

Projet EREMIBA :
Emergence et Ré-émergence des maladies infectieuses en Bassin Amazonien :
**Risques sanitaires et évolution de pathogènes humains majeurs (*Flavivirus* de dengue
Mycobacterium ulcerans, *Plasmodium falciparum* et *P. vivax*)**

Jean-Marie FOTSING¹
Damien GALARRAGA¹

¹Institut de Recherche pour le Développement – IRD Unité Espace (US 140)
BP 165 – 97323 Cayenne cedex Guyane Française
fotsing@orleans.ird.fr ; damien.galarraga@cayenne.ird.fr

Abstract. The EREMIBA project has grown from a multi-systemic context. Its overall goal is to go beyond specific details upon which traditional scientific investigations have usually focused, and search for more general and rigorous two-way interactions that really occur within the so-called eco-socio-pathogen system. This “integrative approach” will adopt five levels of analyses: spatial, temporal, functional, methodological and thematic. Within this context, the present proposal aims at developing an inter-disciplinary research programme focused on the linkages between health and the environment in the specific tropical context of French Guiana, Southern America. Three diseases are attractive candidates to develop such methodological approach: malaria, dengue, and *Mycobacterium ulcerans* infection (Buruli ulcer), because it has been previously demonstrated that they have a strong environmental component that can be implicated in emergence, re-emergence, persistence, or spatial diffusion of the disease.

Keywords : Remote sensing, Regional Health Observatory, GIS, Eco-epidemics, Population genetics and dynamics, pathogens interactions

1. Contexte

Les effets des changements environnementaux sur les dynamiques épidémiques, les migrations de vecteurs et de réservoirs sont très mal connus, et ce pour plusieurs raisons essentiellement liées à la diversité des phénomènes impliqués et des échelles spatio-temporelles à prendre en compte.

Ainsi les échelles auxquelles est caractérisée la variabilité du climat sont souvent incompatibles avec les échelles de transformation de l'occupation du sol, celles des études épidémiologiques ou de biologie des populations de vecteurs. Parallèlement, la caractérisation de l'impact du forçage climatique sur les facteurs épidémiologiques est rendue difficile par un certain nombre d'éléments masquants ou confondants : les actions sanitaires, l'évolution des milieux écologiques et des modes d'exploitation, les transformations sociales.

2. Description du projet

Le risque sanitaire est entendu comme l'exposition aux maladies résultant de comportements ou de situations environnementales spécifiques, en particulier celles suscitées par des transformations du milieu, de la technologie ou des habitudes culturelles ou résultant de mouvements migratoires vers des écosystèmes nouveaux. EREMIBA adopte une approche intégrée et multidisciplinaire centrée sur les interrelations entre environnement et santé à l'interface des milieux et des sociétés et ce dans un contexte équatorial français, celui de la Guyane.

Trois maladies humaines sont abordées pour développer cette approche méthodologique : le paludisme, la dengue et l'ulcère de Buruli (aussi dénommé 'infection à *Mycobacterium*

ulcerans') pour lesquelles une forte empreinte environnementale a été déterminée être à l'origine de l'émergence, de la ré-émergence ou de la diffusion spatiale.

Sous l'expression « approche intégrative » nous entendons prendre en compte, de façon systémique, l'ensemble des composantes qui interagissent, à des degrés divers, sur la santé des populations dans l'espace amazonien. Ces composantes relèvent aussi bien du milieu physique, support des hommes et de leurs activités, mais aussi de l'environnement considéré d'un point de vue global et incluant à la fois les éléments naturels (climat, végétation,...), humains et socio-économiques (populations, activités, structures sanitaires, etc...). Les interactions entre ces éléments sont multiples et complexes et font appel à cinq niveaux d'intégration : spatiale, fonctionnelle, temporelle, méthodologique et thématique. Elle pose surtout des questions d'ordre méthodologique comme l'identification des échelles pertinentes d'espace et de temps et la caractérisation des liens entre sciences de la nature et sciences de la société.

3. Objectifs

EREMIBA vise à prendre en considération les paramètres environnementaux en relation avec les épidémies dans une approche intégrée et multi-scalaire s'appuyant sur des méthodes empruntées à plusieurs disciplines (géographie, écologie, épidémiologie, génétique, anthropologie, épidémiologie, géomatique, analyse spatiale). Dans cette approche, les méthodes de caractérisation de l'environnement par télédétection spatiale et l'intégration d'informations spatialisées couplées avec les données épidémiologiques et socio-économiques dans un SIG conduiront à la mise en place, à moyen terme, d'un observatoire de santé publique en Amazonie française. Cet observatoire de recherche sur l'environnement et la santé sera régulièrement mis à jour par les acquisitions de données satellites des stations de réception du centre IRD de Guyane et orientée vers le suivi et la surveillance des zones à risque. La surveillance opérera dans un premier temps sur le territoire de la Guyane pour, au plus long terme et au travers des collaborations prendre une dimension régionale.

Les dynamiques des maladies doivent en effet être appréhender aux niveaux régionaux compte tenu des flux migratoires et des incidences des politiques publiques engagées par les pays frontaliers de la Guyane. Ce projet formule à la fois des questionnements théoriques et des recommandations pratiques, axés sur la transformation des paysages sous l'influence de l'occupation humaine, et des conséquences sanitaires qui en découlent. L'interrogation porte sur les conséquences biologiques des colonisations humaines dans des milieux vierges, des contacts culturels ultérieurs ou des transitions actuelles des sociétés rurales face à la modernisation et leur évolution vers des modèles urbains.

4. Changement d'échelle

La problématique « environnement et santé » fait appel à des changements d'échelles permanents. Pourtant, elle implique nécessairement un volet environnement de niveau intermédiaire entre les variations climatiques appréhendées aux échelles globales et les études épidémiologiques de niveau local. L'évolution du climat est, en effet, très souvent uniquement considérée à l'échelle globale et les disparités régionales sont souvent évacuées et avec elles les composantes environnementales prévalentes aux niveaux régional et local. Il est aujourd'hui nécessaire de se concentrer sur l'analyse des effets de la variabilité climatique à ces échelles en s'intéressant notamment aux micro-climats et ses effets sur l'environnement régional et local pour combler ces disparités d'échelles. En ce qui concerne les maladies infectieuses, elles présentent, elles aussi, des dynamiques variées allant de dynamiques particulièrement intermittentes à des dynamiques qui présentent une régularité surprenante

pour un système « vivant ». Ces dynamiques que l'on observe en épidémiologie sont souvent très complexes et même non linéaires. Leur compréhension doit tenir compte à la fois de leur "histoire naturelle" et aussi des différentes influences environnementales.

5. Télédétection et santé

L'utilisation de données spatialisées permet d'améliorer la caractérisation des risques sanitaires et de mettre au point des modèles de prédiction des risques. Les systèmes spatiaux (observation de la Terre, navigation, télécommunication) peuvent s'avérer pertinents pour la prévention et le suivi des maladies ré-émergentes liées à des modifications de l'environnement qu'elles soient d'origine anthropique ou naturelle et en particulier liées au climat.

Le suivi bibliographique de ces questions montre que des approches différentes peuvent être distinguées en fonction du degré de connaissances que l'on a sur la maladie étudiée. Lorsque l'épidémiologie de la maladie est bien connue, la télédétection est utilisée comme un outil de cartographie (régions favorables à la prolifération des insectes vecteurs dont l'habitat est connu : zones inondées, marais, rizières, etc). L'intérêt de l'usage des images satellites est particulièrement pertinent pour le suivi temporel des changements du paysage, ou dans des régions pour lesquelles la cartographie est obsolète ou inexistante. Quand les connaissances biologiques sur la maladie étudiée sont incomplètes, la télédétection constitue une source d'information supplémentaire pour comprendre les mécanismes de transmission, pour préciser le lien existant entre l'environnement et la maladie. Dans ce cas, des paramètres sont dérivés des images et leur relation statistique avec des paramètres épidémiologiques ou entomologiques est testée afin d'établir un modèle statistique de risque.

De manière générale, les paramètres utilisés concernent l'environnement naturel (occupation du sol - type de végétation, température de surface, indices de précipitations, etc). En revanche, le potentiel de la télédétection pour le calcul de paramètres sociaux ou démographiques (l'environnement « humain ») reste encore relativement peu exploré.

Le type de capteur est choisi en fonction de l'échelle spatiale (locale, régionale, continentale) et temporelle (suivi journalier, mensuel, annuel...) des objets d'étude. EREMIBA vise à prendre en considération les paramètres environnementaux en relation avec les épidémies et les coupler avec les variables climatiques. Cette approche spatialisée s'articule sur l'utilisation des données d'observation de la terre à moyenne et haute résolution spatiale, spectrale et temporelle. Ces informations spatialisées couplées avec les données épidémiologiques et socio-économiques seront intégrées dans un système d'information géographique.

En complément de la station SEASnet HRPT réceptionnant des images NOAA et SEAWIFS avec une résolution spatiale de 1km, la station de réception SEAS – Guyane (Surveillance de l'Environnement amazonien Assistée par Satellite) permet la réception d'images SPOT 2, 4, 5 et ASAR/ENVISAT dans un cercle d'acquisition de 2500km de diamètre comprenant les régions Amazonie et Caraïbes, au service de la recherche, de la formation et du développement régional. Les résolutions spatiales des images acquises varient pour l'optique de 2,5m à 10m (couleur et panchromatique) et de 12,5m à 150m pour le Radar.

6. Les enjeux

Il s'agit non seulement de caractériser l'environnement et mettre en évidence l'occupation du sol et ses dynamiques, mais également de caractériser les propriétés des systèmes hôtes pathogènes émergeant aux différentes échelles, sans oublier les mécanismes et interactions qui connectent leurs propriétés locales et globales. La meilleure stratégie pour y parvenir

consiste à se focaliser sur quelques modèles et lieux d'études qui bénéficient d'infrastructures, de bases logistiques et de pérennisation garantie afin d'espérer obtenir des suivis à long terme pour lesquels l'effort d'intégration multidisciplinaire doit être effectif tels que différents lieux 'voisins' permettant l'étude des mêmes processus et modèles afin d'analyser les parts respectives des mécanismes locaux et globaux régissant leur dynamique sur un ensemble relativement homogène du point de vue environnemental, socio-économique et humain.

Il s'avère aussi urgent de combler le fossé séparant une réalité de santé publique où des maladies infectieuses comptent parmi les dangers majeurs dans différentes régions du globe, et une réalité scientifique où la part de chacun (pathogène, vecteur, réservoir, homme, environnement) dans l'épidémiologie est souvent négligée voire niée, sans compter l'absence récurrente de prise en compte des facteurs de forçage à large échelle (le climat, la connectivité entre populations de pathogènes, d'hôtes ou/et de vecteurs).

Références

Thèse :

Tsayem Demaze, M. **Caractérisation et suivi de la déforestation en milieu tropical par télédétection : Application aux défrichements agricoles en Guyane française et au Brésil.** 2002. 242p. (Thèse de Géographie) - Université d'Orléans.

Colloques :

Fotsing, J. M. (EDS). **Apport des SIG à la Recherche.** Actes du colloque International Géomatique et Applications N°1. Orléans les 13 et 14 mars 2003. 2005. 246p.

Revue spécialisée :

Tran, A.-L. et al. **Dengue spatial and temporal patterns,** French Guiana, 2001. *Emerging Infectious Diseases* 10. 2004. p. 615-621.