

# HERD\_IMMUNITY

**Nom des étudiant:**

Leon Mantani  
Nam Khanh Mai  
Mariama Ba  
Awa Gueye

**Encadrant :** Mme Lucie Jean Labadye

**Date :** Semaine de 17 Mars au 27 Avril

# ● Abstract

This project models the spread of an infectious disease within a population using a grid-based simulation and mobile\_agent simulation inspired by SIR (Susceptible – Infected – Recovered) epidemiological models, extended to include vaccination. We explore the concept of herd immunity by analyzing how different levels of immunization through recovery or vaccination affect epidemic dynamics. The simulation visualizes the evolution of the population's health states, identifies critical vaccination thresholds, and compares scenarios with and without vaccination. The study highlights how achieving a sufficient level of immunity can halt the spread of infection and protect unvaccinated individuals.

# ● THÉMATIQUE :

- Tout au long de ce projet, nous étudierons la propagation d'une épidémie au sein d'une population et l'impact de la vaccination sur l'évolution de la maladie.

## 1. INTRODUCTION :

- L'**immunité collective** également appelée **effet de troupeau** est une forme de protection indirecte qui ne s'applique qu'aux maladies contagieuses.
- Il se produit lorsqu'un pourcentage suffisant d'une population est devenu immunisé contre une infection, que ce soit par des infections antérieures ou par la vaccination que l'agent pathogène transmissible ne peut pas se maintenir dans la population, sa faible incidence réduisant ainsi la probabilité d'infection pour les individus qui n'ont pas d'immunité.
- Dans le cadre de l'Are Dynamique nous sommes conduits à mener un projet de modélisation sur ce sujet .

## 2. PROBLÉMATIQUE:

Comment atteindre l'immunité collective ?

Quels sont les paramètres du modèle?

### MODÈLE DE L'IMMUNITÉ COLLECTIVE: comment ça marche?

Sur un site où seulement quelques individus sont atteints d'une maladie contagieuse, cette dernière se propage car les infectés contaminent les individus sensibles.

Afin d'**être immunisé**, deux cas sont possibles:

- Soit l'individu est guéri de la maladie et est immunisé mais temporairement
- Soit elle est immunisée suite à une vaccination.

Pour modéliser l'effet troupeau nous nous sommes appuyés sur deux autres modèles qui sont le **Critical Mass** et l' **Epidemic**.

## 3.Explorables liés

### Taille critique HexSIR Epidemonique

Le modèle simule la propagation d'une maladie à partir d'un petit groupe initialement infecté.

Trois paramètres principaux influençant la dynamique : le taux d'infection, le taux de guérison et le taux de perte d'immunité.

Le système présente un comportement critique : en dessous d'un certain seuil (point critique), l'infection ne se propage pas durablement. Au-dessus, elle persiste dans la population.

### Epidemonique

Ce modèle est un outil pour comprendre comment les maladies circulent et persistent dans les populations.

Il simule une maladie qui se propage dans une population avec 3 états :sains, infectés et guéris.

On constate que la maladie persiste si le taux de transmission est assez élevé, de plus l'immunité temporaire crée des cycles épidémique.

## 4. Modélisation simple d'une épidémie

- Règles simples de modélisation :

- Une fois infectée, la personne peut transmettre la maladie à d'autres personnes sensibles
- Une personne infectée reste contagieuse pendant un certain temps, se rétablit par la suite et redevient vulnérable
- Une personne sensible peut être vacciner et devient ainsi immunisée contre la maladie

Pour la visualisation nous avons opté pour le modèle de la grille et celle du mobile agent .

- Paramètres :

Taux de transmission : Probabilité qu'une personne infectée transmette la maladie

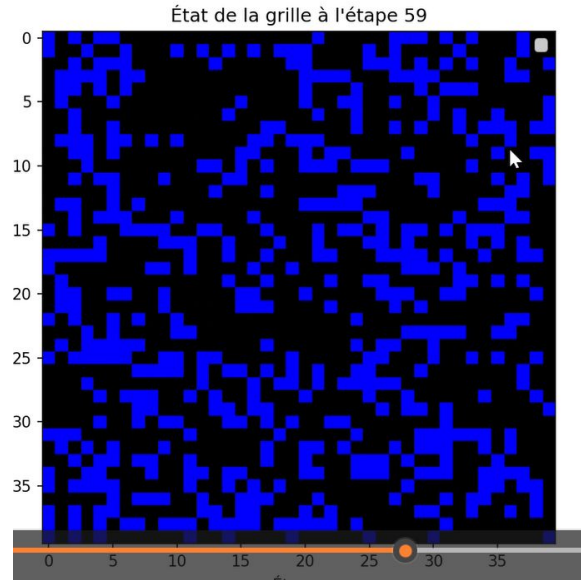
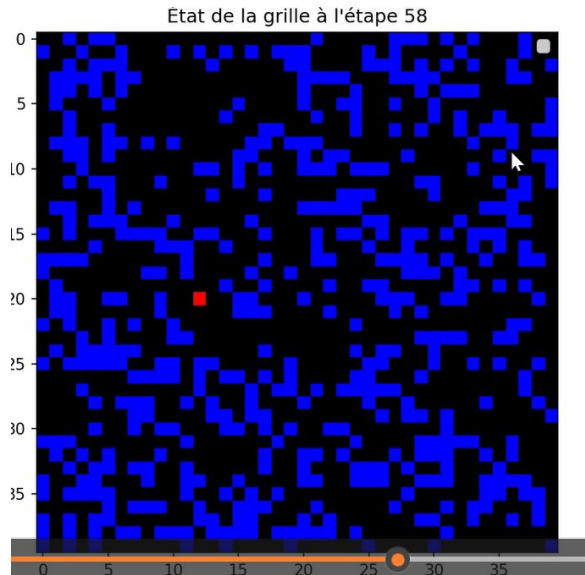
Taux de guérison: Probabilité qu'une personne infecté se rétablisse et acquière une immunité

Taux d'immunité décroissant : c'est le taux de perte de cette immunité

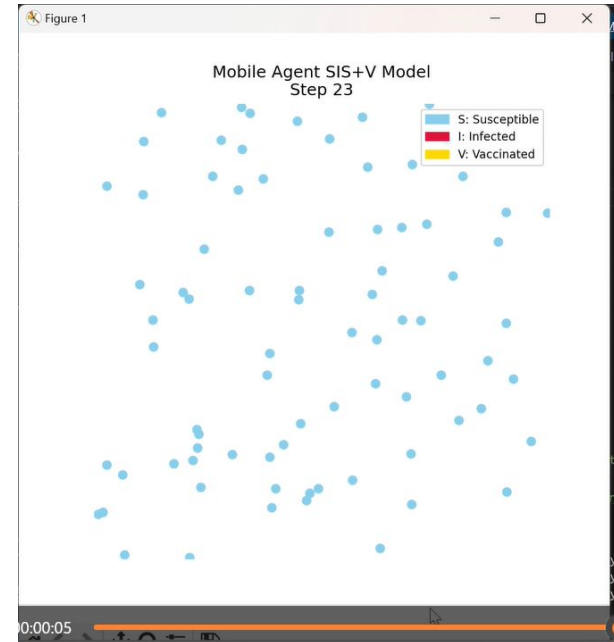
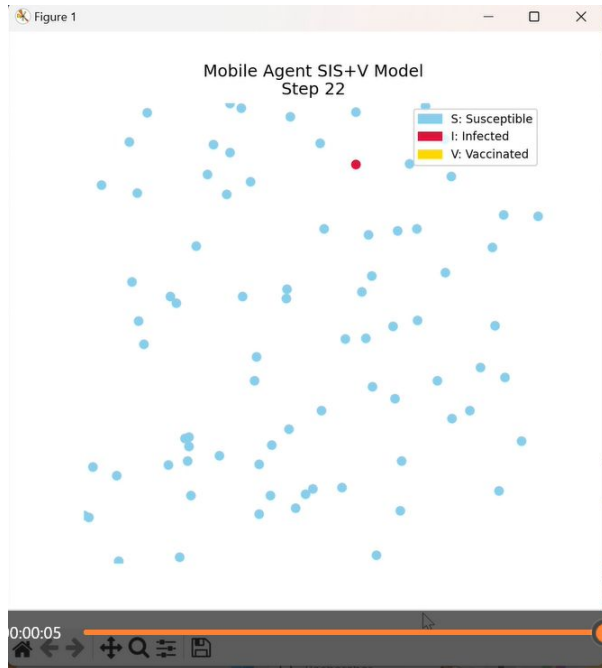
Taux de vaccination : Probabilité qu'une personne sensible se vaccine

## 5. Résultat :

- Avec la grille: taille : 40\*40 ;
- Nombre d'infectés: 10
- ☐ sans vaccination ( Évolution naturel de la maladie avec une perte d'immunité très faible )

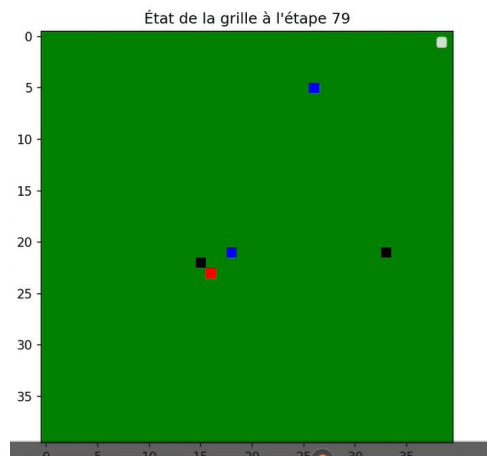
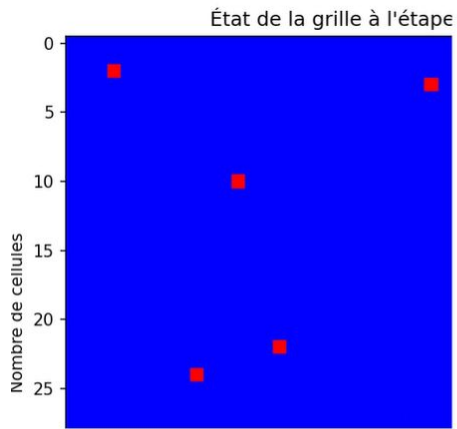


## Evolution naturel de la maladie (sans vaccination ni période d'immunité)





☐ forte vaccination et forte immunité décroissante (0,3 et 0,1)



Avec le mobile agent (modèle sans taux d'immunité décroissante c'est à dire l'individu redevient automatiquement sensible une fois rétabli):

population : 80 , nombre de personne infecté initialement : 5

Forte vaccination :



## ● Analyse , critique et perspective :

Nous pouvons constater que dans les deux modèles la maladie atteint plus rapidement un équilibre dynamique sans vaccination ce qui nous semble contre intuitive car la vaccination devrait jouer un rôle crucial sur l'éradication de la maladie . Cela peut être dû à un taux de guérison très élevé .

Afin d'éclaircir cela nous tenterons de faire plus de simulation en variant les paramètres .

bibliographie: wikipedia , [Complexity Explorables: nombreux exemples de systèmes complexes](#)