

The main aim of the project is to improve the analysis of epidemic models in several directions.

The COVID epidemic has emphasized the relevance of partial immunity and immunity waning in the epidemic dynamics. We will consider simplified models (if possible inspired from information about within-host viral dynamics) in which infected and recovered individuals are divided in a few classes (e.g., mild and severe infection; complete or partial immunity) to understand possible epidemic dynamics, and to study vaccination strategies in this context.

Another area of interest concerns epidemic dynamics in structured populations, taking account in particular of households, other communities with high transmission, and more generally of heterogeneities in contact rates. While the relevance of heterogeneity has been widely recognized, it is generally difficult to practically quantify that; we will study whether existing data (for instance, ILI data from several epidemic seasons) can be better described through minimal models that allow some heterogeneity than through classical homogeneous epidemic models. The problem will be also approached by comparing stochastic simulations of models with complex structures to the results from simpler deterministic models.

Finally, we will study models that allow for information-dependent behavioural changes, and in particular their application to available data on COVID-19 epidemic in Italy.

L'obiettivo principale del progetto è migliorare l'analisi dei modelli epidemici in più direzioni. L'epidemia di COVID ha sottolineato la rilevanza dell'immunità parziale e della perdita di immunità nelle dinamiche epidemiche. Prenderemo in considerazione modelli semplificati (se possibile ispirati da informazioni sulla dinamica virale all'interno dell'ospite) in cui gli individui infetti e guariti sono divisi in poche classi (ad es. infezione lieve e grave; completa o parziale immunità) per comprendere possibili dinamiche epidemiche e per studiare le strategie di vaccinazione in questo contesto.

Un'altra area di interesse riguarda la dinamica in popolazioni strutturate, tenendo conto in particolare dei nuclei familiari, di altre comunità ad alta trasmissione e più in generale delle eterogeneità nei tassi di contatto. Sebbene la rilevanza dell'eterogeneità sia stata ampiamente riconosciuta, è generalmente difficile quantificarla praticamente; studieremo se i dati esistenti (ad esempio i dati ILI di diverse stagioni epidemiche) possono essere meglio descritti attraverso modelli minimi che includono l'eterogeneità rispetto ai classici modelli epidemici omogenei. Il problema sarà affrontato anche confrontando simulazioni stocastiche di modelli con strutture complesse con i risultati di modelli deterministici più semplici.

Infine, studieremo modelli che prevedono cambiamenti dei comportamenti a seconda delle informazioni disponibili, e in particolare l'applicazione di tali modelli ai dati disponibili sull'epidemia di COVID-19 in Italia.