

Modélisation de la transmission des maladies respiratoires en milieu hospitalier - couplage des transmissions par contact et par l'environnement

Laboratoires :

- Unité Pasteur-Cnam sur les risques infectieux et émergents (Pacri), Institut Pasteur et Conservatoire national des Arts et Métiers (Cnam)
- Laboratoire de Modélisation, épidémiologie et surveillance des risques sanitaires (MESuRS), Cnam

Encadrement : Maylis Layan (Institut Pasteur/Cnam), Laura Temime (Institut Pasteur/Cnam)

Contexte : Les infections respiratoires sont un problème majeur de santé publique en milieu hospitalier. Elles peuvent se transmettre de patient à patient, mais également entre patients et personnels soignants. On parle alors d'infection nosocomiale, ou acquise à l'hôpital. Ces infections contribuent à l'aggravation de l'état de santé des patients et à la complexification de leur prise en charge.

Les pathogènes responsables de ces infections peuvent se transmettre de différentes manières. Les individus infectés émettent en parlant ou en toussant des gouttelettes de diamètre large qui seraient responsables d'une transmission à courte distance, et en respirant ils émettent des aérosols de plus petite taille qui peuvent rester longtemps en suspension dans l'air et qui seraient responsables d'une transmission à plus longue distance [1]. Une meilleure caractérisation des rôles respectifs dans les dynamiques épidémiques de la transmission par contacts rapprochés et de la transmission à longue distance par les aérosols est indispensable pour concevoir des stratégies efficaces de lutte contre la transmission nosocomiale des infections respiratoires.

Cependant, à ce jour, aucun modèle ne combine les deux modes de transmission et l'importance relative de chaque mode de transmission n'a pas été évaluée.

Objectifs du stage : L'objectif de ce stage est de développer un modèle mathématique de la transmission de pathogènes respiratoires dans un service hospitalier qui combine, de manière originale, la transmission inter-individuelle (modèle épidémiologique) [2,3] et la transmission par voie aérienne (modèle physique) [4]. Ce modèle stochastique et centré sur l'individu tiendra compte des différents modes de transmission des infections respiratoires: *i*) par gouttelettes et aérosols lors des contacts entre un individu infecté et un individu susceptible et *ii*) par aérosols excrétés par les personnes infectées et restés en suspension dans l'air du service hospitalier.

Ce modèle sera calibré à l'aide des paramètres de transmission identifiés dans la littérature. Cette étape de calibration permettra de simuler des épidémies en milieu hospitalier et d'explorer les scénarios de couplage de transmission qui reproduisent des taux d'infection rapportés dans la littérature pour différents pathogènes respiratoires tels que le SRAS-CoV-2, le virus de la grippe ou encore *Staphylococcus aureus*.

Le stage sera réalisé en collaboration avec plusieurs laboratoires dans une approche interdisciplinaire qui mêle modélisation épidémiologique et modélisation physique.

Références :

1. Wang CC, Prather KA, Sznitman J, Jimenez JL, Lakdawala SS, Tufekci Z, et al. Airborne transmission of respiratory viruses. *Science*. 2021;373: eabd9149. doi:10.1126/science.abd9149

Proposition de stage de M2

2. Shirreff G, Huynh B-T, Duval A, Pereira LC, Annane D, Dinh A, et al. Hospital vulnerability to spread of respiratory infections: close contact data collection and mathematical modelling. medRxiv; 2023. p. 2022.09.13.22279837. doi:10.1101/2022.09.13.22279837
3. Duval A, Leclerc Q, Guillemot D, Temime L, Opatowski L. An algorithm to build synthetic temporal contact networks based on close-proximity interactions data. medRxiv; 2023. p. 2023.10.23.23296945. doi:10.1101/2023.10.23.23296945
4. Peng Z, Rojas ALP, Kropff E, Bahnfleth W, Buonanno G, Dancer SJ, et al. Practical Indicators for Risk of Airborne Transmission in Shared Indoor Environments and Their Application to COVID-19 Outbreaks. Environ Sci Technol. 2022;56: 1125–1137. doi:10.1021/acs.est.1c06531

Mots-clés : systèmes dynamiques, modèles mathématiques, modèles biophysiques, infections respiratoires bactériennes et virales

Outils : programmation en R ou en C++



Durée du stage : 5 à 6 mois



Localisation : Conservatoire national des Arts et Métiers, 292 rue Saint-Martin, 75003 Paris



Contact (envoyer CV et lettre de motivation) :

Maylis Layan

Unité Pacri (Institut Pasteur/Cnam) et laboratoire MESuRS (Cnam)

maylis.layan@pasteur.fr

Site web du laboratoire d'accueil: <https://mesurs.cnam.fr/>