PANIC

PAthogen's NICHe: a new approach infectious diseases control

Project key information

Project leader : Bernard Cazelles, UMMISCO, IRD, 32 av. Henri Varagnat, 93140 Bondy, France; bernard.cazelles@upmc.fr
Project duration : 48 months; Starting date : Avril 2015 – Septembre 2019
IRD/UMMISCO budget : 40 K€; Total budget : 492 K€

Partner institutions

UMMISCO IRD-SU, Bondy ; MIVEGEC CNRS-l'IRD, Montpellier ; Institut Pasteur, Paris ; CES CNRS, Paris ; IRSS Burkina-Faso et l'institut Pasteur du Cambodge.

Context

Au cours des dernières décennies, sous l'égide de l'OMS des interventions à grandes échelles de type vaccination ou utilisation massive d'insecticides ont permis d'obtenir des résultats spectaculaires comme l'éradication de la variole ou l'élimination de la malaria dans les pays occidentaux. Cependant malgré ces succès spectaculaires, les différents programmes de contrôle ou d'éradication donnent des résultats largement insuffisants dans les pays tropicaux où les conditions socio-économiques ne permettent pas leur mise en œuvre dans des conditions optimales. Les exemples emblématiques qui illustrent ces difficultés de maitrise des maladies transmissibles dans ces pays, incluent le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, la rougeole ou le VIH. Il est donc crucial et même urgent de développer des stratégies de contrôle adaptées et économiquement durables qui s'attaquent à un ensemble de maladies infectieuses dans des pays tropicaux où ils sont fortement endémiques.

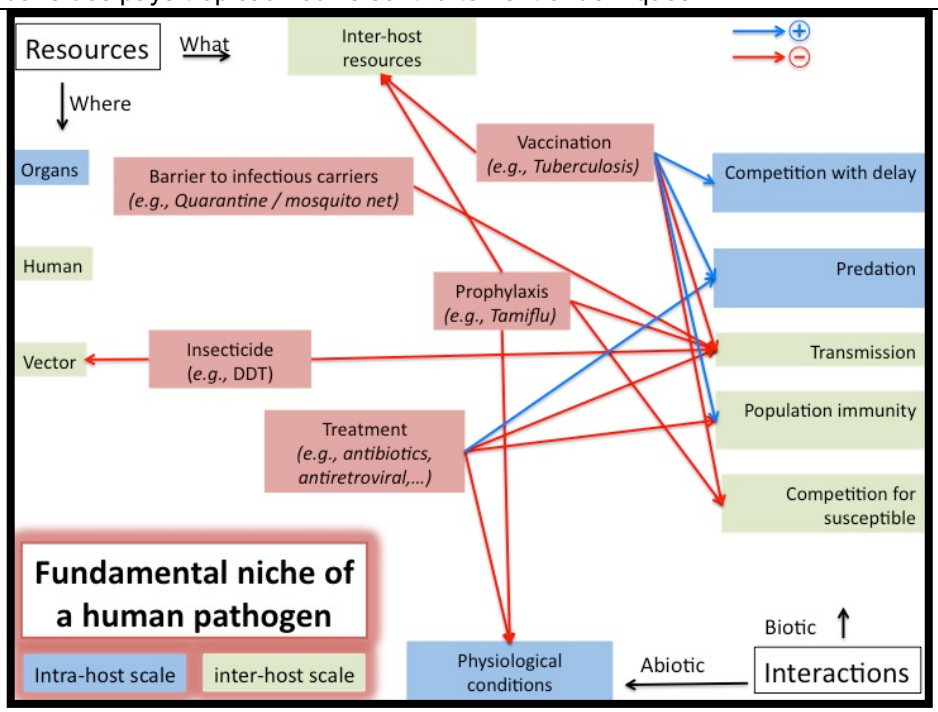

Figure 1: Concept of the ecological niche of a pathogen. From Roche et al (2014)

Objectives

Deux constatations : (i) La plupart des pathogènes sont résistants à de nombreux traitements ; (ii) les activités humaines sont les principales causes des taux élevés d'extinction des espèces du fait de modifications de leur environnement, de « leur niche ». Ces dernières années, de très nombreuses études écologiques et évolutionnaires se sont focalisées sur les maladies transmissibles montrant que la « niche » d'un pathogène pouvait avoir un rôle souvent plus important que le système immunitaire pris en compte par les traitements classiques et la vaccination en ce qui concerne leur contrôle.

L'objectif de notre projet est finalement un changement de paradigme, d'un contrôle classique des maladies transmissibles vers une « biologie de la conservation inverse » des pathogènes débouchant sur de nouvelles approches en santé publique. Ainsi notre objectif est une compréhension quantitative de la perturbation de la « niche » suite à une intervention de santé publique de deux pathogènes à une échelle spatiale relativement fine, Plasmodium falciparum à Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso) et les virus de la dengue à Kampong Cham (Cambodge), grâce à des approches transdisciplinaires mélangeant écologie des maladies infectieuses, approches économiques et de santé publique afin de construire des modèles mathématiques adaptés qui seront utilisés pour optimiser différentes stratégies de contrôle avec pour objectif une éradication (au moins locale) de ces pathogènes. Par la suite de tels approches et outils pourraient être utilisés dans le cas d'autres maladies transmissibles.

Results

Au sein de ce projet, deux interventions ont donc été implémentées, à savoir un contrôle vectoriel au sein des écoles en milieu rural au Cambodge et une campagne de mobilisation sociale par messages texte contre le paludisme au Burkina-Faso. Dans les deux contextes, les interventions ne semblent pas avoir eu d'impacts épidémiologiques significatifs bien qu'elles aient eu un impact sur la densité de moustiques vecteurs au Cambodge et sur l'utilisation des moustiquaires au Burkina. La production de données ayant souffert de retards dus à des difficultés de communication avec Pasteur Cambodge, et surtout à des conditions difficiles sur le terrain, la modélisation mathématique est actuellement en cours.

Pour la partie « Dengue », l'Institut Pasteur du Cambodge nous a imposé de mutualiser le budget de PANIC avec celui du projet ECOMORE 2 (financé par l'AFD). Les objectifs d'ECOMORE 2 étant identiques avec ceux de PANIC cela semblait effectivement une bonne idée. ECOMORE 2 étend ce qui était planifié dans PANIC en zones rurales aux zones semi-urbaines. A l'époque, cette mutualisation nous semblait n'avoir que des avantages avec le seul problème de décaler le démarrage des études d'une année du fait que le projet ECOMORE 2 n'a été accepté qu'en 2016.

References

Boyer S, Marcombe S, Yean S, Fontenille D. 2020. High diversity of mosquito vectors in Cambodian primary schools and consequences for arbovirus transmission. PLoS One, 2020, 15, e0233669.

Cazelles, B., Champagne, C. & Dureau, J. 2018. Accounting for non-stationarity in epidemiology by embedding time-varying parameters in stochastic models. PLoS Computational Biology, 14, e1006211.

Champagne, C. & Cazelles, B. 2019. Comparison of stochastic and deterministic frameworks in dengue modelling. Mathematical Biosciences, 310, 1-12.

Champagne, C., Paul, R., Ly, S., Duong, V., Leang, R. & Cazelles, B. 2019. Dengue modeling in rural Cambodia : Statistical performance versus epidemiological relevance. Epidemics, 26, 43-57.

Champagne, C., Salthouse, D.G., Paul, R., Cao-Lormeau, V.-M., Roche, B. & Cazelles, B. 2016. Structure in the variability of the basic reproductive number (R0) for Zika epidemics in the Pacific islands. eLife, 5, e19874.

Du, S., Liu, Y., Liu, J., Zhao, J., Champagne, C., Tong, L., Zhang, R., Zhang, F., Qin, C.-H., Ma, P., Chen, C.-H., Liang, G., Liu, Q., Shi, P.-Y., Cazelles, B.,Wang, P., Tian, H. & Cheng, G. 2019. Aedes mosquitoes acquire and transmit Zika virus by breeding in contaminated aquatic environments. Nature Communications. 10, 1324.

Roche B., Broutin H., Simard F., 2018. Ecology and evolution for the control of infectious diseases in low-Income countries: Broadening the scope for Public Health management, Oxford University Press, Oxford, UK.