

## Le territoire comme support de populations vulnérables et acteur des vulnérabilités individuelles. Exemple de mesure de la vulnérabilité palustre en milieu urbain dakarois

---

Marion BORDERON, Sébastien OLIVEAU

Aix Marseille Université, UMR 7300 Espace

Invulnérable, si on se réfère à l'étymologie du terme (*vulnerare* : blesser), signifierait « impossible à blesser ». Or, dans notre humaine condition, nous nous savons tous vulnérables. Cela n'aurait donc pas de sens de chercher à déterminer et localiser les populations, les groupes vulnérables dans l'absolu. Tout individu, tout groupe peut être vulnérable et perdre dans le temps cet attribut puis le retrouver. Or des caractéristiques, des situations et des expositions nous rendent plus ou moins vulnérables. C'est la mesure de ce gradient, ce « plus ou moins », qui sera présentée dans cette communication. Pour ce faire, la vulnérabilité sera découpée en quatre dimensions qui nécessitent des besoins en données et des méthodes d'analyses différentes. Ce schéma conceptuel exposé sera illustré de deux analyses sur la vulnérabilité sociale des populations face au paludisme. Nous nous interrogerons, par le prisme de ces exemples, sur les possibilités de mesure de la vulnérabilité à l'échelle des territoires. Ce questionnement nous imposera d'explicitier le lien qui existe entre populations et territoires vulnérables, se positionnant au préalable sur une définition de ce qu'est « être vulnérable ». Il n'est *de facto* possible de mesurer que ce qui est clairement défini. C'est, somme toute, l'assise de départ de notre article, de s'interroger sur les intérêts potentiels de l'utilisation de cette notion dans une perspective d'estimation et de localisation des populations « à risque ». Confrontés aux apories et limites qu'engendre la mesure de la vulnérabilité, nous ouvrirons le débat sur les alternatives possibles à d'autres indicateurs de risque notamment dans les études de cindynique, qui semblent aujourd'hui privilégier les mesures de résilience.

### 1. « On ne peut mesurer que ce que l'on sait définir »

#### 1.1. Des vulnérabilités : cadre conceptuel et définition

L'utilisation aujourd'hui massive de la notion de vulnérabilité s'accompagne d'un paradoxe. On souhaite mesurer la vulnérabilité, alors qu'aucune définition ne fait consensus. Il semble pourtant, à juste titre, difficile de mesurer ce qu'on ne sait définir. Les chercheurs de l'Unu-EHS<sup>1</sup> jouent même sur les mots en intitulant leur étude *Measuring the Un-Measurable*,

---

<sup>1</sup> <http://www.ehs.unu.edu/>.

*The Challenge of Vulnerability* (Birkmann et Wisner, 2006). Sans faire le tour des nombreuses acceptions qu'il existe (voire notamment Cutter, 1996 ; Birkmann, 2006 ; Turner, 2010 et Sirven, 2007), il semble intéressant de catégoriser en deux « écoles » ces définitions.

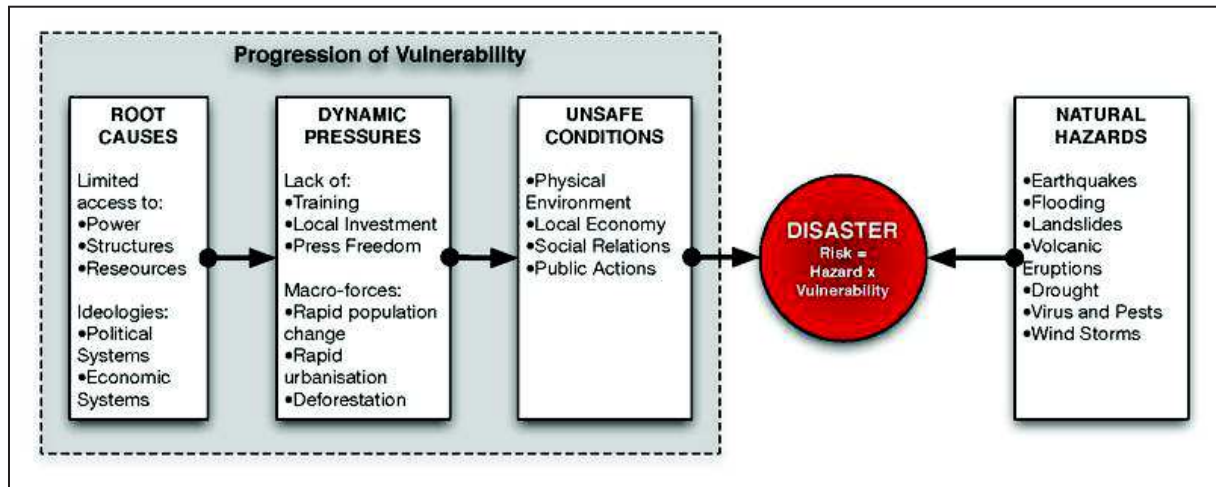
D'un côté, la vulnérabilité, en lien étroit avec les études sur la pauvreté, se définit comme un risque, celui de voir sa situation se précariser, de basculer sous le seuil de pauvreté (Sirven, 2007). Sur un ton ironique, les propos du dialoguiste M. Audiard illustrent bien la définition : « Les salariés sont les êtres les plus vulnérables du monde capitaliste : ce sont des chômeurs en puissance »<sup>1</sup>. Chacun de nous est alors un vulnérable en puissance, potentiellement sujet à des basculements dans son état de santé, sa vie professionnelle ou privée. De l'enfance à la vieillesse, certaines périodes sont en outre plus sujettes à rendre l'individu vulnérable. L'intérêt des études sur la vulnérabilité est alors d'anticiper les trajectoires de la pauvreté, c'est-à-dire « adopter une vision *ex ante* » (Sirven, 2007, p. 9). Il s'agit de cibler les populations qui, potentiellement, seront les plus à même de tendre vers l'état de pauvreté, dont la situation présente un risque fort de se dégrader suffisamment pour atteindre le seuil de pauvreté. Nous verrons par la suite, les difficultés de quantification et d'analyse de ce risque, compte tenu notamment de la multidimensionnalité du phénomène de pauvreté, déjà lui-même difficile à quantifier.

Dans une acception plus large, la vulnérabilité est relative à un risque dont le glissement vers un état de pauvreté n'est qu'un exemple parmi d'autres. Dans l'équation classique du risque, résultat d'un aléa que multiplie une vulnérabilité, cette dernière est alors gradient de celui-ci. En d'autres termes, elle est une fragilité préexistante de l'objet (l'individu, le ménage, le groupe, le territoire...) qui favorise la non-résorption d'un aléa et provoque des pertes dues à la réalisation de celui-ci (c'est l'exemple classique des aléas naturels). Dans ce cas, la vulnérabilité est relative à la nature du risque et s'étudie dans le cadre formel des attributs spécifiques à l'objet qui apparaît dès lors potentiellement « à risque » ou non (Blaikie, 1994). Dans la littérature, Chambers fait valoir que la vulnérabilité a des côtés interne et externe : les gens sont exposés à un risque naturel ou social spécifique. Dans le même temps, ils possèdent différentes capacités pour faire face à leur exposition au moyen de diverses stratégies d'action (Chambers, 1989). Cet argument a de nouveau été affiné par Blaikie, Cannon, Davis et Wisner, qui ont développé le modèle PAR (« *Pressure and Release Model* ») montrant la progression de la vulnérabilité. Le schéma ci-dessous présente la réalisation du risque (la catastrophe) comme l'intersection entre les pressions socio-économiques subies par les populations et l'exposition (à gauche) à un aléa.

---

<sup>1</sup> Tiré des dialogues du film de S. Korber, *Un idiot à Paris*, 1996.

FIGURE 1 : LE MODÈLE PAR (« PRESSURE AND RELEASE MODEL »)



Source : Blaikie et al., 1994.

Dans cette définition de la vulnérabilité, la pauvreté est donc une composante qui peut être à l'origine d'un état de fragilité qui entraînera une perturbation forte du système et de nombreux dommages si l'aléa a lieu. Dans le même esprit de formalisation, les auteurs Watts et Bohle parlent déjà, dès le début des années 1990, de « l'espace social de vulnérabilité », assemblage de trois éléments : l'exposition, la capacité et la potentialité (Watts et Bohle, 1993). Se plaçant dans la continuité de ces études, nous nous engageons dans l'analyse et la mesure de ce que l'on nommera la vulnérabilité sociale.

## 1.2. Les liens entre pauvreté et vulnérabilité sociale

Selon le choix d'acception de la vulnérabilité présenté au préalable, le lien entre pauvreté et vulnérabilité n'est donc pas le même. Afin de rallier les deux dimensions dégagées, nous prendrons le risque de voir sa situation se dégrader et ainsi se paupériser comme un cas particulier d'aléa social où, en résumé, la notion de vulnérabilité fait référence à l'incapacité de résister aux effets d'un environnement hostile. Le terme d'(in)capacité contient *de facto* ce que nous chercherons à mesurer afin de connaître le gradient potentiel de risque des populations exposées à des risques naturels et anthropiques. La précision d'une vulnérabilité dite sociale anticipe les questionnements sur les possibilités de mesurer l'état vulnérable. En effet, le concept de vulnérabilité sociale est intrinsèquement lié au risque de fragilisation auquel est exposé l'individu ou le collectif et dont la concrétisation potentielle serait l'exclusion sociale (Bankoff et al., 2004). Or c'est cette fragilisation que nous allons quantifier et qui est supportée en grande partie par le profil socio-économique des populations et leur degré de richesse. Si l'on en revient au préalable à la mesure de la pauvreté, on peut se référer de nouveau par exemple au tournant des travaux d'A. Sen, dans les années 1980, qui modifient les perspectives d'approche. La pauvreté n'est plus considérée sous l'angle unique et réducteur des revenus, mais envisagée comme un phénomène à multiples facettes et relatif à un contexte spécifique (voir par exemple Sen, 1983). Les revenus formels déclarés sont insuffisants pour évaluer la situation économique, et cela plus encore dans les sociétés en

développement. On constate donc, dans la littérature, un recours de plus en plus fréquent aux approches non monétaires, parmi lesquelles la mesure de la pauvreté passe par l'étude des conditions de vie des habitants (dans le contexte sénégalais que nous développerons, voir Minvielle *et al.*, 2005).

En outre, la pauvreté est généralement envisagée au niveau de l'individu ou du ménage, mais se prête aussi à une approche plus agrégée, ce qui a notamment conduit aux travaux explorant la dimension spatiale de la pauvreté ou « *poverty mapping* », pour reprendre l'expression de la Banque mondiale, popularisée par les travaux de Martin Ravallion (Datt et Ravallion, 1993 ; Ravallion et Wodon, 1997) et Uwe Deichmann (1999 ; Lall et Deichmann, 2009).

Les recherches s'orientent donc vers des approches méthodologiques qui utilisent des variables indicatrices des niveaux de vie et de bien-être pour évaluer le développement économique. L'exemple le plus célèbre est sans doute la mise en place par le Programme des Nations unies pour le développement (Pnud) de l'Indicateur de développement humain (IDH<sup>1</sup>) pour pallier les manques de l'approche en termes de produit intérieur brut (PIB). Continuant notre exploration du lien entre pauvreté et vulnérabilité, l'idée s'introduit ici des approches agrégées. Les unités d'agrégats, spatiales par exemple, ne sont-elles qu'une somme des vulnérabilités de chaque individu ou forment-elles plus que la somme des parties ?

### **1.3. Et dans l'espace ? De la population au territoire vulnérable**

Le changement d'échelle implique plusieurs types de problèmes, bien connus aujourd'hui sous le sigle de MAUP (*Modifiable Areal Unit Problem*) (Openshaw, 1984). La question notamment de la cohérence des agrégats et de leur hétérogénéité se pose. Cependant, l'agrégation n'a pas que des inconvénients, et il est intéressant de rappeler qu'elle peut être grandement nécessaire à la lecture et à l'analyse de certains phénomènes. Ce principe fonde ce que l'on nomme parfois la seconde loi de la géographie : « Everything is related to everything else, but things observed at a coarse spatial resolution are more related than things observed at a finer resolution » (Arbia *et al.*, 1996). Cela suggère que l'agrégation a un effet bénéfique de lissage qui permet de s'affranchir plus facilement du bruit statistique observable à échelle fine. Dans le cas de nos travaux, outre les trajectoires individuelles qui forment des études biographiques, il est communément admis l'intérêt d'étudier le phénomène de populations vulnérables à l'échelle de groupes qui ont une cohérence par exemple sociale ou ethnique. C'est ainsi que, par différents types de méthodes, on cherchera à confronter l'état de vulnérabilité d'un ou des groupes, de les comparer à un instant *t* et, si les données le permettent, de mesurer l'évolution de cet état à des instants *n*. La cohérence de mesurer le regroupement spatial de ces groupes apparaît déjà dans ces idées. On peut revenir sur l'émergence des indicateurs de ségrégation spatiale, de concentration, d'isolement... (Apparicio, 2000 et Apparicio *et al.*, 2012). La distribution anisotrope mais bien souvent

---

<sup>1</sup> Voir la présentation sur le site du Pnud : <http://hdr.undp.org/fr/statistiques/idh/>.

logique de ces groupes dans l'espace interroge depuis de nombreuses décennies (voir notamment Duncan, 1955). On sent dès lors qu'il y a des territoires supports de populations vulnérables et d'autres non, que le choix de la localisation est fortement dépendant du profil du groupe. C'est ici que nous voyons l'intérêt majeur de mesurer l'état de vulnérabilité à l'échelle des territoires. En effet, si les unités sont suffisamment petites pour conserver une variance intra-groupe (à l'intérieur de l'objet géographique) bien plus faible que la variance inter-groupes (entre les objets géographiques), la complexité du phénomène sera plus aisée à éclairer et à mesurer. La lecture à l'échelle agrégée permet en effet de souligner que le territoire vulnérable n'est pas que le résultat de la somme des vulnérabilités des populations qu'il contient. Cette vulnérabilité est structurée et dépendante des qualités du territoire. Ce dernier, en effet, est également acteur de la vulnérabilité : il contient une probabilité plus ou moins forte que l'aléa se réalise (ex. : des territoires qui supportent une faille sismique dans l'étude du risque de séisme). Il contient en outre des capacités d'infrastructures, une morphologie urbaine qui augmenteront ou diminueront les pertes et dommages si l'événement a lieu.

Enfin, le lien entre population et territoire vulnérable comporte inexorablement une boucle de rétroaction positive : le fait d'être pauvre pousse les populations à se localiser sur un territoire qui est souvent plus vulnérable à certains aléas, ce qui amplifie encore la situation précaire de ces populations. L'exemple du paludisme à Dakar illustre bien ce phénomène. Dans le cas de cette maladie, les personnes les plus dépourvues de capitaux humains et économiques ont des modes de vie et résident dans des logements qui favorisent les contacts avec l'hôte vecteur (l'anophèle), et ceci d'autant plus qu'ils n'ont pas les moyens de recourir aux bonnes mesures de protection (à l'intérieur et à l'extérieur du domicile). Ils résident bien souvent dans les zones périphériques des villes, dans des conditions parfois insalubres. Dans les banlieues de Pikine et de Guediawaye, les populations démunies se sont installées aux abords des Niayes, mordant ainsi sur des zones marécageuses, s'exposant fortement aux inondations et aux maladies vectorielles. Cette pression foncière, spécialement forte dans les grandes villes, favorise l'accumulation des vulnérabilités (Pelling, 2003 ; Lall et Deichmann, 2009). Dans le cas du paludisme, le résultat est encore plus vicieux. L'homme est en effet l'hôte réservoir du parasite et transmet indirectement le parasite, *via* l'anophèle, à un autre individu. Ainsi, par le truchement de l'exposition, en favorisant un réservoir parasitaire plus important dans les quartiers défavorisés (là où les malades sont moins bien soignés), la vulnérabilité sociale augmente grandement le risque d'infection au paludisme (Diallo *et al.*, 2012 ; Dramé *et al.*, 2012 et Borderon, 2013).

Positionnés à présent sur le choix de définition de la vulnérabilité, son lien avec la pauvreté et l'intérêt d'étudier le phénomène à l'échelle des territoires, nous allons voir les possibilités de méthode afin de mesurer ce qu'on a nommé « vulnérabilité sociale ». Reprenant au préalable les différents éléments qui se doivent d'être mesurés, nous les confronterons à la disponibilité des données, ciblant dès lors les problèmes classiques de mesures lorsque les données sont de qualité disparate et leurs modalités sujettes à interprétation.

## 2. Complexité et compromis méthodologiques

### 2.1. À données imparfaites, traitements simples

La difficulté d'obtenir des données appropriées pour couvrir de manière exhaustive l'envergure des différentes situations de vulnérabilité explique la moindre proportion des études sur les méthodes d'évaluation empirique de ce phénomène. Faisant l'état des données disponibles au Sénégal, les auteurs s'interrogent sur l'utilisation de deux types de jeux de données souvent répandus : les recensements et l'imagerie satellite.

Les recensements sont en effet des ressources qui peuvent être riches d'informations. Concernant le recensement sénégalais, il est disponible au format numérique et distribué par l'Agence nationale de la statistique et de la démographie (ANSD) pour ses éditions de 2002 (publié à partir de 2006) et de 1988 (qui est resté très peu exploité). Son intégration dans un système d'information géographique a été effectuée en 2008 par A. N'Donky (2011) dans le cadre d'un programme de recherche mené par l'IRD<sup>1</sup>. De premières exploitations ont permis de relever la qualité des données produites et leurs usages dans le cadre d'une analyse socio-spatiale de l'agglomération (Oliveau *et al.*, 2009). Les données sont disponibles à l'échelle des Districts de recensement (DR), de petites unités considérées comme homogènes (en moyenne, 1 000 personnes environ et 200 ménages par unité). Les thématiques qu'il recouvre sont vastes : qualité du logement, ressources, équipements, statut social et marital du chef de ménage, âge, *sex-ratio*, niveau d'instruction, obédience religieuse, appartenance ethnique... Ces données spatialisées, disponibles à l'échelle des DRs, peuvent être complétées par des informations extraites de l'imagerie satellite. Constatant par exemple un manque d'information sur la morphologie urbaine et les qualités de paysage de l'unité d'étude, les variables extraites de l'imagerie peuvent constituer de bons *proxies* pour qualifier l'environnement des ménages de chaque district et renseigner par exemple sur les expositions à des risques anthropiques et naturels qui seraient localisés (voire par exemple les travaux de Taubenbock *et al.*, 2008). Elles nous seront utiles pour qualifier la vulnérabilité propre au territoire. En outre, bien qu'elles ne produisent pas directement de données socio-économiques, on peut faire un certain nombre d'extrapolations à partir de leur analyse (voir la synthèse de Dureau *et al.*, 1989). On pourra noter, en revanche, que les données ne présentent pas toujours d'adéquation spatio-temporelle, ce qui augmente la difficulté d'associer les différents jeux de données. Revenant à des conditions théoriques, voyons, par le prisme des données disponibles, quelles dimensions de la vulnérabilité il nous est possible de mesurer et quels intérêts cela offre.

### 2.2. Les 4 dimensions de la vulnérabilité

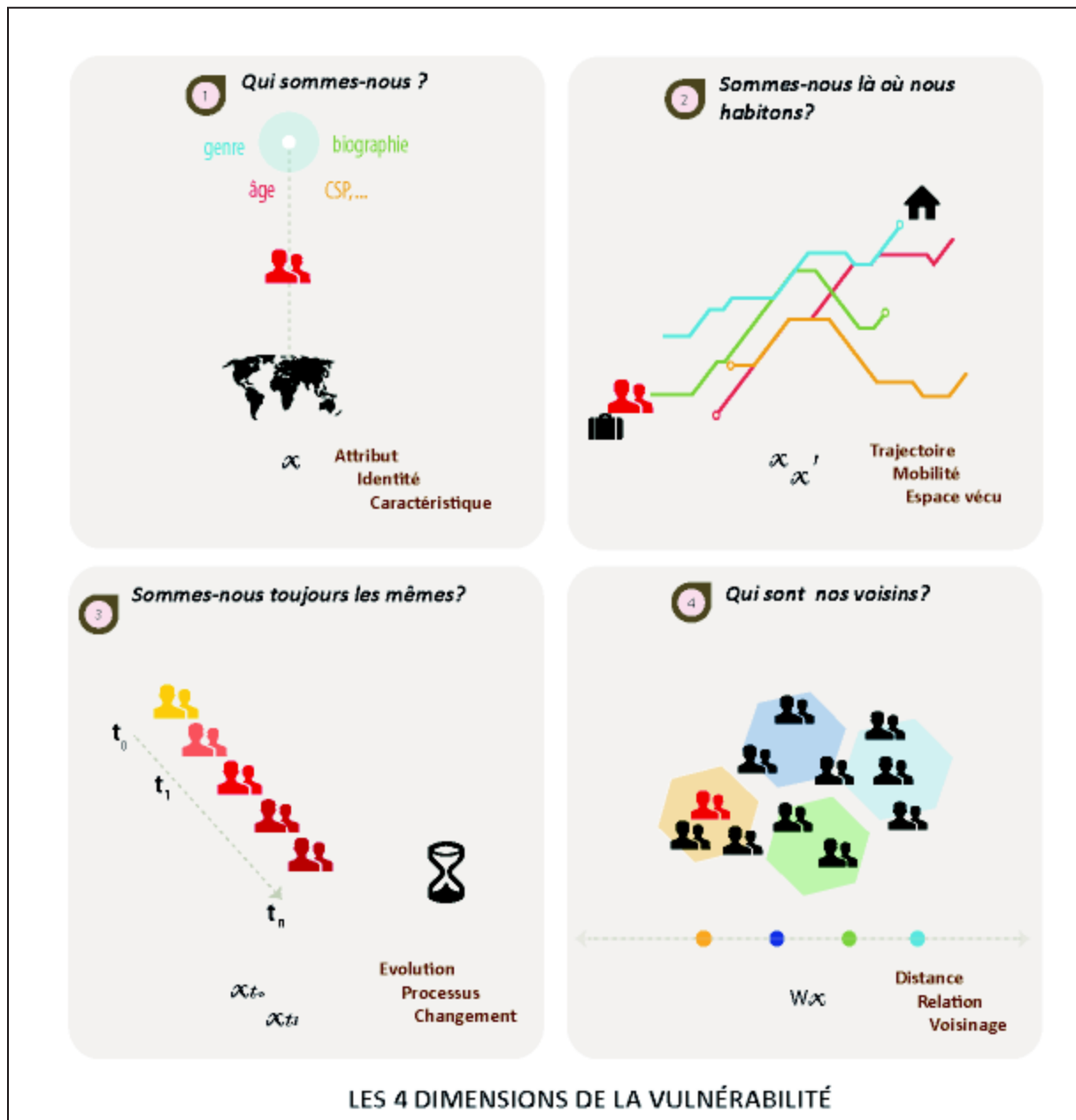
Dans un souci de synthèse, nous avons réduit la vulnérabilité à 4 dimensions (figure 2). Chaque disposition se réfère à une question à laquelle il faudrait répondre, afin d'éclairer dans son intégralité le phénomène complexe de la vulnérabilité.

---

<sup>1</sup> Programme Actupalu, financé par l'ANR (ANR-07-SEST-001).



FIGURE 2 : LES 4 DIMENSIONS DE LA VULNÉRABILITÉ



Source : auteurs.

La première dimension renvoie classiquement aux attributs de l'individu : a-t-il des caractéristiques qui font de lui un être vulnérable ? Des données d'enquêtes transversales suffisent à renseigner cette dimension que l'on peut aussi voir directement à l'échelle supérieure, qualifiant cette fois-ci la localisation et les attributs d'un groupe d'individus. La deuxième dimension, inhérente à l'identité des individus et des groupes étudiés, est la prise en compte du caractère dynamique de leur comportement. Associant un quartier par exemple à un ménage, je suis en droit de me demander si ce quartier correspond bien à l'espace vécu de l'individu, s'il fréquente ces paysages plus que d'autres, si son lieu de résidence lui est familier ou si ce n'est qu'une adresse administrative qui n'est pas son lieu de vie principal.

Dans le cas du paludisme par exemple, les effets de la mobilité des individus sont rarement pris en compte. Leurs vulnérabilité et exposition aux piqûres sont construites d'après leur lieu de résidence et les déplacements qui les exposent à un environnement différent sont compliqués à comptabiliser. Ces considérations reprennent, de fait, l'interrogation posée par Howe dans les années 1980 : « Does it matter where I live ? » (Howe, 1986).

Dans la lignée de la prise en considération de la dynamique du phénomène et de sa distribution dans l'espace, deux dimensions restent à explorer. La dimension temporelle interroge sur les différentes facettes de la vulnérabilité en des temps différents. Il est alors possible de savoir quels groupes subissent une vulnérabilité sociale transitoire (suis-je fragile occasionnellement ?) ou persistante, certains attributs forgeant la vulnérabilité sociale pouvant même se transmettre entre les générations (Sirven, 2007). Les panels de données permettant ces analyses sont déjà plus rares et nécessitent une collecte avec un suivi dans le temps (enquêtes longitudinales par exemple). Le protocole, notamment en milieu urbain, est lourd et coûteux, et de nombreuses études de risque ne bénéficient pas de ce matériel. C'est ainsi que, dans le cas de nos travaux sur le paludisme, l'absence de données temporelles nous a contraints à estimer des indicateurs robustes de la vulnérabilité sociale mesurés à un instant *t* (celui du recensement de 2002) par des paramètres qui semblaient avoir une valeur dans le temps. À l'échelle des districts, nous partons du postulat que le gradient de vulnérabilité sociale varie peu ou, en tout cas, progressivement au cours du temps. Enfin, la dernière dimension, considère le phénomène de vulnérabilité comme un processus qui n'est pas que relatif à l'individu mais également à son entourage. Cette dépendance géographique des entités entre elles influe sur le risque. Classiquement, on peut s'interroger sur les conséquences d'avoir un voisinage qui ne nous ressemble pas ou d'avoir par exemple un voisinage lui-même vulnérable. Avant d'aborder cette dimension, traitée ci-après, nous construisons, à l'aide des données censitaires, un indice de vulnérabilité sociale à l'échelle de l'agglomération dakaraise.

### 2.3. Mesure de la vulnérabilité sociale à Dakar

Afin de mesurer la vulnérabilité sociale à l'échelle de l'agglomération de Dakar, nous nous sommes inspirés de la méthode de création du SoVI®<sup>1</sup> (voire notamment Cutter *et al.*, 2003). L'idée est de construire un indicateur de vulnérabilité sociale à l'échelle des districts de recensement à l'aide, dans un premier temps, des données censitaires. Ces données comprennent 160 variables qui sont divisées en cinq grandes catégories et 17 sous-catégories. Ces cinq grands groupes intègrent les catégories classiques de la littérature pour caractériser la vulnérabilité sociale des ménages<sup>2</sup>.

---

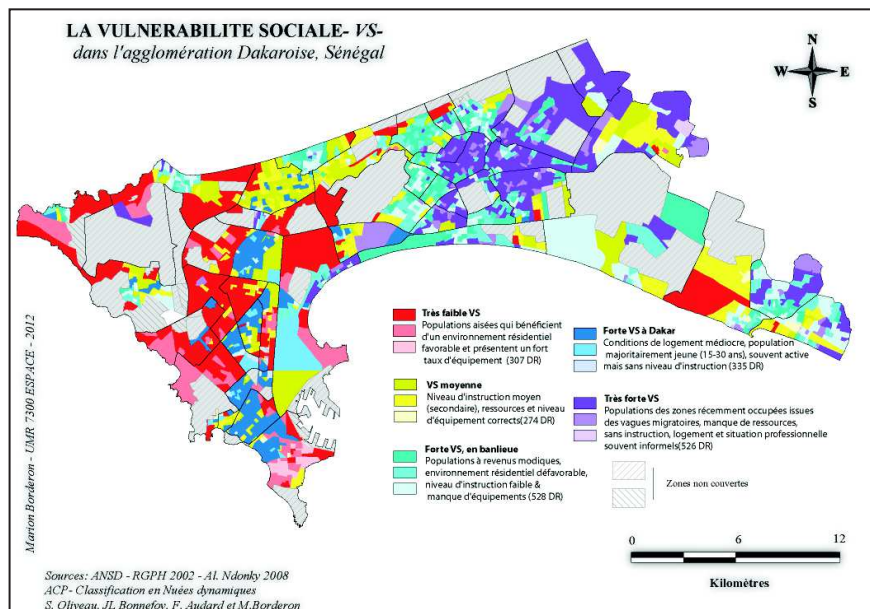
<sup>1</sup> <http://webra.cas.sc.edu/hvri/products/sovi.aspx>.

<sup>2</sup> Elles comprennent : la structure démographique de la population (par exemple, l'âge, le *sex-ratio*, la taille du ménage), la qualité des logements (les matériaux de construction, le type de logement, le nombre de chambres, le nombre de personnes par ménage et concession), les équipements (qu'ils soient privés mais aussi publics : les biens électroménagers, le système de drainage pour les eaux usées, l'électricité, les ramassages



Plusieurs analyses exploratoires ont été menées, afin de réduire et de synthétiser l'information contenue dans les données. Des ACP ont été réalisées sur chacune des 17 catégories, et cela permet d'analyser par sous-groupes les réductions opérées afin de conserver une approche experte de la connaissance humaine, à chaque pas de temps de la méthode exploratoire. Une classification est ensuite menée, afin de construire une typologie des individus en classes le plus homogènes possible et le plus distinctes entre elles<sup>1</sup>. La classification en nuées dynamiques permet d'obtenir aisément la distance de chaque individu au centre de gravité de sa classe. Ces résultats sont cartographiés en figure 3, les classes sont qualifiées par 5 couleurs différentes, tandis que la distance de l'individu à sa classe est renseignée par sa teinte plus ou moins claire. Lorsque l'individu statistique est proche du centre de gravité de sa catégorie, la couleur est foncée. *A contrario*, les individus en marge de la classe prennent une teinte claire.

FIGURE 3 : CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE VULNÉRABILITÉ SOCIALE



Sources : v. le bas de la carte.

La cartographie de cette vulnérabilité sociale fait déjà ressortir les limites entre Dakar et les autres communes. La commune de Dakar, bien qu'hétérogène, comprend le plus de DR où la vulnérabilité sociale est faible. Les profils des ménages avec une faible VS sont notamment les mieux équipés (sur-représentation de la climatisation et de l'automobile), ils ont un taux d'activité plus élevé et vivent dans des appartements qui ne leur appartiennent

d'ordures, les latrines de qualité), l'éducation (le niveau d'éducation, les langues pratiquées) et le statut social (l'activité du chef de ménage, le statut d'occupation, le statut marital).

<sup>1</sup> Les ACP, ainsi que la classification en nuées dynamiques, ont été réalisées sous XLSTAT.

pas<sup>1</sup>. En revanche, à l'est, particulièrement en direction de Pikine et du front d'urbanisation, la situation est beaucoup plus problématique. La structure des données est en outre intéressante, les profils de vulnérabilité sociale se scindant entre Dakar justement et « sa banlieue », notamment Pikine et Guédiawaye. La précarité est importante dans les deux cas mais n'a pas les mêmes manifestations.

Les plus vulnérables (très haute VS) sont caractérisés par un fort manque d'équipement. La population est essentiellement jeune (entre 18 et 35 ans) et la plupart d'entre eux sont mariés. Les infrastructures de base (eau, électricité) sont absentes chez plus de 30 % des ménages et moins de 10 % bénéficient d'un service de ramassage des ordures. Ces personnes, dont le niveau d'étude ne dépasse pas, dans 90 % des cas, celui de l'école primaire, sont venues principalement de migrations récentes et elles se sont installées là où elles pouvaient dans des conditions précaires. Pour les profils élevés de VS, la situation est quelque peu différente, mais aussi historiquement construite. La différence entre le profil élevé de VS dans la ville de Dakar et le profil de la banlieue (reprenant les districts de recensement à l'est de la ville) repose principalement sur l'accès à l'emploi et les aménagements urbains. Dans les banlieues, et surtout à Pikine l'ancien, les installations sont souvent désuètes et les conditions de vie se sont détériorées au cours des dernières années. Concernant les « zones pauvres » du centre-ville, la population vit plus souvent dans des logements précaires (10 % dans une cabane en bois) sans installation. Les niveaux d'éducation sont faibles. Le nombre de personnes par concession est élevé, mais la population, plutôt jeune, bénéficie de la proximité au centre-ville. Professionnellement, la plupart des gens sont « indépendants », ayant quelques petits travaux formels et informels.

Enfin, la catégorie moyenne représente une vulnérabilité sociale médiocre. Le niveau d'instruction n'est pas faible, presque une personne sur deux est active et a un emploi mais sans statut social élevé et les ressources semblent suffisantes, bien qu'aucune certitude ne garantisse leur pérennité. Nous pouvons finalement remarquer qu'il existe, dans cette partie de la région de Dakar, trois types de vulnérabilités sociales « hautes » et que chacune a sa propre géographie. Ces profils de classe correspondent à la connaissance empirique que nous avons de Dakar (fondée sur le travail de terrain qui a été fait chaque année depuis 2008) et également aux résultats obtenus par d'autres travaux sur la ville (Ndonky, 2011) et d'autres enquêtes plus spécifiques sur la pauvreté (ANSD, 2007 ; Minvielle *et al.*, 2005).

Ainsi, la construction d'un indice de vulnérabilité sociale n'a pas exigé ici de méthodes complexes d'analyse de données. Nous pensons que, à données disparates et dans notre cas

---

<sup>1</sup>. Dans une ville comme Dakar, vivre dans un appartement est un marqueur social (hyper-centralité de la résidence), souvent associée à sa fonction : l'hébergement par l'employeur. Si la propriété évite en partie la pauvreté, elle ne signifie donc pas toujours un signe de richesse. La contribution de Didier Fassin, « Analyser. Variables et questions », publiée dans l'ouvrage *Sociétés, développement et santé*, résume bien les enjeux liés à la mesure du degré de richesse de la population. Les marqueurs de richesse peuvent varier fortement selon le contexte, et les différentes ethnies sénégalaises, par exemple, n'investissent pas leur moyen de la même façon.

transversales, les traitements simples sont plus appropriés. En revanche, une approche experte est requise, et l'exigence tient plus dans la compréhension des variables qui sont confrontées et analysées. L'interprétation de certains actifs possédés par le ménage peut être par exemple sujette à controverse. En effet, la possession de biens peut être un indicateur d'une vulnérabilité sociale plus faible, indice indirect d'un niveau de vie correct alors même que ces actifs sont aussi soumis aux risques de destruction, qu'ils peuvent être déstitués ou perdre de leur valeur. Continuons à présent à creuser l'étude de la vulnérabilité sociale, complexifiant le modèle par l'introduction de la vulnérabilité inhérente cette fois-ci au territoire.

### **3. Mesure de l'effet groupe : les territoires vulnérables à moyen et long terme**

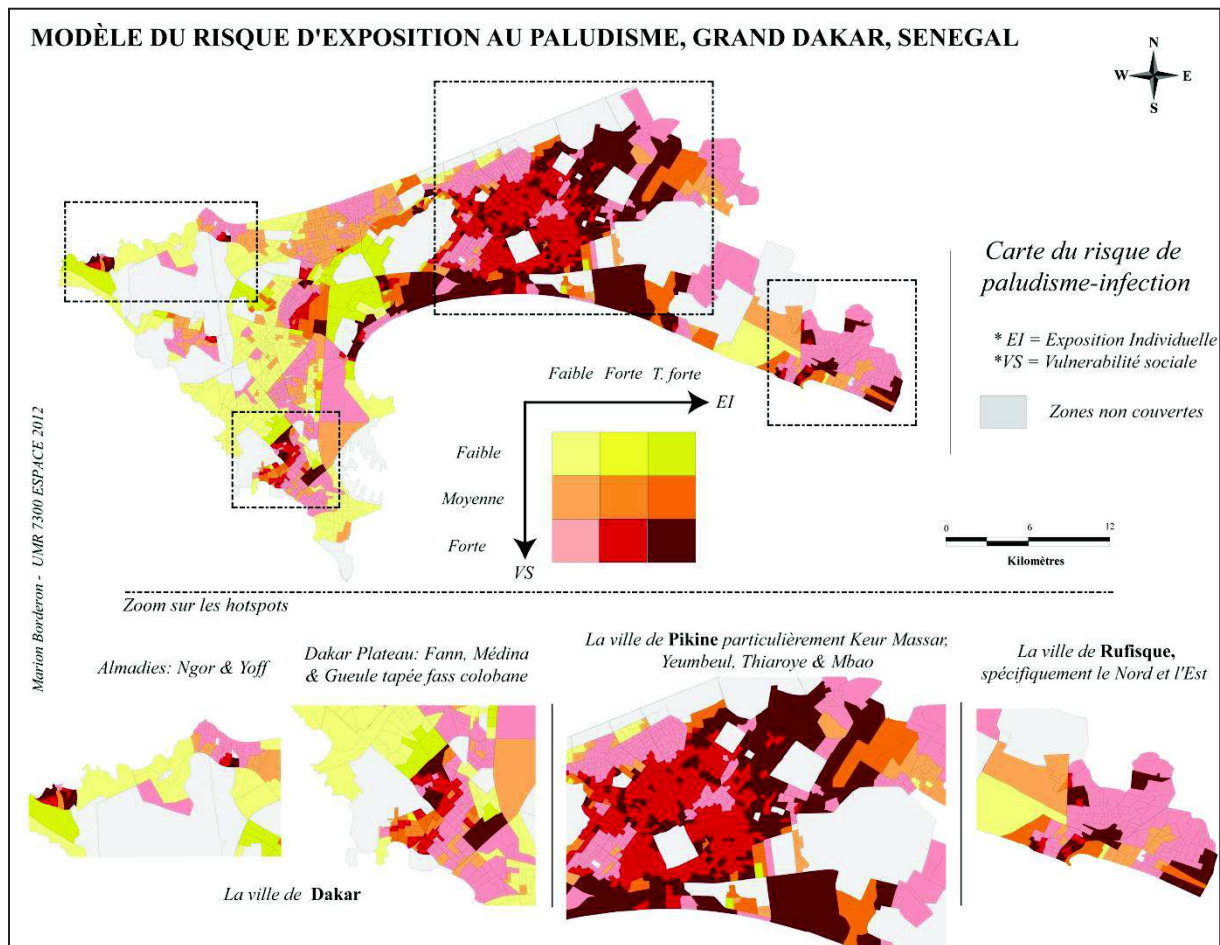
#### **3.1. Pièges spatiaux à pauvreté : illustration par l'exemple**

Nous avons vu précédemment que les territoires pouvaient être vulnérables de par les caractéristiques de leur population résidente. C'est dans cet objectif que l'indice de vulnérabilité sociale a été créé. Cependant, le territoire peut être lui-même exposé, sensible à des aléas de par ses caractéristiques paysagères par exemple. Or ne pas prendre en compte le degré de vulnérabilité et de l'exposition des personnes et de leurs territoires conduit à la défaillance d'un système de gestion des risques (Pelling, 2003). Dans le cas spécifique du risque palustre, les données issues de l'imagerie satellite vont nous renseigner sur l'exposition potentielle des territoires au risque de piqûres. Un indicateur est donc créé, afin d'estimer une exposition des populations selon leur localisation. Le district a donc une probabilité de contenir des gîtes anophéliens en fonction de ses qualités environnementales (mesures par les indices classiques de télédétection comme le NDVI<sup>1</sup> par exemple). Un calcul de densité nette est ajouté, afin de relativiser le phénomène de dilution des piqûres. En effet, plus le District est peuplé, plus l'exposition individuelle s'amenuise. Les résultats finaux, association de ces différentes variables, sont disponibles par le biais d'un modèle cartographique. L'association de la proximité des sites de reproduction, de la densité nette (pour un détail des constructions de ces indicateurs, se référer à Borderon, 2013) et de la vulnérabilité sociale (voire figure 3) produit neuf combinaisons différentes de risque. La vulnérabilité écologique (la proximité des sites de reproduction) et l'effet de dilution des piqûres (la densité nette) vont dans la même direction et forment l'exposition individuelle. L'exposition est divisée en trois situations : négligeable, élevée (site à proximité de gîtes mais densité élevée de la population) et très élevée (proximité avec densité nette faible). La vulnérabilité sociale est recalculée en trois catégories. La carte finale nous permet d'identifier les lieux où la circulation du parasite pourrait être forte et causer une épidémie si des programmes de gestion des risques ne les ciblaient pas. Plus généralement, elle illustre graphiquement la variation géographique de la vulnérabilité du paludisme.

---

<sup>1</sup> NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*.

FIGURE 4 : MODÈLE DU RISQUE D'EXPOSITION AU PALUDISME URBAIN À DAKAR



Source : Marion Borderon.

Dans l'analyse du modèle, nous pouvons souligner quatre points chauds, foyers potentiels de départ d'épidémie palustre. Leurs positions ne sont guère surprenantes et correspondent aux districts qui avaient subi de graves inondations en 2005 et 2008 et qui sont encore sous l'eau. Les populations résidentes sont parmi les plus pauvres et l'habitat de ces zones est largement informel. La séparation de Dakar, bien que présentant un risque hétérogène, et des banlieues de Pikine et Guédiawaye est bien visible sur la carte. Ces commentaires sont en adéquation avec la conclusion d'un récent ouvrage sur le fonctionnement à deux vitesses de l'agglomération de Dakar (Ndonky, 2011). Le front d'urbanisation à l'Est correspond en outre à des zones à risque. La situation précaire des habitants et l'absence de fortes densités accentuent les possibilités de rencontre entre les moustiques et les humains. Ces zones laissent en effet la place à des parcelles plus ou moins végétalisées qui sont, par conséquent, intéressantes pour les anophèles. *A contrario*, les zones fortement urbanisées ont un effet protecteur.

Les zones urbaines, en particulier les villes avec leurs grandes zones péri-urbaines, favorisent alors l'accumulation de vulnérabilités (Pelling, 2003 ; Lall et Deichmann, 2009). Nous rapprochons ce phénomène de cumul des vulnérabilités du concept de « pièges spatiaux

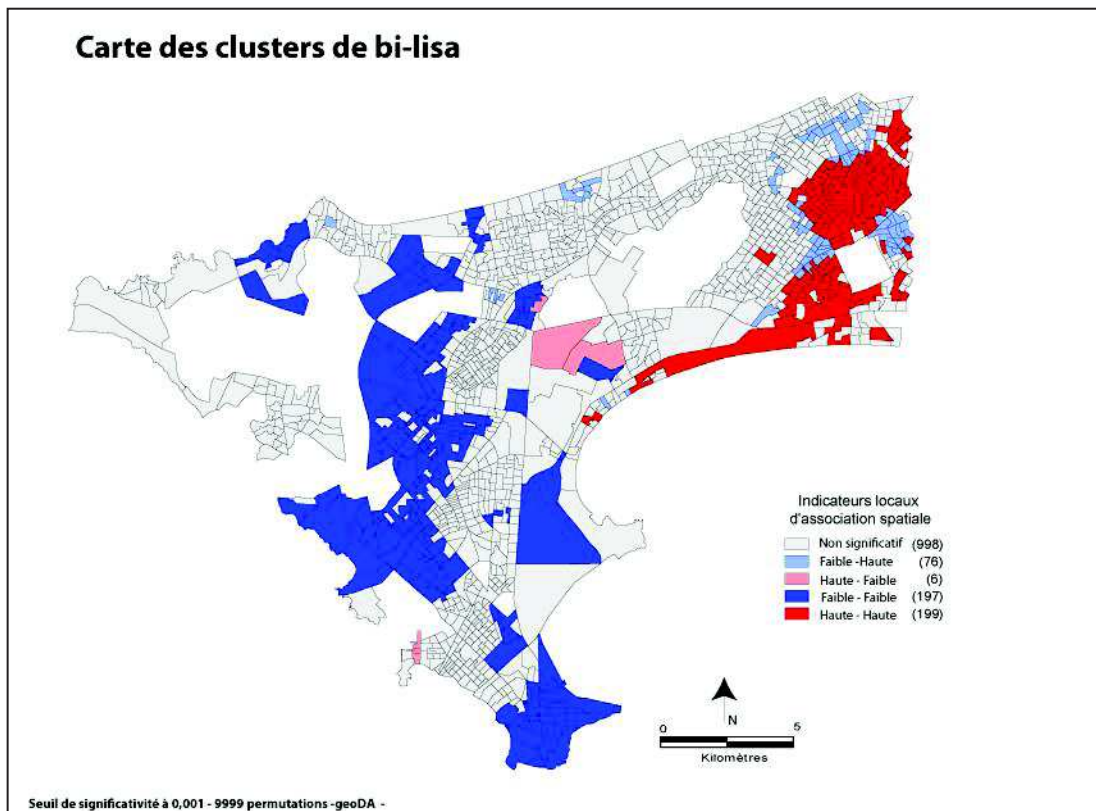
à pauvreté » introduit par Jalan et Ravallion en 1997. L'idée est que les zones les plus vulnérables se caractérisent non seulement par la concentration des populations pauvres, mais que ces gens sont pauvres parce qu'ils occupent ces espaces. Beaucoup de personnes pauvres sont attirées par les prix des terrains bas dans des endroits « à risque », augmentant ainsi leur propre vulnérabilité par le prisme d'une exposition plus forte à différents types d'aléas (Lall et Deichmann, 2009). Dans la banlieue de Dakar, par exemple, de nombreuses maisons ont été construites sur des zones inondables. L'idée de « piège » est intéressante dans ce contexte pour illustrer le cercle vicieux englobant les plus pauvres. À Dakar, les populations les plus vulnérables sont souvent celles dont l'environnement est plus sensible aux risques (par exemple, les inondations, épidémies, etc.) (Wang et al., 2009).

### **3.2. Éléments de mesure : prendre en compte le voisinage**

Ce concept de « pièges spatiaux » est intéressant dans la mesure où il prend en compte l'objet vulnérable et sa relation au voisinage. Certains objets peuvent ainsi s'assembler pour former des regroupements de zones plus ou moins exposées. Dans la logique de la dimension 3 du schéma 2, nous cherchons à estimer la mesure de ce voisinage selon les méthodes classiques des statistiques spatiales. Creusant du côté des indicateurs d'associations spatiales, nous nous sommes intéressés de plus près à la mesure de ces indicateurs à l'échelle locale. Nous avons eu recours aux *Lisa*, indicateurs locaux d'association spatiale développés par Luc Anselin (1995) qui permettent de mesurer les similarités (et les dissimilarités) des unités spatiales avec leurs voisins. On peut ainsi révéler les tendances régionales tout en conservant les valeurs locales, c'est-à-dire préserver l'information relative à l'hétérogénéité interne de ces zones (Oliveau, 2005). Dans le cas de notre étude sur le paludisme, nous avons cherché à comprendre les logiques et l'éventuelle dépendance qui existent entre la vulnérabilité de nos territoires comme support à des groupes d'individus plus ou moins vulnérables et l'attribution même de la vulnérabilité dudit territoire. En d'autres termes, les caractéristiques environnementales de nos DRs sont-elles dépendantes de l'environnement social ? Afin de répondre à cette question, il nous faut disposer de deux variables quantitatives continues pour estimer par la suite leur corrélation spatiale. Concernant l'environnement social, l'axe factoriel qui comprend 40 % de l'information des données censitaires sélectionnées pour la mesure de la vulnérabilité sociale a été utilisé : son interprétation est simple, les faibles valeurs représentant les individus ayant un profil socio-économique plus aisé en opposition avec les plus démunis (les fortes valeurs). Pour ce qui est des caractéristiques environnementales du DR, nous avons bénéficié d'un indicateur robuste d'estimation du nombre de piqûres d'anophèles par homme et par nuit élaboré par une équipe de recherche qui a récemment travaillé sur la question de l'aléa dans l'infection palustre à Dakar (Machault *et al.*, 2012). Cet indicateur est agrégé à l'échelle des districts (il est en effet disponible à une échelle plus fine). En revanche, la zone d'étude pour cette analyse est plus restreinte car nous ne disposons de cette estimation que pour 1 495 DR.



FIGURE 5 : CARTOGRAPHIE DES CLUSTERS BI-LISAS



Source : auteurs.

La confrontation de ces deux indicateurs par la méthode des bi-lisas donne des résultats intéressants. La cohérence spatiale entre la vulnérabilité sociale et l'exposition des territoires est avérée. 42 % de la variabilité entomologique (l'estimateur du nombre de piqûres) est expliquée par une partie de la vulnérabilité sociale (le premier axe factoriel caractérisant notamment les vulnérabilités socio-économiques des populations). La lecture de la carte donne des résultats sensiblement voisins de ceux du modèle de risque mais suggère une fracture entre Dakar, le centre-ville et la banlieue de Pikine encore plus marquée. Les DRs colorés soulignent les DRs qui présentent des associations positives. En rouge, ce sont les associations positives : les DRs à fort risque de piqûres sont voisins de DRs « pauvres ». À l'inverse, les DRs « plus aisés » avoisinent des zones où le nombre de piqûres est faible. Les teintes plus claires, rose et bleu, présentent les DRs qui forment des exceptions. L'avantage de cette méthode est d'écarter les DRs qui ne sont pas représentatifs, c'est-à-dire que, à un seuil de significativité donné (de 99,9 % dans ce cas d'étude), il ne présente pas de corrélation positive entre le nombre de piqûres d'anophèle et le profil social des districts voisins.

Bénéficiant de données de prévalence sur le paludisme, résultat d'une enquête<sup>1</sup> de 2008 (Diallo *et al.*, 2012), nous avons pu vérifier si les DRs en rouge formaient bien une sorte de

<sup>1</sup> Programme Actupalu, financé par l'ANR (ANR-07-SEST-001).



piège spatial à pauvreté qui cumule les expositions. Recalculant le taux d'infection palustre pour chaque catégorie d'association spatiale, les résultats sont probants : le taux d'infection palustre en 2008 dans les zones « rouges » est cinq fois plus élevé que dans les zones « bleues » et dépasse la moyenne du taux de prévalence à l'échelle de l'agglomération, qui est de 2 % contre 3,4 % dans ces espaces.

Cet analyse permet d'éclairer le phénomène de la vulnérabilité sous l'angle géographique et répond en partie aux liens qui existent entre populations et territoires vulnérables. Dans un cadre plus large, nous pouvons nous interroger sur les limites d'analyse de la vulnérabilité et proposer des alternatives aux études de mesure sur la vulnérabilité par le prisme du concept de résilience.

### **3.3. Dépasser la vulnérabilité : vers une mesure des capacités de résilience ?**

Par le prisme de l'exemple sur le paludisme urbain, nous avons vu qu'il est possible et intéressant d'étudier la vulnérabilité à l'échelle agrégée, perdant certes des informations sur les trajectoires individuelles mais gagnant de fait des renseignements sur « l'effet groupe » et les processus qui se jouent à l'échelle du territoire. Pour conclure sur nos résultats, nous pourrions dire qu'ils confortent les propositions d'Amartya Sen, selon lesquelles les inégalités sociales (de santé notamment) peuvent être réduites en renforçant les *capabilities* des individus pauvres, c'est-à-dire en augmentant les opportunités offertes par le milieu de vie, ainsi que leurs aptitudes à les utiliser de façon efficace (grâce aux capitaux humain et social). On se demande donc si un effort particulier de l'État envers ces quartiers, en matière d'équipements collectifs, tant sur le plan de l'offre de soins que sur celui des autres services publics, ne créerait pas des comportements d'accès aux soins des populations défavorisées plus étendus et plus durables que des politiques d'exemptions peu lisibles, peu fonctionnelles, peu gérables et finalement disqualifiantes. Cependant, cette approche a ses limites. Fondée sur la possession d'actifs, elle part du postulat que les ménages disposant de plus de biens et d'équipements ont une capacité de réaction plus grande. Finalement, reprenant les mots de N. Sirven (2007, p. 20), « les indices synthétiques d'actifs, tels ceux développés dans le cadre de l'approche par la capacité d'A. Sen, par exemple, ont ainsi été interprétés comme des indicateurs inverses de la vulnérabilité. Aujourd'hui, cette approche est largement critiquée parce qu'elle repose sur l'hypothèse forte d'une transformation sans coût des actifs en moyens de résilience. Or les actifs sont eux aussi soumis aux risques de destruction et/ou de transformation : les aléas sociaux peuvent conduire à la destitution ou la destruction des actifs, ou bien nuire au fonctionnement des marchés, de sorte que la liquidation des actifs et l'achat de biens de première nécessité peuvent devenir impossibles et conduire à la famine (Sen, 1981) ». Si, par la prise en compte d'autres variables que celle des biens et des équipements dans notre indice de vulnérabilité sociale, nous avons tenté de réduire ces critiques, il semblerait justement que nous avons cherché à déterminer les caractéristiques des individus qui les rendent potentiellement résilients à certains aléas et leur permettraient, tout bien détruit ou destitué par ailleurs, d'avoir le potentiel pour faire face. Il semble alors intéressant de renverser le problème en s'interrogeant sur l'étude des résiliences potentielles

des populations et des territoires et d'élaborer des méthodes intuitives, puisque fondées sur le présent face à un risque à venir, sur les possibilités qu'elles ont de se relever d'un choc.

## Conclusion

Ainsi, la vulnérabilité puise d'abord son intérêt dans les études *a priori* d'un risque. Il convient de reconnaître et de localiser les populations et les territoires vulnérables. Et nous savons, à présent, que les territoires vulnérables ne se définissent pas uniquement comme « lieux supports » de populations vulnérables. Dans de nombreux domaines, comme celui de la santé, les apports de ce type d'étude sont conséquents. Dans le cas du paludisme, nous avons vu que, si la parasitose était aujourd'hui contenue dans certaines zones de la ville, il faudrait, pour qu'elle tende à disparaître, que les programmes publics par exemple soient adaptés aux différents sous-espaces urbains de la ville et accompagnent les populations les plus vulnérables à la maladie. On retrouve, dans l'histoire récente des programmes sanitaires, cette prise de conscience d'allier les efforts globaux et locaux. L'objectif de l'OMS en 2000, « La santé pour tous », s'accompagne aujourd'hui d'un besoin de mesures plus ciblées dans les espaces vulnérables où les programmes nécessitent des aides spécifiques (voire le principe de Hyogo pour 2005-2015<sup>1</sup>). Revenant d'ailleurs sur la terminologie usitée dans ce principe (« Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes »), nous nous demandons si l'angle d'approche par la résilience ne serait pas en soi plus aisé, s'affranchissant plus facilement des problèmes de définition du concept de vulnérabilité. Dans les perspectives du vieil adage « mieux vaut prévenir que guérir », nous cherchons de fait les objets vulnérables, c'est-à-dire ceux qui présenteraient une absence de résilience potentielle. Un positionnement intéressant entre ces deux termes, qui ne sont pas toujours considérés dans la littérature comme antonymiques (Cutter *et al.*, 2013), et la construction d'indices de résilience potentielle mériteraient à terme de plus nombreuses considérations.

## Bibliographie

AGENCE NATIONALE DE LA STATISTIQUE ET DE LA DÉMOGRAPHIE, 2006, *Rapport national de présentation, Résultats du troisième recensement général de la population et de l'habitat-2002*.

AGENCE NATIONALE DE LA STATISTIQUE ET DE LA DÉMOGRAPHIE, 2007, *Enquête de suivi de la pauvreté au Sénégal ESPS 2005-2006*, Rapport national.

ANSELIN L., 1995, "Local Indicators Of Spatial Association – LISA", *Geographical Analysis*, 27, p. 93-115.

---

<sup>1</sup> <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-french.pdf>.

- APPARICIO P., 2000, « Les indices de ségrégation résidentielle : un outil intégré dans un système d'information géographique », *CyberGeo: European Journal of Geography*, n° 134.
- APPARICIO P., FOURNIER E., APPARICIO D., 2012, “Geo-Segregation Analyzer: a Multi-platform Application (Version 1.0)”, Montréal, Laboratoire d'analyse spatiale et d'économie régionale (LASER), INRS Urbanisation culture société.
- ARBIA G., BENEDETTI R., ESPA G., 1996, “Effects of the MAUP on Image Classification”, *Geographical Systems*, 3, p. 123-141.
- BANKOFF G., FRERKS G., HILHORST D., 2004, *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, Abingdon-New York, Earthscan Publications.
- BIRKMANN J., 2007, “Risk and Vulnerability Indicators at Different Scales—Applicability, Usefulness and Policy Implications”, *Environmental Hazards*, vol. 7, p. 20-31.
- BIRKMANN J., WISNER B., 2006, “Measuring the Un-Measurable. The Challenge of Vulnerability”, *Source*, Publication Series of the United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), n° 5/2006.
- BLAIKIE P. *et al.*, 1994, *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, Londres, Routledge, p. 333-352.
- BORDERON M., 2013, “Why Here and not There? Developing a Spatial Risk Model for Malaria in Dakar, Senegal”, *Source*, ‘*Studies Of the University: Research, Counsel, Education*’, Publication Series of the United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), n° 17/2012.
- CHAMBERS R., 1989, “Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy”, *IDS Bulletin*, vol. 20, n° 2, p. 1-7.
- CUTTER S.L., 1996, “Vulnerability to Environmental Hazards”, *Progress in Human Geography*, vol. 20, n° 4, p. 529-539.
- CUTTER S.L., BORUFF B.J., SHIRLEY W.L., 2003, “Social Vulnerability to Environmental Hazards”, *Social Science Quarterly*, vol. 84, n° 2, juin, p. 242-261.
- CUTTER S.L. *et al.*, 2013, “From Social Vulnerability to Resilience: Measuring Progress Toward Disaster Risk Reduction”, *Source*, ‘*Studies Of the University: Research, Counsel, Education*’, Publication Series of the United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), n° 17/2013.
- DATT G., RAVALLION M., 1993, “Regional Disparities, Targeting, and Poverty in India”, in M. Lipton, J. Van Der Gaag (eds.), *Including the Poor*, Banque mondiale, p. 91-114.
- DEICHMANN U., 1999, *Geographic Aspects of Inequality and Poverty*, non publié, 13 p. ([http://siteresources.worldbank.org/INTPGI/Resources/Pro-Poor-Growth/5319\\_povmap.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTPGI/Resources/Pro-Poor-Growth/5319_povmap.pdf)).
- DIALLO A. *et al.*, 2012, “Asymptomatic Carriage of Plasmodium in Urban Dakar: The Risk of Malaria Should Not Be Underestimated”, *PLoS ONE* 7(2) (e31100. doi:10.1371/journal.pone.0031100).

- DRAMÉ P.M. *et al.*, 2012, “IgG Responses to the gSG6-P1 Salivary Peptide for Evaluating Human Exposure to Anopheles Bites in Urban Areas of Dakar Region, Sénégal”, *Malaria Journal*, p. 11-72.
- DUNCAN O.D., DUNCAN B., 1955a, “A Methodological Analysis of Segregation Indexes”, *American Sociological Review*, vol. 20, n° 2, p. 210-217 (doi:10.2307/2088328).
- DUNCAN O.D., DUNCAN B., 1955b, “Residential Distribution and Occupational Stratification”, *American Journal of Sociology*, vol. 60, n° 5, p. 493-503 (doi:10.1086/221609).
- DUREAU F. *et al.*, 1989, *Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain*, manuel de formation, Orstom, Paris, coll. « Didactiques ».
- FASSIN D., 1990, « Analyser. Variables et questions », in D. Fassin et Y. Jaffré (coord.), *Sociétés, développement et santé*, Paris, Éditions Ellipses, coll. « Universités francophones », p. 107-125.
- HOWE G.M., 1986, “Does It Matter Where I Live?”, *Transactions of the Institute of British Geographers*, vol. 11, n° 4, p. 387-414.
- JALAN J., RAVALLION M., 1997, “Spatial Poverty Traps?”, World Bank Policy Research Working Paper, n° 1862 (<http://ssrn.com/abstract=597203>).
- MACHAULT V. *et al.*, 2012, “Risk Mapping of *Anopheles gambiae s.l.* Densities Using Remotely-Sensed Environmental and Meteorological Data in an Urban Area: Dakar, Senegal”, *PLoS ONE* 7(11) (e50674. doi:10.1371/journal.pone.0050674).
- MILLER F. *et al.*, 2010, “Resilience and Vulnerability: Complementary or Conflicting Concepts?”, *Ecology and Society*, vol. 15, n° 3, p. 11.
- MINVIELLE J.-P., DIOP A. et NIANG A., 2005, *La pauvreté au Sénégal. Des statistiques à la réalité*, Karthala, Paris.
- NDONKY A., 2011, « Contextes spatiaux et recours aux soins en cas de fièvre chez l’enfant de 2 à 10 ans dans l’agglomération de Dakar », thèse de doctorat en géographie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, non publiée.
- OLIVEAU S. *et al.*, 2009, « Retour sur une expérience d’échantillonnage spatial. Choix de lieux d’enquête dans l’agglomération dakaroise », colloque Théoquant, Besançon, 04-06 mars 2009.
- OLIVEAU S., 2005, « Les indicateurs locaux d’association spatiale (Lisa) comme méthode de régionalisation. Une application en Inde », Actes des 7<sup>èmes</sup> rencontres Théoquant, 10 p.
- OPENSHAW S., 1984, *The Modifiable Areal Unit Problem*, Norwich, Geobooks.
- PELLING M., 2003, *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*, Londres, Earthscan.
- RAVALLION M., WODON Q., 1997, *Poor Areas, or Only Poor People?*, Policy research working paper, n° 1798, 34 p.

- SEN A., 1981, *Poverty and Famines: An Essay on Entitlements and Deprivation*, Oxford, Clarendon Press.
- SEN A., 1983, “Poor, Relatively Speaking”, *Oxford Economic Papers*, New Series, vol. 35, n° 2, p. 153-169.
- SIRVEN N., 2007, « De la pauvreté à la vulnérabilité : évolutions conceptuelles et méthodologiques », *Mondes en développement*, n° 140, 2007/4, p. 9-24. (DOI : 10.3917/med.140.0009).
- TAUBENBOCK H. *et al.*, 2008, “A Conceptual Vulnerability and Risk Framework as Outline to Identify Capabilities of Remote Sensing”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, p. 409-420.
- TURNER B.L., 2010, “Vulnerability and Resilience: Coalescing or Paralleling Approaches for Sustainability Science?”, *Global Environmental Change*, vol. 20, p. 570-576.
- UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR), 2008, *Indicators of Progress: Guidance on Measuring the Reduction of Disaster Risks and the Implementation of the Hyogo Framework for Action*, Genève, UN Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction.
- WANG H.G., MONTOLIU-MUNOZ M., GUEYE N.F.D., 2009, *Preparing to Manage Natural Hazards and Climate Change Risks in Dakar, Senegal: A Spatial and Institutional Approach*, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery ([http://gfdrr.org/docs/Dakar\\_Report063009.pdf](http://gfdrr.org/docs/Dakar_Report063009.pdf)).
- WATTS M.J., BOHLE H.G., 1993, “The Space of Vulnerability: The Causal Structure of Hunger and Famine”, *Progress in Human Geography*, vol. 17, n° 1, p. 43-67.