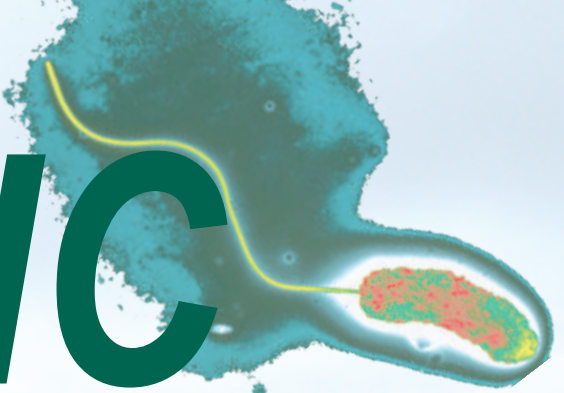


Cholera-epidemieën in het

38





CHOLTIC

Tanganyikameer veroorzaakt door klimaatveranderingen ?



Strand te Mpulungu aan het Tanganyikameer waar regelmatig cholera-epidemieën uitbreken.

Het onderzoeksproject CHOLTIC, gefinancierd door BELSPO, werd opgestart om de omgevingsfactoren te onderzoeken die de uitbraak en het voortbestaan van cholera-epidemieën in de regio van het Tanganyika-meer in de hand werken. In een gestandaardiseerde follow-up van de omgeving zal rekening worden gehouden met aspecten uit meteorologie, limnologie in situ en via teledetectie, hydrodynamiek, epidemiologie, bacteriologie en genetica, en met de eigenschappen van het fyto- en zoöplankton. Ook de menselijke factor wordt in kaart gebracht want er zal gekeken worden naar de verplaatsingen van de vissers en handelaars die te maken hebben met visvangst, om zo verschillende hypothesen te testen betreffende de oorsprong van de infectie en de verspreiding van de cholerabacterie.

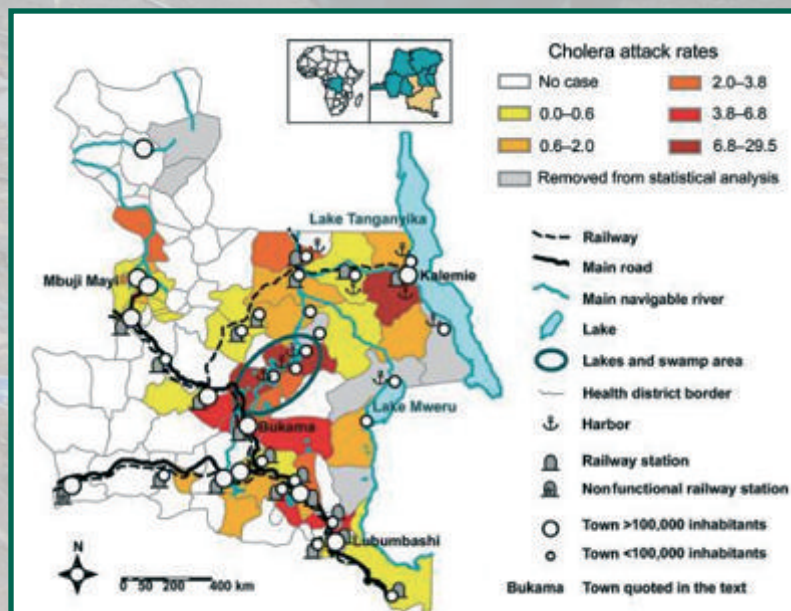
Sinds het begin van de 20e eeuw was er in Afrika geen enkel geval van cholera meer opgetekend, maar de ziekte deed opnieuw haar intrede in de jaren 70.

Gedurende meer dan 10 jaar nam het aantal choleragevallen in Azië en Amerika af, maar in Afrika blijft de ziekte bestaan en breidt ze zich zelfs uit. In 1994 zijn in Goma (DR Congo) bijna 50 000 gevallen geregistreerd. Aangezien 10% van de opgetekende gevallen wereldwijd voorkomt in deze zone, heeft het ministerie voor de Volksgezondheid in de DRC een strategisch strijdplan tegen deze ziekte voorbereid. Gedurende een periode van 8 jaar werden meer dan 180 000 gevallen van cholera opgetekend

in de DRC. Men stelde vast dat er een grotere concentratie van gevallen was dichtbij de Grote Meren en bij transportnetwerken. De Grote Meren lijken een kweekvijver voor de ziekte. Vanuit die zones ontwikkelen de cholera-epidemieën zich en verspreiden ze zich over honderden kilometers naar de grote steden, zoals Bompangue en anderen geconstateerd hebben (2008) (Illustratie 3).

In 2007 contacteerde Didier Bompangue, arts in de DRC, ons netwerk dat sinds een vijftiental jaar de ecologie van het Tanganyika-meer bestudeert (met

Illustratie 3: Verspreiding van de cholera-gevallen in Katanga en in het oosten van Kasai, van 2002 tot 2005 (Bompangue et al. 2008).



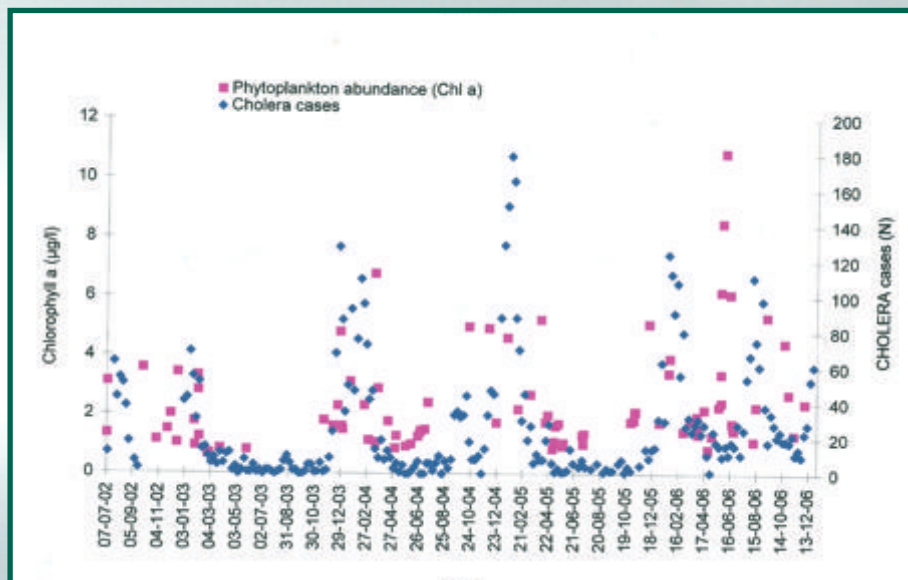
projecten als ENSO, CLIMLAKE en CLIMFISH, gefinancierd door BELSPO) om te praten over het mogelijke verband tussen de omgevingsfactoren in meren en cholera-epidemieën. Hierna werden de uitwisselingen opgevoerd tussen de Congolese, Franse en Belgische teams die in de regio van het Tanganyika-meer werken.

De hypothese van een waterreservoir waar een toxicogene vorm zou kunnen ontstaan in een bepaalde fysico-chemische omgeving, werd naar voren geschoven. Het zoöplankton, en in het bijzonder de roeipootkreeftjes, vormt een potentieel gastreservoir voor de bacteriën *Vibrio cholerae*, zoals reeds werd aangetoond in de oceanen en het brakwater van de grote delta's. Roeipootkreeftjes vormen een belangrijk onderdeel van het zoöplankton in het Tanganyikameer. De ontwikkeling van fytoplankton zou eveneens een rol kunnen spelen. Nog nooit eerder werd in zoetwater het verband bestudeerd tussen het uitbreken van cholera-epidemieën en de ontwikkeling van het plankton. Deze studie van de regio van de Afrikaanse Grote Meren is in dat domein dus baanbrekend.

De klimaatveranderingen zouden kunnen hebben geleid tot wijzigingen in de omgeving die gunstig zijn voor de cholerabacterie. Uit resultaten van twee voorgaande BELSPO-projecten (CLIMLAKE en CLIMFISH) bleek duidelijk dat er zich sinds de jaren 1970, gelijktijdig met voorvallen van cholera in de regio, verschillende klimaatveranderingen hebben voorgedaan.

De studie van het fytoplankton aan de oppervlakte van het Tanganyikameer tijdens een voorgaand onderzoeksproject (CLIMFISH) leverde dagelijks beknopte gegevens en beelden op, met lage ruimtelijke resolutie, over de concentratie van *chlorophyll a*, een indicator voor de biomassa van algen, de vermindering van het licht (K490) en de temperatuur aan de oppervlakte. Deze gegevens werden vergeleken met de epidemiologische gegevens van onze

Congolese collega's en hoewel de methodes in deze onafhankelijke studies niet op elkaar afgestemd waren, konden we toch interessante seizoensgebonden correlaties waarnemen, hoewel er in dit stadium nog geen oorzakelijk verband kon worden aangetoond (Illustratie 4). Toch sterkt dit het vermoeden dat omgevings-



Illustratie 4: Evolutie van het aantal cholera-gevallen en de hoeveelheid aan fytoplankton aan de oppervlakte in Uvira (DRC).

factoren mogelijk cholera-epidemieën kunnen veroorzaken, en dat er mogelijk een verband is met de aanwas (of 'blooms') van plankton.

Het doel van CHOLTIC is de oorzaken bestuderen die ten grondslag liggen aan de veranderingen van de omgeving en die mogelijk gelinkt zijn aan cholera. Dat gebeurt via drie complementaire benaderingen (*in situ* en interdisciplinair, via teledetectie en via eco-hydrodynamische modellering).

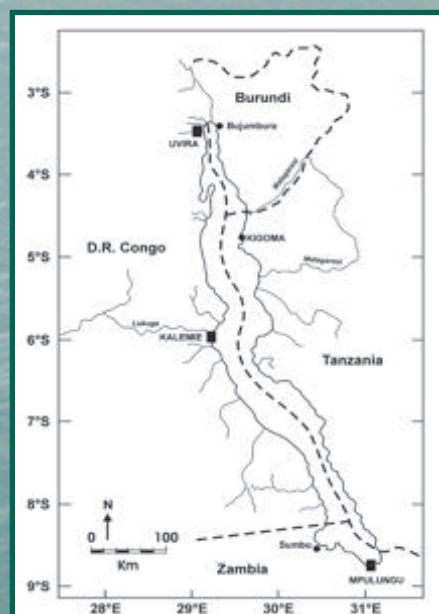
De waaier gegevens die onderzoekers binnen de domeinen van de omgevingsfactoren en de volksgezondheid reeds hebben opgetekend, zullen eveneens gebruikt worden tijdens de gestandaardiseerde staalname die loopt gedurende een periode van 3 jaar.

De onderzoeksmethode is als volgt: in een zelfde tijdspanne zullen de bronnen voor de pathogene bacteriën in zowel de omgeving (water, fytoplankton, zoöplankton) als bij de menselijke bevolking geïdentificeerd worden.

Bij het CHOLTIC-project zijn partners

betrokken die gespecialiseerd zijn in complementaire disciplines en domeinen zoals limnologie, fytoplankton, zoöplankton, teledetectie, epidemiologie, hydro-ecologische modellering, microbiologie, GIS en biostatistiek.

Drie plaatsen aan het meer zullen regelmatig in het oog worden gehouden: Uvira in het noorden, in de DRC, Kalemie in de centrale zone van het meer, in de DRC, en Mpulungu aan de zuidkant, in Zambia (Illustratie 5). Deze sites werden uitgekozen omdat ze dicht bij de zones liggen waar cholera



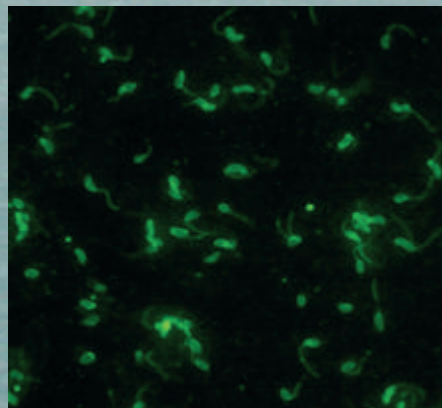
Illustratie 5: Kaart van het Tanganyikameer met de 3 studieposten van het project CHOLTIC



Illustraties 6 : Wateranalyses in het INRB door membraanfiltratie.

is uitgebroken en ook wegens hun optimale geografische ligging, tenminste wat de 'blooms' van algen betreft. Die massale groei aan algen komt voor nadat de diepe wateren, die rijk zijn aan voedingsstoffen, op verschillende manieren naar de oppervlakte zijn opgeweld (belangrijkste seizoensgebonden upwelling in het zuiden, secundaire upwelling in het noorden, kust-upwelling in het centrum).

Met deze 3 jaar durende follow-up in het kader van het CHOLTIC-project zou men de seizoensgebonden en jaarlijkse variatie moeten kunnen bestuderen om de impact van het klimaat op het meer en de ziekte beter te begrijpen. Er zal tijdens die periode eveneens teruggegrepen worden naar reeds bestaande gegevens over ver-



Illustraties 8 : Waterstaalname met een Niskin-fles op verschillende dieptes in het Tanganyikameer.

schillende ENSO-fenomenen (El Niño, La Niña) die te maken hebben met verschillende klimaatomstandigheden in Afrika.

Het CHOLTIC-project zal de evolutie in cijfers vatten van de verschillende limnologische parameters (temperatuur, pH, opgeloste zuurstof, geleidingsvermogen, troebelheid, helderheid, *chlorofyl a*) die reeds als nuttige indicatoren werden gekenmerkt voor fenomenen waarbij het water zich menkt (upwelling, interne golven). Deze fenomenen leiden tot blooms van fyto- en zoöplankton als stikstof-, fosfor- en siliciumdioxide-rijk water de fotsche zone (zone waar het zonlicht doordringt) bereikt nabij het wateroppervlak.

Tegelijkertijd zal het aantal fyto- en zoöplanktonsoorten bepaald en geïdentificeerd worden. Er zullen ook seizoenale studies in diepe wateren worden uitgevoerd om deze gegevens te vergelijken met de teledetectiegegevens.

Overvloed aan vissen uit het diepe water zal gebruikt worden als indicator voor de overvloedige aanwezigheid van plankton dat zich in de waterkolom kan ontwikkelen zoals werd vastgesteld tijdens een voormalig onderzoeksproject (CLIMFISH). Er zal wekelijks onderzoek worden gevoerd naar de verplaatsingen van de vissers om de ruimtelijke verspreiding van cholera beter te begrijpen. Een alternatieve hypothese, waarbij de mens gezien wordt als de belangrijkste factor bij de verspreiding van de ziekte, zal eveneens getest worden.

Dagelijks zullen meteorologische gegevens (neerslag, maximum- en minimumtemperatuur, wind, zonnestraling, ...) worden verzameld door automatische stations, en die zullen worden aangevuld met gegevens van instrumenten uit klassieke meteostations wanneer die in de regio voorhanden zijn. Ook historische meteorologische gegevens zullen verzameld en aangevuld worden. De (oceanische, atmosferische) teledetectiegegevens uit internationale

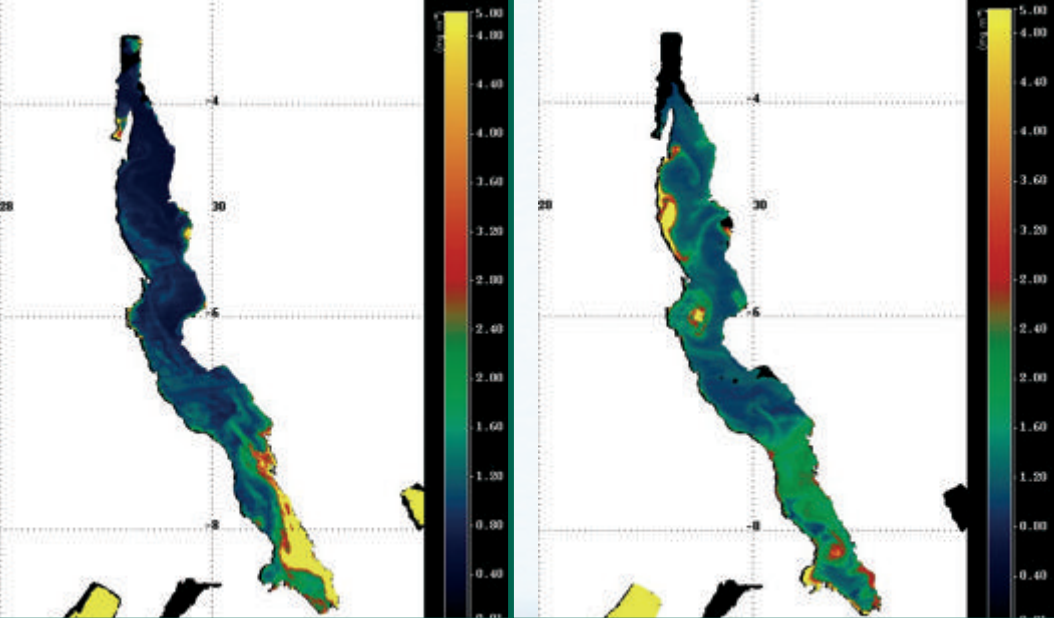
netwerken zullen gebruikt worden voor teleconnectie-analyses. Interessante verbanden tussen het fenomeen El Niño en de visvangst in het Tanganyikameer werden reeds duidelijk aangetoond.

Tijdens de teledetectie zullen twee niveaus van ruimtelijke resolutie gebruikt worden. In lage resolutie wordt het verband bestudeerd tussen de ruimtelijke dynamiek van de algen-blooms aan de oppervlakte en de omgevingsfactoren die cholera-epidemieën in de hand werken. Gegevens over de concentratie aan *chlorofyl a* en de lichtverminderingfactor zullen uit de archieven van de MODIS-satelliet gehaald worden met behulp van operationele procedures die tijdens het CLIMFISH-project werden geoptimaliseerd (Illustratie 9). De SST-temperatuur van het oppervlaktewater, zal bepaald worden aan de hand van AVHRR-beelden met behulp van empirische modellen die tot stand gekomen zijn via metingen *in situ* die gekruist werden met SEVERI-gegevens.

Van de drie doelzones van het project (Uvira, Kalemie, Mpulungu) zullen kaarten worden opgesteld via LANDSAT- of ASTER-beelden die een gemiddelde resolutie hebben. Die informatie zal gebruikt worden om het ruimtelijke verband tussen cholera en de omgevingscontext van choleragevallen te onderzoeken.

Het hydrodynamisch model, dat gelinkt is aan een ecologische module met drie variabelen (voedingsstoffen, fytoplankton en zoöplankton) zal verbeterd worden. Bijkomende voedingsstoffen en componenten van het fyto- en zoöplankton zullen deze benadering versterken. Met dit model zal de impact van verschillende klimaatforceringen op de hydrodynamiek en de

Illustratie 7: Detectie van de cholerabacterie (*Vibrio cholerae*), via immunofluorescentie (ITG).



Illustratie 9: Registratie van fytoplanktonpieken (blooms) via teledetectie (voorbeeld: 26/4/2004 en 27/2/2006; beelden van de MODIS-satelliet).

ecologie van het meer getest worden. Hierdoor zal men met name de rol van de wind beter kunnen doorgronden en ook een beter inzicht krijgen in welke invloed zijn variatie tussen en binnen de seizoenen heeft op de thermocline (grensvlak tussen twee waterlagen met een verschillende temperatuur) en de algen-blooms.

Voor de statistieken over de choleragevallen en -doden, zullen de drie doelsites bestudeerd worden. Een gedetailleerde studie van de ruimtelijke verspreiding zal plaatselijk uitgevoerd worden. Bovendien zullen in diverse gezondheidszones in het oosten van de DRC statistieken van choleragevallen worden opgemaakt om de ruimtelijke verspreiding van de epidemieën op grote schaal te bestuderen.

De besmetting van het water (fecale coliforme bacteriën en streptokokken), en in het bijzonder de aanwezigheid van *Vibrio cholerae*, zal onderzocht worden door enerzijds het meerwater te bestuderen waarvan de oeverbewoners stalen zullen nemen en anderzijds ook door de planktonische organismen te bestuderen waarvan gedurende 3 jaar elke week stalen zullen worden genomen.

De plaatsen van staalname zijn onder meer de voet van fontein, vaste plaatsen op de oever en plekken waar zich afvalwater bevindt. Eerste identificatietesten zullen worden uitgevoerd

in plaatselijke meetstations waarvan we de capaciteiten zullen verbeteren.

Bevestigingen van choleragevallen via microbiologie zijn voor rekening van het *Institut National de Recherche Biomédicale* in Kinshasa dat samenwerkt met het Instituut voor Tropische Geneeskunde in Antwerpen in het kader van capaciteitsversterking en het opzetten van monitorlaboratoria aan het meer. Het laboratorium voor microbiologie van de afdeling Assistance Publique, Hôpitaux de Marseille, zal zich bezig houden met het genetisch onderzoek van de bacteriestammen van *Vibrio cholerae* afkomstig van de mens of de omgeving.

De resultaten van de verschillende luiken van dit project zullen aan alle partners worden megedeeld en in een interdisciplinaire analyse gegoten worden die wordt opgesteld met behulp van een GIS en multivariate analyses om de interacties in tijd en ruimte tussen de menselijke en niet-menselijke omgevingsfactoren en de choleragevallen te bestuderen.

Dit project wil bijdragen tot duurzame ontwikkeling door te focussen op deze ziekte die in Midden-Afrika in opmars is, waar ze een zware tol eist en veel energie vergt om ze te bestrijden.

In de regio van de Afrikaanse Grote Meren bestaat er momenteel een gebrek aan monitoring van de bacte-

rie *Vibrio cholerae*, haar ecologie en de omgevingsgegevens wanneer daar cholera uitbreekt. De interdisciplinaire aanpak van CHOLTIC, met gelijktijdige monitoring gedurende 3 jaar van verdachte organismen, de omgeving en cholera-epidemieën, biedt dus een nieuw maar realistisch vooruitzicht om de impact van het klimaat op de gezondheid van de mens beter te begrijpen.

Inzicht in de mogelijke verbanden tussen klimaatwijzigingen, algemene indicatoren uit de omgeving, en het plaatselijke klimaat zou mee kunnen helpen leiden tot het verfijnen van methodes om cholera-epidemieën vroegtijdig te voorkomen, een ziekte die niet alleen Afrika maar ook talrijke andere regio's in de wereld treft. □

De auteurs

Pierre-Denis Plisnier (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Didier Bom-pangue (Ministère de la Santé publique, DRC), Renaud Piarroux (Université de Marseille), Christine Cocquyt (Nationale Plantentuin van België), Jan Jacobs en Hilde De Boeck (Instituut voor Tropische Geneeskunde), Patrick Giraudoux (Université de Franche-Comté), Eric Deleersnijder, Jaya Naithani en Emmanuel Hanert (Université catholique de Louvain), Jean-Jacques Muyembe en Berthe Miwanda (INRB - Institut national de Recherches biomédicales, DRC), Venant Nshombo (Centre de Recherches hydrobiologiques, DRC), Nadia Poncelet en Yves Cornet (Université de Liège).

Meer

<http://sites.google.com/site/cholera-afrique/>

www.africamuseum.be/research/projects/prj_detail?prjid=450

Contact:

pierre-denis.plisnier@africamuseum.be