

OFFRE DE STAGE – 5 à 6 mois

Impact des vaccins sur l'antibiorésistance : développement d'une interface de modélisation

CONTEXTE / OBJET du STAGE

L'antibiorésistance est l'un des plus importants enjeux de santé publique à l'échelle planétaire. Compte tenu du faible nombre de nouveaux antibiotiques en cours de développement ou récemment mis sur le marché, des approches complémentaires doivent être mobilisées pour lutter contre ce phénomène.

Dans ce contexte, la vaccination constitue un outil prometteur¹. D'une part, certains vaccins bactériens limitent directement le risque de transmission ou d'infection par les bactéries qu'ils ciblent. D'autre part, beaucoup de vaccins peuvent, en réduisant les infections, diminuer l'exposition antibiotique associée, et donc la pression de sélection qui favorise l'antibiorésistance².

Les effets directs et indirects des vaccins sur l'antibiorésistance sont donc complexes, et leur analyse nécessite des outils avancés de modélisation mathématique et de simulation³. Dans ce contexte, le laboratoire « Modélisation, Epidémiologie et Surveillance des Risques Sanitaires » ([MESuRS](#)) du Cnam développe des approches de modélisation mathématique permettant de mieux comprendre la transmission virale ou bactérienne et la sélection d'antibiorésistance. L'objectif du stage est de développer, en s'appuyant sur l'expertise du laboratoire, un cadre de modélisation opérationnel permettant d'évaluer l'impact potentiel de différents vaccins sur différentes bactéries résistantes aux antibiotiques.

DESCRIPTIF du STAGE

Dans un premier temps, il s'agira de proposer un modèle générique de la transmission d'une bactérie en population, et de la sélection de souches résistantes sous l'effet de l'exposition antibiotique. Ce modèle sera ensuite couplé avec un modèle de transmission d'une autre bactérie ou d'un virus, responsable d'infection et pour lequel un vaccin est disponible. Ces modèles déterministes compartimentaux, qui s'appuieront sur des systèmes d'équations différentielles, permettront d'explorer la circulation croisée des deux pathogènes considérés, les conséquences des infections au second pathogène sur l'exposition antibiotique de la population et donc l'antibiorésistance chez le premier pathogène, et enfin l'impact potentiel du vaccin.

Dans un deuxième temps, ces modèles seront paramétrés pour refléter différentes situations pertinentes en santé publique en termes de couples bactérie résistante / vaccin : par exemple, vaccination contre la grippe et staphylocoques résistants à la méticilline. Des distributions de valeurs possibles pour chaque paramètre seront explorées dans les simulations, permettant de fournir des intervalles de prédiction.

Enfin, la dernière partie du stage consistera à développer une interface utilisateur ergonomique permettant de visualiser simplement les prédictions du modèle en fonction du couple bactérie résistante / vaccin exploré.

INFORMATIONS PRATIQUES ET CONTACT

Le stage débutera entre février et mai 2025, pour une période de 5 à 6 mois. Il se déroulera en collaboration entre le laboratoire « Modélisation, Epidémiologie et Surveillance des Risques Sanitaires » du Conservatoire national des Arts et Métiers (Pr. Laura Temime, Dr. Quentin Leclerc) et l'unité « Epidémiologie et modélisation de la résistance aux antimicrobiens » de l'institut Pasteur/Inserm/UVSQ (Pr. Lulla Opatowski), et sera hébergé à Paris 3^{ème}.

Pour candidater, envoyer CV et lettre de motivation à Laura Temime (laura.temime@lecnam.net).

Des connaissances de base en modélisation mathématique (ex. équations différentielles) et en programmation (R, Python) seront nécessaires, ainsi qu'un intérêt pour l'étude des maladies infectieuses.

REFERENCES

1. World Health Organization. [Estimating the impact of vaccines in reducing antimicrobial resistance and antibiotic use](#). 2024.
2. Tedijanto et al. [Estimating the proportion of bystander selection for antibiotic resistance among potentially pathogenic bacterial flora](#). PNAS, 2018.
3. Atkins et al. [Use of mathematical modelling to assess the impact of vaccines on antibiotic resistance](#). Lancet ID, 2018.