

Épidémies de choléra au

38



CHOLTIC

lac Tanganyika induites par les changements climatiques ?



Plage de Mpulungu au lac Tanganyika où des épidémies de choléra sont régulièrement observées.

Financé par BELSPO, le projet de recherche CHOLTIC a été initié afin d'investiguer les conditions environnementales favorisant l'émergence des épidémies de choléra et leur persistance dans la région du lac Tanganyika. Un suivi environnemental standardisé comprendra des aspects liés à la météorologie, la limnologie in situ et par télédétection, l'hydrodynamique, le phytoplancton, le zooplancton, l'épidémiologie, la bactériologie et la génétique. L'environnement humain sera aussi considéré prenant en compte les déplacements des pêcheurs et des commerçants en relation avec la pêche afin d'en tenir compte pour tester différentes hypothèses d'origine de l'infection et de la propagation de la bactérie causant le choléra.

Le choléra n'avait plus été observé en Afrique depuis le début du 20^e siècle. Il réapparut à la fin des années 70.

Pendant plus de 10 ans, le choléra a régressé en Asie et sur le continent américain mais il a persisté et s'est amplifié en Afrique. Presque 50.000 cas ont par exemple été enregistrés à Goma (RD Congo) en 1994. Comme presque 10% des cas enregistrés dans le monde sont concentrés dans cette zone, le Ministère de la Santé en RDC a préparé un plan stratégique de lutte contre cette maladie. Plus de 180.000 cas de choléra ont été enregistrés en RDC pendant une période de 8 ans. Une densité plus grande de cas a été observée près des

grands lacs et du réseau de transports. Les Grands Lacs semblent constituer des sanctuaires de la maladie. A partir de ces zones, les épidémies de choléra se développent et se propagent vers les grandes villes à des centaines de kilomètres de distance tel qu'observé par Bompangue et al. (2008) (Figure 3).

En 2007, Didier Bompangue, médecin en RDC, contacta notre réseau qui étudie l'écologie

du lac Tanganyika depuis une quinzaine d'années (projets ENSO, CLIMLAKE et CLIMFISH financés par BELSPO) afin de discuter des liens

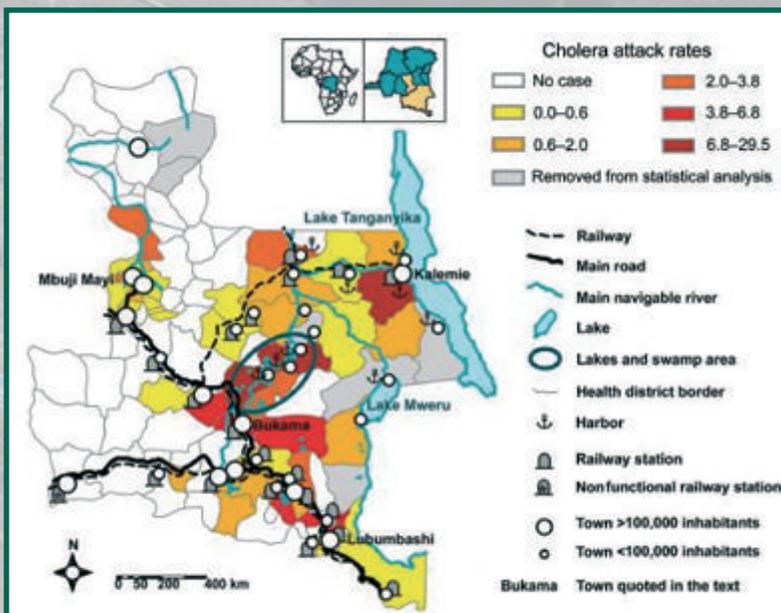


Figure 3 : Distribution des cas de choléra au Katanga et dans l'est du Kasai de 2002 à 2005 (Bompangue et al. 2008).

possibles entre l'environnement lacustre et les épidémies de choléra. Il s'ensuivit des échanges renforcés entre des équipes congolaises, françaises et belges travaillant dans la région du lac Tanganyika.

L'hypothèse d'un réservoir environnemental aquatique d'où une forme toxigénique pourrait émerger dans des conditions physico-chimiques environnementales particulières a été émise. Le zooplancton, et en particulier les crustacés copépodes sont des hôtes et des réservoirs potentiels des bactéries *Vibrio cholerae* comme il a été montré dans les eaux océaniques et saumâtres des grands deltas. Les Copépodes sont une composante importante du zooplancton au lac Tanganyika. Le développement du phytoplancton pourrait jouer un rôle également. L'étude de l'émergence d'épidémies de choléra en relation avec des développements planctoniques n'a jamais été réalisée auparavant en eau douce. Cette étude dans la région des Grands Lacs africains est donc pionnière dans ce domaine.

Les changements climatiques pourraient avoir induit des changements environnementaux favorables à la bactérie du choléra. Des résultats de deux projets BELSPO précédents (CLIMLAKE et CLIMFISH) ont mis en évidence plusieurs changements climatiques depuis les années 1970 simultanés aux occurrences de choléra dans cette région.

L'étude du phytoplancton à la surface du lac Tanganyika lors d'un projet de recherche précédent (CLIMFISH) a fourni des données journalières et synoptiques à faible résolution spatiale concernant la concentration en *chlorophylle a*, un indicateur de la biomasse algale, de l'atténuation de la lumière (K490) et de la température de surface. Ces données ont été comparées aux données épidémiologiques de nos collègues congolais et, bien que les méthodologies n'étaient pas standardisées entre elles dans ces études effectuées

indépendamment, celles-ci ont permis d'observer des corrélations saisonnières intéressantes, bien qu'à ce stade la relation de cause à effet ne soit pas démontrée (Figure 4). Ceci renforce cependant la suspicion de facteurs environnementaux déclencheurs possibles d'épidémies de choléra en relation possible avec les efflores-

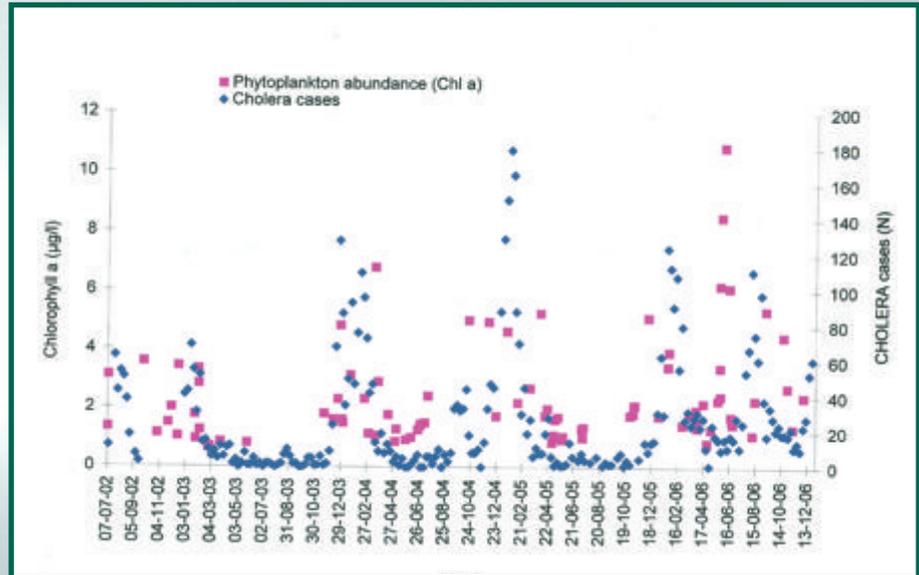


Figure 4 : Evolution du nombre de cas de choléra et abondance phytoplanctonique en surface à Uvira (RDC).

cences (ou "blooms") planctoniques. CHOLTIC a pour objectif d'étudier les sources de variabilité environnementale en relation possible avec le choléra par trois approches complémentaires (*in situ* et interdisciplinaires, par télédétection et par modélisation éco-hydrodynamique).

Les séries de données précédemment récoltées par les chercheurs dans le domaine environnemental et dans le domaine de la santé seront valorisées d'autant plus par une période d'échantillonnage standardisé pendant 3 ans.

La méthodologie de recherche sera implémentée par une identification simultanée des sources de bactéries pathogènes dans l'environnement (eau, phytoplancton, zooplancton) et dans la population humaine. (Figure 6,7 et 8)

Le projet CHOLTIC implique des partenaires qui sont spécialisés dans des domaines complémentaires : limnologie, phytoplancton, zooplancton, télédétection, épidémiologie, modélisation hydro-écologique, microbiologie, SIG et biostatistiques.

Trois sites du lac seront suivis régulièrement : Uvira au nord de la RDC, Kalemie dans la partie centrale du lac en RDC et Mpulungu à l'extrémité sud du lac, en Zambie (Figure 5). Ces sites ont été choisis parce qu'ils sont proches de zones d'émergences de choléra et pour leur localisation géographique optimale en fonction des blooms algaux suite à la présence de différents types de remontées des eaux profondes, riches en nutriment (upwelling principal saisonnier au sud, upwelling secondaire au nord, upwelling côtiers au centre). Ce suivi pendant une période de 3 ans

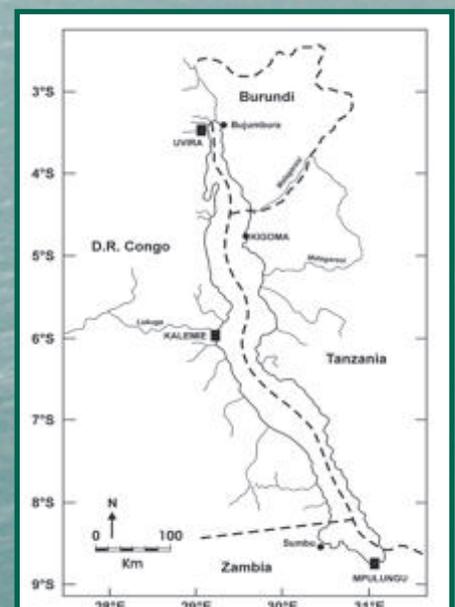


Figure 5 : Carte du lac Tanganyika situant les 3 stations d'étude du projet CHOLTIC.



Figure 6 : Analyses des eaux par filtration de membrane au sein de l'INRB.

devrait permettre au projet CHOLTIC d'étudier la variation saisonnière et interannuelle pour mieux comprendre les impacts du climat sur le lac et le choléra. Cette période sera renforcée par des données déjà existantes comprenant différents événements ENSO (El Niño, La Niña) qui sont liés à différentes conditions climatiques en Afrique.

Le projet CHOLTIC va quantifier l'évolution de différents paramètres limnologiques (température, pH, oxygène dissous, conductivité, transparence, *chlorophylle a*) qui ont été identifiés auparavant comme des indicateurs utiles des événements de mélange des eaux (upwelling, vagues internes). Ces événements induisent des blooms de phytoplancton et de zooplancton lors-

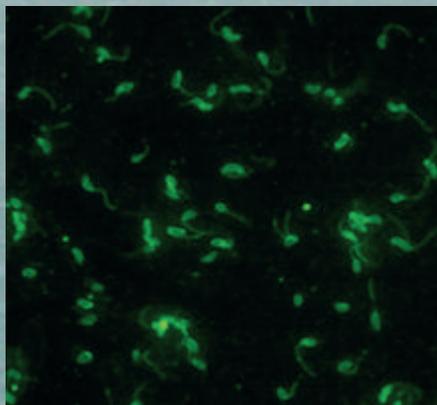


Figure 7 : Détection de la bactérie responsable du choléra (*Vibrio cholerae*) par immunofluorescence (ITG).

que des eaux riches en azote, phosphore et silice atteignent la zone photique (zone atteinte par la radiation solaire) vers la surface.

Les espèces phytoplanctoniques et zooplanctoniques seront identifiées et quantifiées en parallèle. Des études saisonnières seront effectuées dans les eaux pélagiques à des fins de calibration avec les données de télédétection. L'abondance des espèces de poissons pélagiques sera utilisée comme indicateur de l'abondance planctonique qui peut se développer dans la colonne d'eau comme observé lors d'un projet de recherche précédent (CLIMFISH). Une enquête hebdomadaire sur le déplacement des pêcheurs sera réalisée pour mieux comprendre la propagation spatiale du choléra. Une hypothèse alternative considérant l'homme comme principalement impliqué dans la propagation de la maladie sera testée également.

Des données météorologiques journalières (précipitations, température maximale et minimale, vent, radiation...) seront récoltées par des stations automatiques renforcées par des instruments météorologiques classiques quand ceux-ci sont disponibles dans la région. Les données météorologiques historiques seront récoltées et complétées. Les données de télédétection (océaniques, atmosphériques) provenant des réseaux d'agences internationales seront utilisées pour les analyses de téléconnexion. Des liens intéressants sur le phénomène El Niño et la pêche au lac Tanganyika ont été précédemment mis en évidence.

L'étape de télédétection sera réalisée à deux niveaux de résolution spatiale. A basse résolution, la dynamique spatiale des blooms d'algues en surface sera effectuée en relation avec les conditions environnementales favorisant les émergences d'épidémies de choléra. La concentration en *chlorophylle a* et le coefficient d'atténuation de la lumière

seront extraits des archives du satellite MODIS à l'aide de procédures opérationnelles optimisées pendant le projet CLIMFISH (Figure 9). La température de surface SST sera obtenue à partir des images AVHRR à l'aide des modèles empiriques validés par des mesures in situ et croisés avec des données SEVERI.

Une cartographie à moyenne résolution sera effectuée à partir d'images LANDSAT ou ASTER dans les 3 zones cibles du projet (Uvira, Kalemie, Mpulungu). Cette information sera utilisée pour investiguer l'association spatiale entre le choléra et le contexte environnemental des cas de choléra.

Un modèle hydrodynamique sera amélioré. Celui-ci est lié à un module écologique comprenant trois variables (nutriments, phytoplancton et zooplancton). Des nutriments et des composantes de phyto/zooplancton



Figure 8 : Echantillonnage d'eau à diverses profondeurs au lac Tanganyika par bouteille de Niskin.

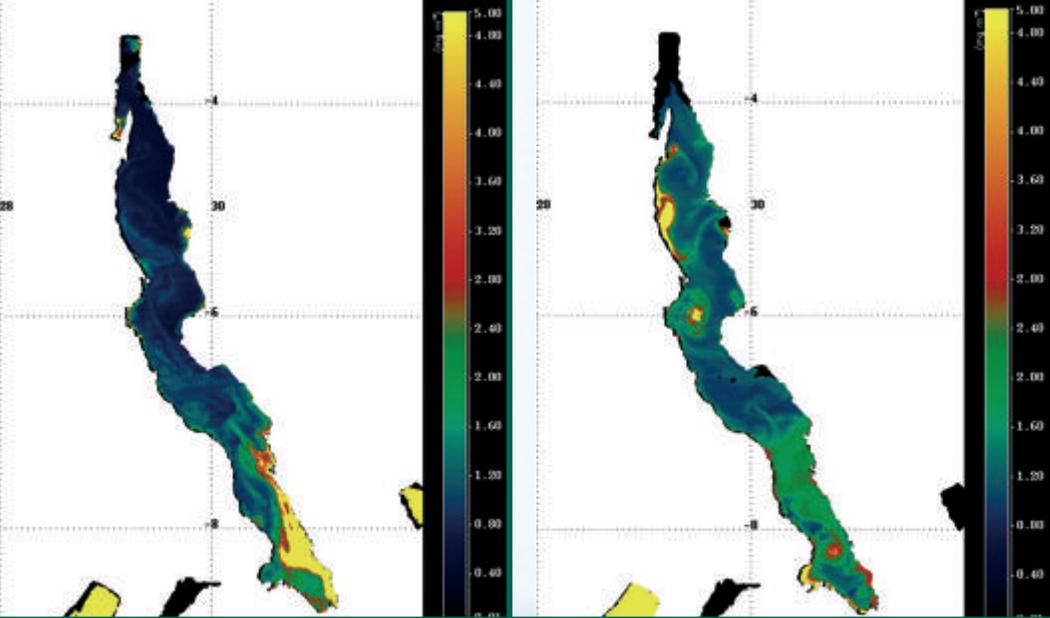


Figure 9 : Détection des efflorescences (blooms) phytoplanctoniques par télédétection (exemple : le 26/4/2004 et le 27/2/2006 ; Images MODIS)

additionnels renforceront cette approche. L'impact de différents forçages climatiques sur l'hydrodynamique et l'écologie du lac sera ainsi testé avec le modèle. Ceci permettra de mieux comprendre notamment le rôle du vent et sa variabilité inter et intra saisonnière sur les mouvements de la thermocline en relation avec les blooms d'algues.

Pour les statistiques des cas et des mortalités de choléra, les trois sites cibles seront étudiés. Une étude détaillée de la propagation spatiale sera faite localement. De plus, des statistiques de cas de choléra seront récoltées dans diverses zones de santé à l'est de la RDC pour étudier à grande échelle la propagation spatiale des épidémies.

La recherche de la contamination de l'eau (coliformes fécaux et streptocoques), et particulièrement la présence de *Vibrio cholerae*, sera réalisée sur l'eau du lac prélevée par les riverains, de même que sur les organismes planctoniques échantillonnés chaque semaine pendant 3 ans.

Les sites d'échantillonnage incluront des bornes fontaines, des sites côtiers et des eaux usées. Des tests d'identification préliminaires seront effectués dans les stations de terrain dont les capacités seront renforcées.

La confirmation microbiologique des cas de choléra sera effectuée à l'*Institut National de Recherche Biomédicale (INRB)*

de Kinshasa qui travaille en équipe avec l'Institut de Médecine tropicale à Anvers dans l'encadrement des laboratoires sentinelle au lac et leur renforcement de capacités. L'exploration génétique des souches de *Vibrio cholerae* humaines et environnementales sera assurée par le laboratoire de microbiologie de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Marseille.

Les résultats des différentes composantes du projet seront partagés entre les partenaires et intégrés dans une analyse interdisciplinaire à l'aide d'un SIG et d'analyses multivariées pour l'étude des interactions spatio-temporelles entre les facteurs de l'environnement humains et non humains et les cas de choléra.

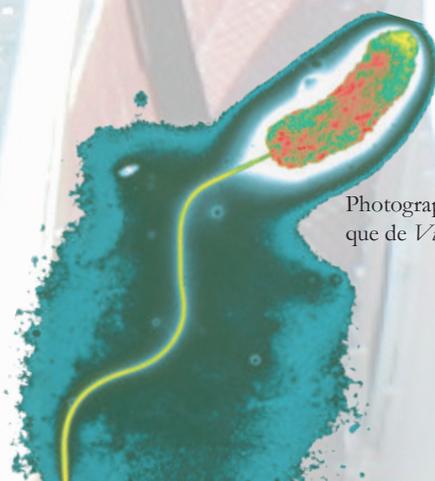
Ce projet vise à contribuer au développement durable en ciblant cette maladie qui est en augmentation dans la région de l'Afrique centrale où le choléra prend un lourd tribut sur la population de même qu'une énergie considérable pour lutter contre elle.

Il y a actuellement un manque de monitoring associé à la bactérie *Vibrio cholerae*, son écologie et les données environnementales dans la région des Grands Lacs africains au moment des émergences de choléra. L'approche interdisciplinaire de CHOLTIC offre donc une prospective nouvelle, mais réaliste, de mieux comprendre l'impact du climat sur la santé humaine par ce monitoring simultané de 3 ans

des organismes suspectés, de l'environnement et des épidémies de choléra. Les liens possibles entre les changements climatiques et des indices environnementaux globaux avec le climat local pourraient aider à mettre au point des méthodes de préventions précoces applicables aux épidémies de choléra, une maladie cruciale non seulement en Afrique mais aussi dans de nombreuses régions du monde. □

Les auteurs

Pierre-Denis Plisnier (Musée royal de l'Afrique Centrale), Didier Bompangue (Ministère de la Santé publique, RDC), Renaud Piarroux (Université de Marseille), Christine Cocquyt (Jardin botanique national de Belgique), Jan Jacobs et Hilde De Boeck (Institut de Médecine tropicale), Patrick Giraudoux (Université de Franche-Comté), Eric Deleersnijder, Jaya Naithani et Emmanuel Hanert (Université Catholique de Louvain), Jean-Jacques Muyembe et Berthe Miwanda (Institut national de Recherches biomédicales, RDC), Venant Nshombo (Centre de Recherches hydrobiologiques, RDC), Nadia Poncellet et Yves Cornet (Université de Liège).



Photographie électronique de *Vibrio cholerae*.

Plus

<http://sites.google.com/site/choleraafrique/>
www.africamuseum.be/research/projects/prj_detail?prjid=450
 Contact:
pierre-denis.plisnier@africamuseum.be