

# De l'écologie des maladies à la mise en évidence d'indicateurs de risque sanitaire. Pour une géographie appliquée à la santé publique en Afrique subsaharienne

par Pascal HANDSCHUMACHER\*, Dominique LAFFLY\*\*, Jean-Pierre HERVOUËT\*\*\*

*Le monde est soumis actuellement à la résurgence de maladies qui semblaient contrôlées ou en voie de l'être. Dans les pays en voie de développement, en particulier, des maladies dont le nom semblait appartenir au passé, redeviennent d'actualité. L'Afrique, essentiellement sub-saharienne, leur paie le plus lourd tribut. Des maladies comme la Trypanosomiase Humaine Africaine (maladie du sommeil), la fièvre jaune, la tuberculose, la peste, le choléra se posent de nouveau en problèmes de santé publique pendant que paludisme, schistosomiasés, malnutrition, diarrhées et le long cortège des maladies infantiles continuent de sévir avec parfois une ampleur et une intensité renouvelée.*

En parallèle, des maladies émergentes — dont le SIDA —, constituent de nouveaux défis d'autant plus urgents à relever qu'ils hypothèquent grandement l'avenir du continent. Or les moyens disponibles, qu'ils soient financiers ou humains, sont de plus en plus réduits. Les prospections médicales, les opérations de lutte anti-vectorielle, trouvent difficilement des financements et la couverture sanitaire de la population est largement déséquilibrée et incomplète, le recours aux soins bien inégal.

Baisse des moyens et reviviscence de nombreuses maladies transmissibles se conjuguent alors, faisant craindre la perte de contrôle de la situation sanitaire dans des espaces africains où les phénomènes de marginalisation réels ou potentiels sont nombreux. Cette situation force la recherche en santé publique à se remettre en question et la géographie de la santé n'échappe pas à cette obligation. En poursuivant leur contribution à la connaissance de la transmission des maladies, il s'agit pour les géographes d'analyser

l'impact des bouleversements que connaît l'Afrique, plus particulièrement depuis les trente dernières années, sur les schémas épidémiologiques " historiquement " admis. En particulier l'urbanisation croissante, le développement rapide du poids des espaces péri-urbains, la réduction permanente des espaces dit "naturels" associés à une croissance démographique toujours forte posent des questions majeures.

Mais par ailleurs il s'agit pour les géographes, d'apporter leur savoir-faire spécifique au domaine de la santé publique en contribuant au développement d'indicateurs opérationnels des risques sanitaires. Ces derniers, surtout non médicaux, définis et déterminés à partir de combinaisons diverses de facteurs de risque, se doivent d'être maniables, de faible coût et applicables aux échelles des stratégies de prévention et de lutte ; leur opérationnalité, quant à elle, se trouve dans leur aptitude à être spatialisés, à diverses échelles, afin d'identifier les espaces à risques et ceux qui sont susceptibles de le devenir.

\* Chargé de Recherche IRD, Géographe, Institut de Géographie, STRASBOURG

\*\* Maître de Conférence IRD, Géographe, SET - UMR 5603 CNRS, Domaine universitaire, PAU

\*\*\* Directeur de Recherche IRD, Géographe, SET - UMR 5603 CNRS, Domaine universitaire, PAU

# I - LA GÉOGRAPHIE DE LA SANTÉ FRANÇAISE EN AFRIQUE RURALE : L'HÉRITAGE DE MAX SORRE REVISITÉ

---

De nos jours, les disparités existant entre les connaissances entomologiques et médicales acquises dans le domaine des maladies à transmission vectorielle et la réalité de la circulation des parasites constituent des interrogations majeures dans une optique de santé publique. Vaccination, chimioprophylaxie, lutte anti-vectorielle ou traitements curatifs, sont des techniques qui, utilisées séparément ou en combinaison dans le cadre de stratégies de prévention et/ou de lutte contre la maladie, ont, à un moment ou à un autre, fait leurs preuves. Pourtant, malgré l'existence d'un vaccin, dont l'efficacité n'est jamais mise en doute, contre la fièvre jaune, cette arbovirose connaît régulièrement de nouvelles bouffées épidémiques. Lutte anti-vectorielle, amélioration des techniques de dépistage et d'identification des parasites devraient contribuer à réduire le développement de la maladie du sommeil. Mais c'est l'accroissement du nombre de cas que l'on constate. L'antibiothérapie, très faiblement confrontée à des problèmes de résistance dans le cas de la peste, devrait interdire toute mortalité par cette maladie, ce qui est loin d'être le cas sur le terrain.

Ces exemples ne sont cités que pour illustrer la réalité d'un paradoxe contemporain : alors même qu'aménageurs et gestionnaires de la santé publique n'ont jamais disposé d'autant d'outils et de techniques pour améliorer les conditions de vie des populations, la santé de celles-ci stagne, voire régresse dans de nombreux espaces africains.

Répondre à ces paradoxes s'inscrit dans la droite ligne des préoccupations qui ont guidé les recherches de la géographie de la santé dans les espaces ruraux africains. Comment expliquer qu'à l'intérieur d'espaces " réputés " homogènes du point de vue de l'exposition aux risques sanitaires, certaines communautés arrivent à maintenir la maladie à bas bruit, ou, en changeant d'échelle, comment se fait-il que certains hameaux, voire certaines familles restent indemnes ? Révéler les hétérogénéités, s'interroger sur ces disparités, revient à identifier et à hiérarchiser les déterminants du risque et leurs interrelations qui modulent l'impact du trop déterministe schéma du complexe pathogène.

Lorsque Max Sorre a développé le concept de complexe pathogène (M. Sorre, 1933), emprunt fait aux biologistes et enrichi à l'aune des

méthodes géographiques, il s'inscrivait dans les connaissances scientifiques de son époque. Mais ses échelles d'analyse ainsi que l'état des connaissances scientifiques ne lui faisaient que pressentir les limites de son schéma où parasite + vecteur + hôte équivalait à présence de la maladie. L'important travail de refonte conceptuelle réalisé par H. Picheral aboutit au concept de système pathogène (1983) qui permet de rendre compte des variations spatiales, temporelles et sociales de pathologies apparaissant comme résolument liées à " l'environnement " ; construction sociale, résultante des volontés successives d'aménagement du territoire et non pas synonyme de " milieu naturel " .

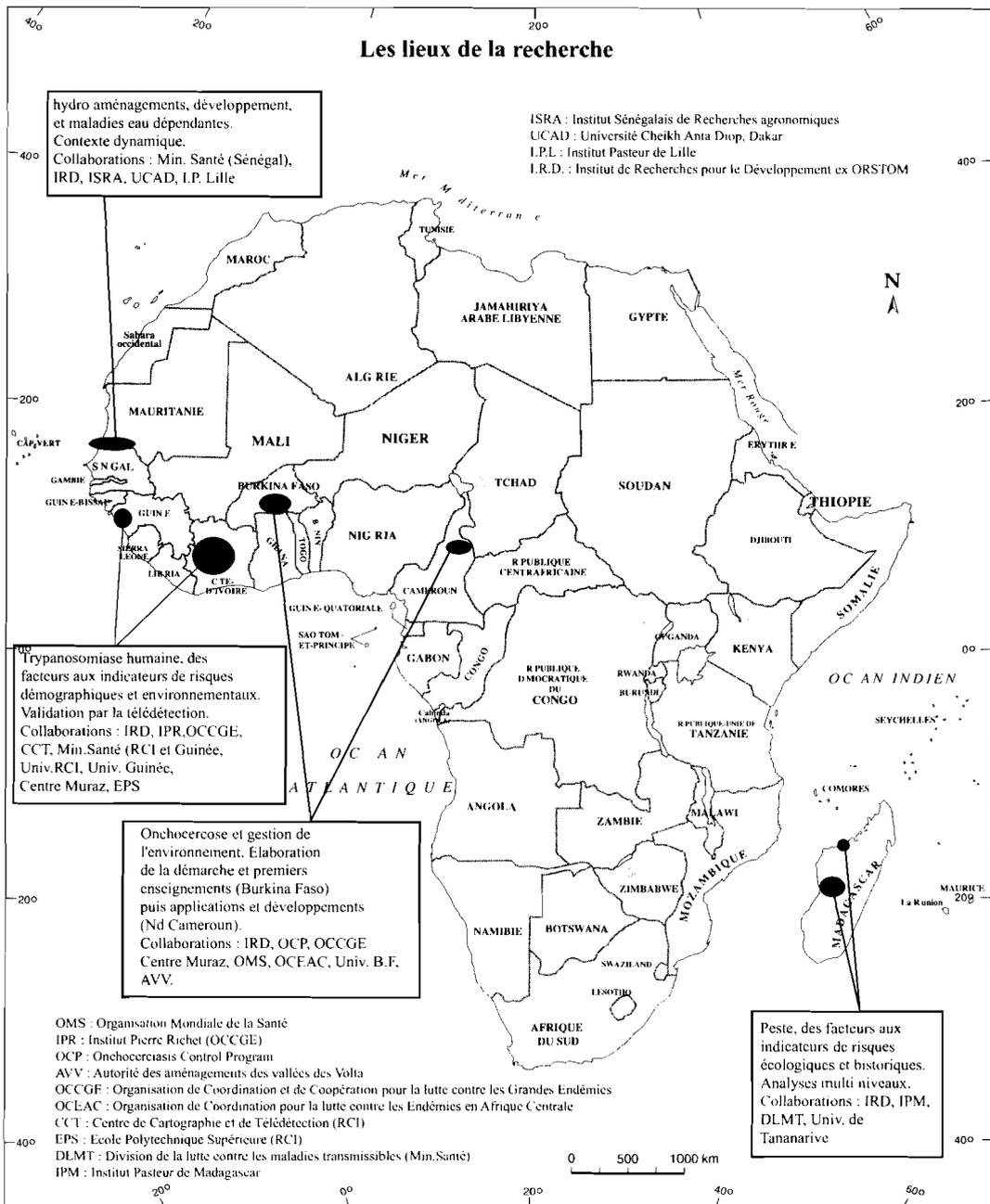
C'est dans ce contexte qu'en Afrique la demande scientifique s'est faite jour pour une contribution géographique à la connaissance du lien entre l'espace et la maladie, plus d'ailleurs dans une optique d'aménagement du territoire que dans celle d'une contribution disciplinaire à la connaissance des schémas épidémiologiques. Très fortement marqués par les courants qui traversent alors la géographie africaniste, les travaux menés en géographie de la santé ont finement analysé, dans toute leur complexité, des exemples sur des espaces restreints, à la manière des études de terroirs initiées par P. Péliissier et G. Sautter, mais en les situant dans des cadres et des échelles d'analyse empruntés à la géographie régionale. Ces travaux ont permis de faire reconnaître, par la communauté scientifique bio-médicale, une approche complémentaire qui doit désormais dépasser l'apport initial à l'écologie des maladies pour s'inscrire dans une optique et une démarche prédictive.

## II - LE MODÈLE DE L'ONCHOCERCOSE, UN GUIDE POUR LA GÉOGRAPHIE DE LA SANTÉ RURALE AFRICANISTE FRANCOPHONE

---

En Afrique soudanienne, une maladie parasitaire cécitante, l'onchocercose, a été, au milieu du XX<sup>e</sup> siècle (Puyuelo et Holstein, 1950), considérée comme un obstacle à la mise en valeur de vallées affirmées fertiles et dépeuplées. Cette filariose est due à *Onchocerca volvulus* dont la femelle émet durant sa vie fertile des millions de microfilaries que l'on retrouve dans tous les tissus de l'organisme. Elles colonisent également l'œil où, au-delà d'une certaine concentration, elles provoquent des lésions irréversibles conduisant à la cécité. La transmission se fait exclusivement par l'intermédiaire de *Simulium damnosum*, un moucheron qui absorbe des microfilaries lors d'un repas sanguin pris sur un individu parasité et

## Les lieux de la recherche



qui pourra les inoculer à un nouveau receveur lors d'un repas ultérieur ; elles évolueront alors jusqu'au stade de vers adulte sexué.

L'écologie du vecteur, au stade larvaire, est strictement aquatique et exige des eaux bien oxygénées, donc turbulentes, contenant des matières organiques nutritives en suspension. Les déplacements actifs de la simulie, pour se nourrir et se

reproduire, sont de quelques kilomètres. C'est donc à proximité des rivières au débit suffisant que l'on trouvera ces insectes capables de transmettre le parasite à l'homme lors de divers repas sanguins.

L'onchocercose est cumulative, c'est-à-dire qu'elle se manifeste par des symptômes de gravité croissante, allant du simple prurit à la cécité com-



Guinée. Une vue aérienne d'un village abandonné pour fuir l'onchocercose dans la région de Kankan.  
Henri Guillaume, © IRD.

plète en fonction de la charge parasitaire supportée par les individus, elle-même dépendante du nombre de couples d'onchocercques adultes hébergés par le parasite.

Depuis la fin des années soixante il était classique de considérer que le potentiel de transmission (lié à la densité des vecteurs) et l'éloignement aux gîtes à simules déterminaient des villages de première, deuxième et troisième ligne correspondant à des niveaux d'hyper, méso et hypo endémie (Rolland, 1975).

Dans le cadre d'une coopération entre parasitologistes, ophtalmologistes, entomologistes et géographes travaillant dans le bassin des Volta, cette notion très mécanique des niveaux d'endémicité (% population parasitée / population donnée) fut relativisée par la prise en compte des atteintes morbides individuelles pour rendre compte de la réalité de la gravité de la maladie dans des populations et des espaces donnés (A. Prost, J.-P. Hervouët & B. Thylefors, 1979). En effet, les répercussions morbides graves, notamment un fort pourcentage d'aveugles dans une population, rendent compte de disparités sociales et spatiales qui modulent l'importance du contact individu/vecteur déterminant dans cette maladie. Les pratiques de l'espace sont essentielles au même titre que la distance des lieux d'activité humaines aux gîtes ou les potentiels de transmission de ceux-ci

(Hervouët & Prost, 1979). Cette évolution de l'appréciation des niveaux d'endémicité, pour évidente qu'elle puisse paraître aujourd'hui, a traduit une véritable avancée dans l'analyse éco-épidémiologique de la situation, mettant en avant quelques éléments clés que l'on va retrouver dans toutes les études de géographie de la santé qui vont suivre.

Un peu plus tôt, l'affirmation selon laquelle l'onchocercose était responsable du dépeuplement des vallées soudaniennes était avaluée. Ce postulat permit à un consortium de bailleurs de fonds (Banque Mondiale, FAO, OMS, diverses coopérations etc.) de monter, sous la houlette de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) l'un des plus grands programmes de contrôle d'une maladie jamais réalisé. La mise en place d'OCP (*Onchocerciasis Control Program*), qui débuta ses opérations en 1975, sous-entendait que le contrôle de cette parasitose offrirait des milliers d'hectares fertiles à la colonisation agricole afin de désengorger des interfluves "surpeuplés", aux terres épuisées. En Haute-Volta (aujourd'hui Burkina Faso), indépendamment d'OCP, le gouvernement mettait en place, en 1974, l'Autorité des Aménagements des Vallées des Volta (AVV) afin d'encadrer la colonisation agricole des terres réputées inoccupées des trois Voltas : Blanche, Rouge et Noire.

Dans ce cadre, les travaux alors réalisés par l'équipe de géographes travaillant en Haute-Volta vont définitivement poser les jalons d'une géographie de la santé mettant en évidence les discordances spatiales de la gestion de l'environnement par les sociétés comme génératrices de risques sanitaires différenciés. Globalement, il apparaissait que si, pour des zones théoriques d'endémicité définies selon le schéma des "lignes de front" liées à l'éloignement des gîtes, des dominantes fortes existaient, localement des disparités importantes apparaissaient. Des changements d'échelles d'analyse montrèrent que dans un même contexte "entomologique", les diverses communautés villageoises n'étaient pas touchées avec la même ampleur donnant à des situations minoritaires, un caractère très révélateur (Hervouët, 1983, 1990). La question se posa alors d'identifier les facteurs qui atténuent le risque, "autorisant" des villages à vivre à proximité de gîtes tout en conservant des atteintes morbides faibles, à l'inverse de facteurs exposant des populations villageoises, éloignées des gîtes, à des risques majeurs.

Il fut alors montré que tout facteur susceptible d'entraîner une dilution des piqûres conduit à une diminution des niveaux d'endémicité selon la nouvelle classification de Prost *et al.* (1979 *op. cit.*) permettant une survie saine de villages même situés en première ligne : fortes densités de population humaine, agriculture intensive, villages groupés, pratiques agricoles communautaires, localisation des parcelles en retrait des cours d'eau. *A contrario*, en zone d'hyperendémicité et de front de peuplement, les terroirs supportant moins de 30 à 50 habitants/km<sup>2</sup> sont, à terme, condamnés à disparaître car générant des pourcentages d'aveugles socialement "insupportables" -plus de 5 % — (Hervouët, 1987). Ceci fut confirmé au Nord Cameroun : sous ces densités humaines, "tout petit village jouxtant le cours d'eau, avec maintien des galeries forestières, délaissement de l'agriculture péri-domestique, habitat familial dispersé, prédominance du travail individuel, champs exclusivement "féminins" ou "masculins", est gravement menacé d'extinction." (Paris, 1992).

Dans ces mêmes paysages du Nord Cameroun, comme au Burkina Faso chez les Peul, la prévalence de la maladie est quasi nulle chez les Boro-ro. La préoccupation essentielle de ces éleveurs est, en effet, de préserver les troupeaux des insectes hématophages, et en premier lieu des glossines, situés dans les galeries forestières. Aux heures d'activités de ces insectes, les troupeaux — et les hommes — sont hors de portée des mouches. En protégeant leurs troupeaux de la trypanosomiase animale, les éleveurs soudanais

se gardent donc eux-mêmes de l'onchocercose.

Ainsi, pratiques paysannes, comportements pastoraux et aménagement du territoire, non seulement forgent des paysages divers, mais déterminent l'intensité et la fréquence des contacts homme/vecteur et, par là, l'importance de la maladie dans une société donnée.

Gestion de l'environnement et pratiques sociales des espaces sont des éléments déterminants des risques de transmission. Cette analyse, qui va à l'encontre d'une conception déterministe du milieu et des risques associés, révisant considérablement le concept de complexe pathogène, a permis de nier une relation directe entre le vide des vallées et l'endémie onchocercarienne (Hervouët, 1990). Un constat devint fil conducteur pour les études suivantes : le risque n'est pas inélectable, les lieux ne sont pas neutres pas plus que les espaces ne sont indifférents aux phénomènes pathologiques qui s'y développent. Ces études ont définitivement montré que le risque sanitaire ne pouvait être perçu à sa juste valeur qu'en se situant aux échelles de fonctionnement des phénomènes pathologiques, ce qui est loin d'être toujours le cas dans nombre d'approches biomédicales de la maladie.

### III · D'UN MODÈLE À L'AUTRE, LES RISQUES SANITAIRES RÉVÉLATEURS DE RELATIONS SOCIÉTÉS/MILIEUX INADÉQUATES

Partant du constat que l'onchocercose, en tant que maladie sociale, est apparue tardivement et s'appuyant sur l'analyse des facteurs initiant le risque, des recherches historico-géographiques (Hervouët, 1992) ont montré que la cécité des rivières est fille des crises historiques ou sanitaires. Celles-ci, en fragilisant le tissu social, en réduisant les densités de population soit par mortalité soit par exode, ont ouvert la porte à la maladie.

Ainsi, l'épidémisation de la maladie du sommeil (THA) de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle à 1950 environ, a pu permettre le développement de l'onchocercose. À la différence de cette dernière, la maladie du sommeil n'est pas une maladie cumulative et une seule piqûre infectante de son vecteur — la glossine ou mouche tsé-tsé — suffit à conduire, inéluctablement, à la mort en l'absence de traitement approprié, provoquant, dans des contextes épidémiques, de véritables hécatombes (Gouzien, 1907). Mais pour que cette maladie puisse évoluer de façon épidémique il est nécessaire qu'un contact intime soit établi entre l'homme et la mouche. Ceci implique des densités humaines

apparentes suffisantes pour donner à la glossine de fortes chances de rencontrer un homme lors de son premier repas sanguin (le seul où elle peut s'infecter). De tels environnements témoignent d'une vie sociale ouverte et d'un système d'exploitation étendu, permettent une circulation du parasite suffisamment rapide pour provoquer les flambées épidémiques (Hervouët & Laveissière, 1987). En décimant des populations denses et en en poussant une partie à la fuite, la trypanosomiase (comme la fièvre jaune), a pu creuser, dans les vallées, le lit de l'onchocercose. En raison de la décroissance des densités de population engendrée par la maladie, mais aussi par la dégradation des techniques agraires, les piqûres de simules n'ont plus été diluées dans une population importante et la maladie a pu devenir socialement remarquable... et efficace !

Les recherches en géographie de la santé se sont donc naturellement portées vers l'étude de la maladie du sommeil toujours très inégalement contrôlée et ces travaux ont permis de montrer que le développement du risque trypanosomien était étroitement lié aux mutations économiques, sociales, démographiques et foncières. Ces résultats, fruit à encore d'une collaboration étroite entre géographes et biologistes (entomologistes médicaux en l'occurrence) concernent une pathologie mortelle ne disposant pas d'un arsenal préventif et thérapeutique très efficace. La difficulté d'identifier les malades, les obstacles financiers, techniques et humains au recours à des opérations de dépistage comparables à celles qui avaient permis, sur les traces du célèbre Dr Jamot, de contrôler la maladie, font de celle-ci un enjeu de choix pour la mise au point d'indicateurs de risque à l'usage des services de santé publique (Hervouët *et al.*, 2000). Nous y reviendrons à propos des perspectives qui s'offrent à la géographie de la santé tropicale.

Prenant acte de la mise en évidence du rôle majeur joué par les modifications de l'environnement dans l'évolution des schémas épidémiologiques et leurs traductions spatiale et sociale hétérogènes, une partie des recherches géographiques relatives à la santé s'est intéressée aux mutations profondes et rapides que connaissent les espaces ruraux africains, mais aussi les petites villes qui les accompagnent, dans le cadre d'opération de " développement " de grande ampleur.

Au Sénégal, suite à la mise en service des grands barrages de Diama et de Manantali sur le fleuve Sénégal, une épidémie de bilharziose intestinale a mis en évidence la fragilité sanitaire d'un environnement profondément modifié. Alors même que la vocation de ces deux ouvrages est de promouvoir le développement des cultures irriguées, le riz en particulier, à l'échelle du bassin du fleuve

Sénégal, les conséquences sanitaires souvent craintes (paludisme, bilharziose urinaire) ne se sont que faiblement matérialisées. Par contre, rompant avec son aire d'endémicité connue, la bilharziose intestinale s'est implantée puis s'est développée sur un mode épidémique dans la petite ville sucrière de Richard-Toll.

La bilharziose intestinale est une trématodose due à *Schistosoma mansoni* dont les œufs sont excrétés avec les selles d'un homme malade. S'ils rencontrent l'eau, ces œufs éclosent et cherchent leur hôte intermédiaire, un planorbe (ici *Biomphalaria pfeifferi*), pour y poursuivre les transformations nécessaires à l'accomplissement de leur cycle avant de pouvoir infecter un autre hôte définitif, l'homme la plupart du temps. Le cycle est alors bouclé et peut recommencer. Pour que la bilharziose puisse exister, il faut donc que coexistent les trois termes indispensables : parasite, hôte intermédiaire, hôte définitif.

Contrairement aux hôtes intermédiaires de la bilharziose urinaire, présents dans la vallée du fleuve Sénégal (des bulins), *Biomphalaria pfeifferi* résiste très mal à la dessiccation et exige des eaux pérennes. Cette contingence explique principalement sa limite d'extension initiale au sud du 12<sup>e</sup> degré en Afrique de l'Ouest. La modification des conditions écologiques par les barrages a permis un régime hydrologique en rapport avec les exigences de l'hôte intermédiaire qui a alors pu s'installer. La présence d'une culture extraordinaire dans cette zone (la canne à sucre) qui nécessite une présence d'eau constante, la forte demande en main d'œuvre, originaire de l'ensemble du pays (y compris de la zone d'endémicité de la bilharziose intestinale) pour la transformation de la canne en sucre dans la raffinerie, ont été à la base du développement incontrôlé de la ville de plantation qu'est Richard-Toll (Handschi-macher *et al.*, 1992, 1998). L'explosion démographique n'a pas été suivie par la mise en place d'infrastructures d'assainissement suffisantes, obligeant la population à avoir recours aux eaux de surface qui, dans le contexte de l'après-barrage, se sont révélées dangereuses. Ce sont donc les conditions préexistantes à la mise en eau des barrages qui ont créé le risque, ne donnant à ces grands aménagements hydro-agricoles que le rôle de déclencheur ou facteur immédiat concrétisant une situation sanitaire potentiellement explosive mais latente. Des changements d'échelles d'analyse montrèrent ensuite que niveaux d'équipement et pratiques de gestion de l'eau et de l'assainissement se conjuguèrent pour moduler la transmission intra-urbaine, illustrant la difficulté à trouver une solution uniquement technique et sanitaire à un problème avant tout social, politique et économique.

Des différents travaux exposés ci-dessus, il ressort deux enseignements majeurs.

Le premier est que la concrétisation du risque sanitaire peut souvent être pressentie par une lecture des paysages révélatrice des dangers contenus dans l'environnement, à travers les aires potentielles définies par la distribution des vecteurs ou des hôtes intermédiaires des pathologies considérées. La notion de paysage épidémiologique (Markovin, 1962 ; Voronov, 1965 ; Amat-Roze & Rémy, 1983), malgré les ambiguïtés et les controverses sur le sens accordé à "paysage" (Picheral, 2001), mérite ainsi d'être réinterprétée dans l'optique d'une vision prédictive du risque sanitaire.

Le deuxième enseignement concerne les récurrences des facteurs de risque qui, sans permettre de déboucher sur des démarches et des méthodes " clés en mains ", montrent le poids majeur joué par certains facteurs dans l'existence et l'évolution des systèmes pathogènes. Sans vouloir être exhaustif on citera les degrés de pression humaine sur l'espace et la circulation des hommes, la distribution de l'habitat, les disparités ou les modifications des processus de mise en valeur des terres, la dynamique des paysages, cela dans le cadre plus général de la distribution hétérogène voire de l'inadéquation de la couverture sanitaire.

#### IV - DES FACTEURS AUX INDICATEURS DE RISQUE, DES ENJEUX D'AVENIR

Le développement de technologies adaptées à l'analyse spatiale des phénomènes, principalement les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la télédétection, ainsi que le développement de méthodes statistiques multi-niveaux adaptées à des données emboîtées selon différentes échelles, a ouvert la voie à de nouvelles perspectives : transférer les indicateurs de risque générés à l'échelle des foyers de transmission vers des espaces médicalement mal connus. La réduction des ressources et des moyens d'intervention et les lacunes de la couverture du système de soins perpétuent ou génèrent en matière de santé de véritables "*Terra incognita*". Identifier des facteurs de risque dotés d'une véritable dimension spatiale et incarnant une part décisive de la variance du phénomène sanitaire considéré, peut permettre, grâce à cet ensemble d'outils techniques et méthodologiques, de changer d'échelle et, par leur combinaison, de pallier aux carences potentielles de la couverture sanitaire pour déterminer et hiérarchiser les espaces à risque.

De nombreuses recherches s'appuyant sur des SIG et appliquées aux pathologies à transmission vectorielles ont été menées au cours des 10 dernières années. Mais ces études, en se focalisant pour la plupart sur la mise en relation de données du "milieu" (biomasse, t° de l'air, du sol ou de l'eau, humidité relative, etc.) aboutissent essentiellement à déterminer la présence et/ou la densité des vecteurs, c'est-à-dire à définir des risques entomologiques. Ces travaux ont essentiellement porté sur le paludisme (en Amérique centrale, en Afrique de l'Est et Australe) et sur les trypanosomoses animales. Mais se sont plus les aires potentielles de la pathologie étudiée — définies par la présence des vecteurs — qui sont identifiées que les aires fonctionnelles de celles-ci, là où du fait de contacts homme/vecteur épidémiologiquement dangereux, le parasite circule. Le risque épidémiologique n'est donc pas véritablement évalué sauf pour des pathologies où la gravité de la maladie est dans la dépendance de l'abondance des vecteurs. "Malheureusement", pour la plupart des maladies, la densité des vecteurs n'est qu'un aspect secondaire de l'épidémisation.

Évaluer le risque épidémiologique implique que l'on recherche les lieux de contact hôte/vecteur épidémiologiquement dangereux à l'intérieur des aires potentielles. Ceci permet, à travers l'analyse des paysages anthropisés, l'identification des mailles élémentaires d'épidémisation et des espaces de diffusion de la maladie, c'est-à-dire de ses aires fonctionnelles ou d'expression. L'analyse des dynamiques des paysages est alors essentielle pour comprendre émergence ou régression des phénomènes épidémiques.

En mettant en perspective des données spatialement très hétérogènes confrontant des niveaux d'observation très différents, il est primordial de n'utiliser les outils très performants, désormais à la portée de tous nos micro-ordinateurs, qu'après de fines études théoriques et méthodologiques. Cette démarche ne peut être que le fruit d'une collaboration étroite entre thématiciens, épidémiologistes de terrain, spécialiste du traitement spatial, etc., chacun respectant les grilles conceptuelles des diverses disciplines impliquées.

Deux pathologies constituent des modèles de choix pour l'application de cette démarche grâce à leur forte dimension écologique et aux travaux de terrains antérieurs qui ont permis une connaissance précise de facteurs de risque identifiés à différentes échelles : la peste à Madagascar et la THA en Afrique Occidentale. La difficulté du dépistage de ces pathologies — absence de symptômes spécifiques pour la THA, par exemple —, donne un intérêt indéniable à la mise au point d'indicateurs non-biomédicaux du risque sanitaire aux échelles d'intervention en santé publique.

En se basant sur la définition des espaces à risque pour chacune de ces maladies, il devient possible de rechercher la dimension prédictive des paysages anthropisés. Un espace à risque de THA apparaît ainsi, en Côte d'Ivoire rurale et péri-urbaine, comme un espace en recomposition foncière où l'eau et les spéculations agricoles jouent un rôle important, où la croissance démographique est forte et les densités de population moyennes et où c'est plus les complexités des réseaux de circulation et de leurs vocations que le nombre de campements qui génère le risque.

L'expression de la peste dans le milieu rural malgache se traduit par une hétérogénéité qui met en évidence le poids des formes du bâti, du morcellement de l'habitat, de l'enclavement et de la mobilité spatiale, de la dynamique forestière, de la desserte sanitaire et du morcellement physique des milieux (Handschumacher *et al.*, 1999, 2000).

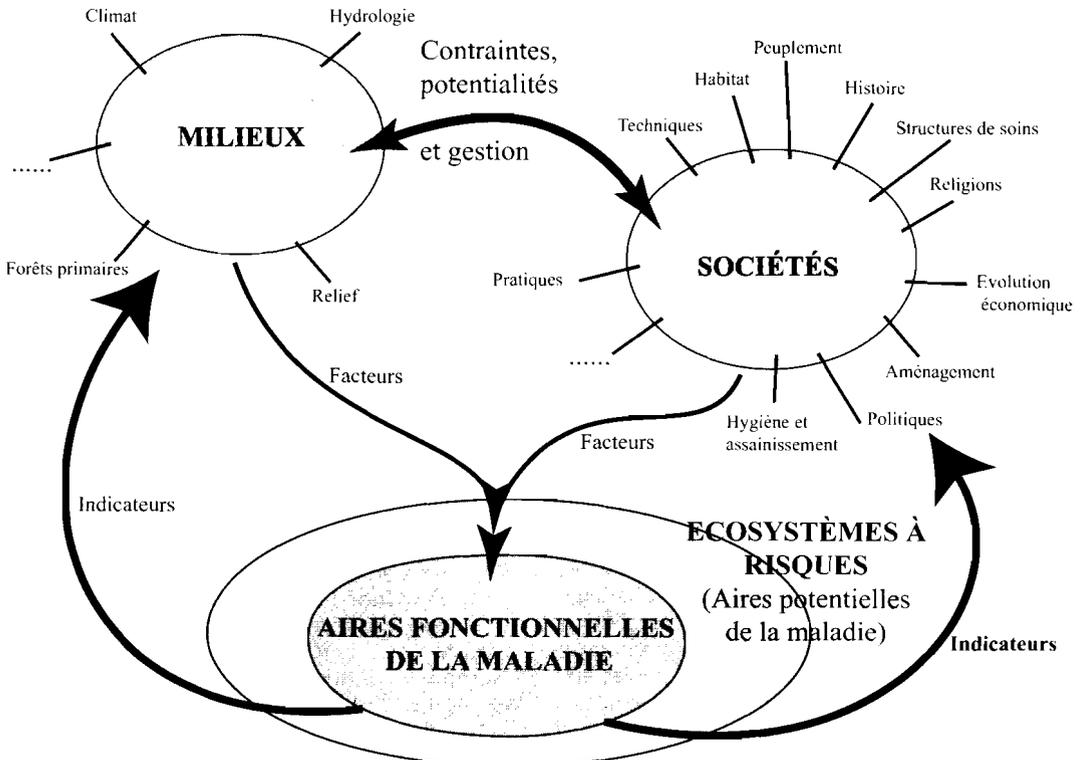
## CONCLUSION

Dans des contextes de réduction constante de la fréquentation des centres de soins ruraux, de disparition des équipes mobiles spécialisées, de

l'orientation de la recherche médicale vers la biologie moléculaire, la géographie de la santé associant travaux de terrain et techniques de pointe en analyse spatiale, voit s'ouvrir un champ nouveau d'investigation dans le domaine de la santé publique. Associée à certaines écoles d'épidémiologie spatiale et aux biologistes de terrain, elle offre un véritable espoir de pouvoir "prédire" où et quand des épidémies peuvent se développer et de hiérarchiser ces espaces à risque afin d'y implanter des veilles sanitaires.

Ceci ne peut se faire qu'au prix d'une rigoureuse réflexion sur les méthodes, les données, les outils et les techniques sans rien perdre de la tradition et de la finesse des travaux de terrains, tout en privilégiant la dimension opérationnelle des résultats. Pour aboutir, il est impératif de se placer aux échelles de fonctionnement des phénomènes épidémiologiques, elles-mêmes déterminées à la fois par l'écologie des vecteurs, les activités humaines et des pratiques spatiales qui relativisent les risques épidémiologiques. Les échelles emboîtées de la transmission, de la diffusion et de la propagation, doivent être confrontées les unes aux autres à des fins d'enrichissement mutuel et de définition de "paysages épidémiologiques" opérationnels.

### Du facteur de risque à l'indicateur de la maladie



L'avenir de la géographie de la santé tropicaliste dépasse le cadre présenté ici, mais les exemples que nous avons utilisés et qui se projettent actuellement dans des mondes péri-urbains à l'importance croissante, montrent les liens intimes qui doivent unir recherche sur la transmission et recherche sur la couverture sanitaire, recherche fondamentale et recherche opérationnelle, recherche géographique et recherche biologique et médicale, recherche de terrain et travaux de laboratoires. Ce n'est qu'à ce prix que la géographie de la santé apportera toute sa dimension à l'amélioration de la santé publique et à la réflexion géographique.

*Remerciements* : Les travaux exposés dans ce texte ainsi que les perspectives évoquées sont, bien sûr, le fruit de collaborations étroites non seulement avec d'autres géographes mais également et peut être surtout avec des biologistes et des médecins. Il serait trop long de les citer ici ainsi que leurs institutions d'origine. Ils se reconnaîtront sans peine notamment à travers la bibliographie. Qu'ils soient en tout cas remerciés par l'ensemble des auteurs de cet article.

## ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

AMAT-ROZE J.-M. & RÉMY G. (1983).- Paysage épidémiologique du paludisme dans l'espace ivoiro-voltaïque. *Trav. et Doc. Géol. Trop.* 48, pp. 97-108

AMAT-ROZE. (2000).- Une maladie émergente exemplaire : l'infection à VIH/SIDA. Les faits africains. In : A. Vaguet (éd.), *n° thématique Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp. 167-178.

GOUZIE P. (1908).- La maladie du sommeil dans le Haut-Sénégal et Niger. *Annales d'Hygiène et de médecine coloniale*, 11 (0), pp. 29-71

HANDSCHUMACHER P. ; HERVE J.P. ; HÉBRARD G., (1992).- Des aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal ou le risque des maladies hydriques en milieu sahélien. *Sciences et changements planétaires/ Sécheresse*, 3 (4), pp. 219-226.

HANDSCHUMACHER P. ; TALLA I. ; HÉBRARD G. ; HERVÉ J.-P. (1998).- D'une urgence en santé publique à une géographie de la santé à Richard-Toll, in *Aménagements hydro-agricoles et santé Vallée du fleuve Sénégal*, Paris, Col. Colloques et Séminaires, Hervé, Brengues ed sc., ORSTOM, pp. 151-168

HANDSCHUMACHER P. ; BRUTUS L. ; MAUNY F. & coll., (1998).- Des îles dans la grande île : isole-

ment et risque sanitaire dans le moyen ouest malgache. *Ouest éditions, Presses académiques*, Mainet éd. sc., pp. 533-546

HANDSCHUMACHER P. ; DUPLANTIER J.M., CHANTEAU S. (2000).- La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie. In : A. Vaguet (éd.), *n° thématique Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp. 195-208.

HERVOUËT J.-P. et PROST A. (1979).- Organisation de l'espace et épidémiologie de l'onchocercose. in : Maîtrise de l'espace agricole et développement en Afrique tropicale *Mémoire ORSTOM* 89, pp. 179-189

HERVOUËT J.-P., (1983) Aménagement Hydro-agricole et onchocercose: Loumana.: In: *De l'épidémiologie à la géographie humaine. Trav. et Doc. de Géol. Trop.* n°48. pp. 271-275

HERVOUËT J.-P. et LAVEISSIÈRE C. (1987).- Facteurs humains de la maladie du sommeil. *La medicina Tropicale nella Cooperazione allo Sviluppo*, 3, 2, pp. 72-78

HERVOUËT J.-P. et LAVEISSIÈRE C. (1987).- Les grandes endémies : l'espace social coupable. *Politique Africaine*, 28, pp. 21- 32.

HERVOUËT J.-P. (1990).- Le mythe des vallées dépeuplées par l'onchocercose. *Géos*, 18, 35 P.

HERVOUËT J.-P. (1996).- La lutte contemporaine contre la maladie du sommeil : un SIG, outil indispensable à la décision. In *Travaux d'AfricaGIS'95*, pp. 521-523.

HERVOUËT J.-P. ; LAFFLY D. ; CARDON L., (2000).- La maladie du sommeil en Côte d'Ivoire : à la recherche d'indicateurs de risque. In : *maladies émergentes et reviviscentes*, In : A. Vaguet (éd.), *n° thématique Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp. 209-226

LAFFLY D. ; HERVOUËT J.-P., (2000).- Une mouche tsé-tsé dans le capteur ! Identification de facteurs de risque de la THA par télédétection et analyse spatiales In : A. Vaguet (éd.), *n° thématique Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp. 227-240

PARIS F. ; LEMASSON J.J. (1987) : Systèmes d'occupation de l'espace et épidémiologie de l'onchocercose. Etude du contact entre l'homme et le vecteur *Simulium Damnosum* en zone de savane soudanienne au Nord Cameroun, 1 – Le volet entomologique, *Doc. Ent. Med. Parasit. OCEAC*, Centre Pasteur Cameroun, 8, 67 p.

- PARIS F. (1992).- De l'onchocercose à la "géo-oncho-graphie". In : *La santé en société : regards et remèdes*. Paris, ORSTOM, coll. Colloques et séminaires, pp. 59-85
- PARIS F. (2000).-Chronique d'une endémie opportuniste. Développement rural et onchocercose au Nord Cameroun (Foyer du Faro) In : A. Vaguet (éd.), n° thématique *Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp. 241-252.
- PICHERAL H. (1983).- Complexes et systèmes pathogènes: approche géographique. in: *De l'épidémiologie à la géographie humaine. Travaux et documents de géographie tropicale*. 48, pp. 5-22
- PICHERAL H. (2001).- *Dictionnaire raisonné de géographie de la santé*. GEOS, Univ. Montpellier III, 307 p.
- PROST A. ; HERVOUËT J.-P. & THYLEFORS B. (1979).- Les niveaux d'endémicité dans l'onchocercose *Bull. Org. mond. Santé* , 57 , 4, pp. 655-662
- PUYUELO R. & HOLSTEIN M. (1950).- *L'onchocercose Humaine en Afrique Noire Française . Maladie sociale*. Marseille, Leconte, 116 p.
- ROLLAND A. (1975).- *Relations entre Onchocercose et habitat, résultat de l'étude médicale d'un terroir de la Volta rouge. (Donsin, Nobéré, Haute Volta)* - Oncho/WP/75.21, 14 p.
- SORRE M. (1933).- Complexes pathogènes et géographie médicale. *Annales de géographie*, 42 (235), pp. 1-18
- VAGUET A. (2000).- Editorial, . In : A. Vaguet (éd.), n° thématique *Maladies émergentes et reviviscentes de : Espaces, Populations, Sociétés*, 2000-2, pp.155-158.
- VORONOV A. G. (1965).-The Role of Landscape Particularities for the Natural Foci of Diseases in : *Risicky & Heyberger éd., Theoretical Questions on natural Foci of Diseases.*, pp. 55-62

**Pascal HANDSCHUMACHER**, Chargé de recherches à l'IRD (Institut de Recherches pour le Développement, ex-Orstom), actuellement en poste auprès de l'Institut de Géographie de Strasbourg, est spécialisé dans l'étude des risques sanitaires liés à la modification des espaces tropicaux en particulier en Afrique de l'Ouest (hydro-aménagements de la vallée du fleuve Sénégal) et à Madagascar (dégradation lente des conditions de vie). Il est par ailleurs membre du Conseil d'Administration de l'Association Natures, Sciences, Sociétés, (NSS), du comité de pilotage du DEA " Environnement, santé, société " de Besançon et de la commission de spécialistes de géographie à l'ULP Strasbourg.

Il a publié récemment, en collaboration avec TALLA I., HÉBRARD G. & HERVÉ J.P. (1998) : D'une urgence en santé publique à une géographie de la santé à Richard-Toll. In : HERVÉ, J.P. & BRENGUES, J. (Éds.)- Aménagements hydro-agricoles et santé (Vallée du fleuve Sénégal). Paris, ORSTOM, pp. 151-168(*Colloques et Séminaires*). Avec BRUTUS L., RAVELOARINKAJA D., ANDRIANTSEHENO H. & SELLIN B. (1998) : Des îles dans la Grande Ile : Isolement et risque sanitaire dans le moyen ouest malgache. In : MAINET, G. (Éd.), *Iles et littoraux tropicaux*. Nantes, Ouest éditions, Presses académiques, pp. 533-546. Avec DUPLANTIER J.M. & CHANTEAU S. (2000) : La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie. In : VAGUET, A. (Éd.)- *Maladies émergentes et reviviscentes, Espaces, Populations, Sociétés*, n° 2, pp. 195-208.

**Jean-Pierre HERVOUËT**, Directeur de Recherche à l'IRD, Géographe de la santé, est membre de l'UMR 5603, S.E.T. "Société, Environnement, Territoire", à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Après avoir travaillé sur la cécité des rivières et la maladie du sommeil, il fonda, à l'ORSTOM, le Grand Programme "Environnement et Santé" (1986). Il développa et dirigea, par la suite, le Laboratoire des Sciences Humaines appliquées à la Santé à l'Institut Pierre Richet, Bouaké, Côte d'Ivoire, spécialisé dans l'étude des pathologies à transmission vectorielle en relation avec les dynamiques environnementales et démographiques. Il est par ailleurs membre de la commission de spécialistes de géographie de l'UPPA.

Il a publié, en collaboration avec Claude LAVEISSIÈRE, *La Trypanosomiase Humaine en Afrique de l'Ouest. Épidémiologie et contrôle*. Editions de l'ORSTOM, collection Didactique, 1991, 157 p. Il a publié récemment en collaboration avec divers auteurs : Système d'information géographique pour la lutte contre la maladie du sommeil en Côte d'Ivoire, in : BLOMAC, F. (Dir.)- *ESRI 98, Diffusion, expériences, données, cartographie et méthodologie*, Paris, Hermès, 1998, pp. 53-54 ; avec LAFFLY, D. & CARDON, L. (2000). La maladie du sommeil en Côte d'Ivoire : à la recherche d'indicateurs de risques, *Espace Population Société*, n° 2, pp. 209-226 ; avec FOURNET F., TRAORÉ S. , PROST A. & CADOT E. (2000) : Impact of the development of agricultural land on the transmission of sleeping sickness in Daloa, Côte d'Ivoire. *Annals of tropical Medicine & parasitology*, 94 (2), pp. 113-121.

**Dominique LAFFLY**, Maître de conférence à l'Université de Pau, membre de l'UMR 5603, directeur du DESS Aménagement et Développement durable et de la Licence Environnement, vice-président de la commission de spécialiste, développe des travaux sur le paysage en faisant notamment appel aux outils de l'analyse quantitative et aux traitements d'images numériques. Les domaines d'application sont essentiellement dédiés à l'analyse de situations évolutives : i) Spitsberg et Pyrénées : évolutions récentes du climat; ii) Evolution des biotopes et comportement du GrandTétras (Jura et Pyrénées) et du Pigeon ramier (Extremadure) ; iii) analyse prédictive des zones à risques à partir d'indicateurs paysagers pour la Trypanosomiase Humaine en Afrique de l'Ouest.

Il a publié récemment (2000) : Combiner télédétection et SIG pour la cartographie de biotopes : application au GrandTétras dans le Jura. *Photointerprétation*, pp. 45-50. En collaboration avec D. MERCIER (1999) : Réflexions méthodologiques sur les observations de terrain et la télédétection : Étude du ruissellement sur les sandurs en Baie du Roi, Spitsberg nord-occidental. *Photo-interprétation*, n° 2, pp. 15-28 ; avec HERVOUET, J.P. (2000) : Une mouche tsé-tsé dans le capteur ! Identification de facteurs de risque de la Trypanosomiase Humaine Africaine par télédétection et analyse spatiale. *Espace, Population, Sociétés*, 2, pp. 227-240.

## RÉSUMÉ/ABSTRACT

### **DE L'ÉCOLOGIE DES MALADIES À LA MISE EN ÉVIDENCE D'INDICATEURS DE RISQUES SANITAIRES. POUR UNE GÉOGRAPHIE APPLIQUÉE À LA SANTÉ PUBLIQUE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE**

par Pascal HANDSCHUMACHER, Dominique LAFFLY, Jean-Pierre HERVOUËT

La géographie de la santé en Afrique a tout d'abord participé à l'œuvre commune d'amélioration de la connaissance des maladies, de leur écologie et des facteurs qui affectent et modulent la transmission. A partir notamment du modèle de l'onchocercose, cette étape a permis de développer et valider des outils et des méthodes complémentaires de ceux habituellement utilisés par les disciplines biologiques et médicales.

Mais face à la baisse des investissements en matière de santé publique, il est devenu urgent, au-delà de l'entreprise de connaissance, de disposer d'outils d'évaluation et de prédiction des risques à travers des indicateurs fiables, peu coûteux, et susceptibles d'être mis en œuvre sans infrastructures lourdes. L'enjeu est d'arriver à mettre en évidence les zones à risque avec un bon degré de fiabilité sans recourir aux coûteuses prospections médicales et biologiques tout en se donnant les moyens de faire des prévisions sur les modifications de l'environnement qui vont en s'accéléralant. Cette entreprise est en cours au prix d'un dialogue avec les résultats des travaux menés dans le cadre de l'écologie des maladies ainsi qu'avec les disciplines partenaires.

Plusieurs " modèles " sont actuellement en cours d'analyse, en particulier la trypanosomiase humaine africaine et la peste. Sur la base de notre connaissance fine des facteurs de risques, l'objectif consiste à mettre en évidence les espaces à risques et leur évolution en fonction des changements qui les affectent. En utilisant les techniques d'imagerie satellitaires, les Systèmes d'Informations Géographiques et les analyses statistiques multi niveaux mais également à la base les registres statistiques existants ainsi que les enquêtes de terrain les plus traditionnelles, cette évolution des approches en géographie de la santé rurale africaniste vise à tirer des enseignements des études passées une dimension appliquée grandissante à l'usage des acteurs du développement en général et de la santé publique en particulier.

**Mots clés :** Afrique, géographie de la santé, onchocercose, trypanosomiase humaine africaine, bilharziose, peste, facteurs de risques, indicateurs, paysages, couverture sanitaire.

### **FROM THE ECOLOGY OF DISEASES TO INDICATORS OF HEALTH RISKS: FOR AN APPLIED GEOGRAPHY OF PUBLIC HEALTH IN SUB-SAHARAN AFRICA**

by Pascal HANDSCHUMACHER, Dominique LAFFLY, Jean-Pierre HERVOUËT

The first contribution of health geography to health problems in rural Africa was focused on a better knowledge of the transmission process, pinpointing the role of social factors. The study of the onchocerciasis model was a research step which allowed geographers to improve methods and tools which are completing these used by biologists and physicians. In regard to the fall of public health investments, there is nevertheless an urgency to find tools which are producing spatial indicators of health risks. These tools and indicators have to be cheap and very reliable but also easy usable without heavy means. The goal is to identify potential risks spaces with a good degree of reliability even without very expensive medical and biological prospections. This work is currently in progress in collaboration with other scientists, using earlier results produced by the studies in disease ecology.

The current studies are focused on a few models, particularly the Human African Trypanosomiasis and the Plague. Using our precise knowledge of risk factors, the goal is to detect health risk spaces in the dynamic perspective of landscape changes. The methods will be developed using statistical multi level analysis, Geographical Information System, but even the most traditional field practices. These approach in health geography applied to rural african spaces want to be more and more operational and usefull for actors of development and public health management.

**Keywords :** Africa, Health geography, Onchocerciasis, Human African Trypanosomiasis, Schistosomiasis, Plague, Risk factors, Risk indicators, Landscape, Health coverage