



ANRS | MIE Scientific Days in Vietnam

Towards ending epidemics

15th to 16th of November, 2023

COMOKIT, an agent-based simulation toolkit to study the impacts of COVID mitigation policies at different scales

Patrick TAILLANDIER

IRD - UMI UMMISCO / LMI ACROSS



Motivations



- ▶ **Initial motivation**
build a modelling group to **support Vietnamese authorities** in their fight against the COVID-19 pandemic by developing a complete modelling platform, which aims at **assessing and comparing mitigation policies** and interventions against the spread of the virus.

- ▶ **People**

Drogoul A. (IRD), Gaudou B. (Univ Toulouse 1), Huynh N. D. (Univ Can Tho), Philippon D. (HKU), Brugière A. (IRD), Chapuis K. (IRD), Taillandier P. (INRAE), Larmande P. (IRD), Nguyen N.D. (Univ TLU), Pham Q.T. (NIHE), Choisy M. (IRD).



Principles and objectives



- ▶ Be as close as possible to public decision making by having the possibility to answer to concrete questions;
- ▶ Be based on a detailed and realistic representation of space (public health policies are also predominantly spatial);
- ▶ Rely on spatial and social data that can be collected easily and quickly;
- ▶ Be generic, flexible and applicable to any case study;
- ▶ Be trustable as it relies on inner mechanisms that can be isolated and validated separately;
- ▶ Be open and modular enough to support the interdisciplinary cooperation;
- ▶ Offer an easy access to large-scale experimentation and statistical validation by facilitating the exploration of its parameters;

Drogoul, A., et al. (2020) Designing social simulation to (seriously) support decision-making: COMOKIT, an agent-based modelling toolkit to analyze and compare the impacts of public health interventions against COVID-19. Review of Artificial Societies and Social Simulation, 27th April 2020. <https://rofasss.org/2020/04/27/comokit/>

The models composing COMOKIT



COMOKIT is a complete framework composed of 3 models: micro, meso and macro

Building
scale

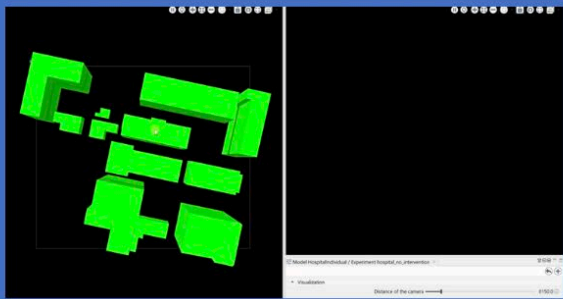
District
scale

City
scale

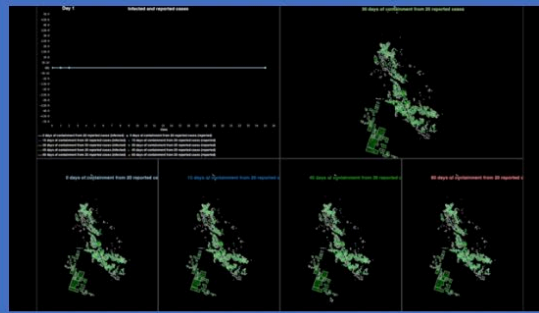
Provinc
e scale

Country
scale

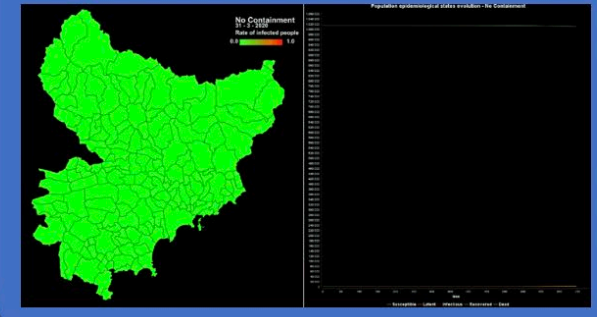
COMOKIT MICRO



COMOKIT MESO



COMOKIT MACRO



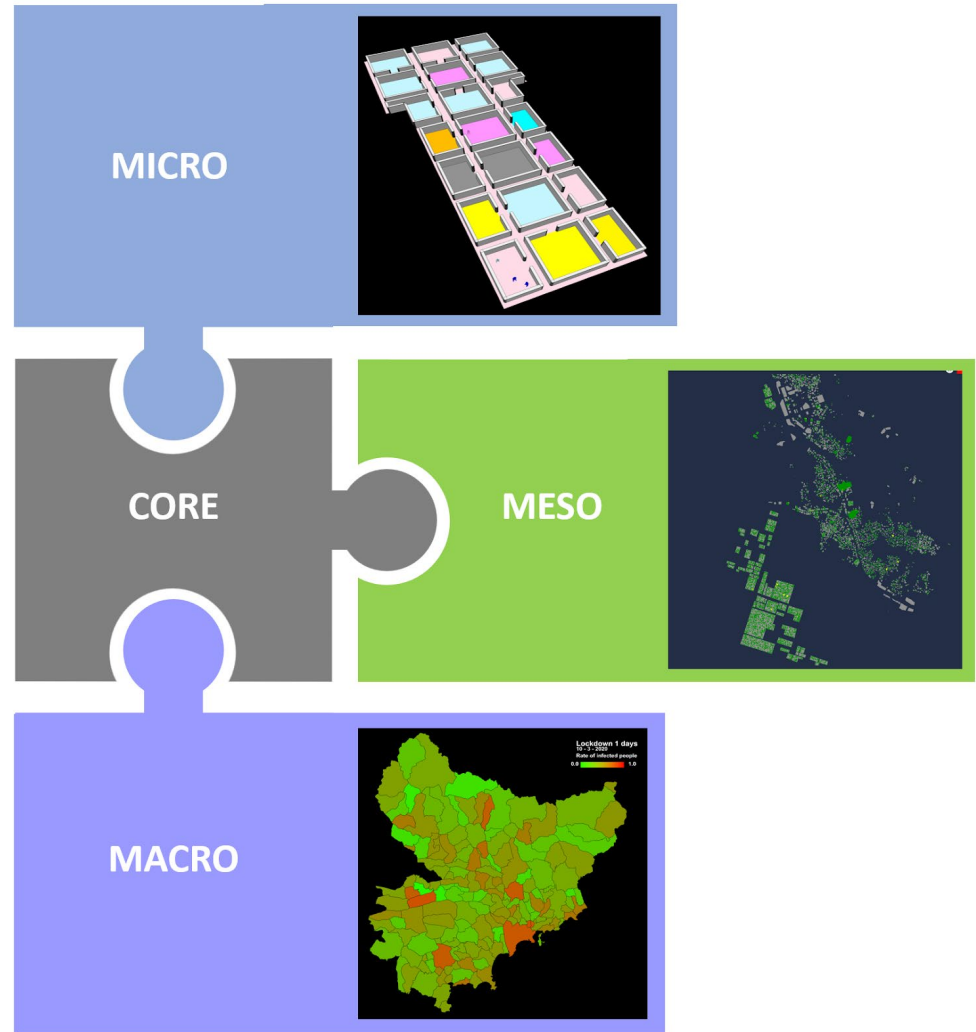
A complete multi-scale toolkit



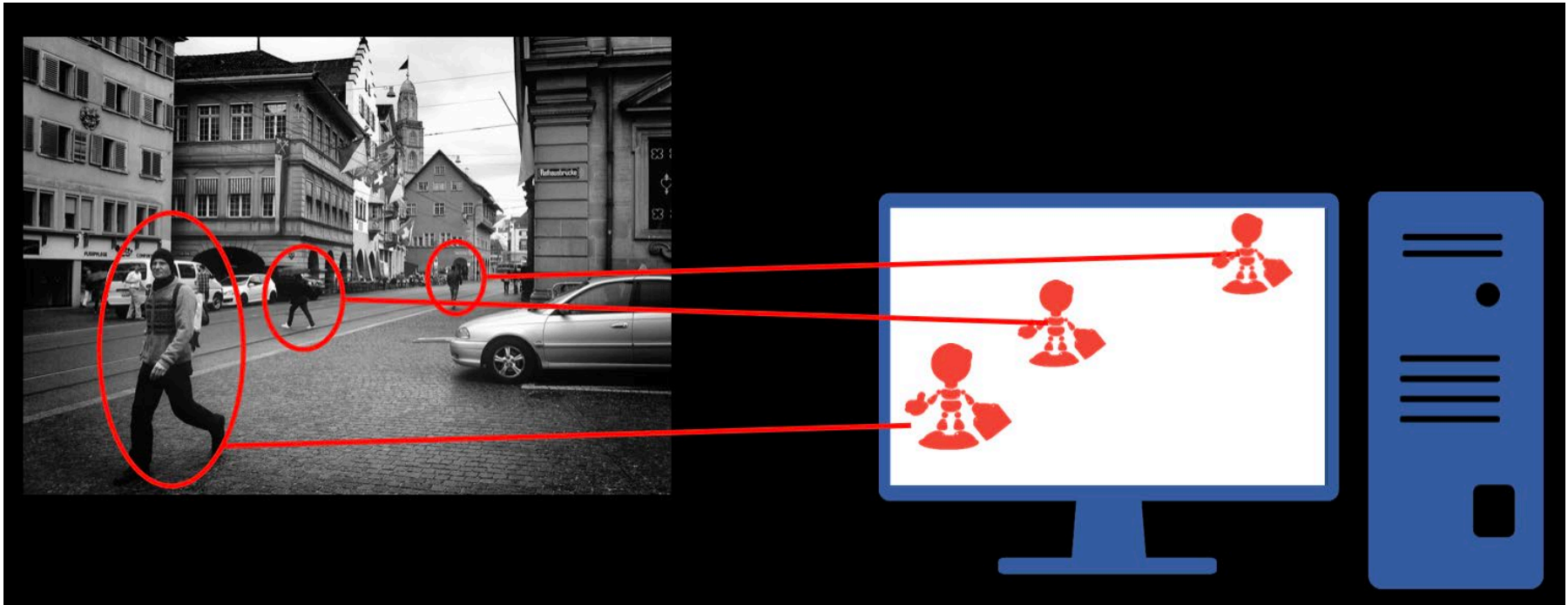
All three models are based on the same abstractions allowing :

- simply switch from one model to another
- simple coupling of these models

Based on *agent-based modeling*



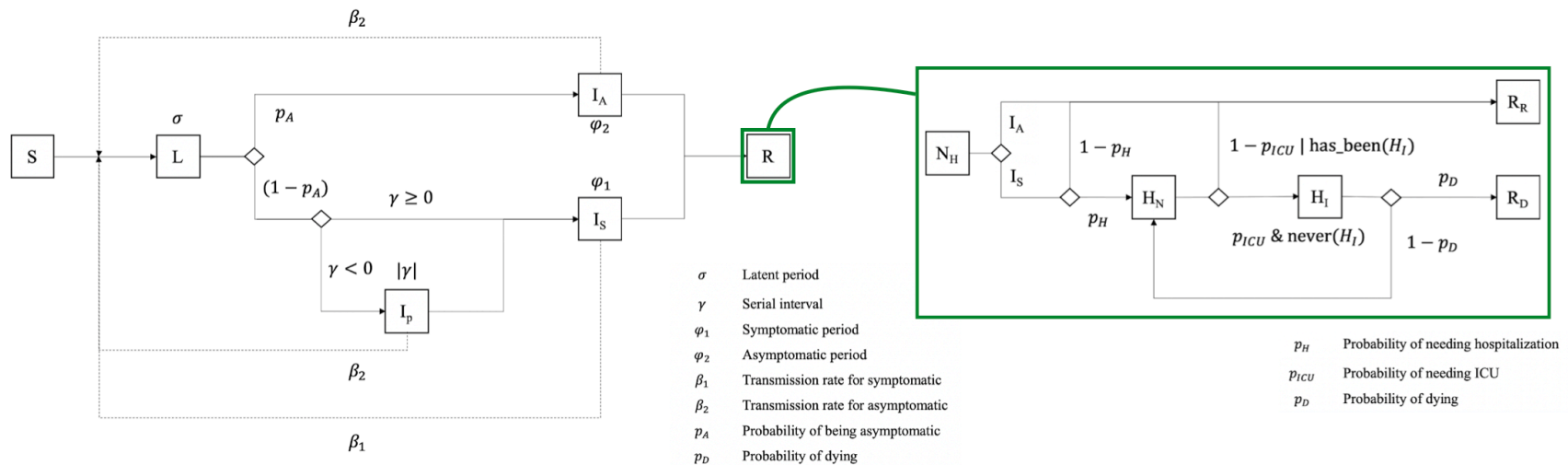
Agent-based simulation



Individual epidemiological submodel



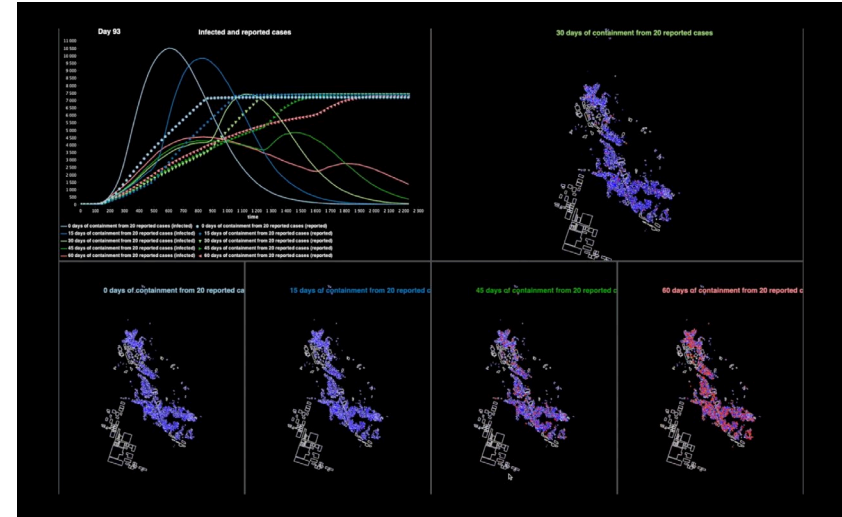
- **Epidemiological status** of the Individual follows a SEIR-like compartment model, with:
 - S (Susceptible), L (Latent), **R (Removed - but with possible reinfection)**
 - The final state R (Removed) can be either Recovery or Dead
 - for the **Infectious** states: I_P (Presymptomatic), I_A (Asymptomatic), I_S (Symptomatic)
 - The various (incubation, infectious...) periods are **Individual-dependent** and randomly picked following various distributions.
 - Takes into account re-infection and immunity (linked to a variant and a vaccine)



Policies/scenarios taken into account



- Vaccination
- Testing policies
- lock down (spatial, dynamic) while taking into account the non-total compliance by individuals
- Mask wearing
- Physical distancing (for the Micro model)
- etc



COMPARISON OF THE SAME REALISTIC LOCKDOWN POLICY WITH DIFFERENT DURATIONS (0, 15, 30, 45 AND 60 DAYS), NO MASK. DETECTION IS DONE AT A RATE OF 20 TESTS / DAY AND THE LOCKDOWN IS APPLIED AS SOON AS 20 POSITIVE CASES ARE REPORTED.

COMOKIT 2.0



comokit 2.0 is open-source, free, available at <http://comokit.org>

It can be **forked and modified**, or **directly applied** to new case studies

The image shows two overlapping screenshots. The top one is the COMOKIT website homepage, which features the logo, navigation links (Home, About, Model, Examples, Press, Team), and buttons for Documentation, Sources, and Download. The main heading is "COMOKIT (CoVid19 Modeling Kit)" with a sub-heading: "a modeling kit written in GAMA for analyzing and comparing interventions against the COVID-19 epidemic at the scale of a city". Below this is a large image showing a network graph overlaid on a city map, with a line graph in the top left corner. The bottom screenshot is a GitHub repository page for "COMOKIT-Model". It shows the repository name, a warning that the master branch isn't protected, a list of recent commits (including updates to .github, COMOKIT Template Project, .gignore, LICENSE, README.md, and mikerelease.sh), and a "Releases" section showing "COMOKIT v2.0" as the latest release from Sep 5.

Different applications of COMOKIT



- COMOKIT was used on a continuous basis, together with other models, by the **rapid response team of the vietnamese ministry of health and the CDC of Hanoi city**
- COMOKIT Camp: collaboration with the World Bank to assess the impact of a Covid-19 epidemic in a refugee camp, with application to Camp Al-Zaatari in Jordan.
- COMOKIT Netherlands (Albatross): collaboration with TUE (Technical University of Eindhoven) to represent the spread of the epidemic at the scale of the city of Eindhoven
- COMOKIT Azure: collaboration with geographers from UMR ESPACE to build a bridge between NPI evaluation on epidemiological dynamics and social impact on city uses.
- Thesis by Roland Abao (2022 -...): "Modeling Social Contagion in Informal Environments: An Explicit Agent-based Simulation using Behavior, Emotions and Norms (BEN) on Health Compliance":
- Expertise for the city of Lima - MIT project (2021): use of COMOKIT to evaluate intervention policies at the scale of a neighborhood in the city of Lima.



Thank you.





ANRS | MIE Scientific Days in Vietnam

Towards ending epidemics

15th to 16th of November, 2023

COMOKIT, BỘ CÔNG CỤ MÔ PHỎNG DỰA TRÊN CÁC TÁC NHÂN ĐỂ NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA CÁC CHÍNH SÁCH GIẢM THIỂU COVID Ở CÁC CẤP ĐỘ KHÁC NHAU

Patrick TAILLANDIER

IRD - UMI UMMISCO / LMI ACROSS





- ▶ Động lực ban đầu là xây dựng một nhóm mô hình để **hỗ trợ chính phủ Việt Nam** trong cuộc chiến chống lại đại dịch Covid-19 bằng cách phát triển một nền tảng mô hình hoàn chỉnh, **nhằm đánh giá và so sánh** các chính sách giảm hại và các biện pháp chống lại sự lây lan của virus.
- ▶ **Người tham gia**
Drogoul A. (IRD), Gaudou B. (Univ Toulouse 1), Huynh N. D. (Univ Can Tho), Philippon D. (HKU), Brugière A. (IRD), Chapuis K. (IRD), Taillandier P. (INRAE), Larmande P. (IRD), Nguyen N.D. (Univ TLU), Pham Q.T. (NIHE), Choisy M. (IRD).



Nguyên tắc và mục tiêu



- ▶ Phải gần nhất có thể với việc ra công bố quyết định bằng cách có khả năng trả lời các câu hỏi cụ thể;
- ▶ Dựa trên sự trình bày một cách chi tiết và thực tế về không gian (các chính sách về y tế công cộng cũng chủ yếu mang tính không gian)
- ▶ Dựa vào dữ liệu về không gian và xã hội có thể thu thập một cách nhanh chóng và dễ dàng.
- ▶ Phải có tính khái quát, linh hoạt và có thể áp dụng cho bất kỳ trường hợp nào
- ▶ Phải đáng tin cậy vì nó dựa vào các cơ chế bên trong có thể được tách biệt và xác nhận riêng biệt.
- ▶ Phải dễ tiếp cận và trao đổi để hỗ trợ cho sự hợp tác liên ngành.
- ▶ Có thể truy cập dễ dàng để thử nghiệm một quy mô lớn và xác nhận các kết quả thống kê bằng cách tìm hiểu các tham số có thể xảy ra.

Drogoul, A., et al. (2020) Designing social simulation to (seriously) support decision-making: COMOKIT, an agent-based modelling toolkit to analyze and compare the impacts of public health interventions against COVID-19. Review of Artificial Societies and Social Simulation, 27th April 2020. <https://rofasss.org/2020/04/27/comokit/>

Mô hình các cấp độ COMOKIT



COMOKIT là một khunghoàn chỉnh bao gồm 3 cấp độ: nhỏ, vừa và lớn

Cấp độ
hộ gia
đình

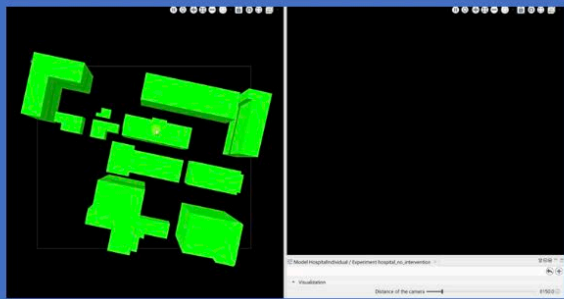
Cấp độ
Quận/
huyện

Cấp độ
Thành
phố

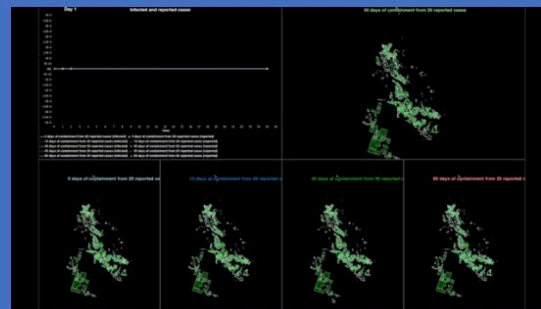
Cấp độ
Tỉnh/
thành

Cấp độ
quốc gia

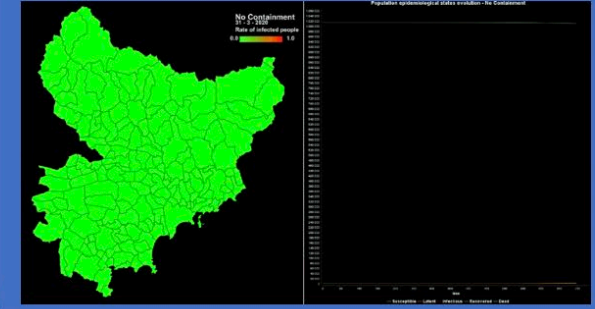
COMOKIT MICRO



COMOKIT MESO



COMOKIT MACRO



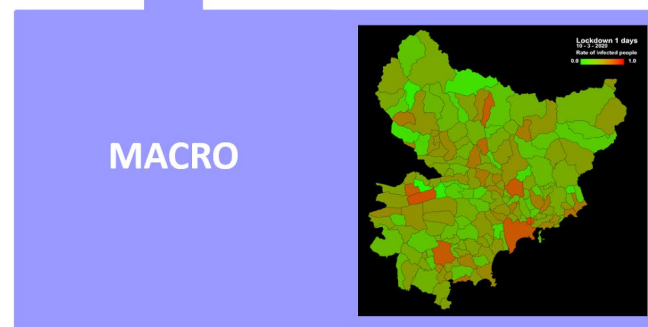
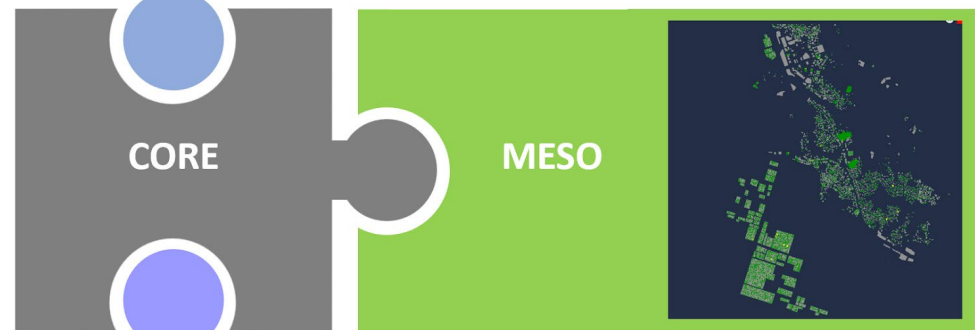
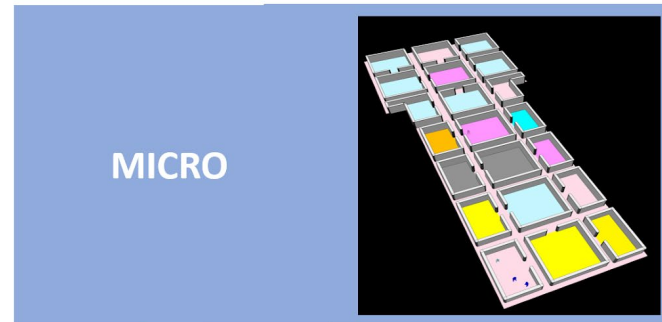
Bộ công cụ đa cấp độ hoàn chỉnh



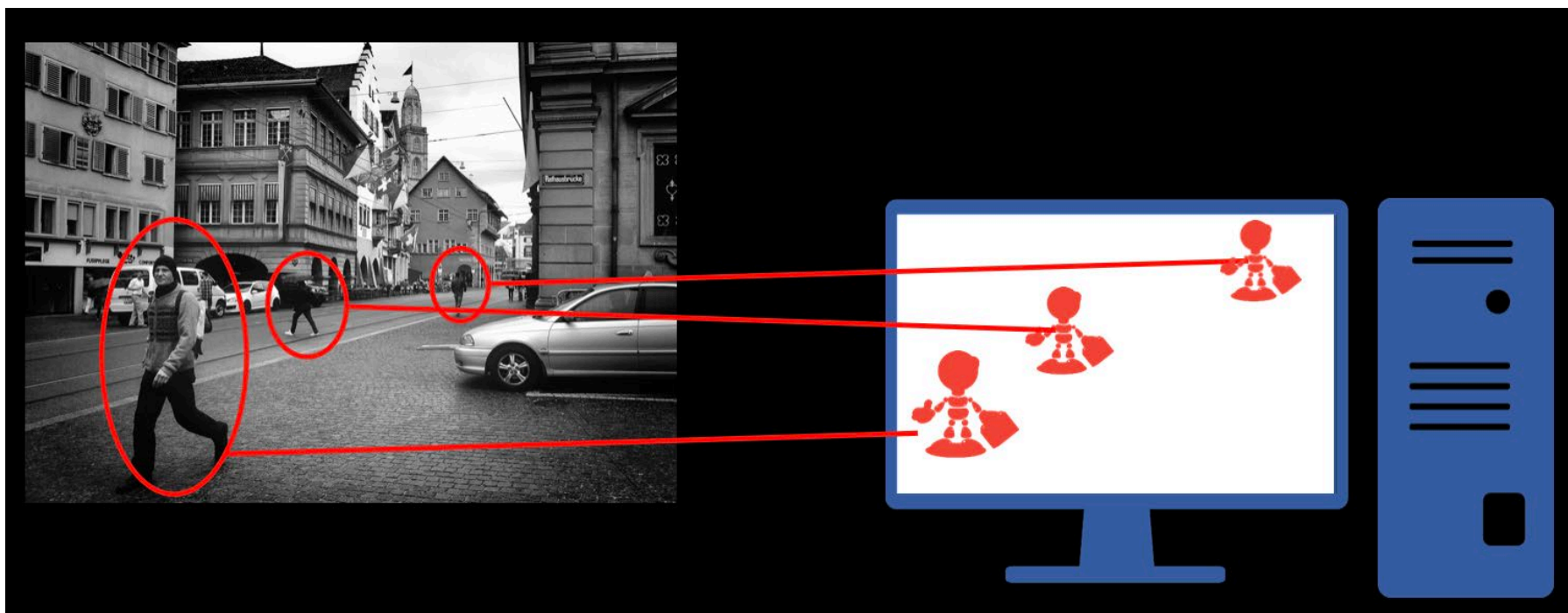
Cả ba mô hình đều dựa trên cùng một cấu trúc mô phỏng như sau:

- Chuyển đổi từ mô hình này sang mô hình khác một cách dễ dàng
- Có thể liên kết các mô hình một cách dễ dàng

Dựa trên **mô hình mô phỏng các tác nhân**



Mô phỏng dựa trên tác nhân

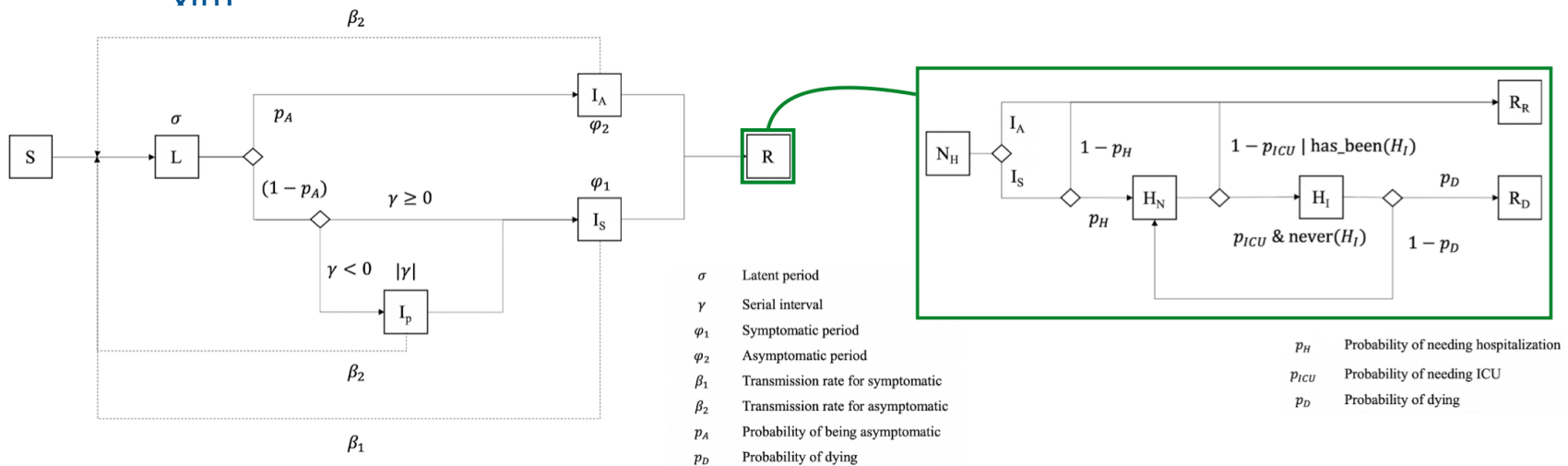




Cá nhân hoá mô hình dịch tễ học

► Tình trạng dịch tễ học của từng cá nhân tuân theo mô hình chia ngăn SEIR:

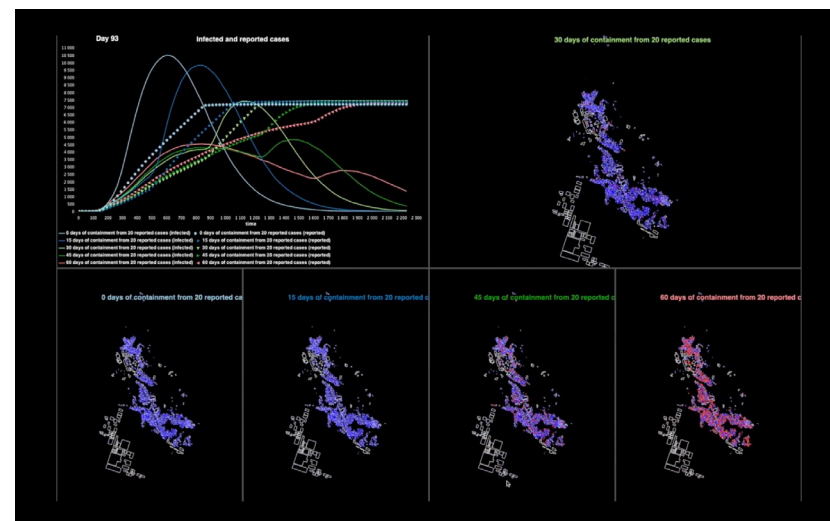
- S (Nhạy cảm), L (Tiềm ẩn), **R (Đã khỏi- nhưng có thể tái nhiễm)**
- Trạng thái cuối cùng R (Đã khỏi) có thể là Phục hồi hoặc Tử vong
- Với bệnh có tính chất truyền nhiễm: I_P (Phơi nhiễm), I_A (Không có triệu chứng), I_S (Có triệu chứng)
- Các giai đoạn khác nhau (ủ bệnh, lây nhiễm,...) phụ thuộc vào từng cá thể riêng biệt và được chọn một cách ngẫu nhiên theo các đợt khác nhau..
- Tính đến khả năng tái nhiễm và tính miễn dịch (liên quan đến một vài biến thể và vắc xin)



Các chính sách/ tình huống được tính đến



- Tình trạng tiêm chủng
- Thử nghiệm các chính sách
- Phong tỏa (không gian, động lực) trong khi tính đến sự tuân thủ không hoàn toàn của các cá nhân
- Đeo khẩu trang
- Khoảng cách vật lý Physical distancing (đối với mô hình Micro),.....



COMPARISON OF THE SAME REALISTIC LOCKDOWN POLICY WITH DIFFERENT DURATIONS (0, 15, 30, 45 AND 60 DAYS), NO MASK. DETECTION IS DONE AT A RATE OF 20 TESTS / DAY AND THE LOCKDOWN IS APPLIED AS SOON AS 20 POSITIVE CASES ARE REPORTED.

COMOKIT 2.0



comokit 2.0 dễ dàng tiếp
cận, miễn phí và có sẵn tại
<http://comokit.org>

Nó có thể được **chia ra và
sửa đổi hoặc áp dụng
trực tiếp** vào nghiên cứu
các trường hợp mới

The image shows two overlapping screenshots. The top one is the COMOKIT website homepage, which features a navigation bar with links for Home, About, Model, Examples, Press, and Team, along with buttons for Documentation, Sources, and Download. The main content area is titled 'COMOKIT (CoVid19 Modeling Kit)' and describes it as a modeling kit written in GAMA for analyzing and comparing interventions against the COVID-19 epidemic at the scale of a city. A large graphic of the COMOKIT logo is centered on the page. The bottom screenshot is a view of the COMOKIT-Model GitHub repository, showing the repository name, a warning about the master branch not being protected, a list of recent commits, and a sidebar with repository information including the README, license, and releases.

Các ứng dụng khác của COMOKIT



- COMOKIT đã được sử dụng liên tục cùng với các mô hình khác bởi **đội phản ứng nhanh của Bộ Y tế và CDC Hà Nội**
- COMOKIT: hợp tác với Ngân hàng thế giới để đánh giá tác động của dịch bệnh Covid-19 tại trại tị nạn Al-Zaatari ở Jordan.
- COMOKIT Hà Lan (Albatross): hợp tác với Tue (Đại học Kỹ thuật Eindhoven) để mô tả cho sự lây lan của dịch bệnh ở quy mô cấp thành phố tại Eindhoven.
- COMOKIT Azure: hợp tác với các nhà địa lý học từ UMR ESPACE để xây dựng sự liên kết giữa đánh giá NPI về động lực dịch tễ học và tác động xã hội tại thành phố.
- Luận án của Roland Abao (2022 -...): "Mô hình hoá sự lây nhiễm cộng đồng trong môi trường giả định: Mô phỏng dựa trên các tác nhân thuộc về Hành vi, Cảm xúc và Chuẩn mực về tuân thủ sức khoẻ"
- Chuyên môn cho thành phố Lima- dự án MIT (2021): Sử dụng COMOKIT để đánh giá các chính sách can thiệp ở quy mô một khu dân cư tại một thành phố ở Lima.



Thank you.

