

Avis de Soutenance

Monsieur Grégoire RANSON

Mathématiques

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Modélisation mathématique de la propagation d'épidémies avec traitement à efficacité temporaire

Travaux dirigés par Monsieur Mostafa ADIMY et Monsieur LAURENT PUJO-MENJOUET
Cotutelle avec l'université "Université York" (Canada)

Soutenance prévue le **vendredi 17 avril 2026** à 10h00
Lieu : York University, 4700 Keele St, North York, ON M3J 1P3 Ross Building
Salle : N638

Composition du jury proposé

M. Jianhong WU	Professeur	Université de York - North York (Canada)	Directeur de thèse
M. Asgary ALI	Professeur	Université de York - North York (Canada)	Examineur
Mme Meredith L. GREER	Professeure	Bates College - Lewiston (Etats-Unis)	Rapporteuse
M. Mostafa ADIMY	Directeur de recherche	INRIA Lyon	Directeur de thèse
M. Michael C. MACKEY	Professeur émérite	Université McGill - Montréal (Canada)	Examineur
M. Shigui RUAN	Professeur	Université de Miami - Coral Gables (Etas-Unis)	Examineur
M. Bedreddine AINSEBA	Professeur des universités	Université de Bordeaux	Rapporteur
Mme Gabriela CIUPERCA	Professeure des universités	Université Lyon 1	Examinatrice
M. Neal MADRAS	Université de York - North York (Canada)	Invité	
Mme Woldegebriel Assefa WOLDEGERIMA	Université de York - North York (Canada)	Invitée	

Mots-clés : Modélisation mathématique, Épidémies, Traitement temporaire, Équations différentielles à retard à retard, Modèle à agents, Infections sexuellement transmissibles

Résumé :

Cette thèse s'articule autour de la modélisation mathématique et de l'analyse de l'impact épidémiologique de deux interventions biomédicales: la Prophylaxie Pré-Exposition (PrEP) contre le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) et la vaccination contre Chlamydia trachomatis (CT).

Dans la première partie, nous développons des modèles compartimentaux pour le VIH intégrant un compartiment spécifique pour les individus sous PrEP. L'originalité du modèle réside dans la prise en compte de la durée limitée de protection via une équation hyperbolique structurée en âge (temps depuis la dernière prise). Ce formalisme permet de transformer le modèle en un système hybride d'équations différentielles à retard discret, représentant le délai entre les rendez-vous médicaux selon les directives de l'OMS. Nous menons une analyse mathématique (stabilité locale et globale) et explorons l'influence de taux de recrutement non-linéaires. Nos résultats mettent en évidence l'existence de phénomènes d'hystérésis et l'émergence de bifurcations de Hopf, identifiant des délais critiques au-delà desquels la dynamique épidémique devient oscillatoire. Les simulations numériques, calibrées sur des données françaises (Truvada), quantifient l'impact de l'adhérence au traitement et de la durée de protection sur le contrôle de l'épidémie. Dans la seconde partie, la thèse change d'échelle pour évaluer l'impact populationnel d'un futur vaccin contre la chlamydia aux États-Unis. Nous avons développé un modèle à agents (ABM), calibré sur les données de l'enquête NHANES, pour simuler les réseaux de transmission. Ce modèle permet de tester différentes stratégies vaccinales, démontrant que des approches ciblant des tranches d'âge spécifiques ou adoptant une stratégie inclusive de genre sont essentielles pour réduire significativement la prévalence de l'infection. Ce travail interdisciplinaire combine analyse qualitative des systèmes dynamiques et simulations stochastiques pour offrir des outils d'aide à la décision en santé publique, soulignant l'importance des facteurs comportementaux et économiques dans la réussite des politiques de prévention.

Summary:

This dissertation focuses on the mathematical modeling and epidemiological impact analysis of two major biomedical interventions: Pre-Exposure Prophylaxis (PrEP) for the Human Immunodeficiency Virus (HIV) and vaccination against Chlamydia trachomatis (CT). In the first part, we develop HIV compartmental models that incorporate a specific PrEP compartment. The originality of the model lies in accounting for the limited duration of protection through an age-structured hyperbolic equation (where age represents the time elapsed since the last dose). This formalism allows the model to be reduced to a hybrid system of differential-difference equations with a discrete delay, representing the interval between medical appointments according to WHO guidelines. We perform a rigorous mathematical analysis (including local and global stability) and explore the influence of non-linear recruitment rates. Our results highlight the existence of hysteresis phenomena and the emergence of Hopf bifurcations, identifying critical delays beyond which epidemic dynamics become oscillatory. Numerical simulations, calibrated using French data (Truvada), quantify the impact of treatment adherence and protection duration on epidemic control. In the second part, the thesis shifts scale to evaluate the population-level impact of a potential vaccine for Chlamydia in the United States. We developed an Agent-Based Model (ABM), calibrated using National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) data, to simulate transmission networks. This model tests various vaccination strategies, demonstrating that age-targeted approaches or gender-inclusive strategies are essential for significantly reducing infection prevalence. This interdisciplinary work combines the qualitative analysis of dynamical systems with stochastic simulations to provide decision-support tools for public health, emphasizing the importance of behavioral and economic factors in the success of prevention policies.