2003, p. 271). Par exemple, les marchés de Bala ou Kotiari situés le long de la route nationale N° 1 sont fréquentés par les populations des localités à proximité (Sinthiou Doubé, Ndiobène, Doulouyabé)<sup>120</sup>, tout comme les marchés de Manda ou Diaobé<sup>121</sup> le long de la route nationale N° 9.

Cependant, les chemins et les aires d'approvisionnement sont plus complexes que la simple combinaison de la hiérarchie et de la distance. Chacun des principaux lieux d'approvisionnement est susceptible de se diriger lui-même vers d'autres grandes villes commerciales du pays en s'affranchissant de la hiérarchie régionale (Dakar, Kaolack, Sinthiou Maleme, Touba, etc.). De même, les marchés hebdomadaires des pôles secondaires s'approvisionnent à la fois des produits agricoles des campagnes locales, mais aussi à partir des plus grands centres urbains sénégalais (Dakar, Touba, Kaolack, etc.) ou étrangers (Mali, Guinée, etc.) (PIC Bakel 2005 ; ARD 2011 ; GERAD 2011 ; AIDF 2012). Ainsi, Ninot (2003) et Van Chi Bonnardel (1978) soulignent l'existence de plusieurs auréoles d'influence autour des marchés : une vingtaine de kilomètres pour la population qui s'y approvisionne, une cinquantaine de kilomètres pour l'attraction des commerçants et la redistribution des produits, et une auréole encore

---

<sup>119</sup> Par exemple, à Sabodala, un boutiquier s'approvisionne à Tambacounda de manière trimestrielle et à Kédougou de manière mensuelle. La contrainte de coût encourage parfois les boutiquiers à se regrouper pour la location commune d'un véhicule, en particulier pour les localités où les systèmes horaires sont peu développés.

<sup>120</sup> Rappelons que Sinthiou Doubé ne dispose pas de boutiques et Ndiobène ne bénéficie ni de ligne horaire ni de garage. Dans cette dernière localité, les boutiquiers réceptionnent leurs marchandises (achetées à Tambacounda) à Kotiari.

<sup>121</sup> Manda est un des plus importants marchés hebdomadaires de Haute Casamance, tandis que Diaobé bénéficie d'un rayonnement international (Fanchette, 2001)

plus vaste qui tisse les liens avec la capitale nationale et certains flux de marchandises spécifiques (bétail, produits manufacturés).

Cette complexité témoigne notamment de l'existence de filières spécialisées selon les biens. Le Mali est prisé pour les textiles, les pièces détachées, voire les produits manufacturés, tandis qu'on vient chercher à Dakar de la vaisselle, des fripes, ou des cosmétiques. Par exemple, les produits vendus sur le marché permanent de Goudiry ont une multitude d'origines au Sénégal et au Mali (Touba, Mbacké, Diourbel, ainsi que Niori, Kayes, et Bamako au Mali). En particulier, les produits alimentaires et manufacturés proviennent majoritairement de Tambacounda, et parfois directement de Dakar, et les textiles sont souvent acheminés depuis le Mali ou la Mauritanie (GERAD, 2011). Sur le marché hebdomadaire de Kotiari, les marchandises proviennent de Tambacounda, Dakar, Diourbel, ou Touba, pour la quincaillerie et les produits manufacturés, et de Tambacounda, Koumpentoum, et des villages alentours pour les produits agricoles. En outre, le marché est réputé pour la production arachidière qui attire des acheteurs de l'ensemble de la région (GERAD, 2012).

Le réseau routier et de transport contraint, en partie seulement, la direction des chemins d'approvisionnement. Ceci est d'autant plus vrai que la majorité des commerçants sollicite les lignes de transport en commun pour acheminer leurs marchandises. Au nord, les lignes qui desservent les localités marginales situées en dehors de la route nationale N° 1 autorisent, selon les cas, des liaisons directes vers Tambacounda, Goudiry, ou Kidira. Au sud, Kédougou demeure un carrefour routier et de transport incontournable. Cependant, le système de liens commerciaux hiérarchisés ne peut pas être réduit à la seule structure spatiale des réseaux de transport. En effet, la logique d'affrètement demeure maîtresse des approvisionnements commerçants. En cela, elle dépend des opportunités et des capacités d'affrètement des commerçants, ce qui module les directions, les modes de transport, les fréquences, et les intensités des flux marchands. En outre, il existe une variabilité des lieux d'approvisionnement sur un mode exceptionnel ou circonstanciel. Par exemple à Boutoucoufara, M. D., un boutiquier installé dans la localité depuis 2003, nous explique que la route qui mène au village à partir de Dianké Makha est parfois inondée durant la saison des pluies. Dans ce cas, les lignes de transport ne peuvent pas assurer leur service, ce qui incite les commerçants à réorienter leurs chemins d'approvisionnement vers Kédougou<sup>122</sup>. À Bantako, F. K., qui occupe la plus grande boutique du village, affirme s'approvisionner à Kédougou tout en reconnaissant qu'exceptionnellement des marchandises peuvent

---

<sup>122</sup> Un autre boutiquier précise que les marchandises proviennent malgré tout de Tambacounda, seul l'itinéraire routier serait modifié.

provenir directement de Tambacounda. À Sabodala, un jeune boutiquier nous mentionne également des approvisionnements exceptionnels à Dakar pour certains produits spécifiques (vêtements, cosmétiques).

En résumé, les aires de chalandises des boutiques villageoises forment un système organisé mais complexe fondé sur la hiérarchie et la proximité spatiale des pôles principaux et secondaires. Dans ce schéma, les centres commerciaux nationaux alimentent les grossistes et semi-grossistes des pôles principaux régionaux, qui eux-mêmes redistribuent les marchandises dans les boutiques villageoises. Cependant, le phénomène de ruralisation des échanges donne du poids aux pôles secondaires qui abritent des marchés ruraux. Cette géographie marchande est contrainte par l'organisation spatiale structurelle du sud-est sénégalais, en particulier celle du réseau routier et de transport. Cependant, les pratiques commerçantes peuvent « court-circuiter » ces réseaux structurels, la hiérarchie commerciale, et le critère de proximité, de manière à réorienter les chemins et les lieux d'approvisionnement. En cela, les approvisionnements marchands relèvent d'une certaine incertitude spatiale et temporelle. Au sein de ce système spatial, les caractéristiques propres aux flux d'approvisionnements marchands varient selon une multitude de critères.

### **10.2.2 Caractériser les approvisionnements marchands : intensités, temporalités, et gabarits**

Les affrètements marchands répondent à l'offre et à la demande, à la taille du commerce, à l'accès aux transports, aux opportunités diverses, aux circulations personnelles des commerçants, ainsi qu'en partie seulement à leurs capacités financières (Ninot, 2003, p. 352). À partir d'informations qualitatives, nous pouvons dégager plusieurs éléments pour caractériser les flux marchands des localités échantillonnées.

Premièrement, il existe différents gabarits de véhicules selon les capacités d'affrètement des commerçants et l'offre de transport en commun. Seuls les grossistes, les semi-grossistes, et quelques commerçants importants sont capables d'affréter individuellement des véhicules avec des grandes quantités de marchandises. Ces boutiquiers sont peu nombreux et sont situés dans les pôles principaux et les plus grands pôles secondaires (Tambacounda, Goudiry, Kidira, Kédougou), ainsi que dans les localités d'orpillage (Bantako et Sabodala qui abritent quatre grands boutiquiers chacune). En l'absence d'une telle capacité d'affrètement individuelle, la majorité des boutiquiers s'appuie donc sur l'offre de transport en commun (lignes horaires ou « garages ») qui assure le transport mixte des voyageurs et des marchandises. Or, nous avons vu que l'offre de transport est inégale : pour les localités du bitume, l'accès aux

transports en commun est aisé, mais les différences s'accroissent parmi les localités marginales hors bitume. Dans ces localités, la plupart des lignes de transport sont assurées par des véhicules de types « 7 places » ou des minicars de type « Super ». Cependant, la ligne qui relie l'hinterland de Tambacounda au départ de la capitale régionale (Goumbayel – Boutoucoufara) a la particularité d'être assurée par des véhicules de plus grands gabarits de type « semi-cargo » (8 à 12 tonnes)<sup>123</sup>. En outre, dans les localités d'orpaillage, l'usage des motos est particulièrement développé. (Photo 11)



À gauche : camion, minicar ou « Super », et auto « 7 places » (Goudiry); à droite : motos (site d'orpaillage de Bantako). Photos : P. Handschumacher, 2013.

Photo 11 Différents gabarits de véhicules pour le transport de biens et de personnes

Les gabarits de véhicules influencent les quantités d'approvisionnements et indirectement leurs fréquences. Par exemple, des véhicules plus petits supposent des quantités de marchandises moins importantes et éventuellement des fréquences plus élevées. À l'inverse, des véhicules plus volumineux autorisent le transport de plus grandes quantités de marchandises, ce qui peut s'accompagner d'une diminution des fréquences d'approvisionnements.

Du sud au nord, des périmètres miniers au Boundou, c'est moins l'intensité des flux que le gabarit d'approvisionnement qui change. Dans les localités d'orpaillage, les grands boutiquiers s'approvisionnent par camions (10 à 15 tonnes) à une fréquence d'une à deux fois par mois. Au contraire, les nombreuses petites boutiques et stands du marché permanent s'approvisionnent de manière plus fractionnée en s'appuyant sur l'offre de transport des lignes (à Sabodala) ou du « garage » (à Bantako). Il n'est pas

<sup>123</sup> Rappelons que cette spécificité s'explique avant tout par les conditions de praticabilité des pistes de production qui sont régulièrement inondées durant l'hivernage et ne permettent donc pas aux petits véhicules d'y circuler.

possible d'évaluer les volumes exacts de marchandises ou de flux, mais ces derniers sont très intenses de telle manière que plusieurs véhicules et motos circulent chaque jour entre les localités d'orpaillage et la capitale régionale, Kédougou. Ainsi à Bantako, trois à cinq camions de marchandises approvisionnent la localité chaque mois, en plus des multiples liaisons quotidiennes assurées par le « garage ». À Sabodala, les flux de camions s'élèvent au minimum à trois véhicules par mois auxquels s'ajoutent les chargements *via* les lignes horaires (environ deux minicars chaque jour). Dans le secteur de Goumbayel - Dianké Makha - Soutouta, les lignes semi-horaires qui transportent les marchandises et les individus circulent de manière quasi-quotidienne. Cependant, nous estimons parmi celles-ci quelques chargements mensuels affrétés spécifiquement pour l'approvisionnement des boutiques des villages situés le long de cette ligne (en particulier Dianké Makha et Soutouta).

Les flux marchands peuvent être soumis à des temporalités spécifiques. Nous avons déjà entrevu précédemment une intensification des circulations commerciales durant la saison sèche. De même, la saisonnalité est susceptible d'influencer l'activité des boutiques car la consommation des ménages agricoles est irrégulière et dépend des saisons. De plus, les conditions d'accès aux villages sont parfois limitées durant l'hivernage, ce qui influence les comportements d'approvisionnement. Pourtant, les entretiens réalisés auprès des commerçants ne nous ont pas permis d'entrevoir de facteur saisonnier dans l'évolution de ces flux marchands. En réalité, si un tel facteur existe il serait avant tout indirect, mais aussi variable selon les localités et les commerçants. Par exemple, jusqu'en 2007 les villages du secteur cotonnier de Dianké Makha étaient isolés durant l'hivernage, ce qui incitait à la constitution de stocks de marchandises et donc de flux marchands plus importants avant la saison des pluies. Nos entretiens n'ont pas permis de vérifier la persistance de ce facteur, il semblerait que la réfection récente de la route ait permis d'atténuer le problème de praticabilité hivernale des pistes. En outre, bien que les difficultés d'accès aux villages durant l'hivernage ne soient pas entièrement résolues, nous avons vu que le facteur saisonnier est relativisé par la souplesse des chemins d'approvisionnement et la possibilité de destinations alternatives. Dans la zone minière, c'est avant tout l'activité d'orpaillage qui est influencée par la saison et qui affecte indirectement le commerce villageois. Les flux marchands ont tendance à diminuer durant l'hivernage, période d'activité réduite du *dioura*, et à augmenter en saison sèche, pic d'activité du *dioura*. Il semble cependant que les variations saisonnières d'activité affectent en premier lieu les plus petits commerçants. En effet, la plupart des grands boutiquiers estiment ne pas connaître de différences d'approvisionnement selon les saisons.

Par ailleurs, les approvisionnements commerciaux des localités se seraient globalement intensifiés. Rappelons que dans les localités d'orpaillage le commerce s'est développé avec l'activité aurifère dans les années 2000. Or, les flux commerciaux qui se font « selon les affaires » sont fortement influencés par cette dynamique au niveau des lieux. À Bantako, un commerçant nous explique ainsi :

*« Avant le dioura, il n'y avait pas du tout de camions à Bantako. Cela a commencé en 2006, avec beaucoup d'activité entre 2006 et 2008. À cette période des camions venaient de manière hebdomadaire, même si les grossistes étaient moins nombreux ».*

De même à Sabodala, les plus grands commerçants nous indiquent que leurs activités ont connu leur apogée lors du pic d'activité minière, en 2012 :

*« Quand je suis arrivé en 1999, j'ai trouvé là l'orpaillage. Après, l'activité [d'orpaillage] a beaucoup augmenté et régulièrement. Entre 1999 et 2012, l'activité [celle de son commerce] a augmenté puis diminué [après 2012] parce que les diouras ont fermé et se sont déplacés ».*

À cette période, les camions des grands boutiquiers circulaient de manière hebdomadaire, tandis qu'ils sont maintenant réduits à une fréquence mensuelle ou inférieure, soit quelques véhicules par mois. Les dynamiques observées à Sabodala et Bantako se retrouvent dans l'ensemble des sites d'orpaillage de la zone minière du sud-est sénégalais. Ainsi, à Kédougou, les camions, minicars, et « 7 places » chargés des ravitaillements et d'individus à destination des sites d'orpaillage se multiplient au gré de l'ouverture, de la fermeture, et des activités des *diouras*. Telle qu'évoquée précédemment, la pérennité de telles mises en liens est questionnable car elle dépend avant tout de l'activité aurifère. En revanche, dans les autres localités les données dont nous disposons ne nous permettent pas d'évaluer l'évolution des flux marchands. Cependant, nous pouvons supposer que ces derniers augmentent en relation avec la croissance démographique, l'urbanisation, l'augmentation du pouvoir d'achat, mais surtout en raison de l'essor des petits pôles ruraux.

En l'absence d'enquête quantitative, il est difficile de mesurer l'intensité des approvisionnements commerciaux. Cependant, ces éléments sont cohérents avec l'organisation régionale de l'activité commerciale analysée par Ninot (2003) au début des années 2000. Nous avons montré que les flux marchands répondent à une multitude de paramètres : capacité d'affrètement des commerçants, gabarits des véhicules, dynamique commerciale des localités, etc. En outre, ils s'expriment différemment selon les types de lieux, leurs dynamiques sur une échelle de temps courte, et les dynamiques

régionales sur une échelle de temps plus longue. Autrement dit, les flux marchands, leurs natures et leurs temporalités, varient de manière complexe selon les dynamiques des espaces et des lieux. Mais dans cette région essentiellement rurale, les flux marchands ne sont pas les seuls à susciter un intérêt vis-à-vis des dynamiques de mises en liens des localités.

### **10.3 Les circulations liées aux activités agricoles et forestières**

Les activités agricoles et forestières participent de manière incontournable aux mises en liens des localités. Elles concernent l'exploitation des cultures de rente (arachide et coton), des cultures vivrières (mil, maïs), maraîchères (légumes dont courges en particulier, bananes, etc.), et forestières ligneuses ou non (charbon, bois de chauffe, pain de singe, etc.). Cette sous-partie s'appuie sur les informations récoltées auprès des responsables agricoles et/ou forestiers locaux, ainsi que sur la littérature grise.

#### **10.3.1 Des flux agricoles et forestiers omniprésents ?**

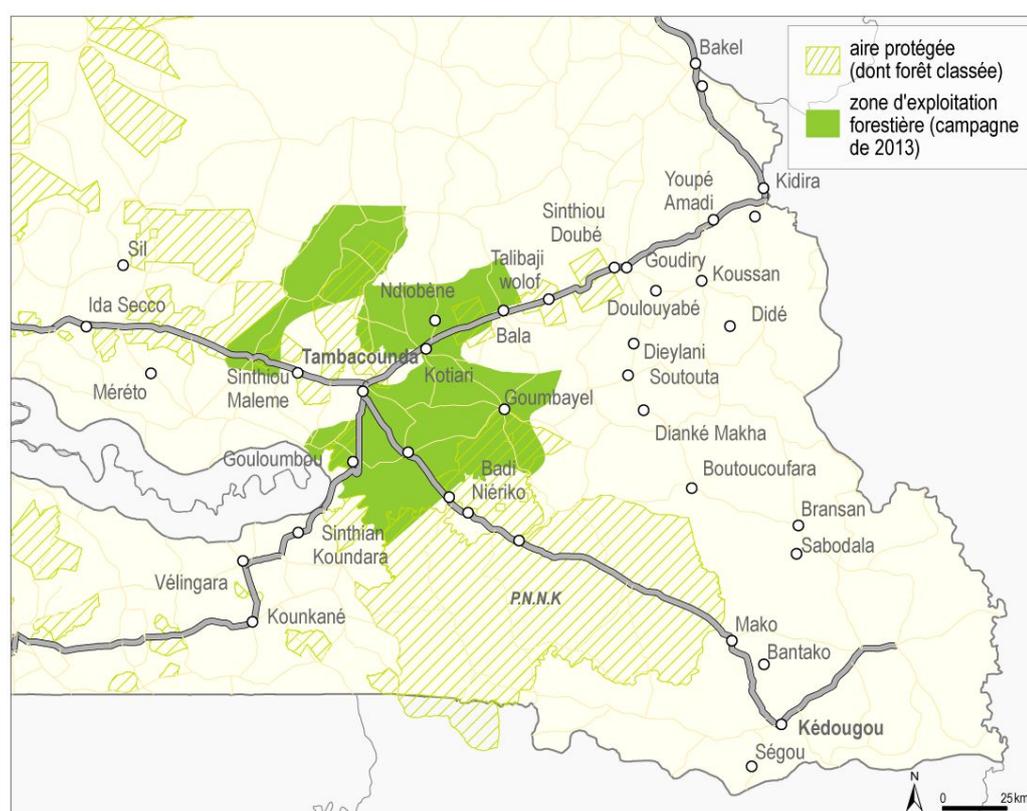
Les flux générés par les activités agricoles, forestières, ou maraîchères sont liés à la ventilation des intrants, à la collecte et à l'évacuation des productions à partir des zones d'exploitation. La filière agricole et forestière est donc hiérarchisée : les productions transitent des villages des hinterlands ruraux jusqu'aux marchés régionaux qui cristallisent la collecte, avant de continuer vers les zones urbaines. Par ailleurs, bien que ces circuits agricoles et forestiers reposent avant tout sur le « grand commerce » (Ninot, 2003, p. 265), il existe une imbrication d'acteurs depuis les producteurs villageois, les détaillants et commerçants ambulants (*baana baana*), les grossistes locaux, les grands commerçants et les exploitants forestiers, ainsi que les transporteurs<sup>124</sup>.

Nous avons vu que les espaces du Sénégal Oriental sont inégalement consacrés aux activités agricoles. De plus, les localités ont des caractéristiques différentes les uns des autres du point de vue des activités économiques. Les flux agricoles et forestiers sont donc susceptibles de varier selon les espaces et les lieux. La culture cotonnière est pratiquée dans l'ensemble du tiers sud sénégalais où elle est organisée en régions

---

<sup>124</sup> Les transporteurs sont généralement les mêmes pour les différents produits agricoles et forestiers, mais la commercialisation des productions est spécialisée. En particulier la filière arachidière est avant tout gérée par les coopératives, les organismes privés stockeurs et la SONACOS, et le coton par la SODEFITEX. (ARD Tambacounda, 2001 ; AIDF, 2012)

cotonnières et secteurs d'exploitation centrés sur des villages « chefs-lieux ». Par ailleurs, la majorité des zones forestières exploitées se situent dans le département de Tambacounda. Par ailleurs, depuis 1998, les compétences de gestion forestière (hors domaine classé et réserves) sont transférées aux collectivités locales qui attribuent notamment les quotas et les permis aux exploitants forestiers, en conformité avec les plans d'aménagement et de gestion des forêts (Post, Snel, 2003) <sup>125</sup>. Ainsi en 2013 la campagne d'exploitation forestière s'est déroulée dans les forêts communautaires aménagées de Missira/Kotiari, Sita Niaoulé, Nétteboulou, Koar, Koussanar, et Koulor, c'est-à-dire dans l'arrière-pays immédiat de la ville de Tambacounda (ANSD, SRSD Tambacounda, 2014). (Carte 38)



H. Lucaccioni, 2016. Source : BaseGéo Sénégal, ANAT et (ANSD, SRSD 2014)

Carte 38 Les zones d'exploitation forestière (campagne de 2013)

<sup>125</sup> L'exploitation forestière est régulée selon les types de produits. L'exploitation des produits contingentés (charbon de bois et le bois artisanal, de service et d'œuvre) est réservée aux exploitants forestiers, tandis que celle des produits non contingentés (bois de chauffe, produits issus de la cueillette, feuilles, racines résines, etc.) est ouverte aux individus et aux regroupements d'individus de type GIE. Dans ce cas, l'exploitation est régulée en quantité et soumise à autorisation préalable. (Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des sols, 2015)

Ce sont avant tout les lieux situés dans l'hinterland du Tambacounda « utile » qui sont donc concernés par les activités agricoles et forestières, mais d'autres localités sont susceptibles d'être également soumises aux flux agricoles. Les localités marginales sont particulièrement exposées parce qu'elles sont situées dans les périmètres d'exploitation de cultures de rente, vivrières, maraîchères, et des zones d'exploitation forestière. Cependant, les pôles principaux et secondaires captent les flux en vue de leur commercialisation. Seules les localités d'orpaillage semblent moins soumises aux circulations agricoles et forestières, d'autant que le développement de l'activité minière dans la région de Kédougou a conduit au déclin de la production cotonnière et agricole.

Les camions et les pick-up des opérateurs agricoles et forestiers parcourent donc régulièrement ces périmètres exploités et relie ainsi les localités.

### **10.3.2 Des flux agricoles et forestiers inégaux dans l'espace et le temps**

Nous ne disposons pas d'éléments pour estimer quantitativement l'intensité de ces flux, mais les entretiens réalisés auprès des communautés locales des localités échantillonnées révèlent que plusieurs camions parcourent mensuellement les périmètres d'exploitation durant les périodes de commercialisation. Par exemple, dans le triangle Goumbayel - Soutouta - Boutoucoufara les productions agricoles mais aussi maraîchères (courges) sont telles que les flux de camions atteignent plusieurs véhicules par mois à plusieurs véhicules par semaine en pic d'activité. De plus, les zones aménagées pour l'exploitation du bois de chauffe et du charbon abritent également des flux réguliers. Dans le secteur de Goumbayel, ces camions circulent plusieurs fois par semaine (environ deux à trois camions) durant le pic d'exploitation, en saison sèche. En revanche, les flux sont rythmés par l'obtention des permis d'exploitation et susceptibles de fluctuations. Par exemple, dans le village de Ndiobène où la principale activité est la production de charbon, les flux de camions peuvent s'interrompre mais jamais pendant plus d'un mois.

Les flux proviennent des localités marginales et se dirigent vers les pôles secondaires et principaux mais, à l'image des approvisionnements marchands, les grands centres urbains du pays y sont parfois directement connectés. Par exemple, les productions de courges entre Goumbayel et Boutoucoufara attirent de nombreux camions en provenance directe de Dakar. Dans ce même secteur, il a également été mentionné la venue de camion de sel directement depuis Kaolack, à une fréquence trimestrielle. En outre, plusieurs camions originaires de Dakar se rendent chaque semaine dans le village de Ndiobène pour y chercher du charbon.

À travers les mobilités de personnes, nous avons déjà aperçu que les circulations agricoles sont plus intenses durant l'hivernage et les circulations commerciales durant la saison sèche. Cela s'applique d'autant plus aux circulations liées aux opérateurs agricoles et forestiers. La ventilation des intrants agricoles est effectuée au début de la saison des pluies (mai/juin), la période de cultures céréalières s'étend durant l'hivernage, et la période de récolte et de commercialisation durant la saison sèche soit globalement entre décembre/janvier et avril pour le coton, en février/mars pour les productions maraîchères, et en octobre/novembre pour les cultures vivrières. Par ailleurs, l'exploitation forestière (en particulier le bois de chauffe et le charbon) débute après les dernières pluies et les récoltes agricoles pour atteindre son pic d'activité au cœur de la saison sèche. C'est en effet non seulement la période la plus propice pour exploiter les ressources ligneuses mais aussi pour y avoir accès. Ainsi, dans l'hinterland de Tambacounda, ce sont les campagnes agricoles et les saisons qui conditionnent les flux, les mises en liens sont plus intenses durant la période de commercialisation en saison sèche, de telle manière que les flux agricoles et forestiers y atteignent plusieurs véhicules par semaine tandis qu'ils sont quasi-nuls en saison des pluies.

Les flux agricoles et forestiers semblent bénéficier d'une certaine régularité : les réseaux agricoles et forestiers sont bien organisés de telle manière que les origines et les destinations des flux sont stables. En particulier, elles répondent des inégales mises en valeur et vocations attribuées aux espaces et aux lieux du sud-est sénégalais. En outre, les flux agricoles et forestiers démontrent une régularité rythmée par les saisons et les rendements qui, en conditions normales, varient peu d'une année à l'autre.

Contrairement à ce schéma stable, certaines localités connaissent des flux d'ordre circonstanciel voire événementiel.

#### **10.4 Les flux circonstanciels et événementiels**

Les lieux sont parfois reliés par des flux qui ne se rapportent ni aux mobilités des ménages, ni aux approvisionnements marchands, ni aux activités agricoles et forestières. En particulier, il existe des circulations, parfois intenses, générées par des événements circonstanciels et/ou événementiels : les approvisionnements des cantines scolaires, les flux commerciaux de transit international, et les flux liés à des événements locaux.

##### **10.4.1 Les approvisionnements des cantines scolaires**

Nous avons porté une attention particulière aux approvisionnements des cantines scolaires car ces dernières sont susceptibles de générer des flux de camions et des stocks

de nourriture favorables aux rongeurs. La majorité des écoles des régions de Tambacounda, Kédougou, et Kolda bénéficie d'une cantine scolaire dans le cadre du Programme Alimentaire Mondial (PAM), à l'exception du village de Ndiobène qui n'est pas équipé d'école et de la localité d'orpaillage de Bantako qui ne dispose pas de cantine. Le PAM, organisme d'aide alimentaire des Nations Unies, soutient l'existence des cantines scolaires dans les institutions primaires en fournissant une dotation en produits alimentaires de base (riz, huile, légumineuses, sel, concentré de tomate, etc. mais aussi gobelets, nattes, plats, etc.). Le programme est implémenté par l'ONG Caritas en partenariat avec les inspections d'éducatives départementales qui évaluent les dotations en fonction du nombre d'élèves inscrits dans les écoles.

L'approvisionnement de ces cantines scolaires s'inscrit dans un dispositif régional commun de telle manière que les flux générés sont comparables pour toutes les localités bénéficiaires du projet en termes de fréquences et de nature des marchandises, seules les quantités varient selon la capacité d'accueil de l'école. Ainsi les écoles sont directement livrées de manière trimestrielle à partir des Commissariats à la Sécurité Alimentaire (CSA) situés dans les chefs-lieux régionaux. Cependant, ce schéma théorique est parfois remis en question. En effet, certains entretiens réalisés auprès des écoles indiquent que les fréquences de livraison ne semblent pas strictement respectées : leurs fréquences réelles sont parfois annuelles ou semestrielles, tandis que les quantités livrées ne correspondraient pas toujours à la dotation attendue<sup>126</sup>.

#### **10.4.2 Le commerce de transit le long du corridor international**

Les localités situées le long de la route nationale N° 1 qui se confond avec le corridor transsahélien bénéficient des flux de transit international et de son augmentation conjoncturelle dans les années 2000. Si ces flux ne font que passer le long du bitume, les plus grandes communes urbaines ont réussi à s'imposer comme des escales routières. Ainsi à Tambacounda, Goudiry, et Kidira, et dans une moindre mesure à Kotiari et Bala, les camions de marchandises stationnent régulièrement le long du bitume. Bien que nous ne disposions pas de statistiques officielles, des estimations font état de près de 300 camions par jours entre le Sénégal et le Mali (Ndiaye, Toure, 2011), le pic de trafic (en volume de marchandises et en nombre de véhicules) a eu lieu en 2008 jusqu'à atteindre 700 camions par jour (BAD, 2014).

---

<sup>126</sup> Ceci s'explique principalement en raison du différentiel entre les comptages officiels du nombre d'élèves et la fréquentation réelle de l'école.

### 10.4.3 Les flux locaux événementiels

Les localités du sud-est sénégalais sont susceptibles d'abriter des circulations intenses et exceptionnelles liées à des événements ou des circonstances précises. En particulier, les nouvelles constructions génèrent des flux de camions chargés de matériaux divers. C'est notamment le cas dans les localités marginales du Boundou où le phénomène d'émigration soutient et encourage le développement villageois. De telles circulations ont ainsi été mentionnées à Boutoucoufara, à Dianké Makha (construction de l'école, du centre de santé), à Dieylani, à Koussan (forage/château d'eau), à Youpé Amadi (mosquée), et à Doulouyabé.

Enfin, le village de Didé Gassama forme une exception remarquable. Cette petite localité marginale de moins de 700 habitants dispose d'une faible connectivité car elle est exclue des réseaux routiers et des lignes de transport en commun. On y pratique l'agriculture et seules trois petites boutiques alimentent le village en denrées. En revanche, une grande famille maraboutique<sup>127</sup> assure l'approvisionnement du village et de ceux alentours. Sa capacité d'affrètement l'autorise à louer des camions et à importer des marchandises directement depuis les grands centres commerciaux régionaux et nationaux, sous la forme de chargements peu fréquents mais importants en volume. Ainsi, dans les années 1990 les ravitaillements de la famille et des petits commerces voisins sont assurés par des véhicules de types « Super » (2 x 5 tonnes) depuis Tambacounda. Pendant une brève période, en 2001 - 2002, les approvisionnements se font directement depuis Dakar avant de se diriger à nouveau vers Tambacounda, Kidira, ou Goudiry. Par ailleurs, le volume des marchandises augmente sous la forme de camions de 10 tonnes, puis 2 x 10 tonnes. Cette situation est exceptionnelle au regard du caractère marginal de la localité. En outre, rappelons que ce village présente également une situation exceptionnelle car il s'agit de la seule localité qui abrite exclusivement du rat noir.

En conclusion, les circulations exceptionnelles liées aux cantines scolaires, à des événements, ou à des circonstances sont susceptibles de générer des flux de marchandises importants et ce en dépit des caractéristiques des localités dans la hiérarchie complexe mise en évidence à travers la typologie synthétique.

---

<sup>127</sup> La concession accueille également une école coranique qui regroupe une cinquantaine de jeunes *talibés* (élève). Au total, près d'une centaine d'individus réside dans la concession familiale qui prend la forme d'un véritable petit immeuble.

\*\*\*

L'étude des liens à partir des localités échantillonnées révèle des inégalités selon leurs natures et leurs caractéristiques (gabarit, intensité, temporalités, destinations). En particulier, ces liens s'expriment différemment selon les types d'espaces et de lieux. En effet, les mises en liens sont influencées par les activités économiques, les situations spatiales, et les pratiques des divers acteurs territoriaux (populations, mais aussi opérateurs agricoles, forestiers, commerciaux). Les caractéristiques des mises en liens présentent une certaine stabilité, mais aussi une variabilité qui se joue de l'espace et du temps. En cela, l'organisation structurelle du territoire ne suffit pas à contraindre les circulations. Aussi, les dynamiques de mises en liens sont telles que des événements conjoncturels ou circonstanciels peuvent modifier les tendances générales des mises en liens des localités.

Les circulations répondent en partie au schéma hiérarchique des lieux révélé précédemment. Mais ni la connectivité structurelle, ni la distance spatiale ne sont des critères suffisants pour expliquer les dynamiques de mises en liens de ces lieux. Par conséquent, les relations spatiales et les aires de relations apparaissent complexes et marquées par l'incertitude. Cette complexité s'étend aux chemins et aux foyers d'invasion du rat noir. Ainsi, l'étude des liens, seuls, ne permet pas plus que celle des lieux d'expliquer les disparités des caractéristiques relatives au rat noir des localités, ni de retracer les dynamiques d'invasion du rat noir. En revanche, nous comprenons l'intérêt d'une analyse qui croiserait la hiérarchie des lieux et des foyers et leurs caractéristiques de mises en liens au sein des espaces dans lesquels ils s'inscrivent.

## CONCLUSION DE PARTIE

Dans cette partie, nous avons caractérisé les lieux, les chemins, et les foyers d'invasion du sud-est sénégalais à partir des variables susceptibles d'agir sur les processus de diffusion du rat noir. Les lieux présentent des disparités spatiales des facteurs de mises en liens, et inversement les liens affectent inégalement les lieux. En particulier, les lieux se différencient les uns des autres selon une hiérarchie territoriale complexe. Cette dernière traduit la combinaison des gradients de connectivité structurelle des localités au réseau routier et de transport, des degrés de diversification de leurs activités économiques, et de leurs degrés d'intégration et de structuration des réseaux marchands et agricoles. Les foyers potentiels sont fondés sur la combinaison complexe de la hiérarchie, de la distance, et d'une certaine incertitude des relations spatiales avec les localités potentiels d'invasion. Enfin, les aires de relations dans lesquels ces lieux s'inscrivent sont aussi complexes et floues.

L'existence d'une relation entre les caractéristiques des lieux et des liens, et les dynamiques d'invasion du rat noir est indéniable. Pourtant, la confrontation de la distribution du rat noir et des facteurs de mises en liens révèle des contradictions vis-à-vis des modèles classiques de diffusion : ni la hiérarchie des lieux, ni leur distance spatiale ne permettent de comprendre les dynamiques d'invasion du rongeur. En outre, la connectivité structurelle et le déploiement effectif des liens n'apportent pas plus de réponse aux paradoxes soulevés.

À travers nos analyses, nous remettons moins en question l'existence d'une vulnérabilité territoriale face aux dynamiques d'invasion, mais nous révélons la complexité de production des territoires vulnérables. À ce titre, la typologie synthétique des lieux rappelle les dynamiques de complexification du territoire en révélant la multiplicité des attributs de la centralité des lieux (Ninot, 2003). De même, la diversité des relations spatiales confirme l'éclatement des circulations de biens et de personnes au sein du sud-est sénégalais, de l'échelle régionale à locale. Autrement dit, les facteurs de diffusion nous invitent à reconstituer les territoires vulnérables en considérant, ensemble, les caractéristiques des espaces, des lieux, et des liens.

Nous proposons donc de comprendre la diffusion du rat noir au regard des systèmes territoriaux du Sénégal Oriental et de leurs dynamiques.



## **Partie IV**

### **LA DIFFUSION SPATIALE DU RAT NOIR AU PRISME DES SYSTEMES TERRITORIAUX**

Dans les parties précédentes nous avons explicité la complexité des dynamiques territoriales du sud-est sénégalais. Nous avons montré le rôle de multiples déterminants dans le façonnement des hétérogénéités des espaces, des inégalités des liens, et des singularités des lieux. Par ailleurs, nous avons montré que les facteurs de diffusion sont eux-mêmes le reflet de cette complexité et, par conséquent, qu'ils ne sont pas en mesure de rendre compte de la diffusion du rat noir selon un modèle simple.

Dans cette dernière partie, nous souhaitons comprendre les paradoxes soulevés précédemment quant à aux processus de diffusion du rat noir. Ceci implique d'intégrer à notre analyse la complexité des espaces, des lieux, et des liens, et de leurs dynamiques. Pour cela, nous changeons de perspective en adoptant une approche systémique. Autrement dit, nous ne considérons plus les lieux, les foyers, et les liens potentiels d'invasion de manière individuelle mais les systèmes territoriaux dans lesquels ils s'inscrivent. Nous proposons de développer une grille de lecture des vulnérabilités territoriales face à la diffusion du rat noir et au risque zoonotique émergent que cet hôte induit.

Dans un premier temps, nous explicitons le passage des facteurs spatiaux de vulnérabilité aux systèmes territoriaux vulnérables (chapitre 11). Pour cela, nous mettons en perspective les analyses réalisées jusqu'à présent en adoptant une logique systémique. Nous terminons par les leçons de cette géographie complexe du rat noir et de l'homme (chapitre 12) en revenant sur les temps forts de notre démonstration et en explicitant ses limites.



# **Chapitre 11**

## **Des facteurs spatiaux de vulnérabilité aux systèmes territoriaux vulnérables**

Les facteurs de diffusion de l'hôte, qu'ils renvoient directement aux liens ou indirectement aux caractéristiques de mises en liens des lieux, sont nombreux, variés, incertains, et ainsi complexes.

Dans ce chapitre, nous proposons d'explorer cette complexité. Pour cela, nous montrons d'abord les limites explicatives des facteurs spatiaux de vulnérabilité pour comprendre les processus de diffusion du rat noir. Face à de telles limites, nous développons une analyse des systèmes territoriaux vulnérables en articulant les espaces, les lieux, et les liens analysés jusqu'à présent et qui sont susceptibles, ensemble, d'éclairer les processus de diffusion. Nous portons une attention particulière aux dynamiques de ces systèmes territoriaux. En particulier, nous montrons ce qui relève de la permanence et des transformations des espaces, des lieux, et des liens, afin de comprendre la manière dont les dynamiques territoriales soutiennent les dynamiques d'invasion du rat noir.

Premièrement, nous analysons les facteurs spatiaux de vulnérabilité des lieux, des chemins, puis des foyers d'invasion du rat noir. Nous montrons en quoi ils sont peu opérants pour expliquer les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir. Nous développons ensuite un modèle conceptuel des systèmes territoriaux et de leurs vulnérabilités face à la diffusion du rat noir, tout en soulignant les facteurs limitants. En particulier, nous appréhendons les vulnérabilités de ces systèmes à travers une lecture de leurs stabilités et instabilités. Enfin, nous terminons ce chapitre en affinant notre analyse par son croisement avec les systèmes bioécologiques.

## **11.1 Les limites des facteurs spatiaux de vulnérabilité à la diffusion spatiale du rat noir**

Dans la partie précédente, nous avons caractérisé les lieux, les chemins, et les foyers potentiels ou avérés d'invasion du rat noir à partir d'éléments susceptibles d'intervenir dans les processus de diffusion. Les facteurs de diffusion se combinent pour créer des facteurs spatiaux de vulnérabilité complexes et flous. Par exemple, les caractéristiques de centralité des lieux témoignent de nombreuses nuances de telle manière que la hiérarchie des lieux (révélée par la typologie synthétique) ne se concrétise pas par une diffusion hiérarchique du rat noir. De même, les capacités de polarisation ou la distance spatiale ne permettent pas d'identifier de manière univoque les foyers et les chemins d'invasion du rongeur.

Dans cette sous-partie, nous revenons sur les limites des facteurs spatiaux de vulnérabilité. Nous montrons qu'ils appellent à dépasser l'approche structurelle de l'organisation spatiale pour s'intéresser au fonctionnement des territoires. En outre, ils se combinent avec des facteurs limitants qui modulent leurs effets.

### **11.1.1 Réinterpréter la hiérarchie des lieux en s'intéressant au fonctionnement du territoire**

L'analyse des localités échantillonnées révèle une hiérarchie structurelle complexe issue de la combinaison des connectivités structurelles, des activités économiques, et de l'intégration aux réseaux marchands et agricoles. Pourtant, la distribution du rat noir défie l'ordre spatial que cette hiérarchie suppose au regard des phénomènes de diffusion. Pour comprendre ce paradoxe et identifier les facteurs de vulnérabilité des lieux à la diffusion spatiale du rat noir, nous devons réinterpréter cette hiérarchie avec une grille de lecture pertinente. En effet, la lecture initiale de la typologie des lieux fait référence aux notions de centralité et de polarisation, mais notre analyse laisse entrevoir un certain inconfort vis-à-vis de cette grille de lecture.

Avant tout, la combinaison des caractéristiques des lieux crée des critères de centralité qui ne sont pas toujours tranchés. Par exemple, les pôles secondaires traduisent une situation contrastée vis-à-vis de leur intégration aux réseaux marchands et agricoles, ou encore les localités d'orpillage sont des centres marchands bien que leur connectivité au réseau routier soit faible. Autrement dit, les localités présentent des caractéristiques de centralité floues qui en font des catégories de lieux difficilement définissables, des lieux « gris » (*gray location*), au regard des critères classiques d'analyse spatiale.

De plus, la hiérarchie mise en évidence ne répond pas à des catégories prédéfinies de types de lieux. Par exemple, il n'est pas possible de rattacher les groupes mis en évidence à des qualificatifs géographiques de type « urbain » ou « rural ». De même, les catégories administratives participent des caractéristiques de ces lieux sans pour autant s'y réduire. Ainsi, la hiérarchie des lieux ne peut être confondue avec celle des chefs-lieux.

Plusieurs auteurs ont déjà souligné le caractère changeant des attributs de centralité et l'obsolescence d'une grille de lecture urbain/rural des espaces ouest-africains (par exemple Lesourd, 2000 ; Ninot, 2003). Au Sénégal Oriental, notre analyse confirme le caractère inopérant des grilles de lecture classiques pour rendre compte des réalités territoriales. Les lieux du sud-est sénégalais demandent donc à être réinterprétés en intégrant la complexité des dynamiques territoriales explicitées précédemment.

Des pôles principaux jusqu'aux localités marginales, les lieux renvoient moins à une trame de villes hiérarchisées qu'à un gradient complexe de la structure et du fonctionnement du territoire. Le Sénégal Oriental est une région historiquement agricole, et les dynamiques territoriales contemporaines s'appuient moins sur une urbanisation des espaces et des lieux que sur une intégration croissante des campagnes à l'organisation et au fonctionnement du territoire. Cela est notamment illustré par le phénomène de ruralisation des échanges, une des composantes de la complexification du territoire (Van Chi Bonnardel, 1978 ; Ninot, 2003). Par ailleurs, si la marge est souvent comprise comme un « dysfonctionnement » territorial (Prost, 2004), elle est surtout un catalyseur d'innovations. Aussi, l'apparent chaos qui est observé dans l'extrême sud-est (en particulier dans les marges minières) est le signe de la vitalité d'une société qui trouve dans l'incertitude les conditions de sa survie (Walther, Retailé, 2008).

De ce point de vue, les marges agricoles constituent en réalité les poumons du territoire, tandis que les marges minières en révèlent le cœur battant. Si elles semblent situées au bas de la hiérarchie des lieux, les localités des marges agricoles et minières ne le sont que structurellement parlant. De fait, elles jouent un rôle central dans les dynamiques du territoire du Sénégal Oriental alors que les pôles principaux et secondaires peinent à assumer leur vocation de centralité dans l'organisation et le fonctionnement du sud-est sénégalais. En cela, nous révélons donc une hiérarchie complexe de lieux qui cristallisent inégalement les dynamiques du territoire à travers leurs situations spatiales, leurs vocations officielles, et leurs comportements réels vis-à-vis de ces vocations.

En réinterprétant la hiérarchie des lieux au regard du fonctionnement des territoires, une nouvelle lecture s'offre à nous qui nous permet de dépasser les paradoxes soulevés par les dynamiques d'invasion du rat noir. Ainsi, ce n'est pas la hiérarchie d'un lieu au regard des critères structurels de centralité ou de connectivité qui importe, mais sa hiérarchie au regard du fonctionnement et des dynamiques du territoire. Autrement dit, les facteurs de vulnérabilité des lieux renvoient à une centralité fonctionnelle : les lieux sont vulnérables car ils « font vivre » les sociétés et leurs territoires et en cela sont plus exposés à la diffusion du rongeur.

### **11.1.2 Des attributs de centralité et de connectivité des foyers mis à l'épreuve**

Les foyers de diffusion ont été indirectement appréhendés à travers la mise en évidence de lieux particuliers dans les mises en liens et dans l'organisation spatiale du sud-est sénégalais. Pour être un foyer, une localité doit disposer de deux prérequis évidents : la présence du rat noir d'une part, et l'existence de mises en liens avec les lieux potentiels d'invasion d'autre part. Dès lors que ces deux critères sont réunis, la capacité d'un lieu à devenir foyer de diffusion renvoie avant tout à sa capacité à émettre des flux vers les localités potentielles d'invasion<sup>128</sup>.

Cette remarque suppose une hiérarchisation des foyers de diffusion selon un critère de connectivité, puis de centralité. Du point de vue structurel, nous pouvons nous baser sur la hiérarchie des nœuds de transport ainsi que sur leur centralité au regard des fonctions administratives, urbaines, et commerciales. De ce point de vue, la ville de Tambacounda formerait le foyer de diffusion le plus important à l'échelle du Sénégal Oriental. D'ailleurs, l'introduction du rat noir au-delà de sa limite sud, à Kédougou, ne s'est-elle pas opérée à partir de cette grande ville du sud-est sénégalais ? De même, l'abondance du rat noir dans les localités marginales du triangle Goumbayel – Boutoucoufara – Didé Gassama ne concorde-t-elle pas avec l'existence de liens directs avec Tambacounda ?

Mais les foyers ne sont pas nécessairement les centres régionaux les plus proches. Au contraire, ils peuvent également se situer au-delà de la région. Ainsi à Ndiobène, l'existence de liens directs avec Dakar à travers l'activité charbonnière

---

<sup>128</sup> Nous pouvons également supposer qu'au-delà de ces caractéristiques spatiales l'abondance du rat noir module l'importance du foyer : plus le rat noir serait présent, plus sa probabilité d'embarquer dans un véhicule serait élevée. Cependant, nous ne disposons ni de mesure d'un tel paramètre ni de connaissances sur son effet réel vis-à-vis du processus d'invasion.

pourrait expliquer l'origine du rat dans ce village. Ainsi, la hiérarchie des foyers ne se confond pas nécessairement avec la hiérarchie des lieux.

Enfin, l'existence de relations spatiales entre un foyer et un lieu potentiel d'invasion ne préjuge en rien d'une diffusion effective du rat noir. Par exemple, les localités d'orpillage bénéficient de liens avec la capitale régionale Kédougou sans pour autant abriter du rat noir.

Nous voyons donc qu'il n'existe pas de relation simple entre les caractéristiques spatiales des foyers en termes structurels, par exemple leur centralité ou leur connectivité avec une localité, et la diffusion du rat noir.

En dépit des éléments ci-dessus, les facteurs spatiaux de vulnérabilité des foyers sont, tout comme ceux des lieux d'invasion, complexes. Autrement dit, les attributs de centralité sont flous, et la connectivité n'implique pas de relation de cause à effet quant à la diffusion spatiale du rongeur. De plus, les foyers sont également caractérisés par une incertitude. Cela signifie que les relations spatiales se tissent parfois de manière moins prévisible avec des lieux qui ne s'inscrivent pas dans une hiérarchie prédéfinie en fonction de leurs attributs structurels. Cela signifie qu'en dehors des foyers principaux il pourrait exister des foyers flous (*gray hub*). Pour appuyer cela, nous pouvons notamment rappeler que les analyses génétiques des populations de rat noir réalisées par Konečný et al. (2013) trahissent des origines variées des communautés de rat noir qui sont situées entre Tambacounda et le Parc National, ainsi que celles en amont de la capitale régionale.

En résumé, les attributs structurels de connectivité et de centralité sont nécessaires mais non suffisants pour caractériser la vulnérabilité spatiale des lieux en tant que foyers de diffusion.

### **11.1.3 Croiser l'intensité et la temporalité des flux tout en intégrant l'incertitude des mises en liens**

Les dynamiques de mises en liens des lieux apparaissent complexes selon la combinaison de leurs natures, de leurs orientations spatiales, et de leurs temporalités. En particulier, la vulnérabilité des liens en tant que supports de diffusion du rat noir peut être interprétée dans le croisement de l'intensité et de la temporalité des flux.

La dimension temporelle des mises en liens joue un rôle crucial dans leur capacité de transport du rat noir et donc vis-à-vis du processus de diffusion de l'hôte. Nous pouvons appliquer une logique déductive relativement simple : si un lien est caractérisé par une probabilité (*a priori* faible) de transport du rat noir, alors cette

dernière est fonction de la durée pendant laquelle les liens s'expriment. En particulier, du point de vue du phénomène biologique d'invasion, des mises en liens pérennes sont susceptibles d'alimenter les populations de rat noir par l'apport régulier de nouveaux spécimens, elles peuvent ainsi permettre leur maintien même si les conditions d'installation du rongeur, nous y reviendrons, sont défavorables.

En appliquant la même logique déductive il est plausible de dire que plus un lien est fréquent, plus les opportunités d'introduction du rat noir sont susceptibles d'augmenter.

Pour illustrer ces propos nous pouvons à nouveau donner l'exemple d du rat noir dans la vallée du fleuve Sénégal. La présence du rongeur a été maintenue tant que le commerce fluvial permettait son introduction régulière dans les comptoirs. Or, le déclin de ces flux, en combinaison de l'invasion de la souris dans un contexte de péjoration climatique, y a périclité la disparition du rat noir.

Le croisement de ces deux modalités conduit à un cas optimal lorsque les liens sont fréquents et pérennes, et à l'inverse à une situation défavorable lorsque les liens sont peu fréquents et qu'ils s'expriment sur une courte durée. Aussi, la vulnérabilité des liens vis-à-vis du transport du rongeur doit là encore être considérée au regard des réalités du fonctionnement du territoire plus qu'à travers la simple connectivité structurelle des foyers et des lieux potentiels d'invasion. En effet, les liens ne s'expriment-ils pas selon les vocations mais aussi les fonctionnements des espaces et des lieux ? Autrement dit, l'intensité et la temporalité des liens varient selon les espaces et les lieux avec lesquels ils évoluent.

Notre matériel ne nous permet pas de développer une analyse quantitative précise des liens. Pourtant, nous avons montré que l'importance des activités agricoles et forestières dans la région est telle que les localités marginales situées dans les périmètres exploités bénéficient de liens fréquents et intenses. En outre, si la capacité de transport des liens renvoie à leur pérennité, alors nous devons questionner la permanence des liens aux lieux et aux espaces face aux dynamiques du territoire. Par conséquent, si les pôles principaux et secondaires sont susceptibles de maintenir des liens historiques, paradoxalement ce sont avant tout les marges rurales qui apparaissent les plus vulnérables pour ce qui est des dynamiques de mises en liens. Par exemple, dans le triangle Goumbayel – Dianké Makha – Boutoucoufara, les circulations agricoles, forestières, commerciales, sont ancrées dans des dynamiques historiques et sont entretenues par les dynamiques contemporaines de complexification à travers la ruralisation des échanges et l'intégration croissante des campagnes. Cette stabilité des liens forme donc un facteur de vulnérabilité de ces localités marginales vis-à-vis de la diffusion spatiale du rat noir.

Cependant, il n'existe pas de relation linéaire, encore moins causale, entre l'intensité et la pérennité des flux et leur capacité à transporter le rat et ainsi à participer à ses dynamiques d'invasion. En effet, des liens exceptionnels, volumineux ou non, relatifs à des événements ou à des circonstances, peuvent également supporter l'introduction de l'hôte dans une localité. Par exemple, le village marginal de Didé Gassama, qui abrite exclusivement du rat noir, ne connaît pas de mises en liens fréquentes ni pérennes. Pourtant, le rat noir s'y serait introduit à la faveur des approvisionnements marchands de la famille maraboutique qui fait livrer annuellement plusieurs tonnes de marchandises directement à partir d'un foyer potentiel (Dakar, Tambacounda, etc.). Dans ce cas, l'existence de flux très volumineux mais ponctuels aurait suffi à l'introduction du rongeur, éventuellement à plusieurs reprises. L'installation et la prolifération des populations de rat noir pourraient ensuite renvoyer à des facteurs locaux favorables (par exemple, stocks de nourriture volumineux, absence de compétiteur). Nous reviendrons plus en détail sur ces éléments et les jeux d'échelles qu'ils impliquent par la suite.

La temporalité et l'intensité des mises en liens forment des éléments complexes au regard de la diffusion spatiale du rat noir. Sur un temps long, ils renvoient aux évolutions des circulations en fonction des espaces et des lieux, tandis que sur un temps court ils renvoient aux circonstances et aux événements exceptionnels. De tels événements sont susceptibles de modifier une tendance globalement défavorable des espaces et des lieux au profit d'une (ou plusieurs) opportunité(s) favorable(s) à la diffusion du rongeur.

Aussi, les caractéristiques des liens, seules, ne sont pas suffisantes pour rendre compte de la diffusion spatiale de l'hôte. Par exemple, les localités d'orpillage bénéficient de relations spatiales récentes mais intenses, pourtant ces liens n'aboutissent pas à la présence du rat noir dans ces localités. Par conséquent, les facteurs de vulnérabilité des foyers, des liens, et des lieux doivent être considérés en combinaison. De plus, pour que ces facteurs spatiaux soient opérants, ils doivent dépasser certains facteurs limitants.

## **11.2 Intégrer les facteurs limitants**

Les phénomènes de diffusion spatiale peuvent être confrontés à des « barrières ». Ces dernières peuvent être spatiales ou propres à l'objet diffusé c'est-à-dire, dans notre cas, biologiques. Autrement dit, il existe des facteurs limitants susceptibles de compromettre une ou plusieurs étapes du processus d'invasion (introduction,

installation, prolifération). Nous proposons ici d'intégrer les facteurs les plus pertinents sans pour autant prétendre être exhaustifs dans notre analyse.

### **11.2.1 Les prérequis techniques**

Avant tout, les liens en tant que supports de diffusion supposent des prérequis techniques quant à leur capacité de transport du rat noir et aux possibilités d'embarquement et de débarquement de l'hôte invasif. Autrement dit, pour qu'un lien puisse participer au processus de diffusion de l'hôte, encore faut-il qu'il soit capable de transporter effectivement le rongeur. (Ninot et Lombard, 2015)

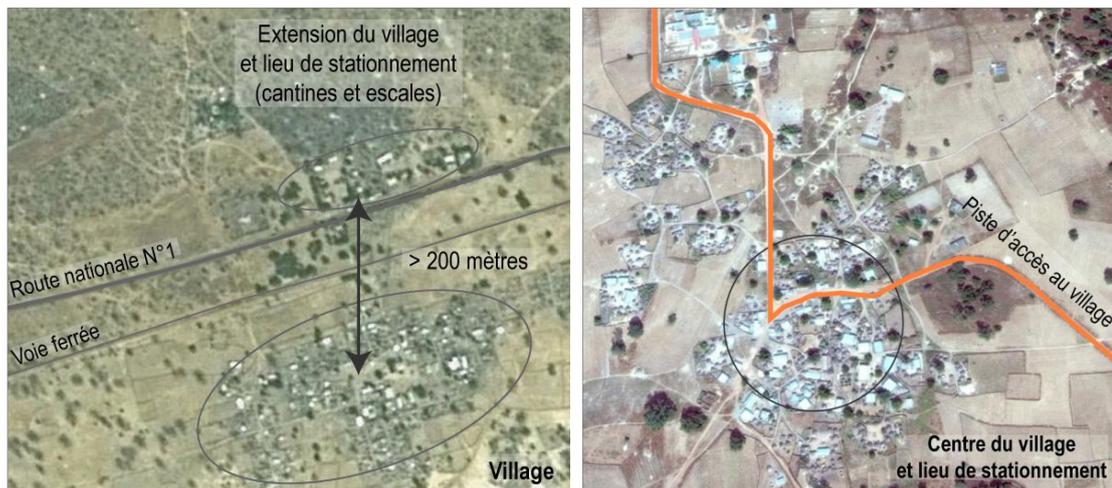
La capacité d'un véhicule à transporter le rat noir s'estime difficilement car elle renvoie à de nombreux éléments : le type de véhicule, la nature des marchandises transportées, les modes de chargements, la durée des trajets et les escales, etc. De plus, nous ne disposons pas de connaissances empiriques sur ces paramètres ni sur leurs effets vis-à-vis du transport du rat noir. Néanmoins, nous pouvons formuler des hypothèses en faisant appel à une logique déductive.

La capacité d'un lien à transporter le rat noir dépend du type de véhicule. En effet, un rongeur ne pourra pas être involontairement transporté par des moyens de transport intermédiaires de type moto, vélo, ou charrette. Nous supposons également que les voitures de type « sept places » sont moins propices à transporter le rat sans que celui-ci ne soit détecté. En revanche, les plus grands véhicules, en particulier lorsqu'ils transportent d'importantes quantités de marchandises seraient plus favorables au transport du rat (camions des grossistes, semi-cargos).

Du nord au sud, les conditions de transport du rat noir apparaissent donc inégales. Les camions de transit international le long de la route nationale N° 1 et la ligne horaire de semi-cargos qui relie Tambacounda à Boutoucoufara semblent propices au transport du rongeur. En revanche, les petits véhicules des localités d'orpillage (autos « 7 places » et motos) formeraient des facteurs limitants à la diffusion du rat noir malgré des circulations soutenues.

Par ailleurs, dans les foyers de diffusion et les lieux potentiels d'invasion, les conditions d'embarquement et de débarquement du rat noir forment des facteurs limitants son transport et son introduction. Par exemple, dans le triangle Goumbayel – Diaké Makha – Boutoucoufara, les semi-cargos de la ligne horaire stationnent au cœur des villages qu'ils desservent. En revanche, le long de la route nationale N° 1 la configuration spatiale des pôles principaux et secondaires qui sont affectés par le trafic de transit international est telle que les lieux de débarquement du rat noir sont restreints à un petit périmètre autour des lieux de stationnement des camions. Par exemple, à Bala

le village est séparé de l'aire de stationnement des camions par un terrain vague lui-même traversé par la voie ferrée de telle manière qu'environ 200 mètres de terrain à découvert séparent le lieu potentiel de débarquement du rat noir et les concessions habitées où il pourrait s'installer. D'ailleurs, les piégeages de petits mammifères dans cette localité ont montré que le rat noir est avant tout capturé dans les cantines de l'aire de stationnement des véhicules, plus que dans les concessions du village (figure 22).



De gauche à droite : Bala et Dianké Makha. Source : Google Earth

Figure 22 D'inégales conditions de débarquement du rat

Les prérequis techniques relatifs au transport sont donc susceptibles de moduler les potentialités de transport et d'introduction du rat noir dans une localité. D'autres éléments interviennent pour contraindre ou encourager ensuite les étapes d'installation et de prolifération du rongeur nécessaires au succès de l'invasion.

### 11.2.2 Au-delà de l'introduction, l'installation et la prolifération du rongeur

Les facteurs socio-spatiaux susceptibles d'intervenir au-delà de l'étape d'introduction renvoient aux caractéristiques infra-villageoises et domiciliaires des lieux potentiels d'invasion. Par exemple, les types d'habitats, la disponibilité des ressources alimentaires, l'environnement péri-domiciliaire (présence de végétation, d'ordures ménagères, etc.), mais aussi l'organisation spatiale de la localité peuvent agir sur les potentialités d'installation du rat noir et sa diffusion locale.

En particulier, la question de la disponibilité en nourriture avait déjà été évoquée par Duplantier et al. (1991) pour expliquer, en combinaison d'autres facteurs, l'établissement en abondance du rat noir en Casamance en lien avec l'existence de stocks agricoles pérennes. Dans notre cas, nous pouvons supposer que les ménages des

pôles principaux et des localités d'orpaillage offrent moins de ressources alimentaires pour le rat noir, contrairement aux ménages des localités marginales situées dans les périmètres agricoles. En effet les localités d'orpaillage et les pôles principaux sont moins orientés vers l'agriculture, le pouvoir d'achat y est plus élevé (orpaillage, présence de fonctionnaires, etc.), et l'accès aux biens de consommation plus facile en raison de nombreuses boutiques et marchés. Les ménages y seraient donc moins susceptibles de stocker de la nourriture, en particulier des récoltes agricoles à long terme. À l'inverse, les ménages des localités marginales disposent presque toujours de stocks alimentaires dans leurs concessions, principalement ceux issus de leurs propres récoltes<sup>129</sup> (photo 12).



Photo : H. Lucaccioni. 2013

Photo 12 Grenier traditionnel : une source de nourriture pour les rongeurs

Par ailleurs, les facteurs bioécologiques, sur lesquels nous reviendront plus tard, sont susceptibles d'intervenir de manière directe ou indirecte dans le processus d'invasion. En particulier les phénomènes de prédation par l'homme ou les animaux (chats, chiens), mais aussi les phénomènes de compétition interspécifique aux rongeurs peuvent compromettre l'installation du rat noir.

En résumé, notre analyse révèle que les dimensions structurelles des facteurs spatiaux de vulnérabilité sont nécessaires mais non suffisantes pour expliquer les inégalités de distribution du rat noir et les dynamiques spatio-temporelles qui les sous-tendent. De plus, il n'existe pas de relation de cause à effet entre les facteurs de vulnérabilité des foyers de diffusion, des lieux, ou des liens, considérés individuellement, et la diffusion de l'hôte. En outre, il existe des facteurs limitants, non

---

<sup>129</sup> D'après nos enquêtes, en moyenne 12 % des ménages interrogés dans les localités d'orpaillage ou les pôles principaux ne disposent d'aucun stock alimentaire dans leur concession, contre respectivement 3 % des ménages interrogés dans les pôles secondaires et 0 % des ménages interrogés dans les localités marginales.

nécessairement spatiaux, à intégrer à l'analyse pour comprendre les dynamiques d'invasion du rat noir. Les facteurs spatiaux de vulnérabilité explicités n'ont donc qu'une faible portée explicative. Pour dépasser cela, nous adoptons une approche systémique et dynamique qui combine espaces, lieux, et liens.

### **11.3 Des pistes pour la compréhension des territoires vulnérables aux dynamiques d'invasion du rat**

Nous pensons que le processus spatio-temporel de diffusion de l'hôte s'inscrit dans des systèmes territoriaux tissés dans la rencontre des espaces, des lieux, et des liens. Ces systèmes sont façonnés et transformés par les opérateurs territoriaux dans le contexte d'ouverture de cette périphérie ouest-africaine tel qu'explicité précédemment. Ces dynamiques territoriales relèvent de plusieurs échelles spatiales et temporelles. Elles sont caractérisées par le renforcement des structures et des fonctionnements territoriaux hérités et une incertitude spatiale, composante du phénomène de complexification à travers la multiplication des centres et l'éclatement des flux. En cela, les dynamiques du territoire sont marquées par la tension entre l'ancrage et le mouvement, de telle manière que les vulnérabilités territoriales du sud-est sénégalais peuvent être lues en considérant la stabilité ou l'instabilité de ces systèmes. Cette lecture nous permet de dégager des éléments de compréhension des vulnérabilités des systèmes territoriaux face à la diffusion spatiale du rat noir.

#### **11.3.1 La vulnérabilité des systèmes territoriaux au prisme de la notion de stabilité/instabilité**

Pour lire les systèmes territoriaux selon leurs degrés de stabilité ou d'instabilité, il faut s'intéresser à la fois à leurs structures, à leurs fonctionnements, et à leurs dynamiques. Cette grille de lecture peut ensuite être mise en parallèle des inégalités des territoires du rat noir identifiés précédemment.

##### *11.3.1.1 La stabilité des systèmes territoriaux pour expliquer la dichotomie nord/sud de la répartition du rat noir*

L'examen de la distribution spatiale régionale du rat noir nous avait conduits à remarquer la persistance de la dichotomie nord/sud : le rongeur demeure absent de la région de Kédougou à l'exception de la capitale régionale du même nom. La grille de lecture de stabilité/instabilité des systèmes territoriaux prend ici tout son sens.

La partie nord du Sénégal Oriental, c'est-à-dire en amont du Parc National du Niokolo Koba, renvoie à un système stable à la fois du point de vue structurel et fonctionnel. L'organisation spatiale hérite d'un formatage territorial fort qui prend forme autour d'un axe routier principal (le tracé formé par la voie ferrée puis la route nationale N° 1), d'un réseau structuré de localités (les anciennes escales ferroviaires érigées en centres administratifs, commerciaux, et semi-urbains), et de leurs hinterlands (les marges agricoles historiques). Le fonctionnement historique de ce système territorial s'appuie sur cette organisation structurelle : les relations territoriales associent ces hinterlands et l'axe principal *via* les localités qui forment des pôles principaux ou secondaires dans l'organisation territoriale.

En outre, les dynamiques à l'œuvre poursuivent cette organisation et ces fonctionnements. Par exemple, l'axe principal est renforcé par son statut récent de corridor international et l'existence conséquente de flux commerciaux de transit intenses et pérennes. De même, le réseau des localités est consolidé par le processus de décentralisation, en particulier il est susceptible d'être densifié en raison du passage prévu à la communalisation totale et à l'instauration des départements en collectivités locales. Enfin, la sectorisation des marges agricoles persiste car les vocations de ces espaces ne sont pas remises en question.

Les dynamiques de complexification, caractérisées par la densification du territoire et la ruralisation des échanges, laissent entrevoir de nouvelles structures et relations spatiales à travers les pôles secondaires, mais elles ne compromettent pas la stabilité structurelle et fonctionnelle à l'échelle du système. En effet, la hiérarchie relative des lieux et leurs fonctions respectives demeurent les mêmes. Par exemple, les pôles principaux (Tambacounda, Goudiry, Kidira) font preuve d'une stabilité. Ils renforcent leurs statuts en y adjoignant l'ambition de nouvelles fonctions comme celles de villes relais à rayonnement sous-régional. En revanche, ces dynamiques territoriales instaurent des niveaux de complexité supplémentaires. Cette complexité participe aux différenciations à l'intérieur même de ce système, sur lesquelles nous reviendrons par la suite. Autrement dit, c'est moins la structure et le fonctionnement d'ensemble du système territorial qui est remis en question, que l'agencement de nouvelles modalités d'organisation et de fonctionnement au sein même du système.

La pérennité de ce système territorial participe donc positivement aux dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir. En reflet de cette stabilité territoriale, nous pouvons alors observer le maintien de l'aire de répartition du rongeur. Le rat noir a d'abord trouvé des conditions favorables pour s'étendre le long de l'axe principal (la route nationale N°1) jusque dans les hinterlands ruraux. La stabilité du système aurait ensuite permis de maintenir le processus de diffusion, par exemple par

l'introduction régulière de nouveaux spécimens et/ou par des conditions favorables à la prolifération des populations de rat noir.

En revanche, la stabilité du système territorial nord contraste avec l'instabilité du système sud. En aval du Parc National, l'extrême sud-est forme une marge dans la marge du Sénégal Oriental. Les espaces, les lieux, et les liens qui composent ce système n'ont pas connu un encadrement territorial aussi marqué que dans la partie nord. Historiquement la région de Kédougou est faiblement structurée de telle manière que l'empreinte territoriale se limite à la seule la ville de Kédougou et à l'axe routier formé par la route nationale N° 7.

La singularité du système territorial sud réside dans ses transformations récentes et rapides. En effet, les principales dynamiques à l'œuvre renvoient au développement de l'activité minière, en particulier l'orpaillage artisanal. Or, nous avons vu précédemment que l'activité d'orpaillage se traduit par des mutations spatiales importantes. De fait, les dynamiques territoriales contemporaines y donnent l'impression d'une organisation spatiale anarchique, voire chaotique. Par exemple, la multiplication et la croissance extrêmement rapide des villages d'orpaillage se font au détriment de toute planification territoriale régionale. Ces dynamiques s'accompagnent d'incertitude et de mouvements qui contribuent à un sentiment de *dés-ordre*, bien qu'elles soient le fondement même du fonctionnement de ce système territorial. Ainsi, les circulations de biens et de personnes qui se manifestent dans ces marges minières évoluent au gré de la découverte et de l'épuisement des filons aurifères car les *diouras* n'ont qu'une vocation éphémère. Autrement dit, l'ancrage n'est pas viable au regard de l'activité d'orpaillage et par extension des activités qui l'accompagnent, en particulier commerciales.

Pourtant, cette vitalité socio-territoriale n'est pas (encore) opérante pour structurer le vide de ces marges minières, et les propositions de formatage du pouvoir territorial officiel semblent timides pour capitaliser sur ces dynamiques. À titre d'exemple, le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT, 2014-2039) reconnaît que l'orpaillage constitue « une véritable problématique » et fait preuve d'un « développement incontrôlé ». Malgré cette prise de conscience, les enjeux territoriaux semblent pourtant posés de manière peu opérationnels : « L'enjeu principal demeure une parfaite intégration de ce secteur dans l'économie de la Région [...]. Il s'agira d'une meilleure occupation de l'espace [...], de désenclaver les sites miniers » (ANAT, SRADL, 2014, p. 28). Plus encore, de manière surprenante, le cadre stratégique développé dans le SRAT ne semble pas intégrer le diagnostic précédent. Par exemple, les propositions relatives aux réseaux de communication régionaux, et plus généralement aux dotations en équipements de base, à l'horizon 2039 s'appuient sur des

tracés existants entre les chefs-lieux officiels sans faire apparaître les sites d'orpaillage réels ou potentiels.

Cette instabilité structurelle et fonctionnelle de ce système territorial faiblement encadré apparaît en reflet de l'absence du rat noir. Plus précisément, nous y remarquons la persistance d'un territoire étanche aux dynamiques d'invasion de l'hôte. Le rat noir s'y est uniquement propagé dans la ville de Kédougou à la faveur de relations spatiales avec la capitale régionale Tambacounda. En dehors de ce poste avancé, l'instabilité territoriale semble alors peu propice à soutenir le processus de diffusion du rongeur, son introduction et/ou son installation. En outre, nous verrons que cela ne dépend pas uniquement de l'instabilité du système territorial mais également de sa combinaison avec des systèmes bioécologiques.

En résumé, l'opposition nord/sud de la distribution du rat noir apparaît donc en reflet de la stabilité et de l'instabilité des systèmes territoriaux du Sénégal Oriental. Nous pouvons maintenant affiner notre grille de lecture au sein même du système nord qui présente des sous-ensembles distincts vis-à-vis de la présence et de l'abondance du rongeur.

#### *11.3.1.2 D'une dichotomie à une mosaïque spatiale : reflets des degrés de stabilités*

Nous avons décrit le nord du Sénégal Oriental comme un système territorial stable favorable au rat noir. Pourtant nous avons vu que la distribution du rat noir varie selon les sous-espaces et les types de lieux. Nous pouvons distinguer deux sous-systèmes : d'une part les pôles principaux et secondaires du bitume où nous avons observé une moindre abondance du rat noir, en particulier le long de la route nationale N° 1, d'autre part les marges agricoles (notamment le triangle Goumbayel – Boutoucoufara – Dide Gassama du Boundou) où la présence du rongeur est plus marquée.

Les marges agricoles de Tambacounda forment un sous-système territorial stable en termes de structure et de fonctionnement. Ce système s'ancre dans les périmètres agricoles historiques (communément appelé le « Tambacounda utile »), il est structuré par le maillage de l'espace de production agricole et son fonctionnement est fondé sur des relations spatiales anciennes et pérennes entre les localités marginales de production agricole et les pôles principaux et secondaires du bitume.

En outre, les facteurs limitants sont peu présents. Avant tout, les capacités de transport du rat seraient favorables grâce à la présence de la ligne horaire de semi-cargos directement et fréquemment connectée à Tambacounda. De plus, les conditions

d'installation et de maintien du rongeur seraient également réunies en raison de la présence de stocks agricoles pérennes et de l'absence de compétiteur commensal natif. Le rat noir y trouve donc un système favorable à son introduction, mais aussi à son installation et à sa prolifération.

Les pôles principaux et secondaires situés le long des routes nationales N° 1, N° 6, et N° 7 s'appuient également sur une structure et des relations territoriales anciennes, bien que soumises à des instabilités contemporaines. Cet axe concentre les places fortes territoriales, historiques et récentes : les anciennes escales ferroviaires, les chefs-lieux administratifs, les bourgs semi-ruraux, les villes régionales, les escales de transit international. Les relations spatiales qui s'y déploient sont susceptibles de favoriser l'introduction régulière du rat noir et d'encourager ainsi son maintien et sa prolifération.

Pourtant, ce sous-système est soumis à des transformations récentes intégrées aux dynamiques de complexification du territoire, mais aussi aux conjonctures internationales. Ces transformations se déclinent notamment à travers l'ouverture à l'international et le développement des pôles secondaires. Par conséquent, les modalités de mises en liens des lieux évoluent. Mais ces transformations n'affectent pas également tous les lieux, ni tous les liens. Par exemple, nous avons vu que les flux de transit bénéficient uniquement à certaines localités le long du goudron qui ont réussi à s'ériger en relais routier et commercial (Goudiry, Kidira, Bala, Kotiari). De même les pôles secondaires sont inégalement attractifs en raison de la combinaison variée et complexe de leurs attributs de centralité. Ce sous-système présente donc une stabilité largement nuancée et hétérogène.

En reflet de ce diagnostic nous observons des caractéristiques relatives au rat noir elles-mêmes hétérogènes, instables, et globalement moins favorables au rongeur. En particulier, c'est dans ce sous-système que nous avons observé des fluctuations locales de détection du rat noir dans certaines localités (Ndiobène, Youpe Amadi, Sinthiou Malème)<sup>130</sup>. De plus, nous avons remarqué que le rat est absent de certaines localités (Sil, Goudiry) et qu'il partage ici les lieux d'invasion avec la souris domestique. Or, l'invasion en cours de *Mus musculus*, compétiteur commensal un rat noir, n'est pas sans influence sur les dynamiques d'invasion de *R. rattus*, nous y reviendrons.

En résumé, nous avons montré que les degrés de stabilité des systèmes territoriaux apparaissent en reflet de la distribution du rat noir (figure 23). Autrement dit, la diffusion spatiale du rongeur se déploie inégalement selon les systèmes

---

<sup>130</sup> Voir Partie II.4.2.1

territoriaux. Cependant, deux éléments nous invitent à relativiser ce système explicatif. Premièrement, nous avons fait appel à l'existence de facteurs limitants, dont des facteurs bioécologiques. Deuxièmement, des exceptions et des fluctuations apparaissent au niveau des lieux au sein de ces systèmes. Ces éléments suggèrent à la fois l'existence d'autres conditions de diffusion puis d'installation du rat noir au-delà des dynamiques territoriales, et l'importance de l'incertitude spatiale comme reflet de l'instabilité des systèmes.

En particulier, ces systèmes socio-spatiaux se combinent avec des systèmes bioécologiques pour façonner les inégalités de répartition du rat noir et influencer ses dynamiques d'invasion.

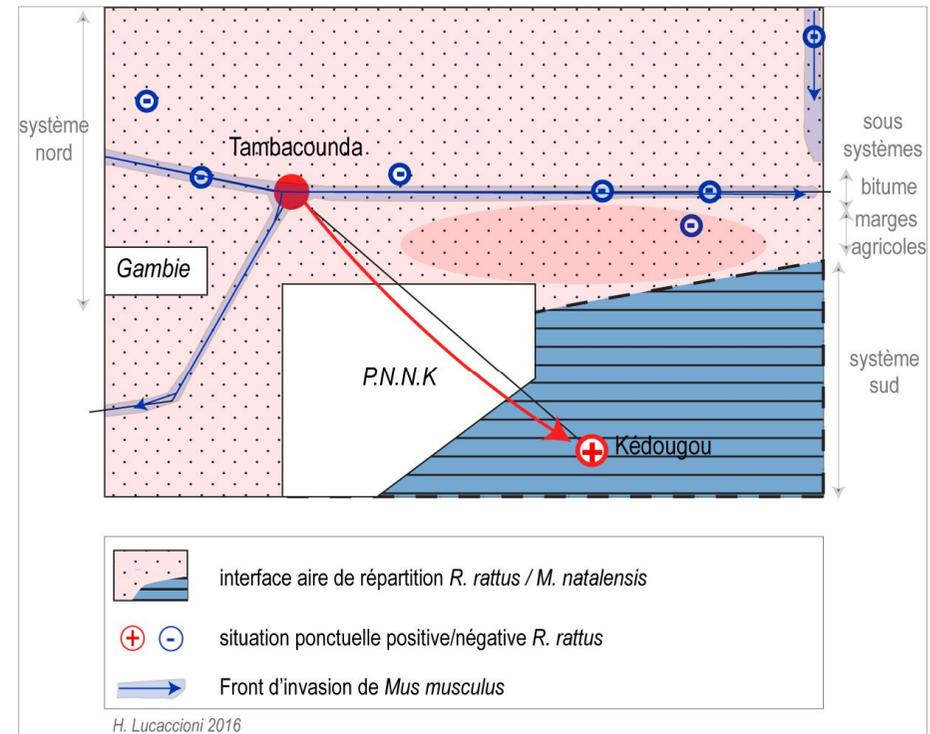
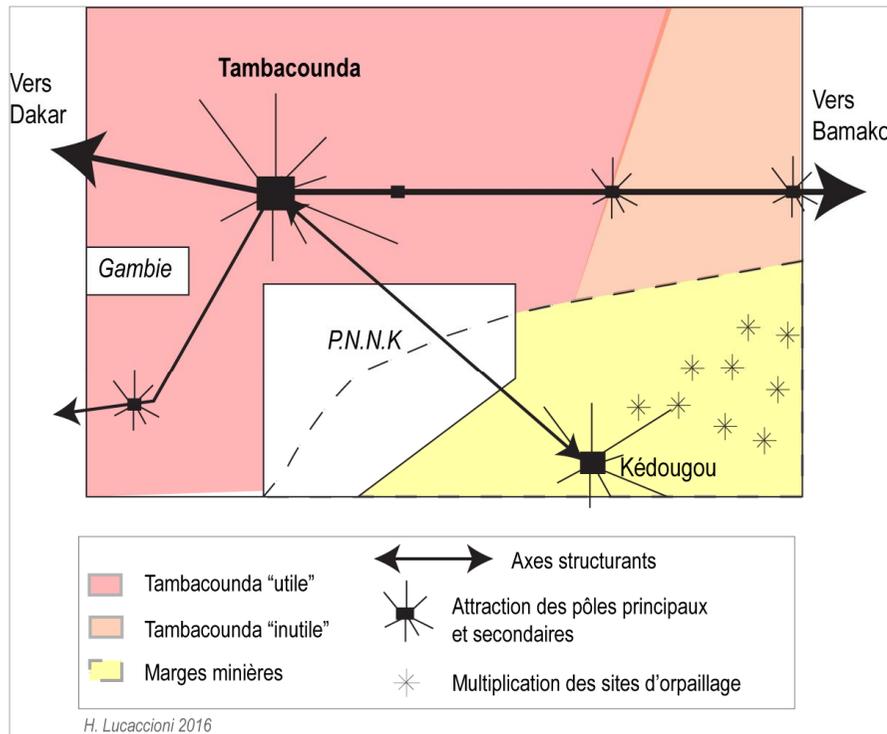


Figure 23 La répartition spatiale du rat noir en reflet des systèmes territoriaux du Sénégal Oriental

### 11.3.2 Croiser les systèmes territoriaux et les systèmes bioécologiques

Pour comprendre les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir, nous ne pouvons nous affranchir des paramètres biologiques et écologiques. En particulier, les étapes d'installation et de prolifération du rongeur renvoient moins directement aux dynamiques spatiales et temporelles des espaces, des lieux, et des liens au profit d'autres paramètres. Nous avons vu qu'il existe des facteurs qui limitent les vulnérabilités des liens, des lieux, et des foyers selon des prérequis techniques (capacité de transport du rat notamment) ou des conditions socio-spatiales locales (conditions d'embarquement et de débarquement du rat, présence de stocks de nourritures, etc.). Nous revenons ici en détail sur le rôle des facteurs bioécologiques que nous n'avons fait qu'évoquer.

Les compétiteurs commensaux du rat noir forment des facteurs limitants directs de l'invasion. Par exemple, dans le système instable sud, la présence du rongeur endémique *Mastomys natalensis* constituerait un véritable obstacle à l'installation du rat noir. Aussi, dans la ville de Kédougou, les mammalogistes tendent à penser que l'introduction puis l'installation du rat noir à la fin des années 2000, à la faveur des nouvelles mises en liens avec Tambacounda, a pu être possible en conjonction d'un crash local des populations de *Mastomys natalensis* (Duplantier et al, 2015). La présence de ce compétiteur dans les localités de la région de Kédougou, en particulier dans les localités d'orpaillage, ne formerait-elle pas un facteur limitant l'installation du rat noir malgré des possibilités d'introduction ? Rappelons en effet que dans ces localités, *Mastomys natalensis* constitue l'écrasante majorité des communautés de petits mammifères de telle manière que ses proportions relatives atteignent en moyenne 82,7 % dans les localités échantillonnées, avec un minimum de 63,4 % à Kédougou.

Au nord, le sous-système du bitume qui abrite une distribution du rat noir hétérogène et instable est en cours d'invasion par la souris domestique, *Mus musculus*. Les investigations menées par les mammalogistes suggèrent que le rat noir est en situation de survivance face à la souris. Par exemple, les piégeages de petits mammifères réalisés dans la ville de Tambacounda témoignent de la prédominance de la souris (proportions relatives : 61 % de souris et 21 % de rat noir), et tendent ainsi à confirmer que le rat noir est en situation relictuelle (Duplantier et al, 2015). Dans les pôles principaux et secondaires du bitume, l'invasion du rat noir, en particulier son installation et sa prolifération, ne serait-elle pas compromise par la présence de la souris ?

Enfin, de manière ponctuelle au sein de certaines localités, la présence des musaraignes du genre *Crocidura* pourrait également compromettre l'installation du rongeur (Granjon, communication personnelle, 2013). Par exemple, les piégeages réalisés en 2004 dans le village de Ndiobène témoignent de la présence du rat noir dans une proportion relative d'environ 40 % ainsi que la faible présence de la musaraigne (10 %), mais en 2012 le rat noir n'est plus capturé et la musaraigne atteint une proportion relative de 90 %. Cette situation se retrouve également à Youpé Amadi (en 2004, 66,7 % de rat noir et 0 % de musaraigne ; en 2012, 0 % de rat noir et 68,9 % de musaraigne), à Talibaji wolof (en 2004, 15 % de rat noir et 11 % de musaraigne ; en 2012, 6,1 % de rat noir et 69,7 % de musaraigne), et inversement à Sinthiou Doubé (en 2004, 5,9 % de rat noir et 64,7 % de musaraigne ; en 2012, 60 % de rat noir et 13,3 % de musaraigne).

Par ailleurs, les écologues formulent l'hypothèse que dans les plus grandes villes où le rat noir est présent avec la souris ou *Mastomys natalensis*, la cohabitation de ces différentes espèces de rongeurs serait permise par l'existence d'un habitat varié. Autrement dit, les petits mammifères s'implantent chacun selon leurs préférences (Granjon communication personnelle, avril 2016). Aussi nous pouvons supposer que dans les localités agricoles marginales, la prédominance d'un habitat traditionnel fait de cases en *banco* aux toits de paille serait plus favorable au rat noir, tandis qu'en ville la présence de concessions en ciment aux toits en tôles ou en ciment favoriserait la souris (photo 13). En résumé, les compétiteurs interspécifiques du rat noir et les conditions socio-spatiales locales sont donc susceptibles d'interagir de manière complexe pour créer des environnements locaux inégalement favorables à l'installation et la prolifération du rongeur.



Photo : H. Lucaccioni, 2013 (Youpé Amadi)

Photo 13 Un habitat en transformation : case traditionnelle versus bâtiment en ciment

D'autres éléments bioécologiques peuvent former des facteurs limitants indirects de l'invasion du rat noir. En particulier, nous avons vu que la répartition du rat noir à l'échelle nationale suggère l'implication de facteurs climatiques, sans bien qu'il n'y ait pourtant de déterminisme. Le rat noir est par exemple moins adapté à un climat aride, ce qui lui conférerait un désavantage au regard des compétiteurs plus adaptés à de telles conditions comme la souris. Mais au-delà de cette préférence les facteurs climatiques influencent l'ensemble des écosystèmes : ils affectent les dynamiques de populations des petits mammifères, mais aussi les ressources de biomasse, les prédateurs, et plus généralement les conditions paysagères (Crowl et al., 2008 ; Dukes, Mooney, 1999 ; Simberloff, 2000), autant d'éléments susceptibles d'intervenir dans les dynamiques d'invasion du rongeur.

Nous comprenons qu'à l'image des facteurs spatiaux de vulnérabilité des liens et des lieux, les facteurs bioécologiques considérés individuellement sont peu opérants. Au contraire, ils sont nombreux et variés (climat, habitat, compétiteurs, etc.), et interagissent entre eux à de multiples échelles. Autrement dit, les facteurs bioécologiques se combinent pour créer des systèmes inégalement favorables au rat noir. Ils agissent avant tout sur les conditions d'établissement du rongeur, de telle manière qu'il existe une articulation à plusieurs niveaux spatiaux des déterminants de la diffusion depuis le transport du rat noir, qui peut ou non aboutir à son introduction dans une localité, puis son installation et sa prolifération qui sont indispensables au succès de l'invasion. Par exemple, les conditions locales en termes d'habitat forment des éléments peu pertinents si l'on considère les possibilités de transport du rat noir à l'échelle régionale. En revanche, ils deviennent des éléments incontournables du succès de l'invasion dès lors que le rongeur s'est introduit dans une localité.

C'est donc dans le croisement des systèmes territoriaux et des systèmes bioécologiques à plusieurs échelles qu'apparaissent des vulnérabilités inégales face aux dynamiques spatio-temporelles d'invasion de l'hôte.

\*\*\*

Dans ce chapitre nous avons montré que les facteurs spatiaux de vulnérabilité des lieux, des foyers, et des chemins d'invasion du rat noir ont un faible pouvoir explicatif. En revanche, il est possible d'identifier des systèmes territoriaux inégalement vulnérables à la diffusion spatiale de l'hôte en considérant tout à la fois les espaces, les lieux, et les liens, et leurs dynamiques. En particulier, les vulnérabilités territoriales s'éclairent à travers une grille de lecture des stabilités et des instabilités. Cette grille de lecture reflète notamment la tension qui existe entre des formatages structurels et des fonctionnements mouvants du territoire, eux-mêmes reflets des logiques formelles et

informelles des multiples opérateurs territoriaux. En outre, pour comprendre les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir, ces systèmes territoriaux doivent être combinés avec des systèmes bioécologiques.

Nous pouvons maintenant poursuivre et clôturer cette recherche en en précisant les limites, et surtout en proposant une réflexion sur les implications théoriques et opérationnelles de cette géographie des rats et des hommes.



## **Chapitre 12**

### **Regards critiques sur une géographie complexe du rat et des hommes**

En adoptant une approche systémique qui combine espaces, lieux, et liens, nous avons mis en évidence des systèmes territoriaux inégalement vulnérables aux dynamiques d'invasion du rat noir. Dans ce dernier chapitre, nous portons un regard critique sur notre démonstration et ses implications théoriques et opérationnelles.

Pour cela, nous engageons d'abord la discussion sur la pertinence et l'apport de la grille de lecture développée quant à la production des vulnérabilités territoriales à travers la notion de stabilité et d'instabilité. Nous adoptons ensuite un regard rétrospectif sur la méthodologie adoptée dans cette recherche, les limites de notre démonstration, et ses perspectives.

## **12.1 Une autre grille de lecture de la vulnérabilité territoriale face aux dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux émergent**

Dans cette sous-partie, nous revenons d'abord sur la manière dont nous passons d'une approche de la diffusion comme processus spatio-temporel linéaire aux systèmes territoriaux complexes et multiscalaires. Nous discutons ensuite la grille de lecture des vulnérabilités territoriales au regard de la notion de stabilité et d'instabilité.

### **12.1.1 Des processus spatio-temporels de diffusion aux systèmes territoriaux vulnérables**

Notre démonstration a consisté à passer d'une approche de la diffusion en tant que processus spatio-temporel linéaire à une approche systémique complexe et multiscalaire. En cela nous reconnaissons tout à la fois l'importance des espaces, des lieux, et des liens dans les dynamiques spatio-temporelles d'invasion de l'hôte de zoonoses, le rat noir. Nous souhaitons ici revenir sur le cheminement progressif qui nous conduit vers ce changement de paradigme au regard de la notion de diffusion spatiale.

Nous avons d'abord montré que l'invasion historique et contemporaine du rat noir reflète les dynamiques territoriales des sociétés. Par ailleurs, nous avons mis en évidence le façonnement d'espaces et de liens hétérogènes dans le sud-est sénégalais. Ces derniers évoluent sous l'action des opérateurs territoriaux qui interviennent et interagissent à plusieurs échelles spatiales et temporelles. En particulier, les lieux potentiels d'invasion cristallisent ces dynamiques multiscalaires. Partant de là nous avons croisé la distribution du rat noir avec les facteurs spatiaux de la diffusion au niveau des localités échantillonnées.

Pourtant, les facteurs spatiaux de diffusion du rat noir ne sont pas suffisamment opérants pour expliquer ses dynamiques spatio-temporelles d'invasion. Autrement dit, les caractéristiques socio-spatiales des foyers, des lieux, et de leurs mises en liens ne nous ont pas pleinement permis de comprendre les vulnérabilités spatiales à l'invasion du rongeur. En cela, nous avons montré que la diffusion spatiale du rat noir, et les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux que cet hôte implique, ne répondent ni d'un déterminisme naturel, ni d'un déterminisme spatial. Nous nous sommes alors tournés vers l'étude, non plus uniquement des structures spatiales, mais du fonctionnement des territoires. Ceci nous a permis d'apporter un éclairage nouveau sur les dynamiques spatio-temporelles du rongeur.

De fait, nous avons révélé une dissonance entre l'approche classique de la diffusion qui réduit le processus spatial à un phénomène linéaire et séquencé, d'une part, et l'approche de la diffusion comme participant à et de systèmes territoriaux complexes et multiscalaires, d'autre part. Cette analyse a plusieurs implications.

Premièrement, du transport du rat à son installation dans un lieu d'invasion, la diffusion spatiale de l'hôte au regard des systèmes territoriaux renvoie à des mécanismes qui interviennent et interagissent à plusieurs niveaux spatiaux. Mais ces niveaux spatiaux de la diffusion ne correspondent pas uniquement à un changement de niveaux d'observation, par exemple la répartition du rongeur au niveau des aires régionale et sa répartition au niveau des localités. Reconnaître ce caractère multiscalaire de la diffusion permet alors de se dégager de l'opposition entre deux conceptions extrêmes : une diffusion déterministe qui dépend de l'organisation structurale de l'espace à une échelle macrogéographique (par exemple, la distance entre lieux ou la hiérarchie des lieux) d'une part, une diffusion stochastique fondée sur les comportements individuels à une échelle microgéographique (par exemple ici, les véhicules qui transportent le rat noir) d'autre part.

Ce caractère multiscalaire interpelle également au regard de la dimension temporelle. Le temps de la diffusion spatiale replacé au sein des systèmes territoriaux n'apparaît plus linéaire, mais il est lui aussi multiscalaire. Là encore, cette remarque ne se limite pas à considérer plusieurs niveaux temporels emboîtés (par exemple, un temps long et temps court). En effet, si nous assimilons les processus de territorialisation à des phénomènes de systémo-génèse, alors nous reconnaissons que le façonnement des systèmes territoriaux répond de rythmes différents (Elissalde 2002). En cela, il ne s'agit pas non plus d'opposer le temps « événementiel » au temps « diachronique » (Elissalde 1993), mais de mettre en relation plusieurs temporalités (des durées, des fréquences, des périodes). Nous avons illustré cela en mettant en évidence les évolutions des espaces, des lieux, et des liens du sud-est sénégalais. Nous avons montré que les stabilités et les instabilités des systèmes territoriaux ainsi construits répondent de ces multiples temporalités. Aussi, la diffusion de l'hôte qui s'y déploie renvoie elle-même à la rencontre multitemporelle de ces dynamiques territoriales.

Notre démonstration nous invite donc à comprendre les dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux au travers des systèmes territoriaux. En cela, notre démarche consiste moins à reconstituer les facteurs de risque et leurs combinaisons qu'à révéler la complexité des processus de construction des territoires. Nous proposons de lire ensuite leurs vulnérabilités en sollicitant la notion de stabilité et d'instabilité.

### **12.1.2 La notion de stabilité et d'instabilité, de l'épidémiologie à la géographie et inversement**

La notion de stabilité et d'instabilité n'est pas nouvelle en géographie de la santé. Elle puise d'ailleurs ses racines dans des conceptions anciennes proches de l'épidémiologie, bien que souvent présentées sous les termes d'équilibre et de déséquilibre. Nous discutons ici de la manière dont cette notion est sollicitée pour parler du risque infectieux avant d'approfondir la plus-value qu'elle implique dans notre démonstration.

À l'échelle élémentaire, nous avons déjà évoqué l'importance du paradigme d'équilibre en virologie. Ce dernier postule que l'équilibre entre un virus et son hôte est nécessaire à une situation infectieuse optimale du point de vue de l'agent pathogène. La généralisation de ce paradigme en termes spatio-temporels conduit à la notion d'équilibre du complexe pathogène dans la géographie des maladies de Max Sorre qui réunit les hôtes, les parasites, et les conditions du milieu. Schématiquement, la rupture d'équilibre du complexe pathogène marque une situation à risque en entraînant le passage de l'endémicité à l'épidémie. De l'écologie des maladies à la géographie de la santé, la notion d'équilibre et de déséquilibre demeure au centre de l'explication du risque. Ainsi, la notion de vulnérabilité spatiale vis-à-vis du risque infectieux est directement associée à une situation de déséquilibre entre des sociétés et leurs environnements (Handschemacher 2011).

Si l'équilibre ou le déséquilibre est au cœur de l'explication du risque infectieux, c'est parce que ce dernier traduit nécessairement des dynamiques : l'évolution des incidences infectieuses dans le temps. Les épidémiologistes ont déjà tenté d'intégrer directement cette dimension dynamique pour classer les maladies infectieuses, c'est le cas notamment pour la classification des manifestations palustres stables ou instables (Mouchet et al. 1993). Le risque palustre est alors défini selon les caractéristiques de transmission qui dépendent notamment de l'intensité et de la temporalité de la transmission. Ces deux éléments sont eux-mêmes influencés par la densité anophélienne, l'incidence du parasite, et l'immunité de la population, c'est-à-dire des paramètres avant tout épidémiologiques.

Le paludisme stable correspond à une transmission intense et permanente, tandis que le paludisme instable correspond à une transmission faible et épisodique. Il existe entre ces deux extrêmes un paludisme intermédiaire qui traduit différents degrés de stabilité ou d'instabilité de la transmission. Le paludisme stable s'exprime de manière endémique avec d'éventuels pics saisonniers épidémiques. Le paludisme instable connaît une variabilité interannuelle des incidences et est plus exposé à un risque

épidémique. Aussi, à l'échelle d'une année, la morbidité est plus élevée dans les zones de paludisme stable mais la mortalité y est moindre car les populations développent une immunité. Au contraire, la morbidité totale des zones de paludisme instable est moins élevée, mais le risque de mortalité y est plus important. (Mouchet 2004)

La notion de stabilité et d'instabilité du paludisme permet de définir le risque palustre en fonction des dynamiques de l'infection. En cela, elle s'affranchit d'une approche quantitative réductrice. Autrement dit, ce n'est plus le niveau de risque qui est défini ici, mais ses différentes formes d'expression. En revanche, elle demeure centrée sur une vision épidémiologique qui n'intègre pas explicitement de dimension spatiale.

Face à la complexité des paramètres et des mécanismes socio-spatiaux et bioécologiques des émergences infectieuses, la stabilité et l'instabilité des systèmes territoriaux autorise une approche holistique qui intègre explicitement l'espace, le temps, et les sociétés. Cependant, tout comme pour la définition du risque palustre, la vulnérabilité des systèmes territoriaux au regard de la stabilité et de l'instabilité ne peut être confondue avec une image en positif ou négatif du risque. En cela, il convient d'ailleurs de préciser que stabilité ne signifie pas absence de dynamiques territoriales ni absence de risque. Par conséquent, les systèmes territoriaux stables ne sont pas immunisés face au risque infectieux émergent. Autrement dit, cette grille de lecture ne propose pas de définir des niveaux « quantitatifs » de vulnérabilité. Au contraire, elle invite à reconnaître les interrelations entre la diversité des formes spatiales et temporelles de la diffusion de l'hôte de zoonoses et la production des territoires vulnérables.

Appliquée à notre analyse, la notion de stabilité et d'instabilité des systèmes territoriaux renverrait donc moins à des niveaux de vulnérabilité qu'à une diversité des formes spatio-temporelles des dynamiques d'invasion du rat noir. D'ailleurs, bien que nous identifions des sous-systèmes inégalement vulnérables à la diffusion du rat noir, nous ne pouvons cependant pas mesurer le risque potentiel induit par celui-ci : le risque est-il lié à la seule présence du rongeur, à son abondance relative parmi les communautés commensales de petits mammifères, ou encore à sa densité par rapport aux populations humaines<sup>131</sup> ? De plus, le risque d'exposition au rongeur ne varie-t-il pas au sein même des localités selon la répartition spatiale du rat noir parmi les

---

<sup>131</sup> Pour illustrer ces interrogations nous pouvons comparer le nombre de spécimens de rat noir pour 100 habitants, puis pour 100 concessions. Le nombre de rats noirs capturés varie entre 0,001 pour 100 habitants ou 0,1 rat pour 100 concessions à Kidira, et 10,39 rats pour 100 habitants ou 126,7 rats pour 100 concessions à Sinthiou Doubé. À proportions relatives de rat noir égales, les densités de rongeurs sont donc très différentes les unes des autres.

concessions ? Enfin, rappelons que le risque induit par la présence du rongeur ne traduit qu'une potentialité mais qu'il ne préjuge en rien du passage à l'expression infectieuse.

### **12.1.3 Définir des formes dynamiques de vulnérabilité plutôt que des niveaux de risque figés**

Les géographes ont déjà montré l'existence de relations entre les dynamiques des territoires et des sociétés, et les formes d'expression des dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux. Par exemple, les travaux de Handschumacher, Duplantier, et Chanteau (2000) sur la peste des hauts plateaux malgaches montrent que la circulation infectieuse s'exprime différemment selon le degré d'ouverture social et physique des espaces, c'est-à-dire selon les circulations humaines et la structuration de l'environnement. Sur les Hautes Terres de Madagascar, les plaines ouvertes où se déploient de nombreuses circulations humaines en lien avec le « triangle pesteux » abritent une circulation « en nappe » relativement homogène du bacille pesteux. À l'inverse, sur les contreforts montagneux la maladie s'exprime de manière hétérogène et concentrée dans l'espace.

Les disparités des systèmes territoriaux lues au travers de la stabilité et de l'instabilité instaurent donc moins des niveaux de vulnérabilité à la diffusion de l'hôte, son introduction et son installation éventuelle, que des formes inégales des dynamiques spatio-temporelles de diffusion. Mais quel est le sens d'une telle remarque au regard de l'émergence des risques zoonotiques portés par le rat noir ?

À l'image de ces modèles, la stabilité et l'instabilité au croisement des logiques structurelles et fonctionnelles du territoire influencent les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir. Dans les systèmes instables sud, les probabilités d'introduction du rat noir sont moins élevées et ponctuelles. Elles dépendent fortement des dynamiques locales, en particulier pour les localités d'orpillage qui changent rapidement. Autrement dit, l'instabilité favorise une diffusion événementielle sous la forme d'une « propagation ». Dans ce système, la distribution du rat noir est ponctuelle et concentrée en un lieu : Kédougou, où le rat noir s'est propagé depuis Tambacounda. Il est plausible de penser que les localités de la région de Kédougou sont à leurs tours vulnérables à un phénomène de propagation à partir de ce foyer régional, ou d'un des autres foyers avec lesquels elles entretiennent des liens exceptionnels (Tambacounda, Dakar). De fait, du point de vue épidémiologique, le système instable sud serait un espace favorable à des « pics », spatiaux et temporels, exceptionnels et concentrés à l'image du paludisme instable. Cependant nous pensons que l'ouverture du tracé alternatif du corridor Dakar – Bamako qui traverse la région de Kédougou et les

périmètres miniers pourrait modifier ces caractéristiques et les potentialités de diffusion de l'hôte dans la région.

Inversement, dans le système stable nord, les probabilités d'introduction du rat noir sont plus élevées, continues dans le temps, et homogènes dans l'espace. La stabilité promeut une diffusion continue sur un temps long c'est-à-dire de « proche en proche », d'autant que les circulations sont fortement marquées par la proximité. Ainsi nous observons une « aire » de rat noir dans le triangle Goumbayel – Dianké Makha – Boutoucoufara. Or ce sous-système apparaît stable et bénéficie d'une liaison directe et pérenne avec la capitale régionale Tambacounda qui forme un foyer de rat noir. Par conséquent, le rat noir s'y serait diffusé par contagion le long de la ligne de transport à partir de Tambacounda<sup>132</sup>. Les circulations des agents infectieux portés par le rat noir y seraient continues et intenses dans le temps et dans l'espace, à l'image du paludisme stable.

Enfin, le sous-système du bitume présente une situation intermédiaire fluctuante où la diffusion pourrait opérer selon plusieurs formes, par contagion ou par propagation, à l'image du paludisme intermédiaire.

En interprétant cette géographie des hommes et des rats nous mettons donc en évidence des systèmes territoriaux inégalement vulnérables aux dynamiques spatio-temporelles de l'hôte au travers de leur stabilité et instabilité. Tant qu'il n'est pas possible de « mesurer » le risque, les dynamiques territoriales nous permettent avant tout de mettre en évidence des disparités des formes spatio-temporelles de vulnérabilité des territoires plutôt que des inégalités de vulnérabilité d'une manière quantitative, c'est-à-dire des niveaux de zones à risque.

Nous avons illustré ce cadre théorique à travers l'exemple de l'invasion du rat noir dans les marges sud-est en transformation du Sénégal. Ce cadre théorique semble à même d'apporter des éléments de compréhension des interrelations entre dynamiques territoriales et dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux. Il permet notamment de dépasser une accumulation de facteurs de risque peu porteurs de sens face aux transformations rapides des territoires, ou encore une biographie territoriale du risque faiblement explicative. En effet, nous montrons toute la complexité des mécanismes de production des vulnérabilités en reconnaissant une dimension dynamique et multiscalaire qui permet de ne pas figer les espaces et les lieux du risque dans des territoires qui sont en constantes transformations sous l'action de l'homme. Pourtant, notre démonstration dispose également de limites.

---

<sup>132</sup> Les mammalogistes considèrent d'ailleurs la possibilité, sous certaines conditions, que le rat se déplace par ses propres moyens d'un village à un autre.

## **12.2 Limites et perspectives d'une géographie des vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques**

Si un schéma général s'ébauche progressivement pour comprendre les vulnérabilités territoriales à la diffusion du rat noir, nous avons également vu que certains résultats apparaissent surprenants. En cela nous voyons qu'il nous manque des éléments pour asseoir notre démonstration. Pour faire la démonstration de notre modèle explicatif certains éléments relatifs aux connaissances, à la production des données, et à leurs analyses mériteraient d'être explorés. Nous souhaitons donc porter un regard critique sur notre démarche afin d'en souligner les limites et d'en explorer les perspectives.

### **12.2.1 Incertitude spatiale et temporelle : contingences géographiques et seuils explicatifs**

L'étude du risque infectieux se heurte souvent à la difficulté d'identifier et de comprendre tous les facteurs de risque qui prévalent à l'émergence et à la diffusion infectieuse. Nous pensons que l'approche systémique développée ici intègre la complexité et permet, au moins en partie, de dépasser ces difficultés. En effet, reconnaître la complexité des dynamiques spatio-temporelles des sociétés et du risque infectieux au travers des systèmes territoriaux autorise à reconnaître une part d'incertitude. Durand-Dastès (2001) explique en ce sens : « l'introduction du contingent, que l'on peut aussi nommer l'aléatoire, est difficile à éviter lorsqu'on envisage les systémogénèses. »

Dire qu'il existe des phénomènes contingents dans la diffusion spatiale de l'hôte de zoonoses et la production des territoires vulnérables c'est notamment accepter la possibilité de résultats multiples selon les combinaisons contingentes des mécanismes considérés. En cela, nous rejoignons les conceptions de Massey (2005, p. 9) qui considère l'espace comme un « produit des interrelations », une « sphère de possibilités », et « toujours en construction ». Paradoxalement, l'incertitude liée à cette contingence géographique renforce alors l'intérêt de notre démarche pour comprendre « pourquoi les choses varient dans l'espace et pourquoi elles ont les trajectoires spatio-temporelles qu'elles ont » (Ballinger, Lenormand, Saint-Germier 2013). Comprendre ces contingences spatiales et temporelles c'est comprendre les trajectoires des territoires vulnérables et, en leur sein, leurs exceptions.

De manière plus concrète, la distribution spatiale du rat noir apparaît alors comme une géographie complexe soumise aux contingences géographiques. Autrement dit, il ne nous est pas possible d'expliquer de manière exhaustive les caractéristiques rodentologiques des espaces et des lieux et les dynamiques d'invasion du rongeur. Or, face à cette remarque, le risque est de faire appel à la notion de contingence comme « un instrument de dissimulation plutôt que d'analyse » (Ballinger, Lenormand, Saint-Germier 2013), où le contingent désigne ce que l'on ne sait expliquer.

Par conséquent, la contingence semble ici avant tout renvoyer à des « facteurs cachés », elle traduit le « degré de connaissances qu'a un individu des différents systèmes causaux ou séries causales » (Ballinger, Lenormand, Saint-Germier 2013). Autrement dit, en reconnaissant l'incertitude spatiale et temporelle des dynamiques d'invasion du rat noir, nous reconnaissons indirectement que nous atteignons un seuil explicatif. Une des faiblesses de notre démonstration réside ainsi dans la confrontation à ce plafond de verre. Nous proposons maintenant d'en présenter les différents aspects.

### **12.2.2 Le plafond de verre des connaissances, de la production des données, et de l'analyse**

Les limites de notre démonstration se déclinent en trois grandes dimensions. Premièrement, elles renvoient aux limites des connaissances sur certains paramètres qui mériteraient d'être intégrés au modèle proposé. Deuxièmement, elles font référence aux limites relatives à la production des données. Enfin, elles concernent les limites propres à l'analyse de ces données.

Avant tout, notre démonstration souffre de l'absence de certains paramètres clés susceptibles de préciser le modèle proposé. Autrement dit nous atteignons un seuil explicatif relatif aux limites des connaissances que nous avons sur les objets spatiaux, les mécanismes biologiques, et leurs interrelations. Nous ne sommes donc pas en mesure d'évaluer et d'intégrer certains éléments qui constituent des prérequis indispensables à la diffusion du rongeur. Par exemple, nous avons montré la complexité de l'objet « transport ». Cette difficulté réside à la fois dans la multiplicité des paramètres à intégrer (caractéristiques du véhicule, du chargement, etc.), à l'absence de connaissance *a priori* de ces paramètres, et surtout de leurs effets. Cette difficulté est exacerbée lorsqu'une approche empirique est difficilement concevable, comme c'est le cas ici.

Ceci nous conduit évidemment à mentionner le nécessaire croisement avec les systèmes bioécologiques. Nous avons passé en revue certains éléments essentiels tels que les phénomènes de compétition. Le croisement avec les systèmes bioécologiques

dépasse largement le cadre de notre recherche, pourtant le cadre théorique que nous proposons doit être mis à l'épreuve vis-à-vis de ce système explicatif incontournable.

Par ailleurs, notre démonstration dépend de la capacité de production des données pour alimenter le modèle explicatif proposé. Premièrement, les données biologiques sur les rongeurs nous imposent certaines limites. Nous avons expliqué au début de ce travail que les indicateurs biologiques sollicités (la détection du rat noir, sa dominance numérique parmi les communautés de petits mammifères, et son abondance relative) sont eux-mêmes complexes, en particulier car ils renvoient sans distinction aux trois étapes de l'invasion (introduction, installation, prolifération). En outre, ces données sont incomplètes en raison de l'absence de séries temporelles. Or connaître la date exacte d'introduction du rat noir dans les localités est une donnée précieuse qui peut permettre de retracer la chronologie de l'invasion. Pour vérifier notre démonstration, il aurait donc fallu disposer de données temporelles relatives à l'invasion du rat noir sur le long terme au niveau des lieux d'invasion (en particulier dans le Boundou, et à l'avenir dans le sud), et maîtriser les paramètres d'installation et de prolifération dont les phénomènes de compétition (en particulier avec la souris et *Mastomys natalensis*).

L'analyse des évolutions des espaces et des liens sur laquelle repose ensuite l'évaluation des stabilités et des instabilités des systèmes territoriaux dispose aussi de lacunes. Les postulats initiaux sont suffisamment souples pour permettre la mise en œuvre de l'approche exploratoire. Pourtant, des données complémentaires mériteraient d'être sollicitées pour approfondir l'hypothèse initiale de relations entre la diffusion du rongeur et les mises en liens des espaces et des lieux. Outre l'absence de maîtrise de certains paramètres que nous avons mentionnés précédemment, l'approche qualitative et exploratoire des mises en liens des lieux pourrait être complétée par une approche quantitative des flux afin de disposer d'une typologie des liens plus précise. Dans le même ordre d'idée, notre analyse n'a pas initialement intégré de collecte de données spécifique aux foyers de diffusion. En effet, l'accent a été mis sur les lieux et les espaces avérés ou potentiels d'invasion plus que sur les lieux d'origine des liens. Une telle étape permettrait par exemple d'approfondir la question du poids de la connectivité structurelle et fonctionnelle des lieux émetteurs. Cependant, elle aurait eu plus de sens après l'analyse des lieux et des liens, c'est-à-dire tardivement dans notre processus de recherche et nos campagnes de terrain.

En ce qui concerne les analyses, nous avons été confrontés à la contrainte de petits échantillons. Les analyses statistiques réalisées en vue de la construction des typologies des localités échantillonnées et de leur croisement avec la distribution du rat noir disposent donc de certaines limites. Les groupes construits ont des faibles effectifs

de localités ce qui diminue la puissance des analyses statistiques. Dans un tel cas, deux solutions sont envisageables : la première consiste à augmenter la taille de l'échantillon, la seconde consiste à choisir d'autres outils statistiques, par exemple des méthodes de régression. Nous pensons cependant que le choix d'une analyse multivariée se prête bien à une démarche exploratoire et que les analyses statistiques choisies demeurent robustes face à ces limites.

L'analyse des lieux, des liens, et des espaces pourrait s'appliquer à d'autres territoires et/ou d'autres objets infectieux. Cependant, cette démarche implique un effort de terrain important qu'il n'est pas toujours possible de mettre en œuvre, tant du côté biologique que du côté géographique. En outre, elle doit être adaptée au regard du modèle infectieux choisi. Par exemple, le cas du rat noir nous a conduits à nous intéresser plus particulièrement à certains éléments, tels que le transport, les réseaux agricoles et marchands, etc., au détriment d'autres éléments comme les mobilités de personnes, le rôle des structures de santé, etc.

Enfin, notre démarche appelle surtout à poursuivre l'étude du risque infectieux émergent en réponse à l'invasion du rat noir, en particulier en croisant la circulation des virus chez le rat noir et chez l'homme. Notre analyse soulève dès à présent des interrogations : la stabilité et l'instabilité des systèmes territoriaux nord/sud renverrait-elle également à une vulnérabilité différenciée des territoires vis-à-vis du risque infectieux émergent porté par le rat noir ? Nous ne disposons pas d'éléments suffisamment solides pour répondre à cette question mais nous pouvons formuler des hypothèses.

Nous avons expliqué dans le premier chapitre que le passage de la potentialité à l'expression du risque n'est pas simple. Aussi, pour simplifier le raisonnement, nous formulons ces hypothèses en supposant que les conditions d'expression du risque infectieux sont réunies. Dans ce cas, la stabilité et l'instabilité des systèmes territoriaux pourraient influencer les conditions de réussite émergentielle, c'est-à-dire les conditions d'augmentation des incidences et leur expansion dans l'espace et le temps. Nous formulons l'hypothèse que l'instabilité du système sud serait favorable aux conditions d'épidémisation et à une expansion spatio-temporelle rapide d'une éventuelle infection. Autrement dit, nous pensons que la multiplication et la croissance rapide des sites miniers, l'intensification des mises en liens, l'attractivité internationale de l'activité minière, mais aussi les limites des structures sanitaires en termes de veille et d'intervention face à ces changements rapides, seraient susceptibles de participer positivement à la réussite émergentielle. À ce stade, cette réflexion ne prétend pas apporter autre chose que des pistes de recherche et de questionnements supplémentaires.

En outre, la grille de lecture des systèmes territoriaux stables/instables pourrait aussi être appliquée à d'autres modèles infectieux indépendants de l'hôte rongeur.

\*\*\*

Dans ce chapitre, nous avons montré l'apport de notre démonstration tout en soulignant ses limites et en présentant ses perspectives. Au Sénégal Oriental, la géographie du rat noir nous permet de révéler des systèmes territoriaux complexes et multiscales en transformation. En particulier, notre analyse confirme la poursuite des dynamiques de complexification du territoire dans les marges sud-est du Sénégal en ouverture.

Nous avons montré que la grille de lecture fondée sur la notion de stabilité et d'instabilité des systèmes territoriaux est une entrée pertinente pour comprendre les vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques portés par le rat noir. Cette grille de lecture fait écho à des concepts épidémiologiques tout en intégrant explicitement la dimension spatio-temporelle du risque et en plaçant les sociétés au cœur du façonnement des territoires vulnérables.

Notre analyse permet d'enrichir la notion de diffusion spatiale à travers une conception systémique et multiscale. Au Sénégal Oriental, les vulnérabilités territoriales renvoient avant tout aux formes des dynamiques spatio-temporelles du risque potentiel lié à l'invasion du rat noir.

En l'absence de données virologiques, notre approche du risque de zoonoses est théorique. Cependant, elle ouvre des perspectives pour l'étude de la vulnérabilité territoriale au-delà de l'invasion du rongeur et au-delà du Sénégal Oriental.

Par ailleurs, nous reconnaissons les limites de notre démonstration face à la complexité et aux seuils heuristiques et méthodologiques qu'elle suppose, ainsi que les perspectives conséquentes que ces dernières offrent. Cependant, nous soulignons dès lors la nécessité et l'intérêt de comprendre les trajectoires des territoires et des sociétés en vue d'une prévention pertinente du risque infectieux émergent.

Au Sénégal Oriental comme ailleurs, face à la complexité croissante du monde et la multiplication des émergences infectieuses, la prévention et la curation des risques zoonotiques ne peut être conçue sans intégrer une approche croisée de la santé et des territoires. À ce titre, la géographie peut prendre part à une recherche théorique et opérationnelle, non pas comme simple science de synthèse ni à travers des outils cartographiques, mais en promouvant une approche constructiviste et systémique des territoires à risque.

À l'issue de cette partie, nous avons mis le point final à notre démonstration en reliant les systèmes territoriaux en transformation et la production des vulnérabilités aux dynamiques des risques zoonotiques. Nous avons également examiné les limites et les implications de notre démonstration. Nous pouvons maintenant nous diriger vers la conclusion générale de cette recherche.



## CONCLUSION GÉNÉRALE

À l'issue de cette recherche, nous avons montré que dans les marges sud-est en mutation du Sénégal, les sociétés participent de manière complexe à la construction des vulnérabilités territoriales aux dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir.

Au début de notre recherche, nous nous sommes fixés pour objectif général d'étudier les interrelations entre les dynamiques de mises en liens et les transformations spatiales du sud-est sénégalais, et la production des vulnérabilités territoriales aux dynamiques d'invasion d'un hôte zoonotique. Le mandat que nous endossions était celui d'une participation géographique aux débats sur les transformations contemporaines des espaces et des sociétés et le risque infectieux émergent, ainsi qu'un enrichissement du méga-concept de diffusion spatiale. En particulier, nous proposons de comprendre les dynamiques des risques zoonotiques au travers des systèmes territoriaux.

L'approche constructiviste adoptée dans cette recherche nous a permis de dépasser le diktat des conceptions épidémiologiques et médicales du risque infectieux d'une part, et l'absolutisme spatialiste de la diffusion d'autre part. La méthodologie exploratoire grâce à laquelle nous avons dressé une géographie du rat et des hommes nous a permis de développer une approche holistique des relations entre dynamiques territoriales et dynamiques du risque, tout en dépassant les *a priori* sur les catégories et les modèles socio-spatiaux. La démarche développée ici ne prétend pas être sans limitations, ni s'affranchir de la nécessité d'une approche biomédicale ou pluridisciplinaire. Elle n'entend pas non plus éclipser l'apport d'autres manières de faire de la géographie. En revanche, elle permet un apport original et pertinent sur notre problématique.

À travers cette recherche, nous avons apporté une contribution à plusieurs facettes. Premièrement, le rat noir révèle la géographie complexe d'une périphérie ouest-africaine en ouverture. En particulier, les transformations à l'œuvre se fondent sur des relations dialectiques entre formatages et fluidités des territoires. Deuxièmement, à travers les dynamiques spatio-temporelles du rat noir nous montrons l'intérêt d'une approche systémique, complexe, et multiscalaire de la diffusion spatiale au prisme des territoires. Enfin, le regard du géographe dans ces marges sud-est du Sénégal nous permet d'y souligner des vulnérabilités inégales face à l'émergence des risques zoonotiques.

## 1. Recentrer les questionnements relatifs au risque infectieux émergent sur les transformations socio-spatiales et la production des territoires vulnérables

En articulant plusieurs échelles spatiales et temporelles, nous avons montré que les liens et les espaces du Sénégal Oriental sont le produit d'héritages et de recompositions contemporaines par les multiples opérateurs territoriaux, formels et informels. Les dynamiques spatio-temporelles d'invasion du rat noir se manifestent face à ces dynamiques territoriales, de telle manière que les espaces, les lieux, et les liens du sud-est sénégalais ne sont pas indifférents à la diffusion spatiale de l'hôte. En cela nous montrons l'intérêt d'un questionnement centré sur les territoires des hommes et leurs dynamiques, plutôt que sur les infections émergentes en tant que telles et leurs facteurs. Ainsi, nous pouvons contribuer à la compréhension des vulnérabilités des territoires face dynamiques du risque d'émergence infectieuse dans le contexte contemporain de transformations des espaces et des sociétés.

## 2. La diffusion spatiale au prisme des systèmes territoriaux complexes, multiscalaires, et hiérarchisés

Dans notre thèse, nous avons montré que la diffusion spatiale du rongeur ne répond pas à un schéma simple fondé sur la hiérarchie structurelle ou la distance spatiale des foyers et des lieux d'invasion. Au contraire, c'est dans l'articulation, à plusieurs échelles, des espaces, des lieux, et des liens que nous pouvons comprendre les dynamiques d'invasion du rat noir. La stabilité ou l'instabilité des systèmes territoriaux module les formes de la diffusion spatiale du rat noir.

Les processus de diffusion qui sous-tendent le risque infectieux émergent s'expriment donc au sein de systèmes territoriaux complexes et multiscalaires. Ces systèmes n'agissent pas seuls mais en combinaison avec des systèmes bioécologiques de l'invasion. En outre, les vulnérabilités des systèmes territoriaux à la diffusion de l'hôte zoonotique ne peuvent être transposées de manière simple pour appréhender le risque épidémiologique induit par la présence de l'hôte. Il y a donc une hiérarchisation des dynamiques spatiales et temporelles du risque infectieux et des vulnérabilités territoriales.

## 3. Réinterroger les enjeux sanitaires, du risque d'émergence infectieuse à la réussite émergentielle

L'approche systémique du territoire permet d'intégrer la complexité des processus de production des vulnérabilités territoriales et de dépasser ainsi une approche

causale, réductrice, et figée du risque infectieux et de ses facteurs. Plus encore, elle invite à s'intéresser aux formes des dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux plutôt qu'à des niveaux de risque figés. Notre approche ouvre donc des perspectives pour répondre aux enjeux sanitaires contemporains en interrogeant les interrelations entre les dynamiques territoriales et la réussite émergentielle.

Les mutations contemporaines, en particulier dans les marges des Suds, offrent au géographe des horizons nouveaux à explorer, face au défi de l'incertitude et de la complexité. Face à de telles transformations, les enjeux sanitaires appellent plus que jamais à l'étude des interrelations entre les dynamiques territoriales et les dynamiques du risque infectieux émergent. Ils invitent à la pluridisciplinarité, et dans cette dynamique collective à l'engagement singulier du géographe.



## RÉFÉRENCES

### A

ABDI H., VALENTIN D., 2007. Multiple Correspondence Analysis. In SALKIND N.J. (éd.), *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA : SAGE Publications, Inc. p. 651–657. ISBN 978-1-4129-1611-0.

ABERTH J., 2011. *Plagues in World History*. Lanham, Md. : Rowman & Littlefield Publishers. 257 p. ISBN 978-0-7425-5705-5.

ADAMS A., 1977. *Le Long voyage des gens du fleuve*. Paris, France : Maspéro. 222 p. ISBN 978-2-7071-0897-5.

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. Rouen, France : Université de Rouen. 375 p.

AIDF – Africaine d'Ingénierie du Développement Local et de la Formation, 2012. *Plan d'investissement communal de la commune de Kédougou (2012-2017)*. Dakar, Sénégal : Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales. 111 p.

AKHTAR R., 2003. Medical geography: has J.M. May borrowed M. Sorre's 1933 concept of pathogenic complexes? *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne]. [Consulté le 17 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <https://cybergeo.revues.org/3976>. DOI 10.4000/cybergeo.3976.

ALTHOUSE B.M., LESSLER J., SALL A.A., DIALLO M., HANLEY K.A., WATTS D.M., WEAVER S.C., CUMMINGS D.A.T., 2012. Synchrony of Sylvatic Dengue Isolations: A Multi-Host, Multi-Vector SIR Model of Dengue Virus Transmission in Senegal. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Vol. 6, n° 11, p. e1928. DOI 10.1371/journal.pntd.0001928.

AMAR G., 1988. Essai de modélisation conceptuelle d'un réseau de circulation. In DUPUY G. (éd.), *Réseaux territoriaux*. Orléans, France. : Paradigme Publications Universitaires. p. 251-262.

AMAT-ROZE J.-M., 2003. L'infection à VIH/sida en Afrique subsaharienne : propos géographiques. *Hérodote*. Vol. 4, n° 111, p. 117-155. DOI 10.3917/her.111.0117.

AMAT-ROZE J.-M., REMY G., 1983. Paysage épidémiologique du paludisme dans l'espace ivoiro-voltaïque. *Travaux et documents de géographie tropicale*. N° 48, p. 97-107.

ANAT, SRADL KÉDOUGOU – Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Service Régional d'Aménagement et du Développement Local, 2014. *Schéma régional d'aménagement du territoire de la région de Kédougou (2014-2039)*. Dakar, Sénégal : Ministère de la Gouvernance Locale, du Développement et de l'Aménagement du Territoire. 68 p.

ANHOLT R.M., STEPHEN C., COPEL R., 2012. Strategies for Collaboration in the Interdisciplinary Field of Emerging Zoonotic Diseases. *Zoonoses and Public Health*. Vol. 59, n° 4, p. 229-240. DOI 10.1111/j.1863-2378.2011.01449.x.

ANSD – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2014. *Aménagement du Territoire et Développement Territorial - Horizon 2022* [en ligne]. Dakar, Sénégal : Ministère de l'Aménagement du Territoire et des Collectivités locales. 26 p. [Consulté le 13 décembre 2015]. Disponible à l'adresse : [http://www.anat.sn/am\\_territoires.php](http://www.anat.sn/am_territoires.php).

ANSD – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2016. *Situation économique et sociale du Sénégal en 2013*. Dakar, Sénégal : Ministère de l'Economie, des Finances, et du Plan. 350 p.

ANSD – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES, 2015. *Recensement Général de la Population, de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage 2013*. Dakar, Sénégal : Gouvernement du Sénégal, Fonds des Nations-Unies pour la Population (UNFPA).

ANSD, SRSD KÉDOUGOU – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Service Régional de la Statistique et de la Démographie, 2015. *Situation Économique et Sociale Régionale 2013 (Kédougou)*. Dakar, Sénégal : Ministère de l'Economie, des Finances, et du Plan. 141 p.

ANSD, SRSD TAMBACOUNDA – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Service Régional de la Statistique et de la Démographie, 2008. *Situation économique et sociale régionale 2008 (Tambacounda)*. Dakar, Sénégal : Ministère de l'Economie et des Finances. 153 p.

ANSD, SRSD TAMBACOUNDA – Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Service Régional de la Statistique et de la Démographie, 2014. *Situation*

*économique et sociale régionale 2013 (Tambacounda)*. Dakar, Sénégal : Ministère de l'Économie, des Finances, et du Plan. 133 p.

APLIN K., CHESSER R.T., TEN HAVE J., 2003. Evolutionary Biology of the Genus *Rattus*: Profile of an Archetypal Rodent Pest. In SINGLETON G.R., HINDS L.A., KREBS C.J., SPRATT D.M. (éd.), *Rats, mice and people: rodent biology and management*. Canberra : ACIAR Monograph. p. 487-498. ISBN 978-1-86320-356-2.

APLIN K.P., SUZUKI H., CHINEN A.A., CHESSER R.T., TEN HAVE J., DONNELLAN S.C., AUSTIN J., FROST A., GONZALES J.-P., HERBRETEAU V., CATZEFLIS F., SOUBRIER J., et al., 2011. Multiple Geographic Origins of Commensalism and Complex Dispersal History of Black Rats. *PloS One*. Vol. 6, n° 11, p. e26357. DOI 10.1371/journal.pone.0026357.

ARD TAMBACOUNDA – Agence Régionale de Développement, 2011. *Plan d'investissement communal de la commune de Kidira (2012-2017)*. Dakar, Sénégal : Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales. 45 p.

ARMELAGOS G.J., 1998. The Viral Superhighway. *The Sciences*. Vol. 38, n° 1, p. 24-29. DOI 10.1002/j.2326-1951.1998.tb03354.x.

ARMELAGOS G.J., BARNES K.C., LIN J., 1996. Disease in human evolution: the re-emergence of infectious disease in the third epidemiological transition. *National Museum of Natural History Bulletin for Teachers*. Vol. 18, n° 3, p. 1–6.

ARMELAGOS G.J., MCARDLE A., 1975. Population, Disease, and Evolution. *Memoirs of the Society for American Archaeology*. N° 30, p. 1-10.

AUBRY P., 2006. Effet Guttman: to detrend or not to detrend ? In *ADELlist archive 2006* [en ligne]. [Consulté le 22 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4-old/adelisthtmlannuel/06/1152.html>.

AUDOIN-ROUZEAU F., 1999. Le rat noir (*Rattus rattus*) et la peste dans l'Occident antique et médiéval. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*. Vol. 92, n° 5, p. 422–426.

## **B**

BÂ, 2002. *Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal*. Mémoire du diplôme de

Sciences de la Vie et de la Terre de l'École Pratique des Hautes Études. Montpellier, France : EPHE, IRD. 132 p.

BA A.H., 2007. *Acteurs et territoires du Sahel: rôle des mises en relation dans la recomposition des territoires*. Lyon, France : ENS Editions. 260 p. ISBN 978-2-84788-117-2.

BAD – Banque Africaine de Développement, 2014. *Mali / Sénégal. Programme d'aménagement routier et de facilitation du transport : le corridor routier Bamako-Dakar par le sud*. 16 p.

BALLINGER C., LENORMAND M., SAINT-GERMIER P., 2013. Contingence, déterminisme et « just-so stories ». *Tracés*. N° 24, p. 47-69.

BANCHIRIGAH S.M., 2006. How have reforms fuelled the expansion of artisanal mining? Evidence from sub-Saharan Africa. *Resources Policy*. N° 31, p. 165–171.

BARNOUIN J., SACHE I. (éd.), 2010. *Les maladies émergentes: Épidémiologie chez le végétal, l'animal et l'homme*. Versailles, France : Editions Quae. 464 p. ISBN 978-2-7592-0510-3.

BARRETT F.A., 2002. The role of French-language contributors to the development of medical geography (1782–1933). *Social Science & Medicine*. Vol. 55, n° 1, p. 155-165. DOI 10.1016/S0277-9536(01)00210-6.

BARRETT R., ARMELAGOS G., 2013. *An Unnatural History of Emerging Infections*. Oxford : Oxford University Press. 160 p. ISBN 978-0-19-960829-4.

BARRETT R., KUZAWA C.W., MC DADE T., ARMELAGOS G.J., 1998. Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases: The Third Epidemiologic Transition. *Annual Review of Anthropology*. Vol. 27, p. 247-271. DOI 10.2307/223371.

BARRY B., 1988. *La Sénégalie du XV<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle: traite négrière, Islam et conquête coloniale*. Paris, France : Harmattan. 432 p. ISBN 978-2-85802-670-8.

BASEGEO SENEGAL, 2013. Base de données géographiques [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.basegeo.gouv.sn>

BATTERSBY S.A., 2015. Rodents as carriers of disease. In BUCKLE A.P., SMITH R.H. (éd.), *Rodent Pests and their Control*. 2nd ed. Oxford : CABI. p. 81-100. ISBN 978-1-84593-817-8.

- BENEDICT M.Q., LEVINE R.S., HAWLEY W.A., LOUNIBOS L.P., 2007. Spread of the Tiger: Global Risk of Invasion by the Mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*. Vol. 7, n° 1, p. 76-85. DOI 10.1089/vbz.2006.0562.
- BENOÎT M., 1988. Espaces francs et espaces étatisés en Afrique occidentale. *Cah. Sci. Hum.* Vol. 24, n° 4, p. 503–519.
- BENOÎT M., 1993. *Le Parc National du Niokolo Koba : livre blanc*. Dakar : DPN. 52 p.
- BERTHOULY-SALAZAR C., HUI C., BLACKBURN T.M., GABORIAUD C., VAN RENSBURG B.J., VAN VUUREN B.T., LE ROUX J.J., 2013. Long-distance dispersal maximizes evolutionary potential during rapid geographic range expansion. *Molecular Ecology*. Vol. 22, n° 23, p. 5793–5804. DOI 10.1111/mec.12538.
- BESANCENOT J.-P., 2000. Nature tropicale et santé des hommes (Tropical nature and human health). *Bulletin de l'Association de géographes français*. Vol. 77, n° 4, p. 394-404. DOI 10.3406/bagf.2000.2187.
- BLAIKIE P., 1978. The Theory of the Spatial Diffusion of Innovations: A Spacious Cul-De-Sac. *Progress in Human Geography*. Vol. 2, n° 2, p. 268-295. DOI 10.1177/030913257800200204.
- BLANCHETON B., 2008. *Histoire de la mondialisation*. Bruxelles : De Boeck Supérieur. 160 p. ISBN 978-2-8041-5626-8.
- BLANCOU J., CHOMEL B.B., BELOTTO A., MESLIN F.X., 2005. Emerging or re-emerging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Veterinary Research*. Vol. 36, n° 3, p. 16. DOI 10.1051/vetres:2005008.
- BLAUT J.M., 1977. Two Views of Diffusion. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 67, n° 3, p. 343-349.
- BLAUT J.M., 1987. Diffusionism: A Uniformitarian Critique. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 77, n° 1, p. 30-47.
- BOGOCH I.I., CREATORE M.I., CETRON M.S., BROWNSTEIN J.S., PESIK N., MINIOTA J., TAM T., HU W., NICOLUCCI A., AHMED S., YOON J.W., BERRY I., et al., 2015. Assessment of the potential for international dissemination of Ebola virus via commercial air travel during the 2014 west African outbreak. *The Lancet*. Vol. 385, n° 9962, p. 29-35. DOI 10.1016/S0140-6736(14)61828-6.

BORCARD D., 2003. *Quelques notes sur l'interprétation d'une analyse factorielle ou canonique des correspondances* [en ligne]. Lausanne, Suisse : École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 11 p. [Consulté le 17 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://moodle.epfl.ch/mod/folder/view.php?id=36641>.

BOTTE R., 2011. Les réseaux transsahariens de la traite de l'or et des esclaves au haut Moyen Âge : VIIIe-XIe siècle. *L'Année du Maghreb*. N° VII, p. 27-59. DOI 10.4000/anneemaghreb.1106.

BROWN L.A., 1981. *Innovation Diffusion: A New Perspectives*. New York, NY : Methuen & Company. 245 p. ISBN 0-416-74270-X.

BROWN M., 1995. Ironies of distance: an ongoing critique of the geographies of AIDS. *Environment and Planning D: Society and Space*. Vol. 13, n° 2, p. 159-183. DOI 10.1068/d130159.

BRUNEL S., FERNÁNDEZ-GALIANO E., GENOVESI P., HEYWOOD V.H., KUEFFER C., RICHARDSON D.M., 2013. 20 Invasive alien species: a growing but neglected threat? *European Economic Area Report 2013*. N° 1, p. 486-508.

BRUNET R., FERRAS R., THÉRY H. (éd.), 2009. *Les mots de la géographie: dictionnaire critique*. 3<sup>ème</sup> éd. Paris, France : Documentation Française. 518 p. ISBN 978-2-11-007537-6.

BURNET F.M., 1945. *Virus as Organism : Evolutionary and Ecological Aspects of some Human Virus Diseases*. Cambridge, Mass. : Harvard University. 134 p.

## C

CALVEZ M., 2010. Pour une approche constructiviste des risques de santé. In CARRICABURU D., CASTRA M., COHEN P. (éd.), *Risques et pratiques médicales*. Paris, France : Presses de l'EHESP. p. 215-226.

CAMICAS J.-L., HERVY J.-P., HERVÉ J.-P., FERRARA L., CORNET J.-P., HEBRARD G., ADAM F., WILSON M.L., GORDON S.W., 1989. Activités du Laboratoire ORSTOM de zoologie médicale. *Rapport sur le fonctionnement technique de l'Institut Pasteur de Dakar : année 1991*. Dakar, Sénégal : Institut Pasteur. p. 165-180.

CARLTON J.T., RUIZ G.M., 2005. Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. In MOONEY H.A., MACK R.N.,

MCNEELY J.A., SHEI P.J., WAAGE J.K. (éd.), *Invasive Alien species. A New Synthesis*. Washington, DC : Island Press. p. 36-58. ISBN 978-1-55963-363-5.

CAZANOVE D., 1932. Le problème du rat dans le territoire de Dakar et ses dépendances. *Ann. Méd. Pharm. Col.* N° 30, p. 108-144.

CEDEAO, CSAO – Communauté des Etats d’Afrique de l’Ouest, Club du Sahel et de l’Afrique de l’Ouest, 2005. *Atlas régional des transports et des télécommunications dans la CEDEAO*. Abuja et Issy-les-Moulineaux : s.n. 40 p.

CENTRE DE DOCUMENTATION ET DU CADASTRE MINIER, 2013. Catalogue des données [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2016]. Disponible à l’adresse : [http://www.dirmingeol.sn/principal-pages/catalogue\\_de\\_donnees.php](http://www.dirmingeol.sn/principal-pages/catalogue_de_donnees.php)

CHAMBON L., WONE I., BRÈS P., CORNET M., CIRE L., MICHEL A., LACAN A., ROBIN Y., HENDERSON B.E., WILLIAM K.H., CAMAIN R., LAMBERT D., et al., 1967. Une épidémie de fièvre jaune au Sénégal en 1965 : l’épidémie humaine. *Bulletin de l’Organisation Mondiale de la Santé*. Vol. 36, n° 1, p. 113-150.

CHASTEL C., 2000. Emergences virales chez l’homme et réussite émergentielle. *Virologie*. Vol. 4, n° 4, p. 273–279.

CHOPLIN A., LOMBARD J., 2010. « Suivre la route ». Mobilités et échanges entre Mali, Mauritanie et Sénégal. *EchoGéo* [en ligne]. N° 14. [Consulté le 26 août 2015]. Disponible à l’adresse : <https://echogeo.revues.org/12127>. DOI 10.4000/echogeo.12127.

CIBOIS P., 2014. Chapitre IV Les figures de l’analyse des correspondances. In *Les méthodes d’analyse d’enquêtes* [en ligne]. Lyon : ENS Éditions. [Consulté le 22 juillet 2016]. ISBN 978-2-84788-574-3. Disponible à l’adresse : <http://books.openedition.org/enseditions/1462>.

CLIFF A., HAGGETT P., 2004. Time, travel and infection. *British Medical Bulletin*. Vol. 69, n° 1, p. 87-99. DOI 10.1093/bmb/ldh011.

CLIFF A.D., HAGGETT P., GRAHAM R., 1983. Reconstruction of diffusion processes at different geographical scales: the 1904 measles epidemic in northwest Iceland. *Journal of Historical Geography*. Vol. 9, n° 1, p. 29-46. DOI 10.1016/0305-7488(83)90140-8.

CLIFF A.D., HAGGETT P., ORD J.K., ORD J.K., VERSEY G.R., 1981. *Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community*. Bath, UK : Cambridge University Press. 248 p. ISBN 978-0-521-22840-4.

CLIFF A.D., SMALLMAN-RAYNOR M., HAGGETT P., STROUPS D.R., THACKER S.B., 2009. *Infectious Diseases: Emergence and Re-emergence: a Geographical Analysis*. Oxford, UK : Oxford University Press. 763 p. ISBN 978-0-19-155405-6.

CLOZIER R., 1951. Géographie de la circulation. *L'information géographique*. Vol. 15, n° 4, p. 145-149. DOI 10.3406/ingeo.1951.1095.

CLOZIER R., 1953. La géographie humaine d'après Max Sorre. *L'information géographique*. Vol. 17, n° 5, p. 170-176. DOI 10.3406/ingeo.1953.1313.

COCKBURN T.A., 1971. Infectious diseases in ancient populations. *Current Anthropology*. Vol. 12, n° 1, p. 45-62.

COENEN-HUTHER J., 2000. La sociologie et la géographie : concepts, analogies, métaphores. *Revue européenne des sciences sociales. European Journal of Social Sciences*. n° XXXVIII-117, p. 141-158. DOI 10.4000/ress.718.

COMITÉ RÉGIONAL D'ÉLABORATION DU PSM, SERVICE RÉGIONAL DE LA PLANIFICATION DE TAMBACOUNDA, ARD TAMBACOUNDA – Agence Régionale de Développement, 2008. *Programme Social Minier (PSM)*. Dakar, Sénégal : Ministère des Mines et de l'Industrie. 25 p.

COWLING B.J., YU H., 2015. Ebola: worldwide dissemination risk and response priorities. *The Lancet*. Vol. 385, n° 9962, p. 7-9. DOI 10.1016/S0140-6736(14)61895-X.

CROSBY A.W., 2003. *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492 (30th Anniversary Edition)*. USA : Greenwood Publishing Company. 318 p. ISBN 978-0-275-98073-3.

CROWL T.A., CRIST T.O., PARMENTER R.R., BELOVSKY G., LUGO A.E., 2008. The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 6, n° 5, p. 238-246. DOI 10.1890/070151.

## D

DALECKY A., BÂ K., PIRY S., LIPPENS C., DIAGNE C.A., KANE M., SOW A., DIALLO M., NIANG Y., KONEČNÝ A., SARR N., ARTIGE E., CHARBONNEL N., GRANJON L., DUPLANTIER J.-M., BROUAT C., 2015. Range expansion of the invasive house mouse *Mus musculus domesticus* in Senegal, West Africa: a synthesis of trapping data over three decades, 1983–2014. *Mammal Review*. Vol. 45, n° 3, p. 176–190.

DALECKY A., HUTH G., BÂ K., NIANG Y., AG ATTEYINE S., KANE M., SOW A., PIRY S., LE FUR J., FGRANJON L., GROSBOIS V., 2013. Déterminer l'occupation de l'espace lorsque la détection d'une espèce est imparfaite: illustrations avec les rongeurs *Mastomys erythroleucus*, *Arvicanthis niloticus* ...et quelques autres. *Réunion annuelle du réseau RAT Sahel*. Université Gaston Berger (Saint Louis, Sénégal) : non publié.

DASZAK P., CUNNINGHAM A.A., HYATT A.D., 2000. Emerging Infectious Diseases of Wildlife - Threats to Biodiversity and Human Health. *Science*. Vol. 287, n° 5452, p. 443-449. DOI 10.1126/science.287.5452.443.

DASZAK P., CUNNINGHAM A.A., HYATT A.D., 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*. Vol. 78, n° 2, p. 103-116. DOI 10.1016/S0001-706X(00)00179-0.

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. Avignon, France : Université d'Avignon. 328 p.

DAUDÉ E., 2004. Apports de la simulation multi-agents à l'étude des processus de diffusion. *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne]. [Consulté le 5 novembre 2014]. Disponible à l'adresse : <http://cybergeo.revues.org/3835>. DOI 10.4000/cybergeo.3835.

DE LESTRANGE M.T., GESSAIN M., FOUCHIER D., CRÉPY-MONTAL G., 1986. Stratégies de lutte contre la disette au Sénégal oriental. *Journal des africanistes*. Vol. 56, n° 1, p. 35-50.

DEBRIE J., 2008. Géohistoire d'un tracé technique : frontières et réseaux en Afrique de l'ouest continentale « francophone ». *Flux*. Vol. 4, n° 70, p. 49-58.

DIA N., 2006. *Activité minière et culture cotonnière : l'exemple de la mine d'or de Sabodala au Sud-est du Sénégal*. Mémoire de Maîtrise de Géographie. Saint-Louis, Sénégal : Université Gaston Berger. 91 p.

DIALLO D., CHEN R., DIAGNE C.T., BA Y., DIA I., SALL A.A., WEAVER S.C., DIALLO M., 2013. Bloodfeeding patterns of sylvatic arbovirus vectors in southeastern Senegal. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. Vol. 107, n° 3, p. 200-203. DOI 10.1093/trstmh/trs095.

DIALLO D., SALL A.A., BUENEMANN M., CHEN R., FAYE Oum., DIAGNE C.T., FAYE Ous., BA Y., DIA I., WATTS D., WEAVER S.C., HANLEY K.A., DIALLO M., 2012. Landscape Ecology of Sylvatic Chikungunya Virus and Mosquito Vectors in Southeastern Senegal. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Vol. 6, n° 6, p. e1649. DOI 10.1371/journal.pntd.0001649.

DIALLO M., BA Y., SALL A.A., DIOP O.M., DIONE J.A., MONDO M., GIRAULT L., MATHIOT C., 2003. Amplification of the sylvatic cycle of dengue virus type 2, Senegal, 1999-2000: entomologic findings and epidemiologic considerations. *Emerging infectious diseases*. Vol. 9, n° 3, p. 362-367. DOI 10.3201/eid0903.020219.

DIALLO M., THONNON J., TRAORE-LAMIZANA M., FONTENILLE D., 1999. Vectors of Chikungunya virus in Senegal: current data and transmission cycles. *The American journal of tropical medicine and hygiene*. Vol. 60, n° 2, p. 281-286.

DIALLO M.L., 2009. Mine d'or et développement durable. *EchoGéo* [en ligne]. N° 8. [Consulté le 10 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <https://echogeo.revues.org/11103>. DOI 10.4000/echogeo.11103.

DIALLO M.M., 2015. Mobilités socio-spatiales et production territoriale en Sénégal. *EchoGéo* [en ligne]. N° 34. [Consulté le 29 avril 2016]. Disponible à l'adresse : <http://echogeo.revues.org/14411>. DOI 10.4000/echogeo.14411.

DIALLO M.M., 2016. Frontières et activités marchandes en Afrique de l'Ouest : logiques d'acteurs et fonctionnement scalaire. *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement* [en ligne]. N° 29. [Consulté le 20 avril 2016]. Disponible à l'adresse : <https://tem.revues.org/3253>. DOI 10.4000/tem.3253.

DIGOUTTE J.P., SALAUN J.J., ROBIN Y., BRES P., CAGNARD V.J., 1980. Les arboviroses mineures en Afrique centrale et occidentale. *Médecine tropicale*. Vol. 40, n° 5, p. 524-533.

DIRECTION DES EAUX ET FORÊTS, CHASSES ET DE LA CONSERVATION DES SOLS, 2015. Eaux & Forêts Sénégal. [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.eaux-forets.sn/>.

DOUANES SÉNÉGALAISES, 2015. Ouverture du corridor Dakar-Bamako par le Sud. [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.douanes-senegal.com/fr/node/349>.

DOUCOURÉ B., 2014. Développement de l'orpaillage et Mutations dans les Villages Aurifères du Sud-est du Sénégal. *Afrique et Développement*. Vol. 39, n° 2, p. 47–67.

DOUCOURÉ B., 2015. *Des pierres dans les mortiers et non du maïs ! Mutations dans les villages aurifères du sud-est du Sénégal*. Dakar, Sénégal : CODESRIA. 188 p. ISBN 978-2-86978-611-0.

DUBOIS J.-P., 1974. *Les Serer et la question des Terres Neuves au Sénégal* [en ligne]. Dakar Sénégal : Centre ORSTOM de Dakar. [Consulté le 23 août 2015]. Disponible à l'adresse : [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_4/sci\\_hum/19965.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_4/sci_hum/19965.pdf).

DUBOIS J.-P., 1999. Les Sereer et la colonisation des Terres neuves : les migrations. In LERICOLLAIS A. (éd.), *Paysans sereer : dynamiques agraires et mobilités au Sénégal*. Paris, France : IRD. p. 339-349. ISBN 978-2-7099-1441-3.

DUKES J.S., MOONEY H.A., 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 14, n° 4, p. 135-139. DOI 10.1016/S0169-5347(98)01554-7.

DUPLANTIER J.-M., BA K., BROUAT C., DALECKY A., DIAGNE C., DIALLO M., GAUTHIER P., KANE M., HUSSE L., NIANG Y., PIRY S., SARR N., SOW A., GRANJON L., 2015. Les routes d'invasion du rat noir (*Rattus rattus*) en Afrique de l'Ouest depuis le 15<sup>ème</sup> siècle et la situation actuelle au Sénégal. Communication présentée au Colloque de fin du programme CHANCIRA, 13-14 Octobre 2015, Dakar.

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 M., LE GUELTE L. (éd.), *Le rongeur et l'espace*. Paris : R. Chabaud. p. 339-346.

DUPLANTIER J.-M., GRANJON L., BA K., 1997. Répartition biogéographique des petits rongeurs au Sénégal. *Journal of African Zoology*. Vol. 111, p. 17-26.

DUPLANTIER J.-M., GRANJON L., LE FUR J., PIRY S. (éd.), 2009. *Base de Données sur les Rongeurs Sahélo-Soudaniens*. CBGP, UMR (Inra/IRD/Cirad/Montpellier SupAgro).

DURAND-DASTÈS F., 2001. Le temps, la Géographie et ses modèles. *Bulletin de la Société Géographique de Liège* [en ligne]. Vol. 40, n° 1. [Consulté le 7 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://popups.ulg.ac.be/0770-7576/index.php?id=2343>.

## **E**

ELIOT E., DAUDÉ É., 2006. Diffusion des épidémies et complexités géographiques : perspectives conceptuelles et méthodologiques. *Espace populations sociétés*. N° 2-3, p. 403-416. DOI 10.4000/eps.1867.

ELISSALDE B., 1993. La région, histoires de changements. *Espaces Temps*. Vol. 51, n° 1, p. 84-100. DOI 10.3406/espato.1993.3856.

ELISSALDE B., 2000. Géographie, temps et changement spatial. *Espace géographique*. Vol. 29, n° 3, p. 224-236. DOI 10.3406/spgeo.2000.2008.

ELISSALDE B., 2002. Une géographie des territoires. *L'information géographique*. Vol. 66, n° 3, p. 193-205. DOI 10.3406/ingeo.2002.2810.

ELISSALDE B., 2004. Spatialité. *Hypergéogéographie* [en ligne]. [Consulté le 14 décembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article6>.

ELTON C.S., 2000. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. New edition. USA : University of Chicago Press. 196 p. ISBN 978-0-226-20638-7.

ESCOFIER B., PAGÈS J., 2016. *Analyses factorielles simples et multiples : Cours et études de cas*. 5<sup>ème</sup> éd. Paris, France : Dunod. 400 p. ISBN 978-2-10-075332-1.

## **F**

FALL B., 1993. *Le travail forcé en Afrique-Occidentale française, 1900-1946*. Paris, France : Karthala. 342 p. ISBN 978-2-86537-372-7.

FANCHETTE S., 2001. Désengagement de l'État et recomposition d'un espace d'échange transfrontalier : la Haute-Casamance et ses voisins. *Autrepart*. Vol. 19, n° 3, p. 91. DOI 10.3917/autr.019.0091.

FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON ZOOSES, 1959. Joint WHO/FAO Expert Committee on Zoonoses [meeting held in Stockholm from 11 to 16 August 1958] : *second report* [en ligne]. *Technical report series*. Genève : World Health Organization. 84 p. [Consulté le 19 août 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.who.int/iris/handle/10665/40435>.

FLOERL O., INGLIS G.J., DEY K., SMITH A., 2009. The importance of transport hubs in stepping-stone invasions. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 46, n° 1, p. 37-45. DOI 10.1111/j.1365-2664.2008.01540.x.

FOUCHIER D., 1981. Marchés hebdomadaires et changements économiques dans le département de Kédougou. *Objets et Mondes*. Vol. 21, n° 4, p. 159-166.

## G

GALLIEN L., MÜNKEMÜLLER T., ALBERT C.H., BOULANGEAT I., THUILLER W., 2010. Predicting potential distributions of invasive species: where to go from here? *Diversity and Distributions*. Vol. 16, n° 3, p. 331-342. DOI 10.1111/j.1472-4642.2010.00652.x.

GARDIN J., RAYMOND R., METTOUX A.-P., 2004. Quelle sociologie pour les géographes, quelle géographie pour les sociologues? *Strates. Matériaux pour la recherche en sciences sociales* [en ligne]. N° 11. [Consulté le 12 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <https://strates.revues.org/417>.

GASQUET C., 2011. *Une géographie de la fièvre hémorragique à virus Ebola*. Thèse de doctorat en Géographie. Nanterre, France : Univ. Paris Ouest Nanterre La Défense. 490 p.

GERAD - Groupe d'Etude de Recherche et d'Appui au Développement, 2011. *Plan d'investissement communal de la commune de Goudiry*. Dakar, Sénégal : Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales. 85 p.

GERAD - Groupe d'Etude de Recherche et d'Appui au Développement, 2012. *Plan d'Investissement Communal de la commune de Kothiary*. Dakar, Sénégal : Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales.

GERMAIN M., CORNET M., MOUCHET J., HERVE J.-P., ROBERT V., CAMICAS J.-L., CORDELIER R., HERVY J.-P., DIGOUTTE J.-P., MONATH T.P., 1981. La fièvre jaune selvatique en Afrique : données récentes et conceptions actuelles. *Médecine Tropicale*. Vol. 41, n° 1, p. 31-43.

GLCN, FAO – Global Land Cover Network, Food and Agriculture Organization, 2010. Senegal Land Cover Mapping [en ligne]. Consulté le 26 juillet 2015. Disponible à l'adresse : [http://www.glcn.org/databases/se\\_landcover\\_en.jsp](http://www.glcn.org/databases/se_landcover_en.jsp)

GOLLEDGE R.G., 2002. The nature of geographic knowledge. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 92, n° 1, p. 1–14.

GOULD E.A., GALLIAN P., DE LAMBALLERIE X., CHARREL R.N., 2010. First cases of autochthonous dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality! *Clinical Microbiology and Infection*. Vol. 16, n° 12, p. 1702-1704. DOI 10.1111/j.1469-0691.2010.03386.x.

GOULD P., 1995. Epidémiologie et maladie. In BAILLY A., FERRAS R., PUMAIN D. (éd.), *Encyclopédie de géographie*. Paris : Economica. p. 949-969. ISBN 978-2-7178-2899-3.

GOULD P., 1997. The Structure of Space(S). *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*. Vol. 79, n° 3, p. 127-140.

GOULD P., WALLACE R., 1994. Spatial Structures and Scientific Paradoxes in the AIDS Pandemic. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*. Vol. 76, n° 2, p. 105-116. DOI 10.2307/490593.

GOULD P.R., 1969. *Spatial Diffusion*. Washington, DC : Association of American Geographers Commission on College Geography. Resource Paper, n°4. 80 p.

GOUVERNEMENT DU SÉNÉGAL, 2014. *Plan Sénégal Émergent - Gouvernement du Sénégal* [en ligne]. Dakar, Sénégal. 184 p. [Consulté le 16 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.gouv.sn/-Plan-Senegal-Emergent-PSE,65-.html>.

GRANJON L., DUPLANTIER J.-M., 2009. *Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne*. Marseille ; Paris, France : IRD Éditions/MNHN. 215 p. ISBN 978-2-85653-646-9.

GRATZ, 1984. The burden of rodent-borne diseases in Africa South of the Sahara. *Belgian Journal of Zoology*. N° 127, p. 71-84.

GREENACRE M., BLASIUS J. (éd.), 2006. *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods*. USA : Chapman & Hall / CRC Press. 608 p. ISBN 978-1-4200-1131-9.

GREGORY D., JOHNSTON R., PRATT G., WATTS M., WHATMORE S. (éd.), 2009. Diffusion. In *The Dictionary of Human Geography*. 5<sup>th</sup> ed. S.l. : Wiley-Blackwell. p. 160-162. ISBN 978-1-4051-3288-6.

GREGORY D., URRY J., 1985. *Social relations and spatial structures*. London, UK : Macmillan. 440 p. ISBN 978-0-333-35404-9.

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]. N° 8. [Consulté le 13 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://echogeo.revues.org/10918>.

GRMEK M.D., 1963. Géographie médicale et histoire des civilisations. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*. Vol. 18, n° 6, p. 1071-1097. DOI 10.3406/ahess.1963.421086.

GUBLER D.J., 2004. The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900 to 2003: full circle? *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. Vol. 27, n° 5, p. 319-330. DOI 10.1016/j.cimid.2004.03.013.

GUZMAN A., ISTÚRIZ R.E., 2010. Update on the global spread of dengue. *International Journal of Antimicrobial Agents*. Vol. 36, Supplement 1, p. 40-42. DOI 10.1016/j.ijantimicag.2010.06.018.

## H

HÄGERSTRAND T., 1952. *The Propagation of Innovation Waves*. Lund, Sweden : Royal University of Lund. 20 p.

HÄGERSTRAND T., 1965. A Monte Carlo Approach to Diffusion. *European Journal of Sociology*. Vol. 6, n° 1, p. 43–67. DOI 10.1017/S0003975600001132.

HÄGERSTRAND T., 1966. Aspects of the Spatial Structure of Social Communication and the Diffusion of Information. *Papers in Regional Science*. Vol. 16, n° 1, p. 27-42. DOI 10.1111/j.1435-5597.1966.tb01326.x.

HÄGERSTRAND T., 1967. *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. Chicago, USA : University of Chicago Press. 334 p. ISBN 978-0-226-31261-3.

HAGGETT P., 1994. Prediction and Predictability in Geographical Systems. *Transactions of the Institute of British Geographers*. Vol. 19, n° 1, p. 6-20. DOI 10.2307/622443.

HAGGETT P., 2000. *The Geographical Structure of Epidemics*. Oxford, UK : Oxford University Press. 149 p. ISBN 0-19-924145-7.

HAGGETT P., CLIFF A.D., FREY A.E., 1977. *Locational analysis in human geography*. New York, NY : John Wiley & Sons. 605 p. ISBN 978-0-470-99209-8.

HANDSCHUMACHER P., 2011. Dynamique des espaces à risques sanitaires dans les pays du Sud : des systèmes entre tropicalité et mal-développement. In BART F. (éd.), *Natures tropicales : enjeux actuels et perspectives*. Bordeaux, France : Presses Universitaires Bordeaux. ISBN 978-286781729.

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*. Vol. 18, n° 2, p. 195-208. DOI 10.3406/espos.2000.1941.

HANDSCHUMACHER P., HERVOUËT J.P., 2004. Des systèmes pathogènes à la santé publique: une nouvelle dimension pour la géographie de la santé tropicale. *Autrepart*. Vol. 1, n° 29, p. 47-64.

HANDSCHUMACHER P., LAFFLY D., HERVOUËT J.-P., 2003. De l'écologie des maladies à la mise en évidence d'indicateurs de risque sanitaire. *Historiens et Géographes*. n° 379, p. 297-307.

HANDSCHUMACHER P., TALLA I., HÉBRARD G., HERVÉ J.-P., 1998. D'une urgence en santé publique à une géographie de la santé à Richard-Toll. In HERVÉ J.-P., BRENGUES J. (éd.), *Aménagements hydro-agricoles et santé (vallée du fleuve Sénégal) : Colloque « Eau et Santé », Dakar (Sénégal), 14-15 Nov. 1994*. Paris : ORSTOM. p. 151-168. ISBN 978-2-7099-1388-1.

HARPER K., ARMELAGOS G., 2010. The Changing Disease-Scape in the Third Epidemiological Transition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 7, n° 2, p. 675-697. DOI 10.3390/ijerph7020675.

HASTINGS A., CUDDINGTON K., DAVIES K.F., DUGAW C.J., ELMENDORF S., FREESTONE A., HARRISON S., HOLLAND M., LAMBRINOS J., MALVADKAR U., MELBOURNE B.A., MOORE K., THOMSON D., 2005. The spatial spread of

invasions: new developments in theory and evidence. *Ecology Letters*. Vol. 8, n° 1, p. 91-101. DOI 10.1111/j.1461-0248.2004.00687.x.

HATCHER M.J., DICK J.T.A., DUNN A.M., 2012. Disease emergence and invasions. *Functional Ecology*. Vol. 26, n° 6, p. 1275-1287. DOI 10.1111/j.1365-2435.2012.02031.x.

HEGER T., TREPL L., 2003. Predicting biological invasions. *Biological Invasions*. Vol. 5, n° 4, p. 313–321.

HELLMANN J.J., BYERS J.E., BIERWAGEN B.G., DUKES J.S., 2008. Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. *Conservation Biology*. Vol. 22, n° 3, p. 534-543. DOI 10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x.

HERRICK C., [sans date]. Global Health, Geographical Contingency, and Contingent Geographies. [en ligne]. 35 p. [Consulté le 14 juin 2016]. Disponible à l'adresse : [http://www.academia.edu/download/40979806/Global\\_health\\_geography\\_AAG\\_edited\\_2.pdf](http://www.academia.edu/download/40979806/Global_health_geography_AAG_edited_2.pdf)

HERVOUËT J.-P., HANDSCHUMACHER P., LAFFLY D., 2004. Mobilités et espaces partagés au centre du risque sanitaire: l'exemple des endémies tropicales à transmission vectorielle. In GILBERT D. (éd.), *Espaces tropicaux et risques : du local au global : Actes des 10<sup>èmes</sup> journées de géographie tropicale, 24-26 septembre 2003*. Orléans, France : Presses Universitaires d'Orléans. p. 127-158.

HERVOUËT J.-P., HANDSCHUMACHER P., PARIS F., SALEM G., 1995. De la géographie des grandes endémies à la géographie de la santé et à la géographie tout court : vingt ans de travaux de l'ORSTOM en Afrique. *Espace, populations, sociétés*. Vol. 13, n° 1, p. 59-65. DOI 10.3406/espos.1995.1671.

HERVOUËT J.-P., LAVEISSIÈRE C., 1987. Les grandes endémies : l'espace social coupable. *Politique Africaine*. N° 28, p. 21-32.

HOBBS R.J., MOONEY H.A., 2005. Invasive Species in a Changing World: the Interactions between Global Change and Invasives. In MOONEY H.A., MACK R.N., MCNEELY J.A., NEVILLE L.E., SCHEI P.J., WAAGE J.K. (éd.), *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. Washington, DC : Island Press. p. 310-331. ISBN 978-1-59726-288-0.

HUBBARD P., KITCHIN R., 2010. *Key Thinkers on Space and Place*. 2<sup>nd</sup> éd. London, UK : Sage. 528 p. ISBN 978-1-4462-5972-6.

HULME P.E., 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 46, n° 1, p. 10-18. DOI 10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x.

HULME P.E., BACHER S., KENIS M., KLOTZ S., KUHN I., MINCHIN D., NENTWIG W., OLENIN S., PANOV V., PERGL J., PYSEK P., ROQUES A., SOL D., SOLARZ W., VILA M., 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 45, n° 2, p. 403-414. DOI 10.1111/j.1365-2664.2007.01442.x.

HUSSON F., JOSSE J., PAGES J., 2010. Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? *Technical Report AgroCampus, Applied Mathematics Department*, [en ligne]. 17 p. [Consulté le 25 janvier 2016]. Disponible à l'adresse : [http://raptor1.bizlab.mtsu.edu/S-Drive/TEFF/Rlib/library/FactoMineR/doc/clustering\\_and\\_principal\\_component\\_methods.pdf](http://raptor1.bizlab.mtsu.edu/S-Drive/TEFF/Rlib/library/FactoMineR/doc/clustering_and_principal_component_methods.pdf).

## I

IGUE O.J., 1989. Le développement des périphéries nationales en Afrique. In ANTHEAUME B., BLANC-PAMARD C., CHALÉARD J.L., DUBRESSON A., LASSAILLY-JACOB V., MARCHAL J.-Y., PILLET-SCHWARTZ A.M., POURTIER R., RAISON J.-P., SEVIN O., PINTON F. (éd.), *Tropiques : lieux et liens : florilège offert à Paul Pelissier et Gilles Sautter*. Paris, France : ORSTOM. p. 594-605. ISBN 2-7099-0936-7

IGUE O.J., 1995. *Le territoire et l'état en Afrique: les dimensions spatiales du développement*. Paris, France : Karthala. 277 p. ISBN 978-2-86537-591-2.

INSTITUT PIERRE LOUIS UMR S 1136, INSERM, UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE, 2012. Tableau des tests statistiques d'hypothèse. *BiostaTGV - Statistiques en ligne* [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.u707.jussieu.fr/biostatgv/>.

ISAÄCSON M., 1989. Airport malaria: a review. *Bulletin of the World Health Organization*. Vol. 67, n° 6, p. 737-743.

IUCN, SSC, ISSG – International Union for Conservation of Nature, Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, 2008. About Invasive Species. *Invasive*

*Species Specialist Group (ISSG)* [en ligne]. [Consulté le 22 avril 2016]. Disponible à l'adresse : [http://www.issg.org/is\\_what\\_are\\_they.htm](http://www.issg.org/is_what_are_they.htm).

Muséum National d'Histoire Naturelle, 2016. *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) : fiche descriptive. *Inventaire National du Patrimoine Naturel* [en ligne]. [Consulté le 1 juillet 2016]. Disponible à l'adresse : [http://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/61587/tab/fiche](http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/61587/tab/fiche)

## **J**

JACOBI L., BOCQUET-APPEL J.-P., 1997. Diffusion spatiale de la contraception en Grande-Bretagne, à l'origine de la transition. *Population*. Vol. 52, n° 4, p. 977–1004.

JONES K.E., PATEL N.G., LEVY M.A., STOREYGUARD A., BALK D., GUITTLEMAN J.L., DASZAK P., 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. Vol. 451, n° 7181, p. 990-993. DOI 10.1038/nature06536.

## **K**

KEESING F., BELDEN L.K., DASZAK P., DOBSON A., HARVELL C.D., HOLT R. D., HUDSON P., JOLLES A., JONES K.E., MITCHELL C.E., MYERS S.S., BOGICH T., OSTFELD R.S., 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*. Vol. 468, n° 7324, p. 647-652. DOI 10.1038/nature09575.

KING N.B., 2004. The scale politics of emerging diseases. *Osiris*. Vol. 19, p. 62-76.

KNOBLER S., LEMON S., PRAY L., MAHMOUD A. (éd.), 2006. *The Impact of Globalization on Infectious Disease Emergence and Control: Exploring the Consequences and Opportunities: Workshop Summary* [en ligne]. Institute of Medicine (US) Forum on Microbial Threats. Washington (DC) : National Academies Press (US). [Consulté le 12 septembre 2015]. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. ISBN 978-0-309-10098-4. Disponible à l'adresse : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56589/>. NBK56589

KONEČNÝ A., 2009. Consequences of anthropogenic changes on rodent communities and populations: study cases on native and introduced species in Eastern Senegal. PhD thesis in Population biology and ecology. Montpellier, France : Masaryk University et Université Montpellier 2.

KONEČNÝ A., ESTOUP A., DUPLANTIER J.-M., BRYJA J., BA K., GALAN M., TATARD C., COSSON J.-F., 2013. Invasion genetics of the introduced black rat (*Rattus rattus*) in Senegal, West Africa. *Molecular Ecology*. Vol. 22, n° 2, p. 286-300. DOI 10.1111/mec.12112.

KONSTANTINOV O.K., DIALLO S.M., INAPOGI A.P., BA A., KAMARA S.K., 2006. The mammals of Guinea as reservoirs and carriers of arboviruses. *Med Parazitol (Mosk)*. N° 1, p. 34-39.

KYLE J.L., HARRIS E., 2008. Global Spread and Persistence of Dengue. *Annual Review of Microbiology*. Vol. 62, n° 1, p. 71-92. DOI 10.1146/annurev.micro.62.081307.163005.

## L

LABASSE J., 1954. Le « Dakar-Niger » et sa zone d'action. *Revue de géographie de Lyon*. Vol. 29, n° 3, p. 183-204. DOI 10.3406/geoca.1954.1959.

LADURIE E.L.R., 1974. L'histoire immobile. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. Vol. 29, n° 3, p. 673-692. DOI 10.3406/ahess.1974.293501.

LANGLOIS P., DAUDÉ E., 2007. Concepts et modélisations de la diffusion géographique. *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne]. [Consulté le 23 juin 2015]. Disponible à l'adresse : <http://cybergeo.revues.org/2898>. DOI 10.4000/cybergeo.2898.

LARRUE S., 2002. Le Parc National du Niokolo-Koba : un exemple de rupture entre le milieu et la société mandingue (Sénégal Oriental) ? *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*. Vol. 55, n° 218, p. 149-174.

LE BRIS E., 2005. La décentralisation : émergence d'un nouvel espace de politique au niveau local ou fragmentation du politique ? In COLL J.L., GUIBBERT J.-J. (éd.), *L'aménagement au défi de la décentralisation en Afrique de l'Ouest*. Toulouse, France : Presses Univ. du Mirail. p. 61-76. ISBN 978-2-85816-789-0.

LEDERBERG J., SHOPE R.E., OAKS S.C.J. (éd.), 1992. *Emerging Infections:: Microbial Threats to Health in the United States*. Washington, DC : National Academies Press. Committee on Emerging Microbial Threats to Health. 312 p. ISBN 978-0-309-04741-8.

- LEE K., 2003. *Globalization and Health: An Introduction*. London, UK : Palgrave Macmillan. 250 p. ISBN 978-0-333-80255-7.
- LEICHENKO R., O'BRIEN K., 2008. *Environmental Change and Globalization: Double Exposures*. Oxford, UK : Oxford University Press. 192 p. ISBN 978-0-19-988426-1.
- LERICOLLAIS A., 1999. *Paysans sereer: dynamiques agraires et mobilités au Sénégal*. Paris, France : IRD. 668 p. ISBN 978-2-7099-1441-3.
- LESOURD M., 2000. Agricultures et espaces ruraux africains en devenir. *Revue de Géographie de Saint-Louis*. N° 1, p. 102-121.
- LESOURD M., 2001. Le coton au Sénégal Oriental : crise environnementale ou crise sociale et institutionnelle ? *Actes du Colloque « Un produit, une filière, un territoire », Toulouse, 21-23 mai 2001*. Toulouse, France : Univ. Toulouse Le Mirail, Laboratoire Dynamiques Rurales.
- LESOURD M., NINOT O., 2006. Un divorce au Sénégal : le chemin de fer « Dakar-Niger » et la route nationale. *Le chemin de fer den Afrique*. Paris, France : Karthala, Prodig, SEDET. p. 105-126. ISBN 978-2-84586-643-0.
- LIMA S., 2005. La frontière « impossible » ? Espace mobile, frontière et territoire. Le cas de la région de Kayes (Mali). *Espace populations sociétés*. N° 2, p. 277-291. DOI 10.4000/eps.3103.
- LIMA S., 2013. Territoires multisitués et circulation migratoire. *L'Espace géographique*. Vol. 42, n° 4, p. 340-353.
- LOMBARD J., NINOT O., 2010. Connecter et intégrer: les territoires et les mutations des transports en Afrique. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*. N° 1, p. 69–86.
- LOMBARD J., NINOT O., 2013. Des axes et des pôles: corridors ouest-africains et développement territorial au Mali. *Géotransports*. N° 1-2, p. 191–204.
- LOMBARD J., STECK B., CISSOKHO S., 2013. Les transports sénégalais: ancrages internationaux et dérives locales. In DIOP M.C. (éd.), *Sénégal (2000-2012): les institutions et politiques publiques à l'épreuve d'une gouvernance libérale*. Paris, France : CRES, Karthala. p. 643–671.

LOUNIBOS L.P., 2002. Invasions by Insect Vectors of Human Disease. *Annual Review of Entomology*. Vol. 47, n° 1, p. 233-266. DOI 10.1146/annurev.ento.47.091201.145206.

LOURIA D.B., 2000. Emerging and re-emerging infections: the societal determinants. *Futures*. Vol. 32, n° 6, p. 581-594.

## M

MACKIAN S., 2009. The Art of Geographic Interpretation. In DELYSER D., HERBERT S., AITKEN S., CRANG M., MCDOWELL L. (éd.), *The SAGE Handbook of Qualitative Geography*. London, UK : SAGE. p. 359-372. ISBN 978-1-4462-0656-0.

MAFART B., PERRET J.-L., 1998. Histoire du concept de quarantaine. *Médecine Tropicale*. Vol. 58, n° 2, p. 14-20.

MAGRIN G., 2005. Les décentralisations doivent-elles prendre en compte les relations villes/campagnes ? Quelques réflexions sur Saint Louis et la vallée du fleuve Sénégal. In COLL J.L., GUIBBERT J.-J. (éd.), *L'aménagement au défi de la décentralisation en Afrique de l'Ouest*. Toulouse, France : Presses Univ. du Mirail. p. 163-180. ISBN 978-2-85816-789-0.

MAGRIN G., NINOT O., 2005. Les zones soudaniennes du Tchad et du Sénégal : deux Suds enclavés entre mondialisation et marginalisation. *Espace populations sociétés*. N° 1, p. 15-30. DOI 10.4000/eps.2664.

MANCHUELLE F., 2004. *Les diasporas des travailleurs soninké (1848-1960): migrants volontaires*. Paris, France : Karthala. 352 p. ISBN 978-2-84586-535-8.

MARTENS P., HALL L., 2000. Malaria on the move: human population movement and malaria transmission. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. 6, n° 2, p. 103-109. DOI 10.3201/eid0602.000202.

MASSEY D., 2005. *For Space*. Thousand Oaks, CA : SAGE. 222 p. ISBN 1-4129-0361-0

MATTHEWS J.A., HERBERT D.T., 2004. *Unifying Geography: Common Heritage, Shared Future*. New York, NY : Routledge. 416 p. ISBN 978-0-415-30544-0.

MAY J.M., 1958. *The Ecology of Human Disease*. New York, NY : MD Publications. 328 p. ISBN 0585-6906.

MAYER J.D., 2000. Geography, ecology and emerging infectious diseases. *Social Science & Medicine*. Vol. 50, n° 7-8, p. 937–952. DOI 10.1016/S0277-9536(99)00346-9.

MBODJ F.B., 2009. Boom aurifère et dynamiques économiques entre Sénégal, Mali et Guinée. *EchoGéo* [en ligne]. N° 8. [Consulté le 15 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <https://echogeo.revues.org/11034>. DOI 10.4000/echogeo.11034.

MBODJ F.B., 2010. Enjeux de gouvernance autour des territoires et des acteurs concernés par l'exploitation des mines d'or de l'est du Sénégal, l'ouest du Mali et le nord-est de la République de Guinée. *4èmes Journées INRA-SFER-CIRAD de recherches en sciences sociales*. Paris, France : SFER.

MBODJ F.B., 2011. *Boom aurifère à l'est du Sénégal; l'ouest du Mali et au nord-est de la Guinée : mutations socio-économiques et spatiales d'anciennes marges géographiques et économiques*. Thèse de doctorat en Géographie. Paris, France : Université Paris 1, Université Gaston Berger. 323 p.

M'BOKOLO E., 1982. Peste et société urbaine à Dakar : l'épidémie de 1914. *Cahiers d'études africaines*. Vol. 22, n° 85, p. 13-46. DOI 10.3406/cea.1982.2272.

MBOW C., MERTZ O., DIOUF A., RASMUSSEN K., REENBERG A., 2008. The history of environmental change and adaptation in eastern Saloum–Senegal—Driving forces and perceptions. *Global and Planetary Change*. Vol. 64, n° 3–4, p. 210-221. DOI 10.1016/j.gloplacha.2008.09.008.

MBOW L.S., 1983. Problématique du développement régional au Sénégal Orienta : approche géographique. *Annales de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Dakar*. N° 13, p. 205-229.

MBOW L.S., 2013. La production du territoire sénégalais. *Liens Nouvelle Série, UCAD, FASTEF* [en ligne]. N° 17. 37 p. Disponible à l'adresse : [https://fastef.ucad.sn/LIEN17/liens17\\_lsmbow.pdf](https://fastef.ucad.sn/LIEN17/liens17_lsmbow.pdf).

MC MICHAEL A.J., 2004. Environmental and social influences on emerging infectious diseases: past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. Vol. 359, n° 1447, p. 1049-1058. DOI 10.1098/rstb.2004.1480.

MCNEILL W., 2010. *Plagues and Peoples*. Nouvelle édition. New York, NY : Knopf Doubleday. 368 p. ISBN 978-0-385-12122-4.

MDCL – Ministère du Développement et des Collectivités Locales, 2005. *Plan d'investissement communal de la commune de Bakel (2005-2010)*. Dakar, Sénégal. Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales. 31 p.

MEADE M.S., EMCH M., 2010. Disease Diffusion in Space. In *Medical Geography*. 3<sup>rd</sup> éd. New York, NY : Guilford Press. p. 351-406. ISBN 978-1-60623-016-9.

MEERBURG B.G., SINGLETON G.R., KIJLSTRA A., 2009. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical Reviews in Microbiology*. Vol. 35, n° 3, p. 221-270. DOI 10.1080/10408410902989837.

MÉNARD B., 2003. Évolutions et expansion géographique de la dengue. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé*. Vol. 13, n° 2, p. 89-94.

MILLS J.N., YATES T.L., CHILDS J.E., PARMENTER R.R., KSIAZEK T.J., ROLLIN P.E., PETERS C.J., 1995. Guidelines for Working with Rodents Potentially Infected with Hantavirus. *Journal of Mammalogy*. Vol. 76, n° 3, p. 716-722. DOI 10.2307/1382742.

MITCHELL P., 2003. The Archaeological Study of Epidemic and Infectious Disease. *World Archaeology*. Vol. 35, n° 2, p. 171-179.

MONLUN E., ZELLER H.G., LE GUENNO B., TRAORE 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). *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*. Vol. 86, n° 1, p. 21-28.

MONLUN E., ZELLER H.G., TRAORE LAMIZANA M., HERVY J.-P., ADAM F., MONDO M, DIGOUTTE J.-P., 1992. Caractères cliniques et épidémiologiques de la dengue 2 au Sénégal. *Médecine et Maladies Infectieuses*. Vol. 22, n° 8-9, p. 718-721. DOI 10.1016/S0399-077X(05)81326-5.

MORRILL R., 1968. Waves of Spatial Diffusion. *Journal of Regional Science*. Vol. 8, n°1, p. 1-18.

MORRILL R., GAILE G.L., THRALL G.I., 1988. *Spatial Diffusion*. Thousand Oaks, CA : SAGE. 86 p. ISBN 978-0-608-04319-7.

MORSE S.S., 1990. Regulating viral traffic. *Issues in Science and Technology*. Vol. 7, n° 1, p. 81-84.

MORSE S.S., 1991. The origins of 'new' viral diseases. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. Vol. 9, n° 2, p. 207-228. DOI 10.1080/10590509109373407.

MORSE S.S., 1995. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerging infectious diseases*. Vol. 1, n° 1, p. 7-15. DOI 10.3201/eid0101.950102.

MORSE S.S., 1997. The Public Health Threat of Emerging Viral Disease. *Journal of nutrition*. Vol. 125, n° 5, p. 951-957.

MOUCHET J., 2004. *Biodiversité du paludisme dans le monde*. Paris, France : John Libbey Eurotext. 420 p. ISBN 978-2-7420-0452-2.

MOUCHET J., CARNEVALE P., COOSEMANS M., FONTENILLE D., RAVAONJANAHARY C., RICHARD A., ROBERT V., 1993. Typologie du paludisme en Afrique. *Santé: Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones*. Vol. 3, n° 4, p. 220-238.

## **N**

NAKACHE J.-P., CONFAIS J., 2004. Chapitre 1 Classification ascendante hiérarchique. In *Approche pragmatique de la classification: Arbres hiérarchiques, Partitionnements*. Paris, France : Editions TECHNIP. p. 14-64. ISBN 978-2-7108-0848-0.

NDIAYE I., TOURE S., 2011. *Etude du coût du transport sur le corridor Dakar - Bamako*. Bamako, Mali : International Resources Group (IRG), USAID. 90 p.

NDONG J.-B., 1995. L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement. *Revue de géographie de Lyon*. Vol. 70, n° 3, p. 193-198. DOI 10.3406/geoca.1995.4212.

NIANE D.T., 1989. *Histoire des Mandingues de l'Ouest: le royaume du Gabou*. Paris, France : Karthala, ARSAN. 224 p. ISBN 978-2-86537-236-2.

NIANG A., 2012. *Mining as Development? Corporate/Community Relationships in the New Gold Mining Sector of West Africa: The Case of Sabodala, Senegal* [en ligne]. PhD thesis in Anthropology. Tucson, USA : University of Arizona. 244 p. [Consulté le 24 janvier 2014]. Disponible à l'adresse : <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/242396>.

NIANG K., 2014. *Dans les mines d'or du Sénégal Oriental. La fin de l'orpaillage ?* Paris, France : Harmattan. 198 p. ISBN 978-2-296-99859-9.

NICOLLE C., 2013. *Destin des maladies infectieuses*. Nouvelle Edition. S.l. : Presses Électroniques de France. 191 p. ISBN 979-10-223-0029-2.

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. Rouen, France : Université de Rouen. 460 p.

NINOT O., LESOURD M., LOMBARD J., 2001. Incertitude des transports et illusions des échanges dans les campagnes du Sénégal. *Actes du Colloque SITRASS, 22-27 Juillet 2001, Séoul, Corée* [en ligne]. [ Consulté le 15 Septembre 2015]. p. 17. Disponible à l'adresse : [http://georouen.univ-rouen.fr/spip/IMG/pdf/Ch.5.Lesourd\\_M.-Lombard\\_J.-Ninot\\_O.pdf](http://georouen.univ-rouen.fr/spip/IMG/pdf/Ch.5.Lesourd_M.-Lombard_J.-Ninot_O.pdf).

NINOT O., LESOURD M., LOMBARD J., 2002. Nouveaux espaces, nouvelles centralités : échanges et réseaux en milieu rural sénégalais. *Historiens et Géographes*. N° 379, p. 141-152.

NINOT O., LOMBARD J., 2015. À la recherche des trafics candidats à la diffusion des rongeurs au Sénégal : du sac de riz au conteneur. Communication présentée au Colloque de fin du programme CHANCIRA, 13-14 Octobre 2015, Dakar.

NUNN N., QIAN N., 2010. The Columbian Exchange: A History of Disease, Food, and Ideas. *The Journal of Economic Perspectives*. Vol. 24, n° 2, p. 163-188.

## O

OMS – Organisation Mondiale de la Santé, 2011. Fièvre jaune au Sénégal. *Alerte et action au niveau mondial (GAR)* [en ligne]. [Consulté le 6 mars 2013]. Disponible à l'adresse : [http://www.who.int/csr/don/2011\\_12\\_01/fr/index.html](http://www.who.int/csr/don/2011_12_01/fr/index.html).

OMS – Organisation Mondiale de la Santé, 2015. Chikungunya – Sénégal. *Bulletin d'Information sur les Flambées épidémiques* [en ligne]. [Consulté le 13 décembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.who.int/entity/csr/don/14-september-2015-chikungunya/fr/index.html>.

O'SULLIVAN D., UNWIN D.J., 2003. Chapter 11 Multivariate Data, Multidimensional Space and Spatialization. In *Geographic Information Analysis*. New York, NY : John Wiley & Sons. p. 315-355. ISBN 978-0-471-21176-1.

## P

PATTERSON K.D., PYLE G.F., 1991. The geography and mortality of the 1918 influenza pandemic. *Bulletin of the History of Medicine*. Vol. 65, n° 1, p. 4-21.

PAVLOVSKY E.N., 1966. *Natural Nidality of Transmissible Disease with Special Reference to Landscape Epidemiology of Zoonthroponosos*. Urbana, Ill : University of Illinois.

PFEFFER M., DOBLER G., 2010. Review Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasites & Vectors*. [en ligne]. Vol. 3, n° 35. [Consulté le 3 novembre 2014]. Disponible à l'adresse : <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1756-3305-3-35.pdf>. DOI 10.1186/1756-3305-3-35.

PICHERAL H., 1983. Complexes et systèmes pathogènes: Approche géographique. *De l'épidémiologie à la géographie humaine (Travaux et documents de géographie tropicale)*. Bordeaux, France : CEGET, ACCT, CNRS. p. 5-22.

PICHERAL H., 2001. *Dictionnaire raisonné de géographie de la santé*. Montpellier, France : Presses Universitaires de la Méditerranée. 308 p. ISBN 978-2-84269-428-9.

POST J., SNEL M., 2003. The impact of decentralised forest management on charcoal production practices in Eastern Senegal. *Geoforum*. Vol. 34, n° 1, p. 85–98.

POURTIER R., 2014. *Afriques noires: héritages et mutations*. 3<sup>ème</sup> éd. Paris, France : Hachette supérieur. 288 p. ISBN 978-2-01-140341-4.

PRINS J., MCCORMACK D., MICHELSON D., HORELL K., 2012. Chapter 7 Product and Process Comparisons. In *NIST/SEMATECH E-Handbook of Statistical Methods* [en ligne]. [Consulté le 13 décembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>.

PROST B., 2004. Marge et dynamique territoriale. *Géocarrefour*. Vol. 79, n° 2, p. 175-182. DOI 10.4000/geocarrefour.695.

PYLE G.F., 1969. The Diffusion of Cholera in the United States in the Nineteenth Century. *Geographical Analysis*. Vol. 1, n° 1, p. 59-75. DOI 10.1111/j.1538-4632.1969.tb00605.x.

PYLE G.F., 1986. *The Diffusion of Influenza: Patterns and Paradigms*. Lanham, Md. : Rowman & Littlefield. 240 p. ISBN 978-0-8476-7429-9.

PYLE G.F., PATTERSON K.D., 1984. Influenza Diffusion in European History: Patterns and Paradigms. *Ecology of Disease*. N° 2, p. 173-184.

PYŠEK P., RICHARDSON D.M., 2010. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources*. Vol. 35, n° 1, p. 25-55. DOI 10.1146/annurev-environ-033009-095548.

## R

RAFFESTIN C., 1986. Ecogénèse territoriale et territorialité. In AURIAC F., BRUNET R. (éd.), *Espaces, jeux et enjeux*. Paris, France : Fayard et Fondation Diderot. P. 175-185 ISBN 978-2-213-01864-5.

RAFFESTIN C., 1984. La diffusion. In BAILLY A. (éd.), *Les concepts de la géographie humaine*. Paris, France : Masson. p.189-193. ISBN 978-2-225-80290-4.

RAKOTOMALALA R., 2005. TANAGRA : un logiciel gratuit pour l'enseignement et la recherche. *EGC'2005, RNTI-E-3* [en ligne]. Vol. 2, p. 697-702. [Consulté le 15 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/fr/tanagra.html>.

RAKOTOMALALA R., 2008. *Comparaison de population. Tests non paramétriques*. [en ligne]. Lyon, France : Université Lumière Lyon 2. 201 p. [Consulté le 15 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : [eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp\\_Pop\\_Tests\\_Nonparametriques.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf).

RAKOTOMALALA R., 2013. *Comparaison de population. Tests Paramétriques*. [en ligne]. Lyon, France : Université Lumière Lyon 2. 109 p. [Consulté le 15 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp\\_Pop\\_Tests\\_Parametriques.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Parametriques.pdf).

RANÇON A., 1895. *Dans la Haute-Gambie: voyage d'exploration scientifique, 1891-1892* [en ligne]. Paris, France : Société d'Éditions Scientifiques. 618 p. [Consulté le 15 septembre 2015]. Disponible à l'adresse : <https://archive.org/details/danslehautegambi00ran>.

RELMAN D.A., CHOFFNES E.R., MACK A., 2010. *Infectious Disease Movement in a Borderless World: Workshop Summary*. Washington, DC : National Academies Press.

Forum on Microbial Threats; Board on Global Health; Institute of Medicine. 322 p. ISBN 978-0-309-14447-6.

RETAILLÉ D., 1993. Afrique : le besoin de parler autrement qu'en surface. *Espaces Temps*. Vol. 51, n° 1, p. 52-62. DOI 10.3406/espat.1993.3853.

RETAILLÉ D., 2005. L'espace mobile. In ANTHEAUME B., GIRAUT F. (éd.), *Le territoire est mort. Vive les territoires*. Paris, France : IRD. p. 175–202.

RETAILLÉ D., 2010. Au terrain, un apprentissage. *L'Information géographique*. Vol. 74, n° 1, p. 84. DOI 10.3917/lig.741.0084.

RETAILLÉ D., 2011. La transformation des formes de la limite. *Articulo - Journal of Urban Research* [en ligne]. N° 6. [Consulté le 23 août 2015]. Disponible à l'adresse : <https://articulo.revues.org/1723>. DOI 10.4000/articulo.1723.

RETAILLÉ D., 2014. De l'horizon borné à l'horizon ouvert. *Bulletin de la Société de géographie de Liège*. Vol. 62, n° 1, p. 7-14.

ROCHE B., LÉGER L., L'AMBERT G., LACOUR G., FOUSSADIER R., BESNARD G., BARRE-CARDI H., SIMARD F., FONTENILLE D., 2015. The Spread of *Aedes albopictus* in Metropolitan France: Contribution of Environmental Drivers and Human Activities and Predictions for a Near Future. *PLoS ONE*. Vol. 10, n° 5, p. e0125600. DOI 10.1371/journal.pone.0125600.

ROCHEBRUNE A.T., 1883. *Faune de la Sénégambie: mammifères* [en ligne]. Paris, France : Octave Doin. 160 p. [Consulté le 23 août 2015]. Disponible à l'adresse : <https://archive.org/details/faunedelasenegam01roch>.

ROGERS E.M., 2003. *Diffusion of Innovations*. 5<sup>th</sup> éd. New York, NY : Simon and Schuster. 576 p. ISBN 978-0-7432-5823-4.

ROSEVEAR D.R., 1969. *The Rodents of West Africa*. London, UK : British Museum (Natural History). 604 p. ISBN 978-0-565-00677-8.

## **S**

SABEL C.E., PRINGLE D., SCHÆRSTRÖM A., 2009. Chapter 7 Infectious Disease Diffusion. In BROWN T., MCLAFFERTYESSOR S., MOONESSOR G. (éd.), *A Companion to Health and Medical Geography*. New York, NY : Wiley-Blackwell. p. 111-132. ISBN 978-1-4443-1476-2.

SAKHO P., 1991. *Evolution des escales ferroviaires du bassin arachidier oriental jusqu'à la fin des années 1980 (Sénégal)*. Thèse de doctorat en Géographie. Dakar, Sénégal : Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 161 p.

SAKHO P., 2005. Marginalisation et enclavement en Afrique de l'Ouest: l'«espace des trois frontières» sénégalais. *Espace populations sociétés*. N° 1, p. 163–168.

SALEM G., 1995. Géographie de la santé, santé de la géographie. *Espace, populations, sociétés*. Vol. 13, n° 1, p. 25-30. DOI 10.3406/espos.1995.1667.

SALEM G., 1998. *La santé dans la ville : géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Paris, France : Karthala, ORSTOM. 360 p. ISBN 2-86537-826-8.

SALEM G., 1999. Espace, santé et territoire en zone intertropicale. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé*. Vol. 8, p. 419-20.

SALUZZO J.-F., DODET B., 1999. *Emergence and Control of Rodent-Borne Viral Diseases*. Amsterdam : Elsevier. 296 p. ISBN 978-2-84299-114-2.

SALUZZO J.-F., VIDAL P., GONZALEZ J.-P., 2004. *Les virus émergents*. Paris, France : IRD. 188 p. ISBN 978-2-7099-1539-7.

SANTOS M., BASTOS R., VICENTE J., BERGER U., SILVEIRA SOARES FILHO B., RODRIGUES H., ALONSO J., GUERRA C., MARTINS J., HONRADO J., CABRAL J., CANNING-CLODE J., 2016. Chapter 17 Anticipating Invasions and Managing Impacts: A Review of Recent Spatiotemporal Modelling Approaches. In CANNING-CLODE J. (éd.), *Biological Invasions in Changing Ecosystems: Vectors, Ecological Impacts, Management and Predictions* [en ligne]. Berlin : De Gruyter Open. p. 389-410. ISBN 978-3-11-043865-9. Disponible à l'adresse : <https://www.degruyter.com/view/books/9783110438666/9783110438666-024/9783110438666-024.xml>.

SAUTTER G., 1973. Recherches en cours sur les villes d'Afrique noire: thèmes et problèmes: Point de vue d'un géographe. *Cahiers d'Études Africaines*. Vol. 13, n° 51, p. 405-416.

SHIELS A.B., PITT W.C., SUGIHARA R.T., WITMER G.W., 2014. Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. *Rattus rattus*, the Black Rat (Rodentia: Muridae). *Pacific Science*. Vol. 68, n° 2, p. 145-184. DOI 10.2984/68.2.1.

SIKES R.S., Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists, 2016. 2016 Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of Mammalogy*. Vol. 97, n° 3, p. 663-688. DOI 10.1093/jmammal/gyw078.

SIMBERLOFF D., 2000. Global climate change and introduced species in United States forests. *Science of The Total Environment*. Vol. 262, n° 3, p. 253-261. DOI 10.1016/S0048-9697(00)00527-1.

SINOUE A., 1993. *Comptoirs et villes coloniales du Sénégal : Saint-Louis, Gorée, Dakar*. Paris, France : Karthala. 364 p. ISBN 2-86537-392-2.

SKOLE D.L., 2004. Geography as a Great Intellectual Melting Pot and the Preeminent Interdisciplinary Environmental Discipline. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 94, n° 4, p. 739-743. DOI 10.1111/j.1467-8306.2004.00429.x.

SORRE M., 1933. Complexes pathogènes et géographie médicale. *Annales de Géographie*. Vol. 42, n° 235, p. 1-18. DOI 10.3406/geo.1933.10619.

SOW A., FAYE O., FAYE O., DIALLO D., SADIO B.D., WEAVER S.C., DIALLO M., SALL A.A., 2014 a. Rift Valley Fever in Kedougou, Southeastern Senegal, 2012. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. 20, n° 3, p. 504-506. DOI 10.3201/eid2003.131174.

SOW A., FAYE O., FAYE O., DIALLO M., NDIAYE Y., BA I.O., YACTAYO S., SALL A.A., 2014 b. Yellow fever immunity assessment in Kedougou, South Eastern Senegal, in 2012. *International Journal of Infectious Diseases*. Vol. 21, Supplement 1, p. 253. DOI 10.1016/j.ijid.2014.03.946.

SOW A., LOUCOUBAR C., DIALLO D., FAYE Oum., NDIAYE Y., SENGHOR C.S., DIA A.T., FAYE Ous., WEAVER S.C., DIALLO M., MALVY D., SALL A.A., 2016. Concurrent malaria and arbovirus infections in Kedougou, southeastern Senegal. *Malaria Journal*. Vol. 15, p. 47. DOI 10.1186/s12936-016-1100-5.

## **T**

TANDJIGORA A.K., 2012. L'évolution économique et sociale comparée de deux régions sénégalaises dans le processus de colonisation, décolonisation et développement: le Boundou et le Gadiaga, 1885-1980. Thèse de doctorat en Sciences économiques. Bordeaux, France : Université Montesquieu. 698 p.

TAYLOR L.H., LATHAM S.M., WOOLHOUSE M.E., 2001. Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 356, n° 1411, p. 983-989. DOI 10.1098/rstb.2001.0888.

THONNON J., SPIEGEL A., DIALLO M., DIALLO A., FONTENILLE D., 1999. Epidémies à virus Chikungunya en 1996 et 1997 au Sénégal. *Bull Soc Pathol Exot*. Vol. 92, n° 2, p. 79-82.

TRAORE-LAMIZANA M., FONTENILLE D., ZELLER H.G., MONDO M., DIALLO M., ADAM F., EYRAUD M., MAIGA A., DIGOUTTE J.-P., 1996. Surveillance for yellow fever virus in Eastern Senegal during 1993. *Journal of Medical Entomology*. Vol. 33, n° 5, p. 760-765.

## U

UNDP, WORLD BANK, WHO (Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases), 2002. Méthodes qualitatives en recherche sociale sur les maladies tropicales [en ligne]. *Technical Document*. Genève : Organisation mondiale de la Santé. 51 p. [Consulté le 2 octobre 2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.live.who.int/entity/tdr/publications/documents/rcs-methods.pdf>.

## V

VAN CHI BONNARDEL R., 1978. *Vie de relations au Sénégal : la circulation des biens*. Dakar : IFAN. Mémoires de l'Institut fondamental d'Afrique noire, N° 90. 927 p.

VITOUSEK P., D'ANTONIO C., LOOPE L., WESTBROOKS R., 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *American Scientist*. Vol. 84, p. 468-478.

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*. Vol. 21, n° 1, p. 1-16.

VOURC'H G., HALOS L., DESVARS A., BOUE F., PASCAL M., ZIENTARA S., DUVAL T., NZONZA A., BREMONT M., 2014. Chikungunya antibodies detected in non-human primates and rats in three Indian Ocean islands after the 2006 ChikV outbreak. *Veterinary Research*. Vol. 45, n° 1, p. 52. DOI 10.1186/1297-9716-45-52.

## W

WALTHER O., RETAILLÉ D., 2008. Le modèle sahélien de la circulation, de la mobilité et de l'incertitude spatiale. *Autrepart*. Vol. 47, n° 3, p. 109. DOI 10.3917/autr.047.0109.

WEISS R.A., MCMICHAEL A.J., 2004. Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases. *Nature Medicine*. Vol. 10, p. 70-76. DOI 10.1038/nm1150.

WHO – World Health Organization (Scientific Group on Arthropod-Borne and Rodent-Borne Viral), 1985. Arthropod-borne and rodent-borne viral diseases : report of a WHO scientific group [meeting held in Geneva from 28 February to 4 March 1983]. *World Health Organ Tech Rep Ser*. Vol. 7, n° 19. 116 p.

WILLIAMS L.J., ABDI H., 2010. Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. In SALKIND N.J. (éd.), *Encyclopedia of Research Design*. Thousand Oaks, CA : SAGE Publications. p. 1-5. ISBN 978-1-4522-6582-7.

WILSON M.E., 1995. Travel and the emergence of infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. 1, n° 2, p. 39-46. DOI 10.3201/eid0102.952001.

WILSON M.E., 2003. The traveller and emerging infections: sentinel, courier, transmitter. *Journal of Applied Microbiology*. Vol. 94 Suppl, p. 1-11.

WILSON M.E., 2010. Global Travel and Emerging Infections. In RELMAN D.A., CHOFFNES E.R., MACK A. (éd.), *Infectious Disease Movement in a Borderless World: Workshop Summary*. Washington, DC : National Academies Press. Forum on Microbial Threats ; Board on Global Health ; Institute of Medicine. p. 90-104. ISBN 978-0-309-15197-9

WOLFE N.D., DUNAVAN C.P., DIAMOND J., 2007. Origins of major human infectious diseases. *Nature*. Vol. 447, n° 7142, p. 279-283. DOI 10.1038/nature05775.

WOOLHOUSE M.E.J., GOWTAGE-SEQUERIA S., 2005. Host Range and Emerging and Reemerging Pathogens. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. 11, n° 12, p. 1842-1847. DOI 10.3201/eid1112.050997.

## Z

ZINSSTAG J., SCHELLING E., WALTNER-TOEWS D., TANNER M., 2011. From « one medicine » to « one health » and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*. Vol. 101, n° 3-4, p. 148-156. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.07.003.

ZUCKERMAN M.K., HARPER K.N., BARRETT R., ARMELAGOS G.J., 2014. The evolution of disease: anthropological perspectives on epidemiologic transitions. *Global Health Action*. Vol. 7., n° 23303. DOI 10.3402/gha.v7.23303. pmid:24848652

## TABLES DES ILLUSTRATIONS

### Tables des cartes

Carte 1 Le Sénégal Oriental, un milieu à l'interface des zones bioclimatiques sahélo-soudanienne et soudano-guinéenne.....	50
Carte 2 Le Sénégal Oriental, un milieu naturel favorable à l'émergence infectieuse.....	51
Carte 3 Les localités échantillonnées au Sénégal Oriental .....	71
Carte 4 L'effort de piégeage des petits mammifères selon les localités .....	74
Carte 5 L'invasion historique du rat noir au Sénégal .....	95
Carte 6 L'invasion du rat noir au Sénégal Oriental (1984 - 2011).....	98
Carte 7 Répartition et origines des populations de rat noir à l'échelle nationale.....	101
Carte 8 La détection du rat noir au Sénégal Oriental (2012 - 2015).....	105
Carte 9 La proportion relative et le succès de piégeage de rat noir au Sénégal Oriental (2012 - 2015) .....	107
Carte 10 Le caractère dominant du rat noir ( espèce la plus fréquemment capturée) au Sénégal Oriental (2012 - 2015) .....	108
Carte 11 La détection croisée des trois principales espèces commensales ( <i>R. rattus</i> , <i>M. musculus</i> , <i>M. natalensis</i> ) au Sénégal Oriental (2012 - 2015).....	110
Carte 12 Un peuplement régional hérité.....	118
Carte 13 L'héritage du zonage agroécologique historique sur la mise en valeur des espaces du Sénégal Oriental .....	122
Carte 14 Organisation spatiale des périmètres cotonniers du sud-est sénégalais .....	124
Carte 15 Périmètres miniers dans l'extrême sud-est.....	126
Carte 16 Le Sénégal Oriental intégré à l'espace sous-régional ouest-africain.....	131
Carte 17 La construction du rail accompagne la migration du bassin arachidier .....	137
Carte 18 Réseau routier et ferroviaire actuel du Sénégal Oriental .....	139
Carte 19 Les marchés ruraux du Sénégal Oriental et leurs aires d'influence .....	144
Carte 20 Le maillage administratif et les chefs-lieux du Sénégal Oriental depuis 2008 .....	146
Carte 21 Multiplication des sites d'orpaillage dans l'extrême sud-est sénégalais.....	147
Carte 22 Les aires de relations privilégiées au début des années 2000 .....	151
Carte 23 Poids démographique des localités d'enquêtes.....	154
Carte 24 Desserte routière et de transport en commun des localités échantillonnées .....	156
Carte 25 Activité économique principale des localités échantillonnées .....	161
Carte 26 Activité économique secondaire des localités échantillonnées .....	161
Carte 27 Densité des boutiques dans les localités échantillonnées .....	164
Carte 28 Les marchés permanents et hebdomadaires des localités échantillonnées .....	166

Carte 29 Les stocks de vivres collectifs dans les localités échantillonnées .....	167
Carte 30 Caractéristiques des localités d'après la typologie des connectivités structurelles au réseau routier et de transport.....	180
Carte 31 Caractéristiques des localités d'après la typologie des activités économiques .....	186
Carte 32 Caractéristiques des localités d'après la typologie sur les réseaux agricoles et marchands .....	193
Carte 33 Caractéristiques socio-spatiales des localités d'après la typologie synthétique .....	199
Carte 34 Aires médianes des destinations des mobilités de personnes .....	219
Carte 35 Semi de points des destinations des mobilités de personnes .....	219
Carte 36 Destinations des mobilités de personnes selon le nombre de flux captés .....	220
Carte 37 Les chemins d'approvisionnement des boutiques villageoises.....	225
Carte 38 Les zones d'exploitation forestière (campagne de 2013).....	233

## Table des figures

Figure 1 La diffusion dans l'espace et le temps : courbe logistique des quatre étapes et vagues de diffusion d'après Hägerstrand .....	37
Figure 2 Les principales formes de la diffusion spatiale .....	38
Figure 3 Les différents niveaux spatiaux de la diffusion .....	42
Figure 4 Les étapes d'analyses de la classification hiérarchique sur composantes principales ...	84
Figure 5 Proportions relatives des taxons capturés au Sénégal Oriental.....	103
Figure 6 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport.....	176
Figure 7 Dendrogramme de la classification sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport.....	177
Figure 8 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur les activités économiques .....	182
Figure 9 Dendrogramme de la classification sur les activités économiques .....	184
Figure 10 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM sur les réseaux agricoles et marchands .....	188
Figure 11 Dendrogramme de la classification sur les réseaux agricoles et marchands .....	190
Figure 12 Graphique asymétrique des variables dans le premier plan factoriel de l'ACM synthétique.....	195
Figure 13 Dendrogramme de la classification synthétique.....	196
Figure 14 Détection et caractère dominant du rat noir selon la connectivité structurelle au réseau routier et de transport des localités.....	202
Figure 15 Proportion relative de rat noir selon la connectivité structurelle au réseau routier et de transport des localités .....	203

Figure 16 Détection et caractère dominant du rat noir selon le degré de spécialisation ou diversification des activités économiques des localités .....	204
Figure 17 Proportion relative de rat noir selon le degré de spécialisation ou diversification des activités économiques des localités.....	205
Figure 18 Détection et caractère dominant du rat noir selon le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles .....	206
Figure 19 Proportion relative de rat noir selon le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles .....	207
Figure 20 Détection et caractère dominant du rat noir selon la hiérarchie des lieux .....	209
Figure 21 Proportion relative de rat noir selon la hiérarchie des lieux .....	210
Figure 22 D'inégales conditions de débarquement du rat .....	251
Figure 23 La répartition spatiale du rat noir en reflet des systèmes territoriaux du Sénégal Oriental.....	259

## Table des photos

Photo 1 Rat noir ( <i>Rattus rattus</i> ) .....	54
Photo 2 Piégeages commensaux des petits mammifères par l'équipe du CBGP.....	72
Photo 3 Les enquêtes géographiques au niveau villageois .....	79
Photo 4 Les trois autres espèces de petits mammifères les plus fréquemment capturées .....	103
Photo 5 Exploitation minière industrielle et artisanale .....	125
Photo 6 Le rail à Goudiry et l'ancienne gare de Bala.....	137
Photo 7 Camion malien le long du nouveau corridor Dakar - Bamako par le sud.....	142
Photo 8 Extension du village d'orpailleurs de Bantako depuis 2000 (vue aérienne) et abris provisoires.....	155
Photo 9 Les types de routes qui desservent les localités du sud-est sénégalais.....	157
Photo 10 Le marché permanent du village d'orpaillage de Bantako.....	164
Photo 11 Différents gabarits de véhicules pour le transport de biens et de personnes .....	229
Photo 12 Grenier traditionnel : une source de nourriture pour les rongeurs.....	252
Photo 13 Un habitat en transformation : case traditionnelle <i>versus</i> bâtiment en ciment .....	261

## Table des tableaux

Tableau 1 Principales zoonoses qui impliquent ou sont susceptibles d'impliquer le rat noir ( <i>Rattus rattus</i> ) .....	53
Tableau 2 Description des variables relatives au rat noir .....	76
Tableau 3 Récapitulatif des tests statistiques employés selon les variables considérées .....	86

Tableau 4 Variables <i>d'input</i> de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport.....	174
Tableau 5 Facteurs de l'ACM sur la connectivité structurelle au réseau routier et de transport .	175
Tableau 6 Les cinq groupes de localités selon leur gradient d'intégration vis-à-vis du réseau routier et de transport.....	177
Tableau 7 Variables <i>d'input</i> de l'ACM sur les activités économiques.....	181
Tableau 8 Facteurs de l'ACM sur les activités économiques.....	181
Tableau 9 Les quatre groupes de localités d'après la typologie des activités économiques .....	185
Tableau 10 Variables <i>d'input</i> de l'ACM sur les caractéristiques des localités vis-à-vis des réseaux agricoles et marchands .....	187
Tableau 11 Facteurs de l'ACM sur les réseaux agricoles et marchands.....	188
Tableau 12 Les quatre groupes de localités d'après la typologie sur les réseaux agricoles et marchands .....	192
Tableau 13 Variables <i>d'input</i> de l'ACM synthétique .....	194
Tableau 14 Facteurs de l'ACM synthétique .....	194
Tableau 15 Les cinq groupes de localités d'après la typologie synthétique.....	197
Tableau 16 Résultats du test LSD de Fisher sur la proportion relative de rat noir et le degré d'intégration et de structuration des localités vis-à-vis des réseaux marchands et agricoles .....	208
Tableau 17 Résultat du test LSD de Fisher entre la variable proportion relative de rat noir et les localités selon leur hiérarchie (typologie synthétique).....	210
Tableau 18 Récapitulatif des relations statistiques entre les types de localités et les variables relatives au rat noir .....	211
Tableau 19 Les différents motifs de déplacements des individus enquêtés .....	215
Tableau 20 Destinations des mobilités de personnes selon la proportion de flux totaux captés	221
Tableau 21 Attractivité des destinations de mobilités de personnes selon le nombre de localités d'origine.....	222

## **ANNEXES**

Annexe 1 Considérations éthiques sur la collecte des données rodentologiques et géographiques .....	322
Annexe 2 Guide d'entretien semi-directif auprès des chefs de village .....	323
Annexe 3 Extrait du questionnaire de l'enquête géographique domiciliaire (mobilités de personnes) .....	326

## **Annexe 1**

### **Considérations éthiques sur la collecte des données relatives aux petits mammifères et géographiques**

Les investigations de terrains ont été conduites dans le cadre d'un accord de recherche entre l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), les institutions nationales, et le Ministère national de la Santé et de l'Action Publique au Sénégal et/ou le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. Le programme CHANCIRA a également fait l'objet d'une approbation par le Comité d'éthique du Sénégal, au nom de l'Institut Pasteur de Dakar en tant que partenaire du projet.

En particulier, les autorisations de collecte des données dans les villages ont été obtenues de la part des autorités institutionnelles, traditionnelles, et familiales pertinentes. De plus, toutes les captures de petits mammifères et les enquêtes auprès des populations, qui ont eu lieu dans les propriétés (concessions, boutiques, etc.), ont été réalisées après avoir informé et obtenu le consentement des chefs de village, des chefs de concessions, et des individus concernés.

Les captures de rongeurs et d'insectivores ont eu lieu en dehors des parcs nationaux et des espaces protégés par la réglementation et n'ont pas impliqué d'espèces menacées ou protégées (CITES, UICN, et réglementations nationales sénégalaises). Après avoir été capturés, les petits mammifères ont été euthanasiés par dislocation cervicale telle que recommandée par Mills et al. (1995). Par ailleurs tous les animaux ont été traités de manière humaine, en accord avec la législation sénégalaise et les recommandations de l'American Society of Mammalogists (Sikes, Gannon, 2011) ».

## **Annexe 2**

### **Guide d'entretien semi-directif auprès des chefs de village**

*Région, Département, CR/CU, village, quartier :*

*Nom du chef de village et date de prise de fonction :*

#### **1) Histoire du village**

Pouvez-vous retracer l'historique du village (date fondation, motif du lieu d'implantation, premiers habitants, principaux événements) ?

Durant les 5 dernières années, comment la taille du village a évolué ? Comment les activités du village ont changé ? Comment les moyens de circulations (types de transport et desserte) ont évolué ?

#### **2) Caractéristiques socio-économiques**

Existe-t-il plusieurs quartiers dans le village, lesquels ?

Combien de familles y résident ? Combien d'habitants y résident ?

Quelles sont les langues parlées ?

Quelles sont les activités principales des populations ? Quels sont les différents métiers exercés dans le village ? Existe-il des activités complémentaires ou saisonnières ? Lesquelles ? Qui les pratique ?

#### **3) Approvisionnement et stocks**

Existe-t-il un marché (hebdo et/ou permanent) ? Quand a-t-il lieu ? D'où proviennent les commerçants ? D'où proviennent les populations qui s'y fournissent ? Si non, où se trouve le marché le plus proche du village ?

Existe-t-il des boutiques ? Combien ?

- Par qui sont-elles gérées ?
- Par qui sont-elles approvisionnées ? D'où provient l'approvisionnement ?
- Par quels moyens de transport sont-elles approvisionnées ?
- À quelle fréquence sont-elles approvisionnées ?

Y a-t-il une banque de céréales ? Un secco ?

- Par qui est-elle gérée ?
- Qui l'utilise ?
- Qui l'approvisionne ? D'où proviennent les stocks ?
- Par quels moyens de transport est-elle approvisionnée ?
- À quel moment de l'année les stocks sont-ils constitués ?

Y a-t-il une cantine scolaire ?

- Par quel organisme est-elle gérée ?
- Combien de repas fournit-elle (par jour en moyenne) ?
- Où sont stockés les produits ?
- Par quels moyens de transport est-elle approvisionnée ?
- À quelle fréquence est-elle approvisionnée ?

Y a-t-il un groupement d'achat ?

- Par qui est-il géré ?
- Qui l'utilise ?
- D'où proviennent les fournitures ?
- Par quels moyens de transport est-il approvisionné ?
- À quelle fréquence ?

Est-ce que les habitants utilisent des greniers individuels ?

- Combien de familles en utilisent ?
- D'où proviennent les produits stockés ?
- À quel moment de l'année les stocks sont-ils constitués ?

#### **4) Mobilités des populations**

Exerce-t-on des activités en dehors du village ? Lesquelles ? Où (en ville/dans des villages) ? À quel moment de l'année ? Qui y participe ? Combien de personnes cela représente-t-il environ ? Est-ce que cela concerne toutes les familles ? Si non, combien de familles sont concernées environ ?

Les habitants se rendent-ils en ville (Tambacounda, Kédougou, autres) ? Pour quels motifs ? À quel moment de l'année ? À quelle fréquence ? Combien de personnes s'y rendent ? Est-ce que cela concerne toutes les familles ? Si non, combien de familles sont concernées environ ?

Est-ce que des personnes non originaires/résidentes du village viennent y travailler ? Pour faire quelles activités ? À quel moment de l'année ? D'où proviennent-elles ? Combien de personnes cela représente-t-il environ ?

Est-ce que des habitants se rendent à l'étranger ? Pour quelle durée ? Combien de personnes cela représente-t-il environ ? Est-ce que cela concerne toutes les familles ? Si non, combien de familles sont concernées environ ?

Par quels moyens de transport accède-t-on au village ? Y a-t-il une gare de transport ? Circulent-ils toute l'année ?

Durant les 5 dernières années y a-t-il eu des communications par camion non citées dans ce qui précède ?

### **5) Santé**

Existe-t-il des structures de soins dans le village ?

Existe-t-il : Des moyens de lutte contre les insectes (moustiques) ? Des moyens d'information/de prévention auprès des habitants concernant les risques de maladies liés aux insectes (moustiques) ? Des moyens de lutte contre les rongeurs ? Des moyens d'information/prévention auprès des habitants concernant les risques de maladies liés aux rongeurs ?

- pour chaque question : Si oui, lesquels ? Qui s'en occupe ? Si non, pourquoi ?

### **6) Acteurs associatifs et institutionnels**

Existe-t-il des associations/ONG/programmes qui interviennent dans le village ? Lesquels ? Quelles sont leurs interventions dans le village ?

Avez-vous des relations avec le conseil régional ? La commune/communauté rurale ? L'agence régionale de développement (ARD) ? Le programme national de développement local (PNDL) ?

- pour chaque question : Pour quels motifs ? Auprès de quel(s) interlocuteur(s) ?

### Annexe 3 Extrait du questionnaire de l'enquête géographique domiciliaire (mobilités de personnes)

Localité :	N° : <input type="text"/> <input type="text"/>	Concession :	N° : <input type="text"/> <input type="text"/>	ID : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Heure début :	fin :	Page 1/6
Quartier :	Date : / /	Enquêteur :	Lat. :	Long. :	UTM :		

I. Recensement des membres résidents du ménage

1. N° du ou des répondant(s) : \_\_\_\_\_

<i>ID Viro</i>	2. N°	3. Prénom	4. Nom	5. Statut familial	6. M/F	7. Age	8. Ethnie	9. Dernier Niv. Scol.	10. Activité 1	11. Activité 2	12. Autres activités
	01										
	02										
	03										
	04										
	05										
	06										
	07										
	08										
	09										
	10										
	11										
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

Insérer une feuille supplémentaire si besoin. Ne pas oublier de remplir l'en-tête.





# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	3
SOMMAIRE .....	5
INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	7
LE CONTEXTE : ESPACES, LIENS, ET SANTE .....	7
Destin croisé des sociétés et des pathogènes dans un monde en transformation.....	7
Géographie et émergence infectieuse : pour une étiologie territoriale.....	10
Le risque infectieux émergent interpelle le géographe sur les processus spatio-temporels de diffusion .....	11
Comprendre les territoires vulnérables pour apporter des réponses opérationnelles .....	11
LE CAS D'ETUDE : LE RAT NOIR AU SENEGAL ORIENTAL .....	12
LA DEMARCHE : VERS UNE GEOGRAPHIE DU RAT ET DES HOMMES .....	12
LE PLAN .....	13
<b>PARTIE I DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES ET VULNERABILITES TERRITORIALES A LA DIFFUSION D'UN HOTE DE ZONOSSES : CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>15</b>
<b>CHAPITRE 1 REGARD DE GEOGRAPHE SUR LE RISQUE D'EMERGENCE INFECTIEUSE FACE AUX TRANSFORMATIONS DES ESPACES ET DES SOCIETES .....</b>	<b>17</b>
1.1 ÉMERGENCE INFECTIEUSE ET INVASIONS BIOLOGIQUES FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ET A LA GLOBALISATION .....	18
1.1.1 L'émergence infectieuse : des pathogènes à la conquête de nouveaux espaces.....	18
1.1.2 Le trafic microbien sous-tend les dynamiques spatio-temporelles de l'émergence.....	20
1.1.3 Des modifications des aires de répartition d'espèces invasives au risque d'émergence de zoonoses.....	21
1.2 LES MISES EN LIENS DES ESPACES ET DES SOCIETES AU CŒUR DU TRAFIC MICROBIEN.....	24
1.2.1 Le trafic microbien face à l'évolution des relations spatiales .....	24
1.2.2 Des espaces et des liens inégaux face au trafic microbien .....	27
1.2.3 Au-delà du lien-support : hiérarchiser les processus de production du risque d'émergence infectieuse .....	29
1.3 QUELLE GEOGRAPHIE POUR L'ETUDE DES DYNAMIQUES SPATIALES ET TEMPORELLES DES ZONOSSES EMERGENTES ? .....	31
1.3.1 L'héritage de la géographie des maladies : replacer les sociétés au cœur des dynamiques spatio-temporelles du risque infectieux.....	32
1.3.2 À la recherche des formes spatiales de la diffusion ? .....	35

1.3.3 Des phénomènes de diffusion spatiale révélateurs des sociétés .....	40
1.3.4 De la diffusion spatiale aux territoires vulnérables : des systèmes tissés dans la rencontre des espaces, des lieux, et des liens .....	43
<b>CHAPITRE 2 ÉLABORER UNE THESE DE GEOGRAPHIE DANS UN CONTEXTE PLURIDISCIPLINAIRE .....</b>	<b>47</b>
2.1 LE CONTEXTE DU PROJET DE THESE : DES QUESTIONNEMENTS COLLECTIFS A UNE THESE DE GEOGRAPHIE .....	48
2.1.1 Étudier le risque de zoonoses virales aux confins orientaux du Sénégal .....	48
2.1.1.1 <i>Un terrain d'étude du risque infectieux zoonotique : le Sénégal Oriental</i> .....	48
2.1.1.2 <i>Le rat noir, un modèle qui fait le lien entre transformations socio-spatiales et risque virologique</i> .....	52
2.1.2 Le rat noir, d'un objet biologique à un objet géographique .....	55
2.1.2.1 <i>La pluridisciplinarité, une invitation à faire de la géographie ?</i> .....	55
2.1.2.2 <i>Une démarche géographique « classique » : définir le rat noir comme marqueur des dynamiques socio-spatiales</i> .....	56
2.2 POSTURE SCIENTIFIQUE ET CHEMINEMENT METHODOLOGIQUE .....	57
2.2.1 Une géographie des vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques .....	57
2.2.1.1 <i>La thèse défendue : pertinence et apports</i> .....	57
2.2.1.2 <i>Les questions de recherche et le fil conducteur de la démonstration</i> .....	58
2.2.2 Mise en œuvre d'une démarche géographique .....	60
2.2.2.1 <i>Des compromis entre les exigences disciplinaires et l'insertion dans un projet collectif et pluridisciplinaire</i> .....	60
2.2.2.2 <i>Du terrain au bureau : une démarche exploratoire et illustrative</i> .....	63
2.2.2.3 <i>Des méthodes de recherche mixtes : combiner analyse quantitative et qualitative</i> .....	63
2.2.2.4 <i>Ancrage épistémologique : pour une approche constructiviste et systémique des vulnérabilités territoriales</i> .....	65
<b>CHAPITRE 3 MATERIEL ET METHODES POUR RELIER ESPACES, TEMPS, SOCIETES, ET RONGEURS .....</b>	<b>69</b>
3.1 LES LOCALITES D'ENQUETES ET DE PIEGEAGES .....	70
3.2 LE MATERIEL RELATIF AUX PETITS MAMMIFERES .....	71
3.2.1 Aspects techniques des piégeages commensaux de petits mammifères .....	71
3.2.2 Les efforts de piégeages .....	73
3.2.3 Les variables relatives aux petits mammifères .....	75

3.2.4 Les données d'archives relatives aux petits mammifères .....	77
3.3 LE MATERIEL GEOGRAPHIQUE .....	78
3.3.1 La collecte des données primaires d'enquêtes et d'observations .....	78
3.3.1.1 <i>Dynamiques sociales et spatiales régionales</i> .....	78
3.3.1.2 <i>Caractérisation géographique des localités</i> .....	79
3.3.1.3 <i>Approvisionnements des boutiques villageoises</i> .....	79
3.3.1.4 <i>Mobilités des individus</i> .....	80
3.3.2 La collecte des données de littérature et d'archives.....	81
3.4 LES METHODES ET LES OUTILS DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	82
3.4.1 Décrire la distribution spatiale du rat noir au Sénégal oriental.....	82
3.4.2 Faire un tri préliminaire des variables géographiques.....	82
3.4.3 Synthétiser des données multiples à l'aide d'outils statistiques.....	83
3.4.4 Croiser les données géographiques et relatives au rat noir .....	86
3.4.5 Donner du sens aux résultats statistiques .....	88
<b>PARTIE II TERRITOIRES DU RAT, TERRITOIRES DE L'HOMME : RELIER LES DYNAMIQUES D'INVASION DU RAT NOIR ET LES DYNAMIQUES SPATIALES DES SOCIETES.....</b>	<b>91</b>
<b>CHAPITRE 4 LES DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES D'INVASION DU RAT NOIR.....</b>	<b>93</b>
4.1 L'INVASION HISTORIQUE DU RAT NOIR AU SENEGAL.....	94
4.1.1 Conquête territoriale et chemins d'introduction du rat noir : les transports marchands, supports de l'invasion biologique .....	94
4.1.2 Le Sénégal Oriental, une marge tardivement atteinte par le rat noir .....	97
4.1.3 La répartition du rat noir au Sénégal à la fin du XX <sup>ème</sup> siècle : entre dynamiques socio-spatiales et écologiques .....	100
4.2 LE RAT NOIR AU SENEGAL ORIENTAL : UNE IMAGE ACTUALISEE DES DYNAMIQUES D'INVASION .....	103
4.2.1 La détection du rat noir entre hétérogénéité et instabilité .....	104
4.2.2 Des abondances inégales de rat noir .....	106
4.2.3 Des disparités de dominance numérique du rat noir .....	107
4.2.4 Le rat noir et les autres rongeurs commensaux : des sous-ensembles distincts.....	108
<b>CHAPITRE 5 DES ESPACES HETEROGENES EN MUTATION, DE L'HERITAGE PRECOLONIAL AUX RECOMPOSITIONS CONTEMPORAINES.....</b>	<b>113</b>
5.1 L'HERITAGE D'UN ESPACE REGIONAL CONTRASTE ET FAIBLEMENT STRUCTURE .....	114
5.1.1 L'empreinte des organisations géopolitiques précoloniales.....	114
5.1.2 Des tentatives instables de structuration de l'espace par l'administration coloniale ..	115

5.2 DU PROJET COLONIAL AU SENEGAL INDEPENDANT : DECOUPER L'ESPACE REGIONAL EN SURFACES POUR MIEUX L'EXPLOITER .....	118
5.2.1 Le modèle spatial de la traite arachidière organise et hiérarchise l'espace régional .	119
5.2.2 Le zonage agroécologique, outil de planification économique et spatiale .....	120
5.3 DES ESPACES EN RECOMPOSITIONS SOUS L'INFLUENCE DE JEUX D'ACTEURS MULTISCAIRES, ENTRE FORMATAGES ET CONJONCTURES .....	122
5.3.1 Échec de l'or blanc, espoirs de l'or jaune : l'influence de nouvelles vocations économiques .....	123
5.3.2 Des recompositions spatiales dialectiques liées à la territorialisation des politiques publiques.....	128
5.3.3 L'influence de nouvelles dynamiques transfrontalières.....	130
<b>CHAPITRE 6 DES DYNAMIQUES DE MISES EN LIENS QUI ARTICULENT DES RESEAUX, DES NŒUDS, ET DES FLUX.....</b>	<b>135</b>
6.1 LE FORMATAGE POLITIQUE ET ECONOMIQUE DES « TRACES TECHNIQUES ».....	136
6.1.1 Du « temps colonial » au « temps national », du rail à la route .....	136
6.1.2 L'évolution des réseaux routiers dans le Sénégal indépendant, de l'aménagement à l'émergence du territoire .....	139
6.2 LA CONSTRUCTION D'UNE TRAME DE LOCALITES QUI FORMENT LES NŒUDS DES RESEAUX .....	142
6.2.1 De la trame coloniale à la complexification du territoire .....	142
6.2.2 Un maillage des lieux qui évolue entre formatages et incertitude spatiale .....	145
6.3 DE L'HERITAGE DE LA DYNAMIQUE DE FRONT A L'ECLATEMENT DES CIRCULATIONS : LES FLUX ENTRE LOGIQUES STRUCTURELLES ET FONCTIONNELLES .....	148
<b>CHAPITRE 7 DES LIEUX A L'IMAGE DE LEUR REGION.....</b>	<b>153</b>
7.1 DES POIDS DEMOGRAPHIQUES GLOBALEMENT CONFORMES A LA HIERARCHIE ADMINISTRATIVE .....	154
7.2 UN RESEAU ROUTIER ET UNE DESSERTE EN TRANSPORT EN COMMUN INEGAUX .....	156
7.2.1 Des localités entre latérite et bitume .....	156
7.2.2 Une connectivité inégale aux nœuds routiers et de transport.....	158
7.3 DES ACTIVITES ECONOMIQUES A L'IMAGE D'UNE REGION RURALE EN MUTATION.....	160
7.3.1 Des champs aux sites d'orpaillage.....	160
7.3.2 Une diversification économique variable .....	162
7.4 DES EMPREINTES INEGALES DES RESEAUX MARCHANDS ET AGRICOLES .....	162
7.4.1 Le commerce boutiquier et les marchés .....	163
7.4.2 Les initiatives collectives de stockage de denrées .....	166

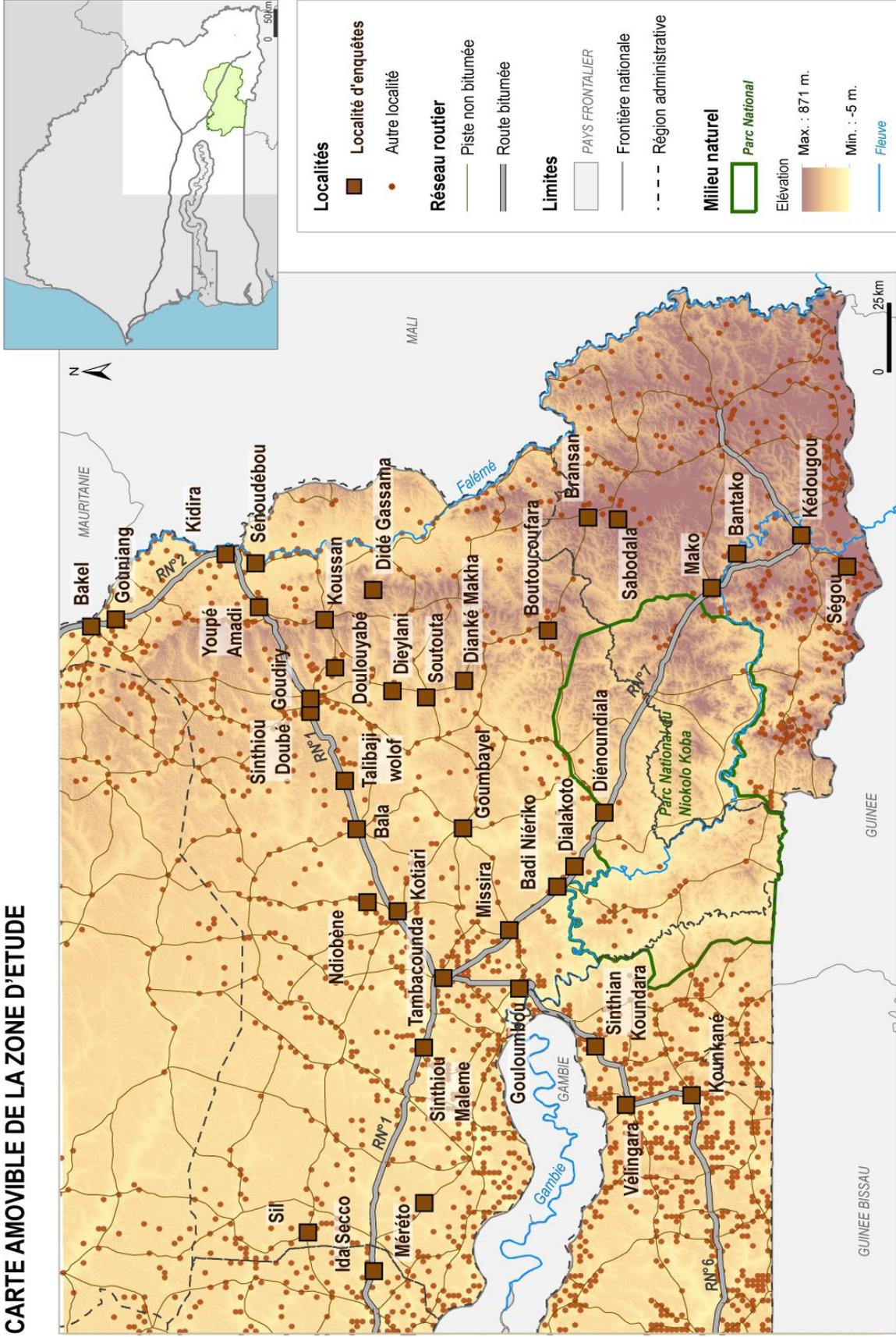
<b>PARTIE III LA VARIABILITE DES FACTEURS DE DIFFUSION AU NIVEAU DES LIEUX, DES CHEMINS, ET DES FOYERS D'INVASION DU RAT NOIR .....</b>	<b>171</b>
<b>CHAPITRE 8 LES FACTEURS DE DIFFUSION AU NIVEAU DES LIEUX : UNE HIERARCHIE COMPLEXE.....</b>	<b>173</b>
8.1 DES LIEUX AUX CONNECTIVITES INEGALES AU RESEAU ROUTIER ET DE TRANSPORT .....	174
8.1.1 Localités du bitume, localités des pistes, et connectivité aux nœuds routiers et de transport.....	175
8.1.2 Des gradients d'intégration au réseau routier et de transport.....	176
8.2 DES LOCALITES AUX ACTIVITES ECONOMIQUES DIFFERENCIEES.....	180
8.2.1 Localités commerciales <i>versus</i> localités agricoles .....	181
8.2.2 Degrés de spécialisation économique selon le poids des différentes activités .....	183
8.3 DES LOCALITES AUX ROLES SINGULIERS DANS LES RESEAUX AGRICOLES ET MARCHANDS .....	186
8.3.1 Lieux d'échanges marchands et lieux de productions agricoles.....	187
8.3.2 Degrés d'intégration aux réseaux marchands et agricoles .....	190
8.4 VERS UNE SYNTHESE DES DISPARITES DE FACTEURS DE MISES EN LIENS DES LOCALITES.....	193
8.4.1 L'activité marchande et l'enclavement différencient les lieux .....	194
8.4.2 Une hiérarchie complexe des lieux selon leurs facteurs de diffusion .....	196
<b>CHAPITRE 9 UN RAT QUI DEFIE L'ORDRE SPATIAL ? .....</b>	<b>201</b>
9.1 RAT DU BITUME, RAT DES PISTES .....	202
9.2 RAT DES GRENIERS, RAT DES BOUTIQUES .....	203
9.3 LE RAT NOIR FACE AUX RESEAUX AGRICOLES ET MARCHANDS .....	205
9.4 LES LIEUX DU RAT, UNE GEOGRAPHIE PARADOXALE .....	208
<b>CHAPITRE 10 CARACTERISER LES LIENS A PARTIR DES LIEUX : DES RELATIONS SPATIALES COMPLEXES AU-DELA DE LA CONNECTIVITE STRUCTURELLE .....</b>	<b>213</b>
10.1 CE QUE LES MOBILITES DES POPULATIONS NOUS DISENT SUR LES MISES EN LIENS DES LIEUX .....	214
10.1.1 Portrait des mobilités de personnes dans le sud-est sénégalais.....	214
10.1.2 Des aires de relations fondées de manière complexe sur des critères de hiérarchie et de proximité.....	218
10.2 LES CIRCULATIONS LIEES AUX APPROVISIONNEMENTS DES COMMERCES VILLAGEOIS .....	224
10.2.1 Des aires de chalandises complexes, entre structure et fonctionnement .....	224
10.2.2 Caractériser les approvisionnements marchands : intensités, temporalités, et gabarits .....	228
10.3 LES CIRCULATIONS LIEES AUX ACTIVITES AGRICOLES ET FORESTIERES.....	232
10.3.1 Des flux agricoles et forestiers omniprésents ? .....	232
10.3.2 Des flux agricoles et forestiers inégaux dans l'espace et le temps .....	234

10.4 LES FLUX CIRCONSTANCIELS ET EVENEMENTIELS .....	235
10.4.1 Les approvisionnements des cantines scolaires .....	235
10.4.2 Le commerce de transit le long du corridor international .....	236
10.4.3 Les flux locaux événementiels.....	237
<b>PARTIE IV LA DIFFUSION SPATIALE DU RAT NOIR AU PRISME DES SYSTEMES TERRITORIAUX.....</b>	<b>241</b>
<b>CHAPITRE 11 DES FACTEURS SPATIAUX DE VULNERABILITE AUX SYSTEMES TERRITORIAUX VULNERABLES</b> .....	<b>243</b>
11.1 LES LIMITES DES FACTEURS SPATIAUX DE VULNERABILITE A LA DIFFUSION SPATIALE DU RAT NOIR.	244
11.1.1 Réinterpréter la hiérarchie des lieux en s'intéressant au fonctionnement du territoire .....	244
11.1.2 Des attributs de centralité et de connectivité des foyers mis à l'épreuve.....	246
11.1.3 Croiser l'intensité et la temporalité des flux tout en intégrant l'incertitude des mises en liens.....	247
11.2 INTEGRER LES FACTEURS LIMITANTS.....	249
11.2.1 Les prérequis techniques.....	250
11.2.2 Au-delà de l'introduction, l'installation et la prolifération du rongeur .....	251
11.3 DES PISTES POUR LA COMPREHENSION DES TERRITOIRES VULNERABLES AUX DYNAMIQUES D'INVASION DU RAT.....	253
11.3.1 La vulnérabilité des systèmes territoriaux au prisme de la notion de stabilité/instabilité .....	253
11.3.1.1 <i>La stabilité des systèmes territoriaux pour expliquer la dichotomie nord/sud de la répartition du rat noir</i> .....	253
11.3.1.2 <i>D'une dichotomie à une mosaïque spatiale : reflets des degrés de stabilités</i> ..	256
11.3.2 Croiser les systèmes territoriaux et les systèmes bioécologiques .....	260
<b>CHAPITRE 12 REGARDS CRITIQUES SUR UNE GEOGRAPHIE COMPLEXE DU RAT ET DES HOMMES .....</b>	<b>265</b>
12.1 UNE AUTRE GRILLE DE LECTURE DE LA VULNERABILITE TERRITORIALE FACE AUX DYNAMIQUES SPATIO- TEMPORELLES DU RISQUE INFECTIEUX EMERGENT.....	266
12.1.1 Des processus spatio-temporels de diffusion aux systèmes territoriaux vulnérables .....	266
12.1.2 La notion de stabilité et d'instabilité, de l'épidémiologie à la géographie et inversement.....	268
12.1.3 Définir des formes dynamiques de vulnérabilité plutôt que des niveaux de risque figés .....	270

12.2 LIMITES ET PERSPECTIVES D'UNE GEOGRAPHIE DES VULNERABILITES TERRITORIALES FACE A L'EMERGENCE DES RISQUES ZONOTIQUES.....	272
12.2.1 Incertitude spatiale et temporelle : contingences géographiques et seuils explicatifs .....	272
12.2.2 Le plafond de verre des connaissances, de la production des données, et de l'analyse .....	273
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	279
1. RECENTRER LES QUESTIONNEMENTS RELATIFS AU RISQUE INFECTIEUX EMERGENT SUR LES TRANSFORMATIONS SOCIO-SPATIALES ET LA PRODUCTION DES TERRITOIRES VULNERABLES .....	280
2. LA DIFFUSION SPATIALE AU PRISME DES SYSTEMES TERRITORIAUX COMPLEXES, MULTISCAIRES, ET HIERARCHISES .....	280
3. REINTERROGER LES ENJEUX SANITAIRES, DU RISQUE D'EMERGENCE INFECTIEUSE A LA REUSSITE EMERGENTIELLE .....	280
REFERENCES .....	283
TABLES DES ILLUSTRATIONS .....	317
Tables des cartes .....	317
Table des figures .....	318
Table des photos .....	319
Table des tableaux .....	319
ANNEXES .....	321
Annexe 1 Considérations éthiques sur la collecte des données relatives aux petits mammifères et géographiques .....	322
Annexe 2 Guide d'entretien semi-directif auprès des chefs de village .....	323
Annexe 3 Extrait du questionnaire de l'enquête géographique domiciliaire (mobilités de personnes) .....	326
TABLE DES MATIERES .....	329



# CARTE AMOVIBLE DE LA ZONE D'ETUDE



H. Lucaccioni, 2016. Sources: GEONet Names 2010, Base Géo Sénégal 2016, SRTM data V4 CIAT





**ESPACES, LIENS, ET SANTE :**  
**DYNAMIQUES D'INVASION D'UN HOTE DE ZONOSSES DANS UN TERRITOIRE EN MUTATION.**  
**Le cas du rat noir au Sénégal Oriental.**

L'évolution des mises en liens en réponse aux changements globaux et à la globalisation contemporaine précipite le risque d'émergence infectieuse. Dans cette recherche, nous dressons une géographie des vulnérabilités territoriales face à l'émergence des risques zoonotiques. Notre cas d'étude est celui des dynamiques d'invasion d'un hôte commensal, le rat noir (*Rattus rattus*), dans les marges orientales du Sénégal, périphérie rurale ouest-africaine en mutation. Nous défendons l'idée que les sociétés façonnent des systèmes territoriaux inégalement vulnérables à la diffusion spatiale de l'hôte.

Nous montrons que les espaces du Sénégal Oriental et leurs mises en liens se transforment sous l'action des multiples acteurs territoriaux. Les dynamiques d'invasion du rat noir reflètent ces évolutions. Pourtant, les facteurs spatiaux de diffusion des lieux, des foyers, et des chemins d'invasion sont inopérants pour expliquer les dynamiques spatio-temporelles de l'hôte. En outre, la distribution spatiale du rongeur apparaît en contradiction avec les modèles classiques de diffusion fondés sur la hiérarchie ou la distance spatiale des lieux. La diffusion de l'hôte s'inscrit dans des systèmes complexes et multiscalaires tissés dans la rencontre des espaces, des lieux, et des liens construits par les sociétés. Nous proposons une grille de lecture où les formes de la diffusion dans l'espace et le temps répondent des degrés de stabilité et d'instabilité de ces systèmes socio-spatiaux, façonnant ainsi des territoires inégalement vulnérables au risque d'émergence infectieuse.

Mots-clés : diffusion spatiale, systèmes territoriaux, dynamique spatio-temporelle, Sénégal, zoonose, risque d'émergence, invasion biologique, rat noir, *Rattus rattus*.

**SPACES, SPATIAL RELATIONSHIPS, AND HEALTH:**  
**SPATIAL DIFFUSION OF AN INVASIVE HOST OF ZOOZOSIS IN A CHANGING TERRITORY.**  
**The Black Rat in Southeastern Senegal.**

The evolution of spatial relationships in the contemporary context of global changes and globalization promotes disease emergence. In this study, we draw a geography of territorial vulnerabilities to the emergence of zoonotic risks. In southeastern Senegal, a changing rural periphery of West Africa, we address the issue of the spread of an invasive species and host of pathogens, the black rat (*Rattus rattus*). We argue that societies produce territorial systems that are unequally vulnerable to the spatial diffusion of the host.

We evidence that the spaces of Southeastern Senegal and the spatial relationships among them are transformed under the action of multiple social actors. The spread of the black rat reflects these changes. Yet, the spatial characteristics of the invaded places (such as connectivity or centrality) as well as the spatial relationships among them are insufficient in understanding the spatial and temporal dynamics of the rodent invasion. Moreover, the spatial distribution of the black rat contradicts conventional models of hierarchical or contagious diffusion. The spatial diffusion of the host responds to spaces, places, and spatial links intimately woven by societies into complex and multiscale systems. We propose to understand the many forms of spatial diffusion as the response to the stability or instability of these socio-spatial systems, which then form territories unevenly vulnerable to the risk of disease emergence.

Key words: spatial diffusion, territorial systems, spatio-temporal dynamic, Senegal, zoonosis, disease emergence, black rat, *Rattus rattus*.