

L'épidémie de choléra de 1995-1996 au Sénégal : un exemple de démarche de géographie de la santé

Dominique Roquet, Aldiouma Diallo, Belco Kodio,
Bocar Mamadou Daff, Carine Fenech, Jean-François Etard

Depuis le début des années 90, le choléra est d'une actualité brûlante sur tous les continents : réémergence de la maladie en Amérique latine, apparition d'une souche de *Vibrio cholerae* non-O1 pathogène (O139) dans le sous-continent indien, réémergence de la maladie en Afrique de l'Est et dans la région des Grands Lacs, suivie d'épidémies massives, diffusion de la maladie vers l'ouest, importation de nombreux cas en Europe, apparition d'une forme de la bactérie résistante au chlore, réduction de la sensibilité à des antibiotiques de première intention [1, 2].

Le Sénégal connaît à intervalles réguliers depuis 1971 des épidémies de choléra. Ce fut le cas en 1985 et en 1987 [3, 4]. La dernière en date s'est déclarée à Dakar en août 1995 et a été notifiée à l'OMS en novembre 1995 [5]. Par la suite, les régions de Diourbel, de Fatick, de Saint-Louis et de Thiès étaient atteintes [6]. En novembre, la région de Fatick où se trouve la zone d'étude de Niakhar était touchée par l'épidémie (figures 1 et 2).

La zone, qui comptait au 1^{er} janvier 1996 environ 29 000 personnes, est suivie

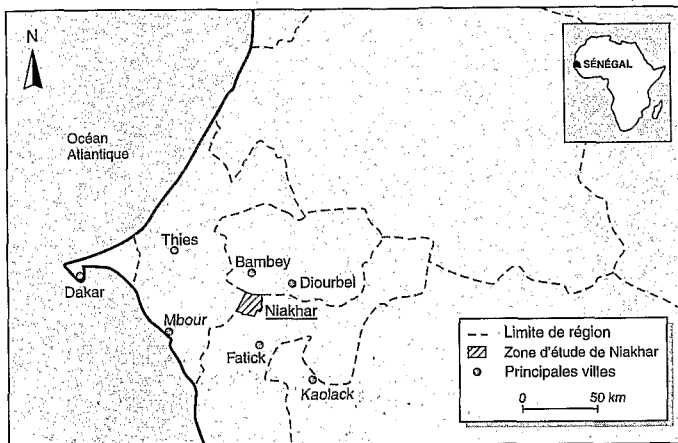


Figure 1. Localisation de la zone d'étude de Niakhar.

Figure 1. Location of the Niakhar study area.

depuis 1983 par une équipe pluridisciplinaire de chercheurs de l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération), qui procède à l'enregistrement des événements démographiques et des causes de décès. Au mois de janvier 1996, les premiers cas de choléra sont signalés dans les dispensaires. Au début du mois de février, une demande d'appui est formulée à l'équipe médicale de l'ORSTOM. Les objectifs de cette recherche sont de deux ordres.

Les modes de transmission du choléra étant connus, la démarche du géographe est de comprendre les conditions de la diffusion de l'épidémie dans le temps et dans l'espace [7, 8], en se référant aux modalités d'occupation et de socialisation de l'espace concerné.

L'analyse géographique se fonde sur une cartographie qui suit la diffusion de la maladie dans des délais très courts et

tente de dresser les grandes lignes d'une géographie de l'épidémie : axes, aires et rythmes d'expansion [9]. L'épidémie est cartographiée à une échelle assez fine, celle du hameau ou du village, en termes de nombre de cas et d'incidence à différents moments de son évolution. Pour cela, deux types de données disponibles sont utilisés et rapportés au fond cartographique : les données démographiques de base afin de calculer les différents taux et ratios et les données épidémiologiques relatives au choléra lui-même.

Méthodologie

Cartographie

La numérisation de la zone d'étude a été réalisée en plusieurs temps. Au départ,

D. Roquet : Bel Air, 22490 Plouër-sur-Rance, France.

A. Diallo, B. Kodio, C. Fenech (†), J.-F. Etard : ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal.

B.M. Daff : District sanitaire de Fatick, BP 67, Fatick, Sénégal.

Tirés à part : J.-F. Etard



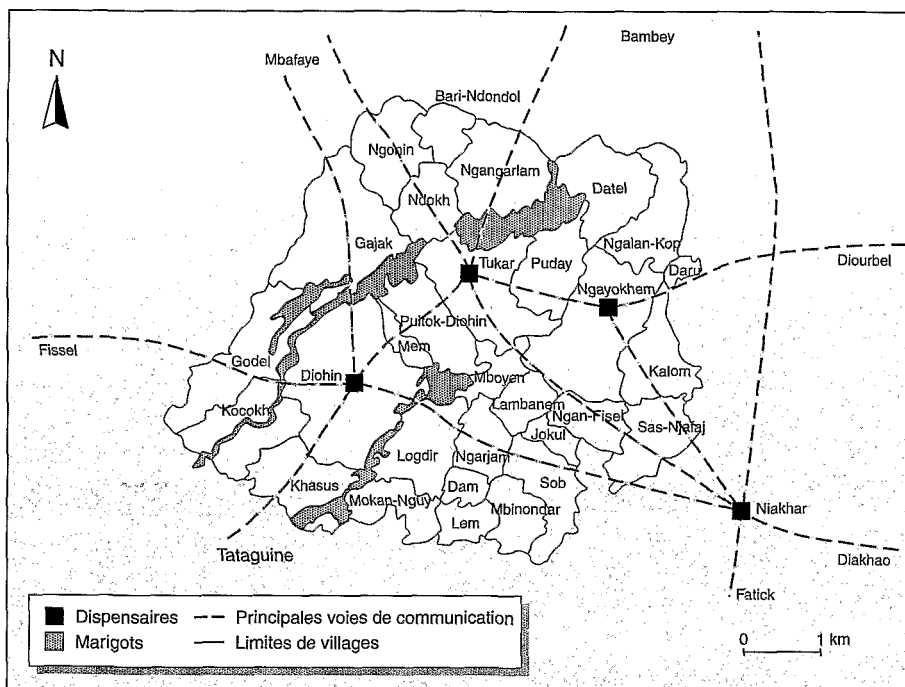


Figure 2. Zone d'étude de Niakhar : communautés rurales de Diarar et Ngayokhem.

Figure 2. Niakhar study area; the Diarar and Ngayokhem rural communities.

un calque de la zone a été scanné. Ce scan, récupéré par un logiciel de dessin, a servi de support à la numérisation. Les limites de la zone, et celles de chaque village ont été dessinées sous forme de polygones fermés, pour servir de support à la cartographie en plages de couleurs. Chacun des 30 villages de la zone et des 175 hameaux a également été localisé sous forme d'un point pour la cartographie en symboles proportionnels. Pour établir le lien avec les données démographiques et épidémiologiques, chaque polygone et chaque point ont été affectés d'un numéro identifiant qui correspond au code village et au code hameau de la base de données. Cette numérisation a été ensuite récupérée sous un logiciel de cartographie statistique. Les données individuelles issues de la surveillance épidémiologique ont alors été introduites au niveau d'agrégation adéquat, village ou hameau.

La cartographie des événements de santé n'est pas une fin en soi [10]. Les cartes ne sont qu'un outil qui sert de support à la réflexion et à l'analyse géographique. Pour une bonne interprétation de ces cartes, rappelons que les effectifs sont représentés sur la carte par des symboles proportionnels à l'objet étudié, affectés ici d'un gradient de couleur pour faciliter la lecture, et que les taux sont cartogra-

phiés par plage de couleur. La légende est commune aux différentes cartes, c'est-à-dire que la taille des symboles et les limites de classe sont déterminées en fonction des données globales de l'épidémie entre janvier et décembre 1996. La

répartition en classes ou discrétisation d'une valeur continue peut s'effectuer de multiples façons, et changer l'aspect de la carte, et donc l'interprétation que l'on en donne. La discrétisation dite de Jenks, adoptée ici pour la cartographie des taux, minimise la variance à l'intérieur de la classe et maximise la variance entre les classes. L'homogénéité à l'intérieur de la classe et l'hétérogénéité entre les classes sont maximales. Ce mode de discrétisation fait ressortir les principaux contrastes entre les différentes entités spatiales.

La surveillance épidémiologique sur la zone a fonctionné de février à décembre 1996. Dès le début de l'épidémie les examens bactériologiques ont donné la confirmation du diagnostic de choléra (*Vibrio cholerae* biotype El tor, sérotype Ogawa, Institut Pasteur de Dakar).

Les cas de choléra ont été notifiés par deux systèmes non indépendants utilisant une même définition du cas. « Dans une région où sévit une épidémie de choléra, un malade âgé de 2 ans ou plus présentant une diarrhée aqueuse aiguë, avec ou sans vomissements [11]. » Le diagnostic de choléra chez les enfants de moins de 2 ans a été porté par un médecin sur les signes cliniques.

Le premier système reposait sur les notifications de 11 enquêteurs qui, lors d'une visite hebdomadaire des concessions (groupement d'habitations) de la zone (photo 1), relevaient les nouveaux



Photo 1. Une concession en pays Serer, Sénégal.

Photo 1. A concession in the Serer country, Senegal.



Photo 2. Un des trois dispensaires de la zone d'étude à Tukar.

Photo 2. One of the three clinics in the study zone, at Tukar.

cas de la semaine écoulée. Le second système était constitué par l'information concernant les admissions dans les trois dispensaires de la zone (photo 2), supervisés chaque jour par un médecin. Chaque malade a été recherché dans les listes de recensement démographique et son numéro d'identification enregistré. Cela a permis d'exclure les patients non résidents de la zone et, au moment de la fusion des deux sources de données, d'exclure les patients notifiés par les deux systèmes.

Une standardisation directe sur l'âge a été réalisée, à l'échelle des villages. La structure par âge de l'ensemble de la zone a été utilisée comme population de référence. L'incidence standardisée a été cartographiée et comparée à l'incidence brute.

Démarche de géographie de la santé

Le géographe de la santé ne s'intéresse pas seulement à la maladie, mais aussi à toutes les variables susceptibles

d'influer sur l'état de santé des populations et de favoriser la diffusion de la maladie. C'est une démarche systématique, la maladie étant replacée dans son contexte social et spatial (système pathogène) [12, 13], afin de comprendre pourquoi, dans des conditions apparemment égales, certains villages, et au sein de ceux-ci quelques hameaux, ont été plus touchés que d'autres. Les principales voies de communication à travers la zone ont été cartographiées. La base de données démographiques a fourni les informations concernant les villages et les hameaux, leurs effectifs de population et le nombre d'habitations (concessions). Ces informations, mises en relation avec les superficies des villages, ont permis de calculer les densités de population par village, mais aussi la concentration du peuplement et de l'habitat au sein de chaque hameau. L'analyse aux différentes échelles et le passage incessant d'un niveau à l'autre sont importants, ce qui explique qu'une cartographie a été réalisée à l'échelle à la fois des hameaux et des villages.

Résultats

Répartition des cas de choléra

Après la fusion des deux sources de notification des cas, 646 malades du choléra ont été finalement recensés dans la zone d'étude dont 46 décès (tableau 1). L'incidence cumulée était de 2,3 % sur l'année 1996 avec des différences significatives en fonction de l'âge ($\chi^2 = 9,09$; ddl = 2 ; $p = 1$) et du sexe ($\chi^2 = 7,41$; ddl = 1 ; $p = 0,006$) (tableau 2). L'incidence cumulée était significativement plus élevée chez les 0-9 ans et chez les personnes âgées de 50 ans et plus ($\chi^2 = 8,84$; ddl = 1 ; $p = 0,003$). Il n'y avait pas de différence significative entre les différents villages dans la structure par âge ($\chi^2 = 52,74$; ddl = 58 ; $p = 0,67$), ni dans la structure par sexe ($\chi^2 = 36,85$; ddl = 29 ; $p = 0,150$).

L'épidémie a traversé successivement cinq phases (figure 3). Les deux plus importantes en nombre de cas ont été celles des mois de janvier-mars, avec

Tableau 1

Nombre de cas de choléra, nombre de décès et incidence cumulée (%) par sexe, zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996

Sexe	Effectif exposé	Nombre de cas	Nombre de décès	Incidence cumulée
Masculin	14 071	286	23	2,0
Féminin	14 318	360	23	2,5
Total	28 389	646	46	2,3

Number of cholera cases, deaths and cumulative (%) incidence according to sex, Niakhar study area, 1996

Tableau 2

Nombre de cas de choléra, nombre de décès et incidence cumulée (%) par âge, zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996

Classe d'âge	Effectif exposé	Nombre de cas	Nombre de décès	Incidence cumulée
0-9 ans	9 804	254	19	2,6
10-49 ans	14 867	301	15	2,0
50 ans et +	3 718	91	12	2,4
Total	28 389	646	46	2,3

Number of cholera cases, deaths and cumulative (%) incidence according to age, Niakhar study area, 1996

90 % des 157 cas sur 4 semaines (22/01-17/02), et des mois de juin-juillet au cours desquels la moitié des cas de l'année ont été enregistrés, avec 36 nouveaux cas par semaine en moyenne. Aucune de ces phases ne correspond à une période de forte pluviométrie. Les pluies de l'hivernage 1996 ont été normalement abondantes et normalement réparties (figure 4).

L'hétérogénéité spatiale est apparue très marquée à travers l'analyse des cartes de diffusion de l'épidémie. À l'échelle des hameaux, en termes d'effectifs de cas de choléra, on constate que l'épidémie a démarré en janvier à Diohin (figure 2), puis s'est étendue progressivement à partir de là en direction du nord-est vers Tukar, de l'est-sud-est vers Sob, et de l'est vers Ngayokhem (figure 5). Juin et juillet ont connu une flambée de l'épidémie à Sob au sud-est et Gajak au nord-ouest. Les périodes suivantes n'ont fait que prolonger l'épidémie en des lieux où elle était déjà installée. À l'échelle des villages, et en termes d'incidence cumulée (tableau 3), la géographie de l'épidémie était identique, avec les taux les plus élevés dans un quadrant est-sud-est (figure 6). Les deux cartes d'incidence brute et d'incidence standardisée étaient fort peu différentes, ce qui confirme que la structure par âge observée était conforme à celle qui était attendue.

Concentration de l'habitat et du peuplement

La diffusion spatiale de l'épidémie s'est effectuée par contagion, de proche en proche, en fonction des déplacements quotidiens des populations, plus ou moins vite selon la proximité des hameaux, des concessions les uns par rapport aux autres, et de la densité de l'habitat et du peuplement au sein de chacun d'entre eux. Elle s'est également effectuée de manière hiérarchique d'un village-centre à un autre le long des principaux axes de communication.

La confrontation de l'incidence et des densités de population par village a permis de constater que les sept villages où elle était la plus élevée (2,5 à 9,1 %) (tableau 3) avaient aussi de fortes densités de population pour le Sénégal (plus de 100 hab./km²) ; mais les villages de la zone qui avaient les densités les plus élevées (plus de 200 hab./km²) avaient des incidences faibles (moins de 1 %).

Summary

The Senegalese cholera epidemic of 1995 to 1996, an example of the geographic approach to health studies

D. Roquet, A. Diallo, B. Kodio, B.M. Daff, C. Fenech, J.-F. Etard

There have been many cholera outbreaks in Senegal since 1971. The last outbreak began in the Dakar region in August 1995. It spread to the Diourbel, Fatick, Saint-Louis and Thies regions. In January 1996, the outbreak hit the Niakhar study area in the Fatick region. A team from ORSTOM (the French Institute of Scientific Research for Development in Cooperation) has been recording demographic events in this area for almost 15 years.

The geographic approach is based on the automated mapping of cholera in hamlets and villages. Such studies investigate the factors determining the spread of diseases, within the context of land use.

Three sets of data were used: demographic data that had been routinely collected and were available from a database, digitized maps and epidemiological data from a surveillance system set up to monitor the outbreak. A series of incidence maps, over time and on various scales, were generated using specialized software.

The maps were analyzed and the outbreak was found to be heterogeneous over time. There were two waves of the outbreak and differences according to age and gender. The degree of heterogeneity depended on the place of residence. Heterogeneity was probably determined by village size, roads and the concentration of inhabitants within hamlets, which is roughly equivalent to the number of people per bore hole.

These preliminary results suggest that further research is necessary, looking at different geographical scales (e.g. households, districts and regions). Qualitative studies of water use and the organization of the water supply are also required.

Cahiers Santé 1998; 8: 421-8.

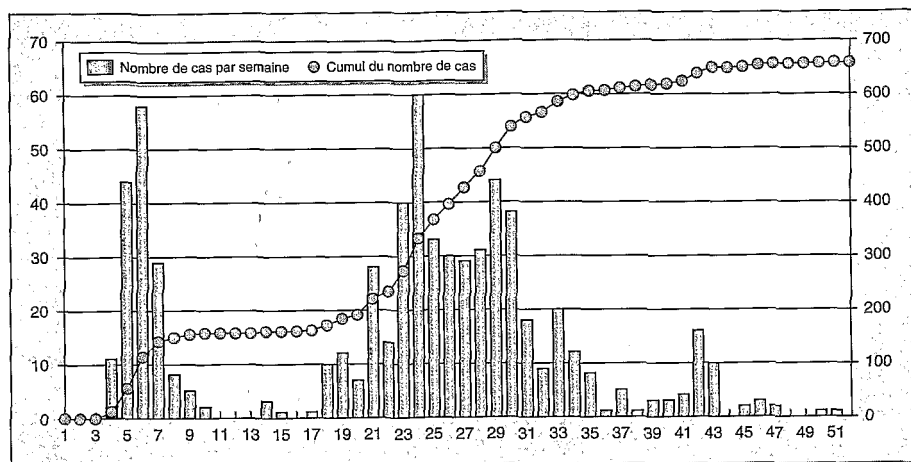


Figure 3. Incidence hebdomadaire du choléra dans la zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996.

Figure 3. Weekly incidence of cholera, Niakhar study area, 1996.

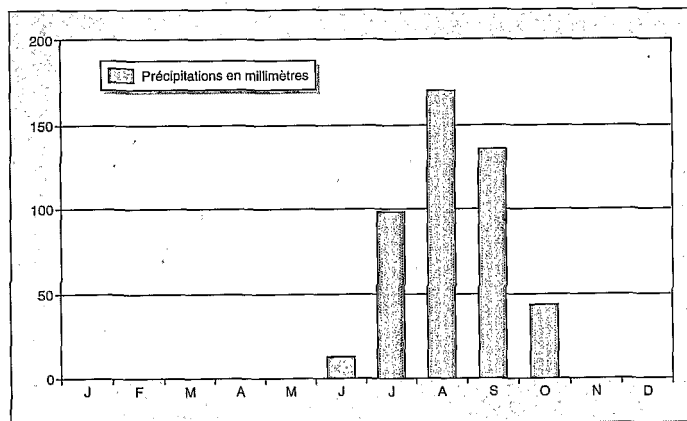


Figure 4. Précipitations mensuelles dans la zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996.

Figure 4. Monthly precipitation in the Niakhar area, Senegal, 1996.

Si cette étude de la correspondance entre densités de population par village et incidence n'a pas donné des résultats concluants, en revanche, celle de la concentration du peuplement (nombre moyen d'habitants par hameau) et de l'habitat (nombre moyen de concessions au km²), à une échelle plus fine, s'est révélée plus convaincante. En effet, le passage incessant d'une échelle à l'autre et la combinaison des échelles sont nécessaires à la compréhension d'un phénomène géographique quel qu'il soit [14, 15]. L'échelle pertinente d'analyse, souvent très fine, est rarement compatible avec l'utilisation de tests statistiques car les effectifs sont trop faibles. Les villages les plus fortement touchés par l'épidémie (incidence > 2,5 %) avaient tous une population fortement concentrée au sein des hameaux (de 180 à 400 habitants en moyenne par hameau) et, pour certains d'entre eux, un habitat très aggloméré avec

un nombre moyen de concessions – groupe d'habitations – par km² élevé, de 10 à 13.

Tableau 3

Nombre de cas de choléra, nombre de décès et incidence cumulée (%) par village, zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996

Village	Effectif exposé	Nombre de cas	Nombre de décès	Incidence cumulée
Mboyen	441	11	1	2,5
Ngayokhem	1 962	52	3	2,6
Lem	186	10	2	5,4
Diohin	2 913	176	8	6,0
Sob	879	65	1	7,4
Mbinondar	491	40	3	8,1
Dam	176	16	2	9,1

Number of cholera cases, deaths and cumulative (%) incidence according to village, Niakhar study area, 1996

Par ailleurs, ces mêmes villages sont situés le long des principales pistes de la zone et à proximité de la route Farick-Bambey. La diffusion de l'épidémie est largement facilitée par les déplacements de population et suit les principaux axes de circulation.

Plusieurs facteurs se sont conjugués pour expliquer les disparités géographiques de l'incidence et l'inégalité des différents villages et hameaux face à l'épidémie. Manifestement la diffusion du choléra a été facilitée dans les villages de grande taille. Les villages les plus peuplés accueillent aussi un marché, des lieux de culte, des écoles ; par ailleurs, d'importants rassemblements et déplacements de population ont eu lieu à la fin du mois d'avril 1996, à l'occasion de la fête de la Tabaski [16]. L'épidémie s'est propagée de village en village, le long des principaux axes de communication, et la dissémination de la maladie a été d'autant plus forte que la concentration du peuplement et de l'habitat au sein des hameaux était élevée.

Discussion

Cette recherche nous a permis de faire la démonstration, grâce à une méthode de cartographie automatisée d'événements de santé, que, en matière de santé comme dans d'autres domaines, l'inéquité spatiale est la règle et que les localisations géographiques ont un sens qui doit être explicité [17]. Nous disposons de la possibilité de travailler à l'échelle du village et du hameau, mais il serait souhaitable, pour donner toute sa cohérence à la démarche géographique, de travailler à l'échelle fine des concessions. De plus, la

zone d'étude de Niakhar n'est qu'une petite partie du Sénégal. Il serait nécessaire de la replacer dans le contexte

régional et national. Le problème principal pour mener cela à bien reste l'accès à des données fiables.

La cartographie de l'épidémie nous a permis de visualiser la diffusion et la dynamique de l'épidémie (cartes d'effec-

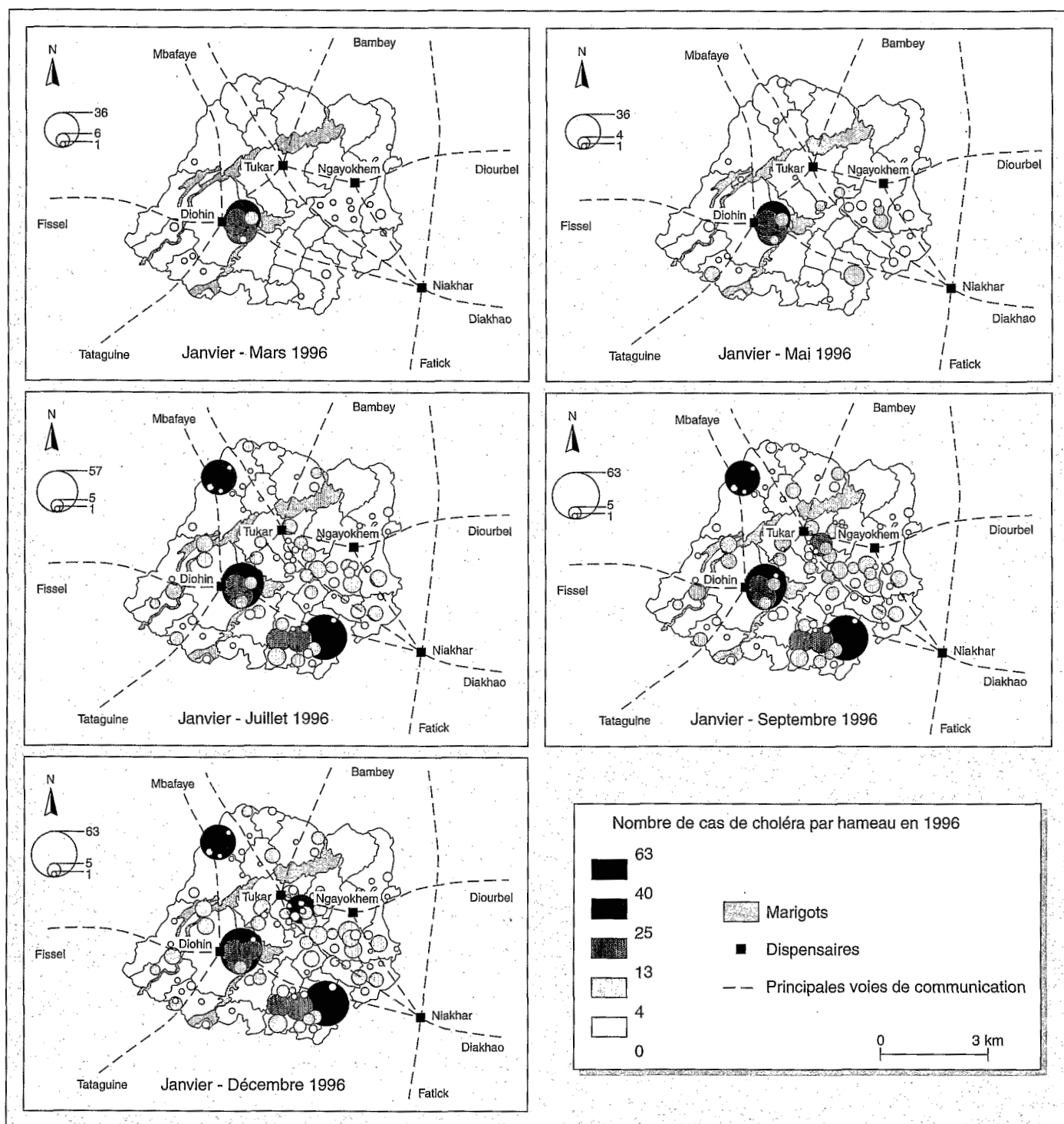


Figure 5. Nombre de cas de choléra par hameau, zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996.

Figure 5. Number of cholera cases by hamlet in the Niakhar study area, Senegal, 1996.

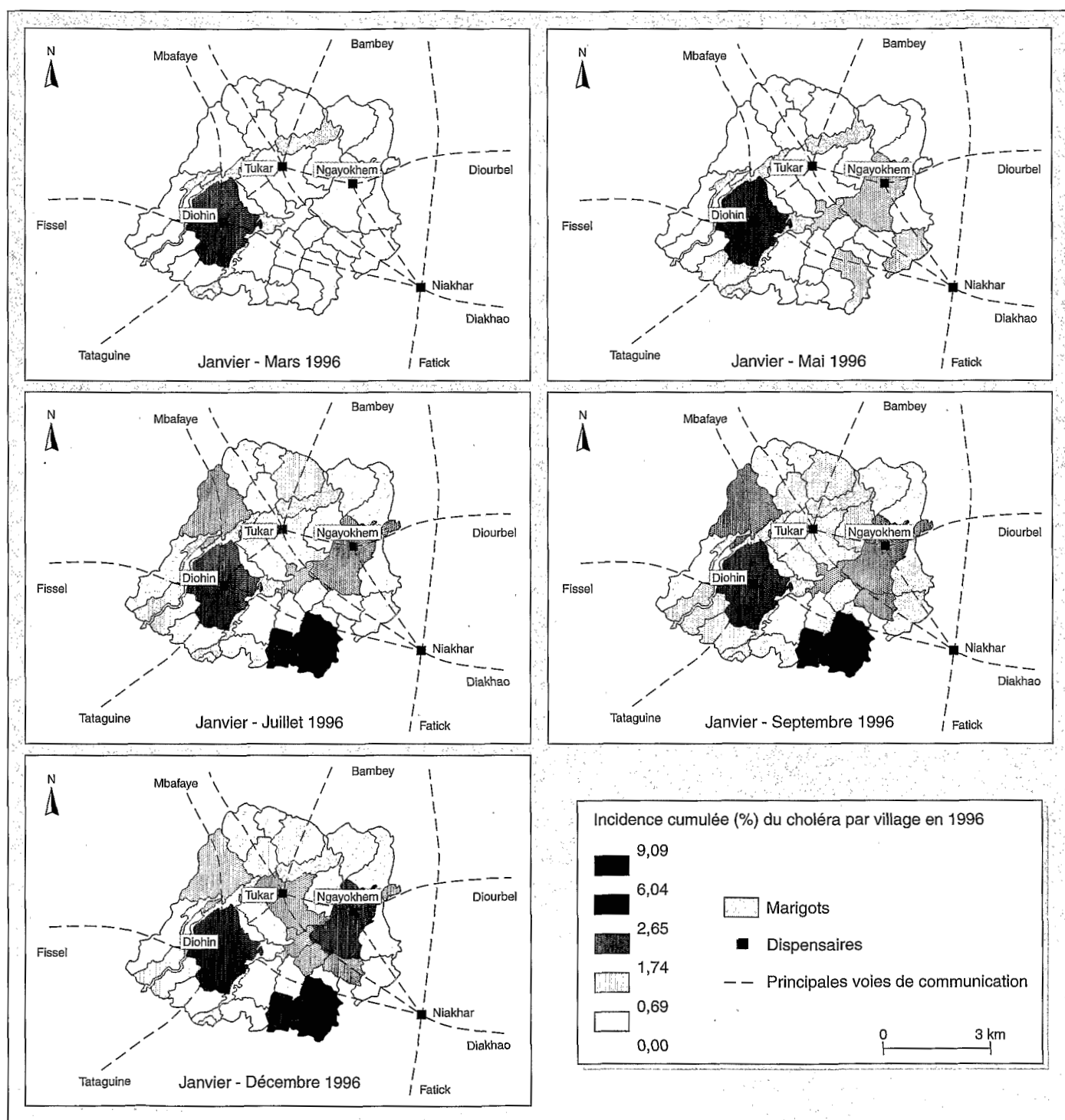


Figure 6. Incidence cumulée (%) par village, zone d'étude de Niakhar, Sénégal, 1996.

Figure 6. Cumulative incidence (%) by village, Niakhar study area, Senegal, 1996.

tifs par hameau) et son hétérogénéité spatiale (cartes d'incidence par village). Il serait souhaitable, pour donner tout

son sens à cette géographie de l'épidémie de choléra dans la zone de Niakhar en 1996, de poursuivre le travail sur les

densités de peuplement et la concentration de l'habitat en termes non plus de moyennes cette fois, mais de relevés

précis sur le terrain, en tenant compte des distances entre hameaux et concessions [18], et de considérer la vie de relations, notamment la circulation des personnes entre les lieux habités. En effet, la proximité entre groupes d'individus favorise la diffusion de la maladie. La proximité n'est pas seulement spatiale, elle est aussi sociale, et les déplacements d'individus créent de nouvelles proximités. Pour affiner l'analyse de la diffusion de cette épidémie de choléra, l'échelle pertinente d'analyse se situe au niveau des concessions ; étant donné la faiblesse des effectifs à une échelle aussi fine, l'approche statistique est exclue, il faut donc résolument en venir à une approche qualitative.

Par ailleurs, la question de l'alimentation en eau des populations de la zone n'a pas été envisagée en rapport avec la géographie de l'épidémie. En comparant les temps de doublement de deux épidémies survenues au Zimbabwe dans deux contextes différents, d'une part, dans un camp de 48 000 réfugiés, densément peuplé, où 9 600 personnes en moyenne utilisaient le même forage et, d'autre part, dans une zone d'agriculture irriguée comptant 8 000 habitants, avec une faible densité de population, 320 personnes en moyenne par forage, il a été suggéré que la densité de population par forage était un indicateur plus informatif que la densité de population [19]. Sur la zone d'étude de Niakhar, bien que nous ne disposions pas de cet indicateur, on peut considérer que la concentration du peuplement et de l'habitat en donne une approximation.

L'étude d'une épidémie doit combiner la dimension temporelle et la dimension spatiale. Une épidémie progresse dans le temps et dans l'espace, par vagues successives, le long d'axes privilégiés, créant des aires, des nébuleuses de morbidité élevée. La cartographie a rendu compte de cette progression hiérarchique et par contagion du choléra. Les modalités de cette progression illustrent les grandes lignes de la structuration de l'espace géographique, laquelle contrôle la diffusion de la maladie. Une meilleure connaissance des structures de l'espace géographique peut être dans le domaine de la santé un outil de prévision et donc une aide à la prévention ■

Remerciements

Soutien financier pour la lutte contre le choléra : Mission française de coopération et d'action culturelle, Dakar.

Nos remerciements s'adressent à E. Faye, aux superviseurs et enquêteurs de la zone d'étude de Niakhar pour la collecte des données dans les concessions, à L. Chabirand, A. Yam et T. Ndiaye pour leur implication dans le traitement des malades, à A. Marra, O. Ndiaye, E.T. Ndiaye et E. Ndiaye pour la gestion des données.

Références

1. Sanchez JL, Taylor DN. Cholera. *Lancet* 1997 ; 349 : 1825-30.
2. Kigotho AW. WHO call for action against cholera in Africa. *Lancet* 1997 ; 350 : 650.
3. Diouf B. L'épidémie de choléra au Sénégal. Octobre 1984-septembre 1985. 8^e séminaire Yves Biraud. Talloires, 5-7 octobre 1985.
4. Fontaine O, Garenne M, Maire B, Schneider D. *Epidemiology of an outbreak of cholera in Senegal. Modes of transmission and mortality*. Dakar : Centre ORSTOM, 1987.
5. OMS. *Relevé épidémiologique hebdomadaire*, vol. 70, 24 novembre 1995.
6. OMS. *Relevé épidémiologique hebdomadaire*, vol. 71, n° 11, 15 mars 1996.
7. Cliff A, Haggett P, Ord J, Versey G. *Spatial diffusion, an historical geography of epidemics in an Island Community*. Londres : Cambridge University Press, 1981.
8. Pyle G, Patterson K. Influenza diffusion in European history : patterns and paradigms. *Ecology of Diseases*, 1983 ; 2.
9. Cliff A, Haggett P. *Atlas of disease distributions*. Oxford : Blackwell, 1988.
10. Esteve J, Benhamou E, Raymond L. *Méthodes statistiques en épidémiologie descriptive*. Paris : Éditions de l'INSERM, 1993.
11. WHO. *Guidelines for cholera control*. Geneva : World Health Organization, 1993.
12. Sorre M. *Les fondements biologiques de la géographie humaine. Essai d'une écologie de l'homme*. Paris : Colin, 1943.
13. Picheral H. Complexes et systèmes pathogènes : approche géographique. In : *De l'épidémiologie à la géographie humaine*. Paris : CEGET-CNRS-ACCT, 1982 : 5-17.
14. Snow J. *On the mode of communication of cholera*. 2nd edition. Londres : John Churchill, 1860.
15. Haggett P. *L'analyse spatiale en géographie humaine*. Paris : Armand Colin, 1973.
16. St Louis ME, Porter JD, Helal A, Drame K, Hargrett-Bean N, Wells JG, Tauxe RV. Epidemic cholera in West Africa : the role of food handling and high-risk foods. *Am J Epidemiol* 1990 ; 131 : 719-28.
17. Salem G. *La santé dans la ville : géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Paris : Karthala, 1998.

18. Paris F. Système d'occupation de l'espace et onchocercose : foyer de la Bougouriba, Volta noire (Haute Volta). In : *De l'épidémiologie à la géographie humaine*. Paris : ACCT-CNRS-CEGET, 1983 : 259-69.

19. Bradley M, Shakespeare R, Ruwende A, Woolhouse MEJ, Mason E, Munatsi A. Epidemiological features of epidemic cholera (El Tor) in Zimbabwe. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1996 ; 90 : 378-82.

Résumé

Le Sénégal connaît à intervalles réguliers depuis 1971 des flambées épidémiques de choléra. Ce fut le cas en 1985 et en 1987, et à nouveau en 1995 et 1996. Tout le pays a été concerné par cette épidémie, et singulièrement la zone d'étude de Niakhar, où depuis 1983 une équipe de l'ORSTOM procède à l'enregistrement des événements démographiques.

L'approche géographique se fonde sur la cartographie automatisée, à l'échelle des hameaux et des villages, de l'épidémie de choléra. L'objectif est de comprendre les conditions de diffusion de l'épidémie, en se référant aux modalités d'occupation et de socialisation de la zone d'étude.

Deux types de données ont été utilisés et rapportés au fond cartographique : les données démographiques et les données relatives à l'épidémie de choléra. Les résultats ont montré une grande hétérogénéité de l'épidémie, dans le temps et en fonction de l'âge et du sexe des individus. L'hétérogénéité était plus forte encore dans l'espace, selon le lieu de résidence. Il semble que cette inéquité soit fonction de la taille des villages, de leur localisation par rapport aux axes de circulation, et de la concentration du peuplement et de l'habitat.

Pour confirmer ces premiers résultats, il serait nécessaire d'examiner le phénomène à d'autres échelles (concessions, département ou région), et de prendre en compte les comportements des populations (déplacements, approvisionnement en eau).