



PROJET STAGE DE MASTER

Centre Universitaire de Mayotte, Université de Montpellier, Université de Poitiers

SUJET : Estimation statistique du paramètre R_0 : applications à des données d'épidémies du Covid-19 à Mayotte.

Direction du stage :

-Solym Manou-Abi, Maître de conférences, Centre universitaire de Mayotte et IMAG-Montpellier.

- Yousri Slaoui, Maître de conférences HDR, Université de Poitiers

-

Lieu de stage : LMA, Université de Poitiers

Date de début souhaitée : Mars 2021

Séjour à Mayotte (selon la situation sanitaire) : prise en charge du billet d'avion AR pour un séjour à l'île de Mayotte.

Durée et Rémunération/Gratification : gratification de stage (taux légal), 6 mois

CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIFS

Les premiers modèles mathématiques des épidémies sont des modèles de types « compartiments » utilisant les équations différentielles et remontent aux travaux de Kermack et Kermarck [1]. Ces modèles sont utilisés par les épidémiologistes pour simuler les épidémies de maladies infectieuses pendant plus d'un siècle. L'utilisation de la modélisation mathématique permet de prédire les comportements non-linéaires en se basant sur des valeurs prédictives des paramètres associés notamment le nombre de reproduction de base R_0 , décrivant le nombre moyen de nouvelles infections dues à un individu malade dans les modèles classiques. Ce paramètre fournit des estimations du coefficient de transmissibilité. Mais ces taux changent au fil du temps en fonction des réponses politiques et sociétales et éventuellement d'autres facteurs.

La prédiction devient vite difficile en raison des données limitées car dans de nombreux endroits, il n'y a pas de données fiables sur la transition des individus à l'exception des patients hospitalisés à certains endroits. Or ces prévisions en particulier de croissance et de mortalité sont essentielles aux décisions des pouvoirs publics. Une approche utilisée par certaines études consiste à estimer les paramètres en adaptant un modèle statistique ou une autre procédure d'optimisation aux données observées. Cette approche



empirique peut rendre ces modèles plus réalistes, mais ils peuvent encore être limités dans leur capacité à modéliser avec précision. Dans le cadre de ces modèles statistiques, il est plus facile d'ajuster les données observées, en supposant qu'une forme fonctionnelle appropriée est sélectionnée, mais il peut être difficile de projeter avec précision la trajectoire future d'une épidémie. Des co-variables variant dans le temps comme les données de suivi des cas contacts, les médias sociaux sont facilement intégrées dans un tel modèle et peuvent être assez prédictives, mais elles sont souvent inconnues à l'avenir, nécessitant hypothèses à faire concernant leurs valeurs futures lors de la prévision. Certains modèles de croissance de type mixte (probabiliste et déterministe) simulent une épidémie en exprimant le nombre de nouvelles infections à un moment donné sous la forme d'une somme de nouvelles infections pondérées par les probabilités de distribution de la maladie (Intervalle sériel) les jours précédents et proportionnel au nombre de reproduction de base. Cet intervalle sériel est échantillonné à partir d'une distribution de probabilité définissant la durée entre un individu infecté et l'infection d'une autre personne. Les décès ou autres résultats peuvent être modélisés dans un deuxième temps, par exemple en utilisant un modèle binomial négatif qui prédit les décès quotidiens en fonction du nombre d'infections des derniers jours.

L'objet principal de ce stage est d'explorer des packages et construire si possible un package du logiciel R d'estimation statistique du R_0 et fournir des simulations numériques pouvant servir d'indicateurs de suivi épidémiologique aux services de santé publique de Mayotte.

PRE-REQUIS ET COMPETENCES RECHERCHEES

Probabilités, Statistiques, Estimations, Simulations, Mathématiques appliquées, Epidémiologie (complémentaire).

DIRECTION DU STAGE

Yousri SLAOUI, Maître de conférences HDR en mathématiques appliquées à l'université de Poitiers - Laboratoire de Mathématiques et Applications, Futuroscope. yousri.Slaoui@math.univ-poitiers.fr

Solym MANOU-ABI, Maître de conférences en mathématiques appliquées au Centre Universitaire de Mayotte, IMAG de Montpellier. solym.manou-abi@univ-mayotte.fr / solym-mawaki.manou-abi@umontpellier.fr

Collaboration

Julien BALICCHI, Ingénieur d'étude statistiques, Agence Régionale de Santé de Mayotte.

Bibliographie



- [1] W. Kermack and G. McKendrick . A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics," Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Vol. 115, (1927), pp. 700–721
- [2] Diekmann O. and Heesterbeek J. A. P. « Mathematical Epidemiology of Infectious Diseases: Model Building, Analysis and Interpretation », Wiley, 2000
- [3] T. Obadia et al. The R0 package: a toolbox to estimate reproduction numbers for epidemic outbreaks. BMC Medical Informatics and Decision Making 2012, 12:147.
- [4] Gomez-Corral, A and Lopez Garcia, M orcid.org/0000-0003-3833-8595 (2017) On SIR epidemic models with generally distributed infectious periods: number of secondary cases and probability of infection. International Journal of Biomathematics, 10 (2). 1750024. ISSN 1793-5245 [3] Damian Clancy. SIR epidemic models with general infectious period distribution. Statistics and Probability Letters 85 (2014) 1–5
- [5] D. Bosq and D. Blanke. Inference and Prediction in Large Dimensions. Wiley-Dunod, West Sussex, 2007.
- [6] Yu. Kutoyants. Parameter Estimation for Stochastic Processes. Heldermann, Berlin, 1984.
- [7] H. Salje et al. « Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France », <https://hal-pasteur.archives-ouvertes.fr/pasteur02548181> , 2020
- [8] Dietz, K. "The Estimation of the Basic Reproduction Number for Infectious Diseases." Statistical Methods in Medical Research 2, no. 1 (March 1, 1993): 23-41.
- [9] White, L.F., J. Wallinga, L. Finelli, C. Reed, S. Riley, M. Lipsitch, and M. Pagano. "Estimation of the Reproductive Number and the Serial Interval in Early Phase of the 2009 Influenza A/H1N1 Pandemic in the USA." Influenza and Other Respiratory Viruses 3, no. 6 (2009): 267-276.
- [10] Gonché Danesh, Samuel Alizon. Estimation du nombre de reproduction de l'épidémie de COVID-19 en France. [Rapport de recherche] 1, Centre national de la recherche scientifique (CNRS); Institut de recherche pour le développement (IRD); Université de Montpellier (UM), FRA. 2020. hal-02882680
- [11] Solym Manou-Abi et al. « Modélisation de l'épidémie du Covid-19 à Mayotte. Projet MOCOVIMA » 2020