



## Espace populations sociétés

Space populations societies

2016/3 | 2017

Interroger et comprendre les effets d'échelles de la  
vulnérabilité

---

# Vulnérabilités sociales et changement d'échelle

L'espace compte !

*Social Vulnerabilities and Change of Scale - Space Plays a Crucial Role!*

Marion Borderon et Sébastien Oliveau

---



Éditeur

Université des Sciences et Technologies de  
Lille

### Édition électronique

URL : <http://eps.revues.org/7012>

DOI : 10.4000/eps.7012

ISSN : 2104-3752

### Référence électronique

Marion Borderon et Sébastien Oliveau, « Vulnérabilités sociales et changement d'échelle », *Espace populations sociétés* [En ligne], 2016/3 | 2017, mis en ligne le 31 janvier 2017, consulté le 30 juin 2017.

URL : <http://eps.revues.org/7012> ; DOI : 10.4000/eps.7012

---

Ce document a été généré automatiquement le 30 juin 2017.



Espace Populations Sociétés est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

---

# Vulnérabilités sociales et changement d'échelle

L'espace compte !

*Social Vulnerabilities and Change of Scale - Space Plays a Crucial Role!*

Marion Borderon et Sébastien Oliveau

---

## Introduction

- 1 L'objet de la géographie est souvent présenté comme un produit né des rapports que les hommes nouent avec l'espace [Bailly, 2001]. Dans cette veine, l'analyse des faits de santé en géographie s'enquiert des relations entretenues par les hommes et leur environnement. La vulnérabilité face à la maladie (vulnérabilité sanitaire) aurait donc pour charge d'estimer dans quelle mesure notre état de santé dépend de nous (caractéristiques individuelles, génétiques...) ou de notre environnement. Cette acception s'entend tant dans sa dimension écologique et sociale.
- 2 Nous proposons alors d'envisager que le risque lié à l'environnement puisse s'interpréter comme une forme de vulnérabilité écologique qui compléterait la vulnérabilité individuelle décrite comme une vulnérabilité sociale. En allant plus loin, on peut envisager que les vulnérabilités sociales individuelles s'inscrivent dans un contexte plus large de vulnérabilité sociale collective. Sur ce point; l'intérêt croissant de la géographie de la santé pour les modèles spatiaux va dans ce sens [Pérez *et al.*, 2016]. Les facteurs individuels explicatifs d'un phénomène s'ajoutent, voire même interagissent avec des facteurs à une échelle plus petite. L'effet de composition et l'effet de contexte sont alors tous deux testés [Vallée *et al.*, 2010].
- 3 Dans cette perspective, la vulnérabilité sanitaire pourrait être repensée en tenant compte de deux échelles (individuelle et collective) et de deux dimensions (sociale et écologique). Nous proposons donc d'étudier la vulnérabilité sanitaire individuelle (dont l'effectivité sera mesurée par les résultats de test individuel de goutte épaisse et leur agrégation

donnant un indice de la prévalence du paludisme) en étudiant l'interaction possible entre la vulnérabilité sociale collective (envisagée à l'échelle des petits territoires que constituent les districts de recensement (DR) de Dakar) et la vulnérabilité écologique (envisagée d'abord à l'échelle des DR puis à celle de leur voisinage). Il s'agit ainsi de souligner combien l'appartenance à un espace particulier peut être source de vulnérabilités accrues pour les individus. Il s'agit aussi de souligner le rôle complémentaire des dimensions sociales et écologiques qui peuvent, à l'échelle de certains territoires, entrer en interaction et créer de véritable « pièges spatiaux » pour les populations.

- 4 Notre travail repose sur une étude fine de l'agglomération dakaroise : les 2,2 millions d'habitants recensés en 2002 sont répartis dans 1998 districts de recensements [Ndonky, 2011]. Des résultats issus de deux programmes de recherche sur le paludisme viennent compléter cet appareillage statistique. Le premier [Machault *et al.*, 2012] s'est intéressé à l'estimation du risque lié à l'anophèle, le second s'est intéressé à la prévalence du paludisme et aux caractéristiques des femmes et enfants atteints [Diallo *et al.*, 2012]. Cette application offre des résultats qui viennent souligner l'importance de la prise en compte des échelles dans l'étude des vulnérabilités et souligne l'intérêt du concept de piège spatial pour envisager la vulnérabilité à l'échelle de l'individu.

## Vulnérabilité et espace

### Définir la vulnérabilité

- 5 La littérature sur la vulnérabilité, aujourd'hui abondante, révèle une multitude d'acceptions différentes de ce terme clé. Nous avons choisi d'utiliser une définition large de la vulnérabilité fréquemment reprise par la communauté de chercheurs et professionnels sur la réduction des risques<sup>1</sup>. Nous définissons la vulnérabilité comme une fragilité préexistante d'un 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 [Thywissen, 2006]. 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 *et al.*, 1994, Cutter, 1996 ; Birkmann, 2006 ; Turner, 2010].
- 6 La notion de vulnérabilité fait référence à l'incapacité de résister aux effets d'un environnement hostile. Il s'agit de mesurer ces (in)capacités ou ce qui y mène, afin de connaître le gradient potentiel de risque des populations exposées à des risques naturels ou anthropiques. Les moyens dont les populations disposent, que ce soit en termes d'actifs, de biens immatériels comme l'éducation et la santé ou en termes d'intégration dans la société, sont autant de paramètres qui contribuent à la vulnérabilité de l'individu, du ménage ou encore du groupe auquel il appartient.
- 7 Chambers [1989] indique que la vulnérabilité a des aspects internes et externes : les individus peuvent être exposés à un risque naturel ou social spécifique et possèdent chacun des capacités différentes pour faire face à leur exposition au moyen de diverses stratégies d'action. Cette distinction interne/externe renvoie directement à une seconde notion que l'on retrouve dans les études sur la vulnérabilité, celle de « capacité d'adaptation »<sup>2</sup> (adaptive capacity [Smit et Wandel, 2006 ; Gallopin, 2006 ; Fritzsche *et al.*, 2014]). Si la sensibilité de l'individu ou du groupe est plutôt dépendante de la nature de

l'aléa (vulnérabilité externe), les capacités d'adaptation sont le fruit de caractéristiques plus génériques (vulnérabilité interne), liées aux caractéristiques des individus, des groupes, voire des territoires. Cette vulnérabilité interne se caractérise par l'association de différents facteurs : l'état de pauvreté, de santé, l'âge, le genre, etc. Le degré de vulnérabilité définira la capacité à se protéger ou à subir l'aléa. Certains auteurs [voir notamment l'article de référence de S. Cutter, 1996] ont développé le concept de vulnérabilité sociale qui n'est pas lié à un phénomène en particulier, et qui nous permet de mettre en avant cet ensemble de caractéristiques.

## Vulnérabilité sociale et pauvreté

- 8 De manière générale, 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]. Il est possible de qualifier et de quantifier cette fragilisation par la description du profil socio-économique des populations et leur degré de richesse. On notera d'ailleurs que dans une perspective strictement économique, la vulnérabilité est explicitement décrite comme un risque de devenir pauvre et/ou de passer sous le seuil de pauvreté [Sirven, 2007]. On peut donc définir une vulnérabilité spécifiquement économique qui qualifie le risque de voir sa situation économique se dégrader, voire de tomber dans la pauvreté<sup>3</sup>.
- 9 Les questionnements méthodologiques inhérents à cette quantification sont alors très proches de ceux associés à la mesure de la pauvreté dite objective. On constate en effet que vulnérabilité sociale et pauvreté montrent de nombreuses ressemblances. Ces deux concepts ont en commun les facteurs qui les expliquent (âge, situation familiale, genre, emploi, insertion sociale, etc.). Elles partagent aussi leur caractéristique multiscalaire (elles peuvent être envisagées au niveau de l'individu, du groupe, du territoire). Enfin, elles apparaissent aussi comme relatives au contexte étudié (selon le lieu et la période d'étude). La vulnérabilité sociale est cependant plus large, puisqu'elle intègre la pauvreté dans ses caractéristiques propres, bien que celle-ci soit une composante majeure qui limite les capacités d'adaptation en réduisant grandement les possibilités des individus.
- 10 En revenant aux travaux des économistes dans les années 80 (notamment ceux d'Amartya Sen), on comprend mieux la convergence de ces deux concepts. Lors de l'analyse des caractéristiques des habitants, la pauvreté n'est plus considérée sous l'angle unique (et réducteur) des revenus. Les approches à l'échelle de l'individu et du ménage sont souvent complétées par des analyses à une échelle plus agrégée : groupes sociaux, ethniques, ou unités spatiales quelles qu'elles soient. Concernant ces approches agrégées, certaines questions reviennent régulièrement, plus ou moins explicitement : les unités d'agrégats, notamment spatiales, ne sont-elles qu'une somme des vulnérabilités de chaque individu ou forment-elles plus que la somme des parties ? Dans quelle mesure y-a-t-il transfert des caractères vulnérables des individus au territoire et réciproquement ?

## Les pièges spatiaux

- 11 C'est assurément à ce questionnement que l'expertise géographique peut être la plus utile. Dès les années 90, se diffuse l'idée que cartographier la pauvreté constituerait un apport au ciblage des populations à aider en priorité. Lors du colloque « including the poor » en 1989, Datt et Ravallion [1993] envisagent l'apport du ciblage (targeting) des

populations pour la réduction de la pauvreté entre les régions indiennes. Leur conclusion est mitigée et contredit en partie les résultats plus clairs obtenus précédemment en Indonésie. Néanmoins, Ravallion continuera ses travaux (au Bangladesh) dans cette direction et arrivera à la conclusion que l'on peut définir des espaces pauvres qui ne sont pas simplement la concentration des pauvres dans l'espace.

- 12 L'idée de Ravallion est que ces populations restent plus pauvres aussi parce qu'elles occupent ces espaces. Le concept de « piège spatial à pauvreté » (*spatial poverty traps*) est exposé en 1997 dans une publication avec Jalan [Jalan et Ravallion, 1997].
- 13 Par ailleurs, on constate aussi que les populations les plus pauvres habitent dans les zones les plus dangereuses (que le risque soit « naturel » ou sanitaire) et que les populations les plus riches résident dans des endroits plus sûrs [Lall et Deichmann, 2009]. On constate ainsi que les zones les plus vulnérables se caractérisent non seulement par la concentration des populations pauvres, mais que l'occupation de ces espaces aggrave leur vulnérabilité individuelle. Beaucoup de personnes pauvres sont attirées par les prix bas des terrains situés dans des zones « à risque » (d'inondations, de glissement de terrain, etc.) ou s'y installe de manière informelle, augmentant ainsi leur propre vulnérabilité par le prisme d'une exposition plus forte à différents types d'aléas.).
- 14 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 se refermant sur les plus pauvres. À Dakar, les populations les plus vulnérables sont souvent celles qui habitent déjà un environnement plus sensible aux risques comme les inondations ou divers types d'épidémies par exemple. À la suite de ces réflexions, nous souhaitons donc envisager que la vulnérabilité, et plus particulièrement la vulnérabilité sociale, présente des caractéristiques similaires à la pauvreté en termes de piège pour les populations.

## Échelles des vulnérabilités au paludisme

- 15 C'est dans cette perspective de piège spatial que nous avons étudié la vulnérabilité des territoires de l'agglomération de Dakar face au risque palustre. Nous faisons l'hypothèse que le risque palustre, bien qu'individuel, est le résultat d'une vulnérabilité écologique collective et d'une vulnérabilité sociale dépassant elle aussi l'individu [Borderon, 2016] Autrement dit en reprenant le concept de piège spatial à pauvreté, le risque palustre individuel devrait être appréhendé à un niveau agrégé pour obtenir une image non tronquée de ce risque épidémique. Nous souhaitons montrer que les individus les plus vulnérables socialement sont pris au piège dans des territoires écologiquement vulnérables (vulnérabilité externe) et qui se caractérisent par une concentration de populations socialement vulnérables (vulnérabilité interne).

### Territoires et individus, écologie et société

- 16 Dans le cas du paludisme, la vulnérabilité écologique peut se définir comme une vulnérabilité externe des territoires. Il s'agit de la vulnérabilité des territoires à la présence de l'anophèle (moustique porteur potentiel du parasite). Elle se confond en grande partie avec le risque individuel d'être infecté par une piqûre de moustique vecteur. Néanmoins, le risque individuel est, dans une certaine mesure, plus restreint

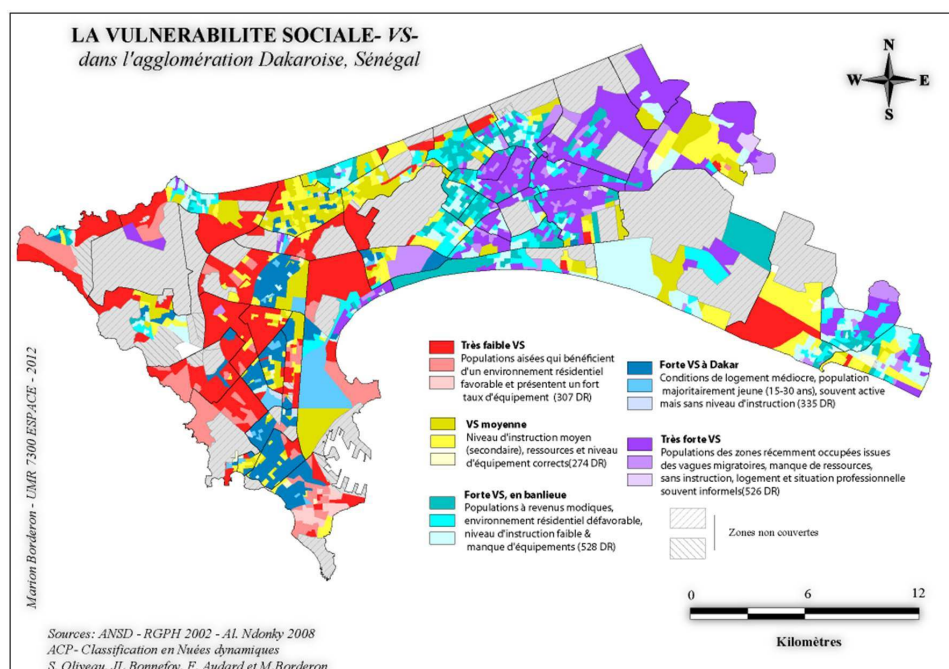
puisque la vulnérabilité est générale et ne prend pas en compte la protection possible d'une partie de la population. Autrement dit, même si cela semble paradoxal, le risque individuel est moins important que la vulnérabilité générale du territoire. Le risque individuel est ainsi défini comme l'accumulation de la vulnérabilité écologique du territoire et la vulnérabilité sociale, envisagé comme l'incapacité à se protéger des piqûres<sup>4</sup> La vulnérabilité écologique est donc circonscrite à l'espace de vie des anophèles. Il n'y a qu'à l'échelle des territoires où l'on trouve des anophèles que peut avoir lieu la transmission. On peut donc, dans un premier temps, proposer une cartographie de la vulnérabilité écologique des territoires puisque l'habitat de l'anophèle à Dakar est assez bien connu. Machault *et al.*, [2012] proposent une cartographie de la vulnérabilité des territoires de l'agglomération de Dakar à l'anophèle *gambiae*. Ces territoires sont surtout présents dans l'est de l'agglomération et concentrés autour des Niayes<sup>5</sup>.

- 17 La vulnérabilité écologique au paludisme se complète d'une vulnérabilité sociale, exprimée comme l'incapacité à se protéger des piqûres, pour des raisons qui peuvent tenir aussi bien au manque de moyen, qu'au manque d'éducation. Il est à noter qu'à Dakar, la distribution de moustiquaires imprégnées d'insecticide n'a pas été un facteur discriminant du portage asymptomatique du parasite [Diallo *et al.*, 2012], bien qu'elle reste un mode d'action publique à valoriser afin de stopper la transmission. En outre, cette vulnérabilité peut s'accompagner également d'un manque de capacité à se soigner lorsqu'il y a eu piqûre infectante. Cette vulnérabilité est avant tout individuelle, mais l'on peut envisager aussi que les territoires connaissent une vulnérabilité sociale qui se définit alors comme la concentration de populations socialement vulnérables qui transmettent à leur environnement leurs caractéristiques. Concrètement, on peut envisager que, dans des territoires où les personnes vulnérables sont nombreuses, les personnes socialement non vulnérables sont mises en position plus précaires. Le réservoir parasitaire étant humain, la taille du groupe d'hôte porteur de parasite influence directement la présence de moustiques infectés.

## Cartographie des territoires vulnérables

- 18 La distinction de ces deux échelles (individu et territoire) et des différentes vulnérabilités (écologique et sociale) nous permet de proposer une cartographie de la vulnérabilité au paludisme à Dakar. Nous avons choisi le niveau administratif le plus fin disponible, celui des districts de recensement (DR)<sup>6</sup>. Pour la vulnérabilité écologique des territoires, ce sont les résultats de Machault *et al.* [2012] qui sont mobilisés, et chaque DR se voit attribué la valeur moyenne de l'agressivité anophélienne<sup>7</sup> estimée sur la surface qu'il couvre<sup>8</sup>. La vulnérabilité sociale des DR est estimée à partir d'une factorisation de variables issues du recensement de 2002. 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.

Carte 1. Vulnérabilité sociale de l'agglomération de Dakar



Sources : ANSD-RGPH 2002 ; A Ndonky, 2008

ACP – Classification en Nuées dynamiques : S. Oliveau; J.L. Bonnefoy, F. Audard et M. Borderon

Réalisation : Marion Borderon – UMR 7300 ESPACE – 2012.

### Encart 1. La vulnérabilité sociale des districts de recensement de l'agglomération de Dakar

La cartographie présente les résultats de la factorisation des variables. Les résultats de cette factorisation ont fait l'objet d'une classification en nuées dynamiques qui a permis de dégager 5 grandes classes (représentées chacune par une couleur). L'intensité de la couleur reflète la proximité statistique de l'individu au centre de la classe à laquelle il appartient (plus le DR est foncé, plus son profil ressemble au profil moyen de la classe).

Cette carte de la vulnérabilité sociale fait ressortir les limites entre Dakar (moitié ouest où prédomine le rouge) et les autres communes. Les DR où la vulnérabilité sociale est faible (VS) sont majoritairement situés dans la commune de Dakar

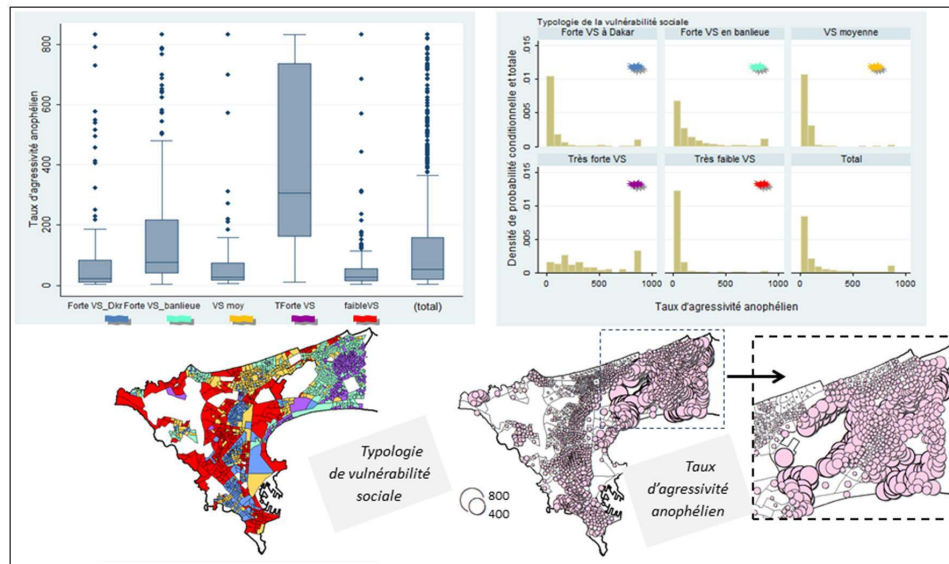
Les profils des ménages avec une faible VS sont notamment les mieux équipés (surreprésentation de la climatisation et de l'automobile), ils ont un taux d'activité plus élevé, et vivent dans des appartements qui ne leur appartiennent pas.

La moitié est de l'agglomération présente une situation beaucoup plus problématique, avec de fortes vulnérabilités sociales des territoires. Néanmoins, cette vulnérabilité sociale des banlieues de Dakar (ce sont notamment les communes de Pikine et Guédiawaye) est assez différente de la vulnérabilité sociale rencontrée dans le centre de Dakar.



- 19 La superposition des cartographies des vulnérabilités écologiques et sociales permet de définir des territoires où les deux vulnérabilités sont présentes. C'est cette accumulation des vulnérabilités des territoires qui va rendre les individus vulnérables au paludisme.
- 20 Une première analyse des résultats (figure 1) montre que les très fortes vulnérabilités sociales correspondent aux localisations des fortes vulnérabilités écologiques.

Figure 1. Co-localisation des vulnérabilités sociales et écologiques des districts de recensement



Sources : ANSD-RGPH 2002 ; A Ndongy, 2008 ; ACTUPALU 2008  
Réalisation : Marion Borderon, 2016.

## Les pièges spatiaux existent-ils ?

- 21 La cartographie des territoires doublement vulnérables propose une première vision de ce que pourraient être les pièges spatiaux. Pour aller plus loin et valider ce qui n'est qu'une observation, nous avons mobilisé différents outils statistiques et géostatistiques. Dans un premier temps, nous proposons une mesure de la co-localisation, étendue au voisinage, qui permet de définir des zones plus larges que les DR, qui se caractérisent par une vulnérabilité écologique et sociale. Ensuite, nous confrontons les résultats de ces mesures avec les taux de prévalence observés dans ces zones.

## Les LISA bivariés comme outil de mesure des pièges spatiaux

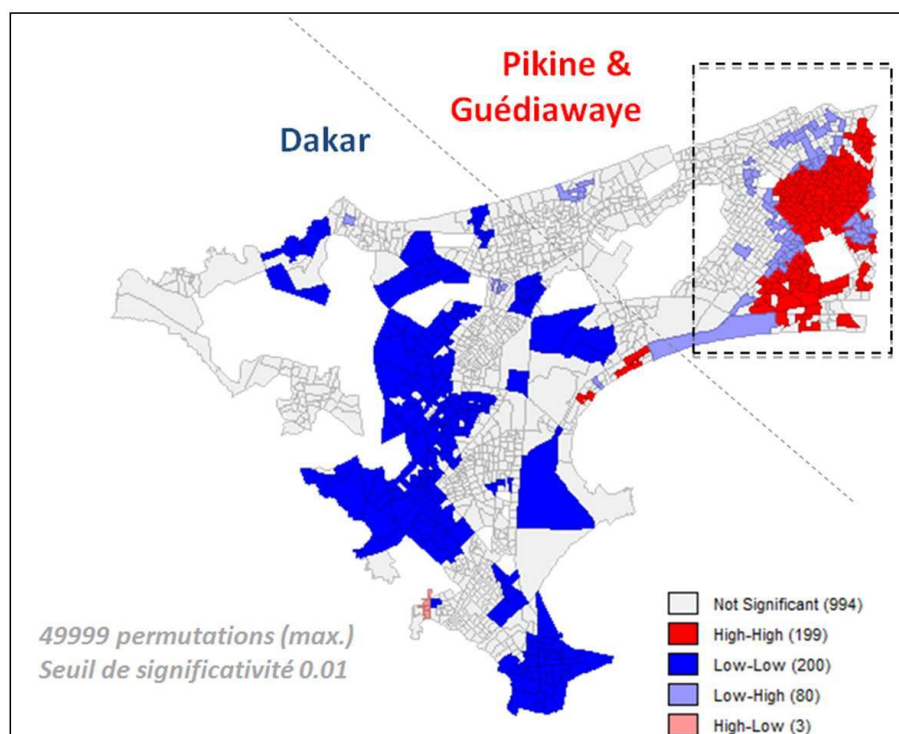
- 22 Les DR étant de petite taille et les anophèles capables de parcourir plusieurs d'entre eux, il semble plus judicieux d'élargir notre champ d'observation pour définir les pièges spatiaux. Pour ce faire, nous allons inspecter chaque DR mais, dans le même temps, regarder les DR voisins. De cette manière, nous mettons de côté les éventuels DR qui seraient isolés. L'idée est de mettre en évidence des regroupements significatifs de DR ayant des caractéristiques de vulnérabilité comparables.
- 23 Pour mener à bien ce travail, nous avons utilisé les Indicateurs Locaux d'Association Spatiales Bivariées (LISA Bivariées ou BiLISA) [Anselin *et al.*, 2002]. Il s'agit de la variante



bivariée des indicateurs locaux d'associations spatiales. Lorsque les LISA mesurent l'autocorrélation spatiale d'une variable, les BiLISA proposent la mesure de la corrélation d'une variable avec une autre variable située dans son voisinage. Cette approche bivariée de l'autocorrélation spatiale présente l'intérêt d'explorer les structures spatiales des données sociales en tenant compte parallèlement d'autres dimensions : écologiques, temporelles, etc. Les résultats se présentent sous deux formes principales. La première est un indice de Moran<sup>9</sup> décrivant l'association entre les deux variables à un niveau global. L'autre est une cartographie qui indique pour chaque DR si la première variable étudiée est significativement corrélée dans l'espace avec la seconde.

- 24 Nous avons pris pour cette analyse la variable vulnérabilité sociale (plus précisément le premier axe de l'ACP présentée dans l'encart) et nous l'avons comparée à la vulnérabilité écologique (ici le taux d'agressivité anophélien). On obtient ainsi une carte (carte 2) constituée de 5 classes. En rouge, les DR où les deux variables sont spatialement autocorrélées, et avec des valeurs fortes (forte vulnérabilité sociale du DR et forte vulnérabilité écologique des DR voisins). En bleu marine, on trouve les DR où les deux variables sont spatialement autocorrélées, et avec des valeurs faibles (faible vulnérabilité sociale du DR et faible vulnérabilité écologique des DR voisins). Le blanc décrit les DR dont l'autocorrélation spatiale n'est pas significative (qui ne présentent pas de ressemblance avec leurs voisins, ou dont les valeurs sont proches des valeurs moyennes). On trouve enfin deux cas particuliers : en bleu clair les DR dont la vulnérabilité sociale est forte dans un environnement où la vulnérabilité écologique n'est pas forte (autocorrélation spatiale localement négative) et en rose clair les DR dont la vulnérabilité sociale est faible dans un environnement où la vulnérabilité écologique est forte (autocorrélation spatiale localement négative).

Carte 2. Résultat du LISA bivarié dans l'agglomération de Dakar



Sources : ANSD-RGPH 2002 ; A Ndongy, 2008  
Réalisation : Marion Borderon, 2016.

- 25 Nous interprétons ces zones en rouge sur la carte comme des pièges spatiaux de la vulnérabilité. La corrélation spatiale entre ces deux variables est très forte et semble confirmer deux hypothèses : les personnes vulnérables sont restreintes dans leurs choix résidentiels, elles vivent plus près des zones inondables ou des zones humides, paysages de prédilection pour les moustiques. La maîtrise de l'environnement est un confort des populations les moins vulnérables. À l'inverse, les zones en bleu sont des espaces protecteurs : les territoires concernés ne sont pas vulnérables d'un point de vue sociale écologique et se situe dans des zones écologiques non vulnérables.

### Confrontation des pièges spatiaux avec les données

- 26 Pour aller plus loin et tester la pertinence des regroupements spatiaux précédents, nous nous sommes appuyés sur des mesures du taux de prévalence du paludisme pour les femmes et les enfants (voir l'encart 2 pour la mesure de la prévalence). Le taux de prévalence est le nombre total de cas dans une population déterminée à un moment donné sans distinction de l'ancienneté sur l'ensemble de la population. Ainsi, en comparant les taux de prévalence pour chaque type d'espace, nous pouvons en effet confirmer la vulnérabilité des populations présentes en fonction de la vulnérabilité des territoires où elles résident. On peut envisager qu'avec un taux de prévalence plus élevé (C'est-à-dire une part de la population infectée plus importante) les populations soient plus vulnérables, puisqu'une partie des individus n'a pas pu se protéger au point d'être infecté.

## Encart 2. La prévalence du paludisme dans l'enquête utilisée

La donnée de prévalence utilisée est issue d'une enquête du programme ANR ACTUPALU (ANR-07-SEST-001). Les données de prévalence sont rares et coûteuses et le programme se concentrait sur les mères et les enfants. Il y a 50 lieux d'enquêtes dans Dakar, qui regroupe chacun 2 ou 3 DR (120 DR au final) pour une population enquêtée totale de 4658 personnes. Parmi ces 120 DR, 98 sont dans la zone d'étude de Machault *et al.* [2012] (41 zones d'enquêtes sur 50).

La mesure de la prévalence a été faite à partir de gouttes épaisses (la Goutte épaisse est une méthode de détection des parasites du paludisme qui s'effectue à partir d'une goutte de sang séchée examinée au microscope.). Le nombre de porteurs asymptomatiques est faible en regard du nombre d'enquêtés : 49 femmes sur 2427 ; 48 enfants sur 2231.

Un sous-échantillon de gouttes épaisses a subi en outre une amplification en chaîne par polymérase (PCR) qui donne des résultats plus fiables et plus précis (mais qui est beaucoup plus onéreuse). Le test PCR a permis de montrer que les gouttes épaisses positives étaient bien positives pour 93 des 97 cas. Sur les 500 gouttes négatives testées, 76 étaient en fait positives. Les prévalences observées sont donc sous-estimées. La prévalence moyenne est de 2,1 % (1,9 % dans l'aire couverte par les données de Marchault *et al.*) On peut se référer à [Diallo *et al.*, 2012] pour une exploitation plus complète des données de prévalence).

Les résultats observés restent néanmoins représentatifs et peuvent être interprétés, en se rappelant qu'ils sous-estiment la réalité mais ne la déforme pas.

- 27 Les taux de prévalence ne sont pas disponibles pour chaque DR et les effectifs de malades faibles, nous avons choisi de regrouper les DR en fonction de leurs caractéristiques de vulnérabilités. Nous avons effectué une première analyse croisant les vulnérabilités et le taux de prévalence (tableau 1). Celle-ci confirme les pièges spatiaux qui enferment les individus dans une double vulnérabilité et augmente fortement le risque.

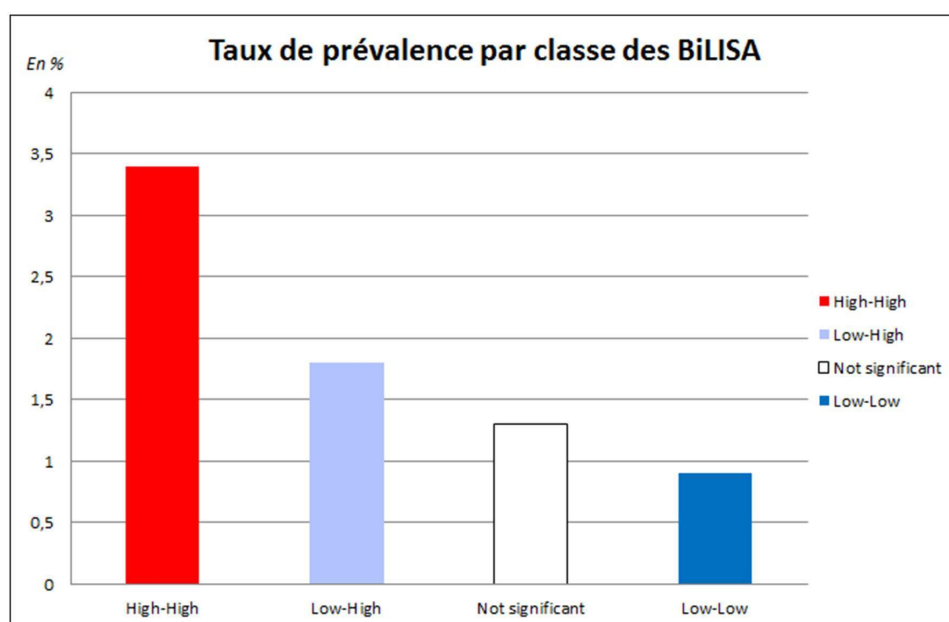
Tableau 1. Croisements entre vulnérabilité sociale, vulnérabilité écologique, et taux de prévalence pour les districts de recensement de Dakar

		VULNÉRABILITÉ SOCIALE		
		Forte	Faible	Total
Vulnérabilité écologique	Faible	1,6	1,8	1,6
	Forte	3,7	1,8	2,8
	Total	2,0	1,8	1,9

Dakar, 2004-2008  
Sources : Borderon, 2016.

- 28 Ce tableau montre que la vulnérabilité sociale des territoires augmente faiblement le risque pour les individus (2 % pour 1,9 % de moyenne) alors que la vulnérabilité écologique des territoires l'augmente plus fortement (2,8 % de prévalence pour 1,9 % en moyenne). Le résultat le plus intéressant est que le croisement de ces vulnérabilités de territoire rend les populations encore plus fragiles (3,7 % pour 1,9 % de moyenne).
- 29 Nous avons ensuite testé les pièges spatiaux. En reprenant les catégories de DR selon leur appartenance aux classes issues des BiLISA, nous avons calculé les valeurs des prévalences moyennes (figure 3). Les résultats sont sans équivoque : les DR socialement vulnérables dans un voisinage de DR écologiquement vulnérables présentent une prévalence moyenne de 3,4 %, alors que les DR socialement non vulnérables dans un voisinage de DR vulnérables ne présentent qu'une prévalence de 1,8. Les DR dont les regroupements spatiaux ne sont pas significatifs ont une prévalence de 1,3. Les DR socialement non vulnérables dans un voisinage écologiquement non vulnérable présentent eux une prévalence de 0,9 %.

Figure 2. La mesure des taux de prévalence en fonction des classes de BiLISA (Dakar, 2004-2008)



Sources : Borderon, 2016.

- 30 La première approche, au niveau individuel des DR, nous a montré que le cumul des vulnérabilités en un même lieu accentuait fortement le niveau de prévalence. La seconde mesure, qui s'intéresse aux DR dans leur voisinage avec les BiLISA, permet de mettre en évidence les regroupements spatiaux d'espaces cumulant les vulnérabilités. Les résultats sont encore plus contrastés. Les pièges spatiaux identifiés connaissent des prévalences quatre fois supérieures aux espaces les plus protégés. On peut alors définir les pièges spatiaux du paludisme à Dakar comme les DR socialement vulnérables voisins d'autres DR socialement vulnérables dans un environnement écologiquement vulnérable.

## Conclusion

- 31 L'exemple du paludisme-infection à Dakar illustre bien l'effet de l'accumulation des vulnérabilités sociales et écologiques. Les vulnérabilités sociale et écologique prises isolément n'ont pas le même poids que lorsqu'elles entrent en synergie. Le changement d'échelle, abandonnant la vision au niveau de l'individu (vulnérabilité sociale individuelle) pour envisager la vulnérabilité des territoires où il vit, permet de souligner le rôle des différentes formes de vulnérabilité et leurs effets cumulatifs.
- 32 Cela nous amène à réfléchir sur le rôle des comportements individuels au sens étroit (comment puis-je me protéger, mettre des barrières entre moi et le danger ?) en fonction de son territoire (où suis-je installé, où est-ce que je me déplace ?). Les caractéristiques sociales des individus ne jouent donc pas que pour lui, elles conditionnent aussi en partie la vulnérabilité sociale du territoire qu'il occupe. Les approches trop centrées sur les individus tendent à faire oublier les contraintes qui les enserrant. Changer d'échelle et observer les territoires permet de rappeler que chaque individu se définit aussi par le milieu dans lequel il évolue, qui est à la fois un environnement physique et une collectivité humaine. Ce milieu peut alors parfois se révéler être un piège spatial.
- 33 On peut ainsi conclure sur l'importance du changement d'échelle, et si possible, des analyses multi-échelles dans les études de vulnérabilité, quel que soit le risque étudié pour comprendre de façon plus globale les phénomènes observés. On peut penser que le succès des modèles multi niveaux en santé publique est la marque de cette prise de conscience de l'importance de la prise en compte de l'accumulation de facteurs de vulnérabilité à plusieurs à échelles, de l'individu aux groupes et aux territoires auquel il appartient.
- 34 On doit cependant rappeler la difficulté méthodologique de prendre en compte le caractère vertical du jeu d'échelle (selon les différents niveaux d'agrégation) et le caractère horizontal (par la prise en compte du voisinage). Cette dernière dimension, cruciale dans la vulnérabilité aux maladies contagieuses par exemple, nécessite d'être réfléchi en termes d'analyses géostatistiques, si on convient que les caractères de nos voisins nous influencent selon la distance que nous avons avec eux et selon qui nous sommes. Il semblerait alors raisonnable de penser, par exemple, qu'être pauvre parmi les pauvres n'a pas la même incidence que d'être pauvre parmi des voisins nantis.

---

## BIBLIOGRAPHIE

ANSELIN L., SYABRI I., & SMIRNOV O. (2002). Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows, in ANSELIN L., REY S. *New Tools for Spatial Data Analysis: Proceedings of the Specialist Meeting*. Center for Spatially Integrated Social Science (CSISS), University of California, Santa Barbara, CD-ROM.

BAILLY A. (dir.) (2001), *Les concepts de la géographie humaine*, Paris, Armand Colin, 333 p.

- BANKOFF G., HILHORST D., FRERKS G. (2004), *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, Routledge, 256 p.
- BIRKMANN J. (2006), Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies*, 1, 9-54.
- BLAIKIE P. and al (1994), *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Routledge, London, 333-352.
- BORDERON M. (2016), *Entre distance spatiale et distance sociale : le risque de paludisme infection en milieu urbain africain. L'exemple de l'agglomération de Dakar, Sénégal*, Thèse de Doctorat, Aix Marseille Université.
- CHAIX B., CHAUVIN P. (2002), L'apport des modèles multiniveau dans l'analyse contextuelle en épidémiologie sociale : une revue de la littérature. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 50(5), 489-499.
- CHAMBERS R. (1989), « Editorial Introduction : Vulnerability, Coping and Policy », *IDS Bulletin* 20 (2) : 1-7.
- CUTTER S. L., FINCH C. (2008), *Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2301-2306.
- CUTTER S. L. (1996), "Vulnerability to environmental hazards". *Progress in Human Geography*, 20 (4):529-539.
- DATT G. and RAVALLION M. (1993), « Regional Disparities, Targeting, and Poverty in India, in Lipton M., Van Der Gaag, J., eds. *Including the poor*, Banque Mondiale, pp. 91-114.
- DIALLO A., NDAM N. T., MOUSSILIOU A., DOS SANTOS S., NDKY A., BORDERON M., OLIVEAU S., LALOU R., LE HESRAN J.-Y. (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
- FRITZSCHE K., SCHNEIDERBAUER S., BUBECK P., KIENBERGER S., BUTH M., ZEBISCH M., & KAHLENBORN W. (2014). *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*. Bonn und Eschborn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 180 p.
- GALLOPÍN, G. C. (2006). « Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity ». *Global environmental change*, 16(3), 293-303.
- JALAN J., RAVALLION M. (1997), "Spatial Poverty Traps?" World Bank Policy Research Working Paper No. 1862. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=597203>.
- LALL S. V., DEICHMANN U. (2009), Density and disasters: economics of urban hazard risk. World Bank Policy research working paper, No.5161.  
URL: [http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/12/29/00015834\\_9\\_20091229205549/Rendered/PDF/WPS5161.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/12/29/00015834_9_20091229205549/Rendered/PDF/WPS5161.pdf)
- MACHAULT V., VIGNOLLES C., PAGES F., GADIAGA L., TOURRE M.Y., GAYE A., SOKHNA C., TRAPE J.F., LACAUX J.P., ROGIER C.(2012), « Risk mapping of *Anopheles gambiae* s.l. densities using remotely-sensed environmental and meteorological data in an urban area: Dakar, Senegal. », *PLoS One*. 2012, vol. 11, No.7. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0050674>

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, Dakar, Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

OLIVEAU S., (2010), « Autocorrélation spatiale : leçons du changement d'échelle », *L'Espace Géographique*, n° 1, pp. 51-64.

PÉREZ S., LAPERRIÈRE V., BORDERON M., PADILLA, C. MAIGNANT, G. OLIVEAU S. (2016), Evolution of research in health geographics through the International Journal of Health Geographics (2002-2015). *International journal of health geographics*, 15(1), 1.

SEN A. (1983). *Poor, relatively speaking*. Oxford economic papers, 153-169

SMIT B., & WANDEL J. (2006). « Adaptation, adaptive capacity and vulnerability ». *Global, environmental change*, 16(3), 282-292

SIRVEN N, (2007), « De la pauvreté à la vulnérabilité : Évolutions conceptuelles et méthodologiques », *Mondes en développement*, 2007/4 n° 140, p. 9-24. DOI: 10.3917/med.140.0009.

THYWISSEN K. (2006), *Components of risk: a comparative glossary*. Bonn: UNU-EHS, 52 p.

TURNER B. L. (2010), Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science? *Global Environmental Change*, 20(4), 570-576.

VALLÉE J., CADOT E., GRILLO F., PARIZOT I., CHAUVIN P. (2010), The combined effects of activity space and neighbourhood of residence on participation in preventive health-care activities: The case of cervical screening in the Paris metropolitan area (France). *Health & place*, 16(5), 838-852.

## NOTES

1. Nous utilisons réduction des risques pour traduire l'anglais « "Disaster Risk Reduction" ».
2. Les capacités d'adaptation ne renvoient pas exactement aux mêmes aspects que la résilience. Nous renvoyons le lecteur intéressé par ce débat vers la bibliographie indiquée
3. À l'instar de Sirven, nous considérons qu'un acteur déjà en situation de pauvreté, n'est plus vulnérable à la pauvreté. Il devient par contre vulnérable à de nouveaux aléas.
4. Pour de plus amples détails sur les facteurs individuels qui concourent à la présence ou l'absence d'exposition aux piqûres anophéliennes voir Borderon, 2016.
5. Les Niayes sont de grandes dépressions inter-dunaires remplies d'eau et/ou de végétation.
6. Équivalents aux « Îlots Regroupés pour l'Information Statistique » (IRIS) français, les DR sont moins peuplés (en moyenne 1000 habitants).
7. Le taux d'agressivité anophélien fait partie des indicateurs classiques de mesures du risque entomologique, au même titre que le Taux d'Inoculation Entomologique (TIE). Il est une estimation du nombre de piqûres par homme et par unité de temps (par nuit par exemple).
8. L'aire couverte par Machault *et al.* [2012] est inférieure à celle de l'agglomération. Les résultats présentés prenant en compte la vulnérabilité écologique sont donc moins étendus que l'analyse sur la vulnérabilité sociale.
9. Nous renvoyons le lecteur à la bibliographie et notamment [Oliveau, 2010] pour le détail de cet indicateur. Nous rappellerons juste ici que l'indice se lit d'une manière comparable à un indice de corrélation linéaire : 1 indique une autocorrélation spatiale parfaite (les voisins sont semblables), 0 l'absence d'autocorrélation spatiale (la distribution spatiale de la variable n'a pas de structure significative).



---

## RÉSUMÉS

La vulnérabilité sociale des populations est encore très largement envisagée sous l'angle de l'individu et de sa place dans le groupe. Si ce sont les individus qui traversent bien les épreuves de la vulnérabilité, c'est au niveau des structures sociales que se manifestent les conditions qui rendent ces épreuves plus ou moins supportables. Autrement dit, entre l'individu et l'aléa, il y a aussi les structures sociales. Qu'aurait donc à voir le géographe ici ?

Une première réponse paraît évidente : une géographie des populations vulnérables qui les localise dans l'espace et décrit leurs espaces de vie peut être entreprise. La spatialisation des phénomènes sociaux est souvent source de nouveaux questionnements et la visualisation des espaces où la vulnérabilité individuelle sévit est toujours instructive. C'est par exemple l'entreprise de la géographie de la santé à propos de la vulnérabilité sanitaire.

Dans le but d'aborder la dimension spécifiquement spatiale de la vulnérabilité, nous proposons de l'analyser avec des outils de statistiques spatiales. Nous allons considérer que la vulnérabilité individuelle, certes insérée dans des structures sociales, l'est aussi –au moins partiellement– dans une dimension spécifiquement spatiale. Ainsi la vulnérabilité de deux individus, toute chose égale quant à leur insertion sociale, diffère selon leur localisation, et surtout leur environnement. Autrement dit, l'espace de vie des individus est un acteur de sa vulnérabilité et doit être analysé comme tel [Cutter et Finch, 2008]. Le développement récent de travaux utilisant des modèles spatiaux et multiniveaux dans les thématiques de santé publique le souligne bien [Chaix et Chauvin, 2002].

Nous nous proposons donc d'aborder l'analyse spatiale de la vulnérabilité à travers le développement de la notion de « piège spatial à pauvreté » [Jalan et Ravallion, 1997]. Nous décrivons comment cette expression souligne le jeu d'échelle complexe entre population et territoire dans la construction de la vulnérabilité. Notre argumentation sera étayée par l'exemple d'une étude d'analyse spatiale de la vulnérabilité dans le domaine de la santé : le risque de paludisme-infection à Dakar.

If social vulnerability characterizes and impacts life at the individual scale, social structures enables its consequences to mitigate or amplify it, acting as a catalyst. How can a geographer be useful at this stage?

A first answer could be obvious: providing a geography of vulnerable population, a description of their location, underlining the existence of hotspots of vulnerability... are always relevant to tackle some issues. Geographers can play with scales and spatializing as well as visualizing social phenomena. It allows to understand better their determinants and implications.

The purpose of the article is then to go further, adding a second answer, less often highlighted than this one: space could play a significant role in the vulnerability process. Indeed, we consider that individual vulnerability - vertically integrated into groups, social structures, territorial units etc., is also partly or fully incorporated according to a spatial dimension, horizontally defined.

The vulnerability of two individuals, all things being equal regarding their social integration, could be different according to their location and especially their environment. In other words, the living space of individuals is an actor of their vulnerability and should be analysed as such [Cutter and Finch, 2008].

We propose therefore to tackle the spatial analysis of vulnerability through the development of the following concept: « spatial poverty trap » [Jalan and Ravallion, 1997]. We describe how this expression highlights the complex scale game between population and territory in the vulnerability process. We illustrate our position by using the example of an urban case study in the field of public health: the risk of malaria infection in Dakar.

## INDEX

**Mots-clés** : vulnérabilité, piège spatial à pauvreté, risque, paludisme, milieu urbain, Dakar

**Keywords** : vulnerability, spatial poverty trap, risk, malaria, urban setting, Dakar

## AUTEURS

### MARION BORDERON

University of Salzburg  
Department of Geoinformatics - Z\_GIS  
marion.borderon@sbg.ac.at

### SÉBASTIEN OLIVEAU

Université de Nice Sophia Antipolis  
Université d'Avignon, Université d'Aix Marseille  
CNRS  
UMR ESPACE 7300  
sebastien.oliveau@univ-amu.fr