Vector-borne disease outbreak control via instant vector releases

Luis ALMEIDA, LJLL, Sorbonne Université - Paris
Jesús BELLVER ARNAU , LJLL, Sorbonne Université - Paris
Yannick PRIVAT, IRMA, Université de Strasbourg - Strasbourg / IUF
Carlota REBELO, CEMAT-Ciências, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa - Lisboa

Les maladies à transmission vectorielle ont un impact important sur la santé humaine dans le monde, représentant 17% de toutes les maladies infectieuses. Ces maladies peuvent être dues à des parasites, des bactéries ou des virus et être transmises par différents types de vecteurs comme, par exemple, les tiques, les puces ou les moustiques.

Dans cette communication, nous présentons l'étude des stratégies optimales de lâcher de vecteurs pour contrôler des maladies vectorielles telles que la dengue, le Zika, le chikungunya et la malaria. Deux techniques sont considérées :

— La technique de l'insecte stérile (SIT), qui consiste à relâcher des vecteurs mâles stérilisés parmi les vecteurs sauvages afin de perturber leur reproduction.
— L'utilisation de Wolbachia (actuellement utilisée principalement pour les moustiques), qui consiste à relâcher des vecteurs infectés par une bactérie limitant leur capacité de transmettre le pathogène afin de remplacer la population sauvage.

Dans chaque cas, on considère un modèle épidémiologique comprenant des humains et des vecteurs, la dynamique temporelle des populations est modélisée par un système d'équations différentielles ordinaires. Néanmoins, pour simplifier l'étude et étant donné que la durée des lâchers est très petite par rapport à celle de l'expérience, les lâchers sont considerés instantanés. Mathématiquement ils sont représentés par des combinaisons linéaires de mesures de Dirac avec des coefficients positifs déterminant leur intensité.

Nous modélisons la question de la stratégie optimale de lâcher de moustique par un problème de contrôle optimal que nous résolvons numériquement en utilisant des algorithmes ad hoc, basés sur l'écriture de conditions d'optimalité de premier ordre caractérisant la meilleure combinaison de mesures de Dirac. L'objectif traduit par la fonction de coût est ici de réduire dans un horizon de temps fixé la quantité d'infections humaines.
Nous discutons ensuite des résultats obtenus, en nous concentrant notamment sur la complexité et l'efficacité des contrôles optimaux et en comparant les stratégies obtenues pour les deux techniques.

[1] L. Almeida, J. Bellver Arnau, Y. Privat, C. Rebelo. *Vector-borne disease outbreak control via instant vector releases*, 2022.

Contact : `jesus.bellver@sorbonne-universite.fr`