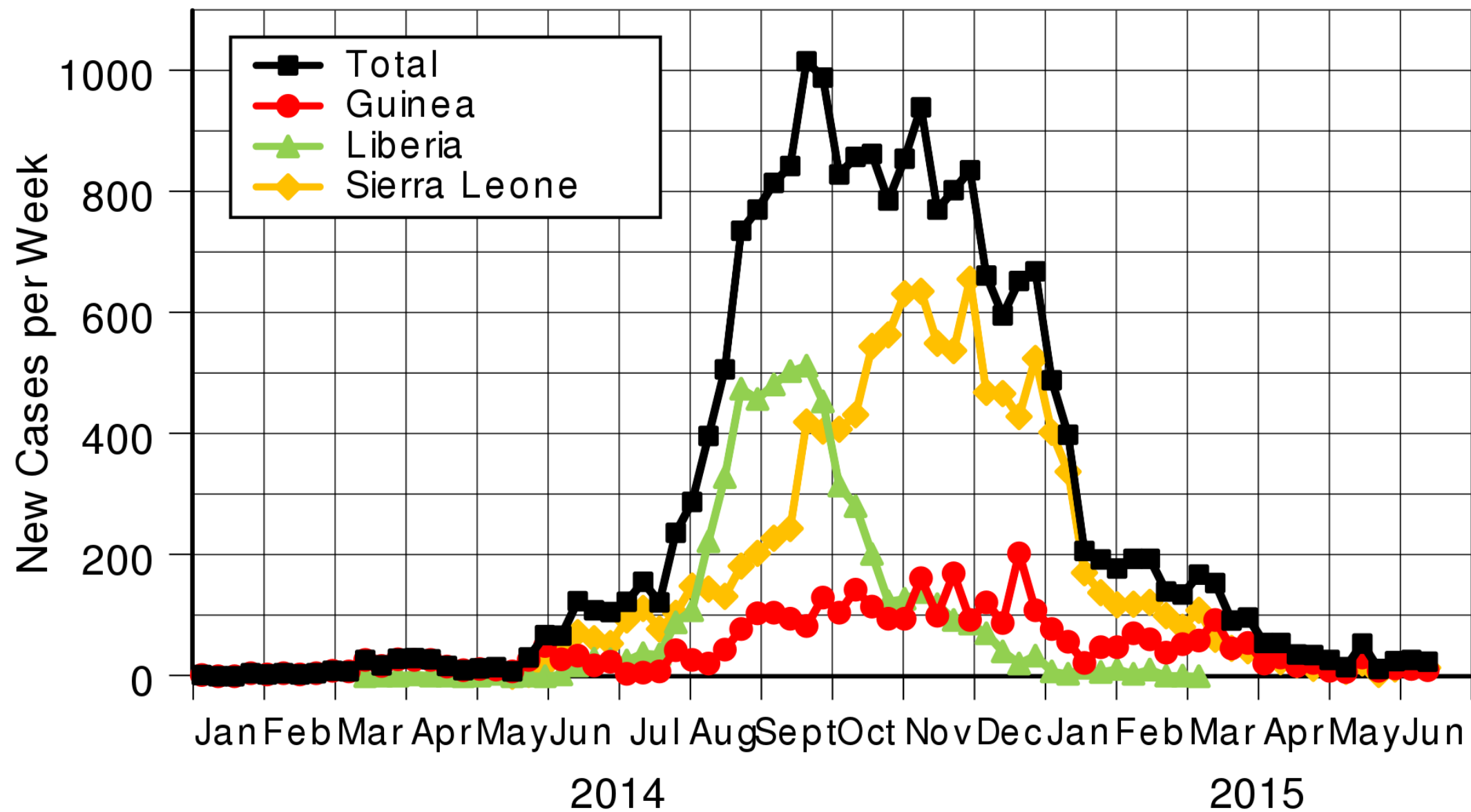


# Propagation d'une maladie infectieuse

A. Feehan — R. Ilbert — E. Merone

# Introduction

## 2014 West Africa Ebola Epidemic

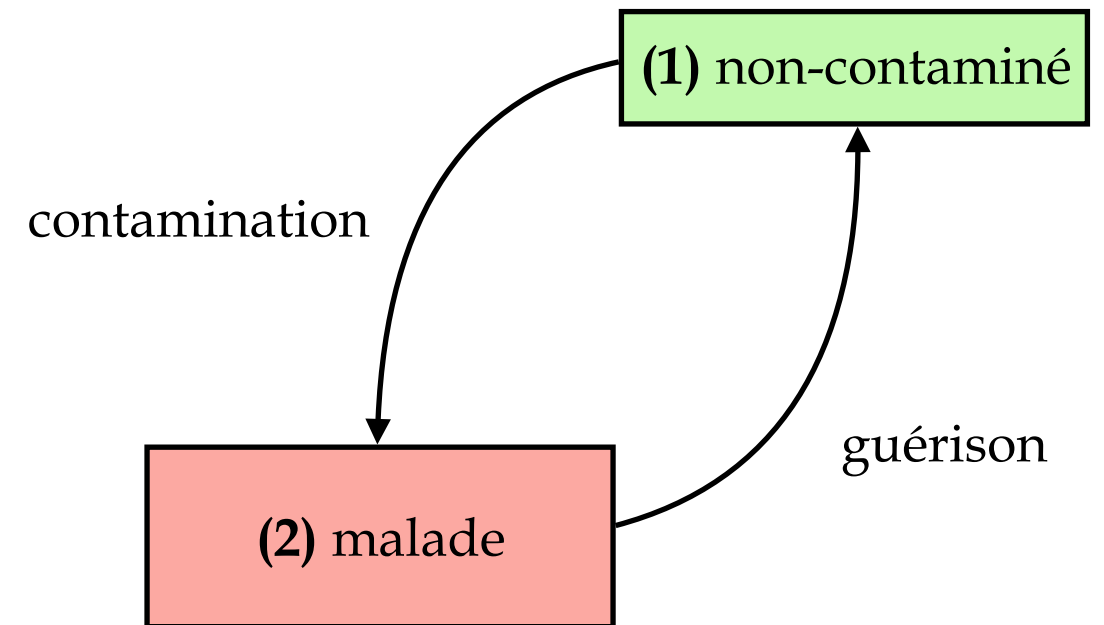
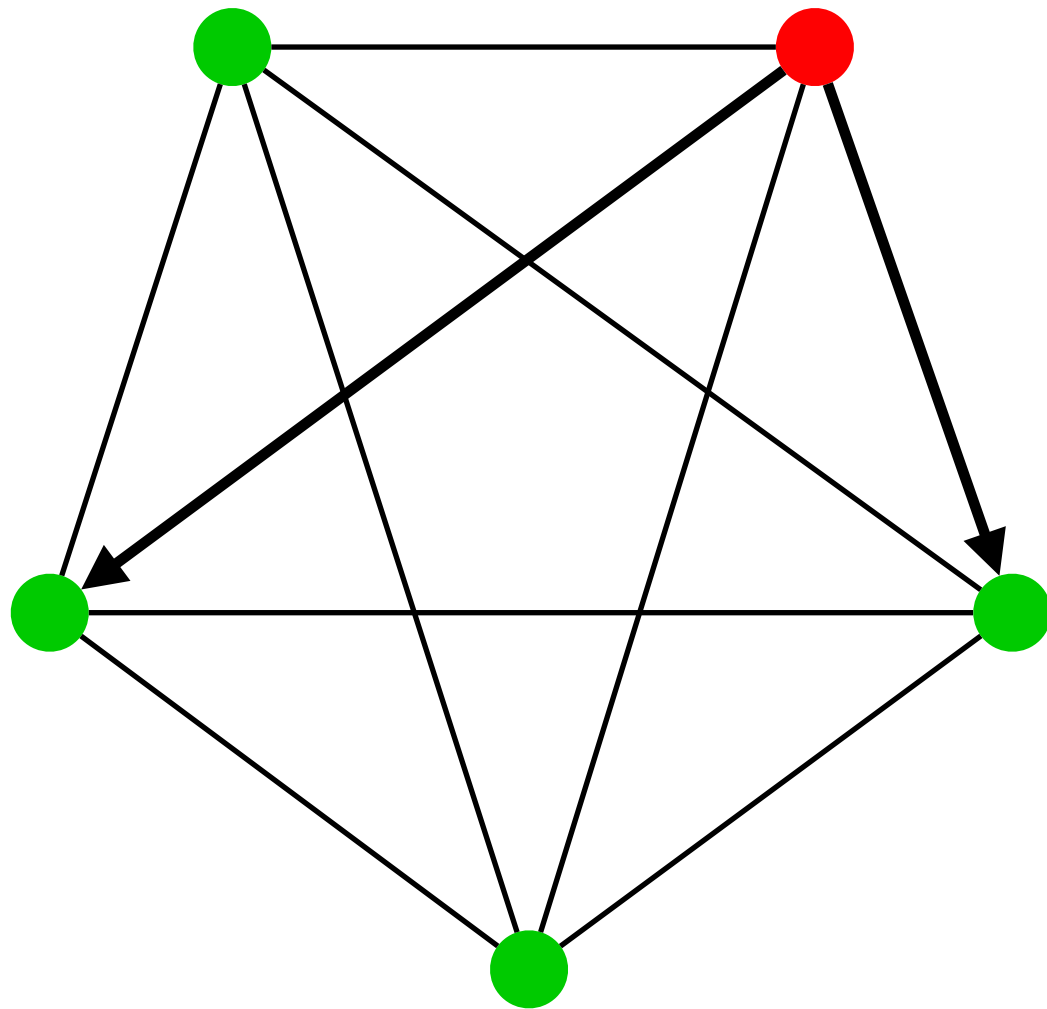


# *Comment éviter une pandémie ?*

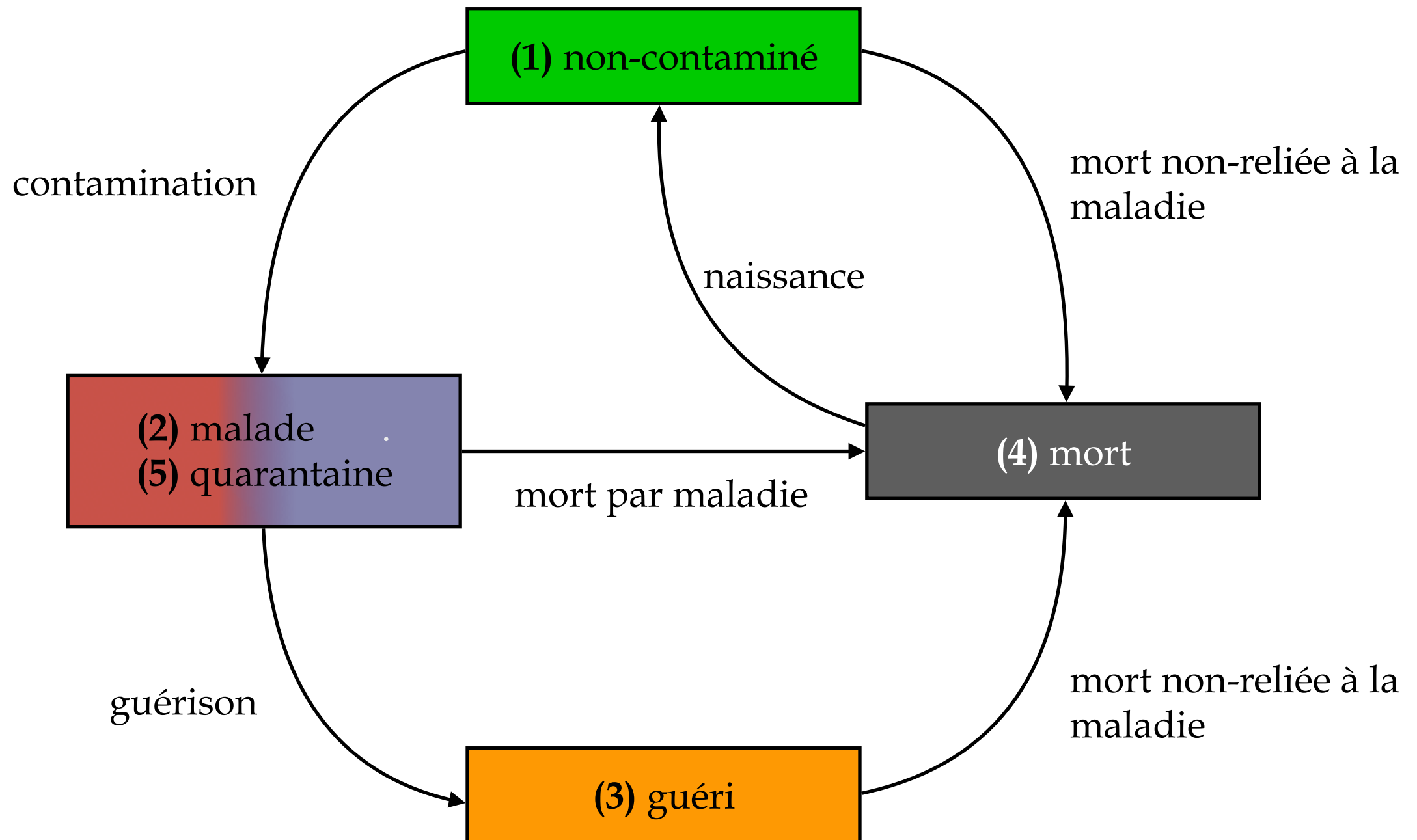
## **Sommaire**

- I. **Modèles** d'une épidémie
- II. **Simulations** avec Python
- III. **Évaluation** des modèles

# Modèle SIS

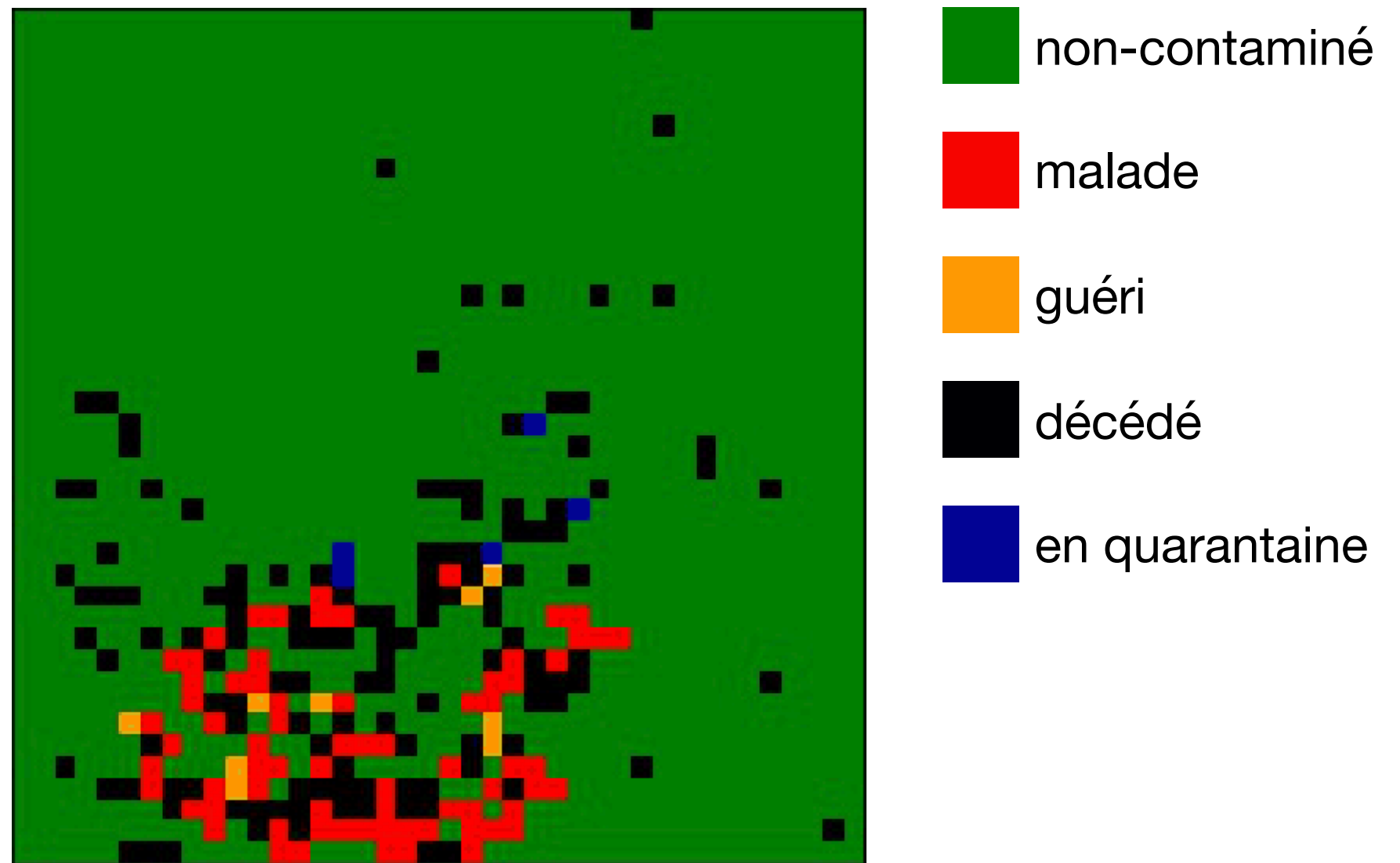


# Modèle SIR



# Populations

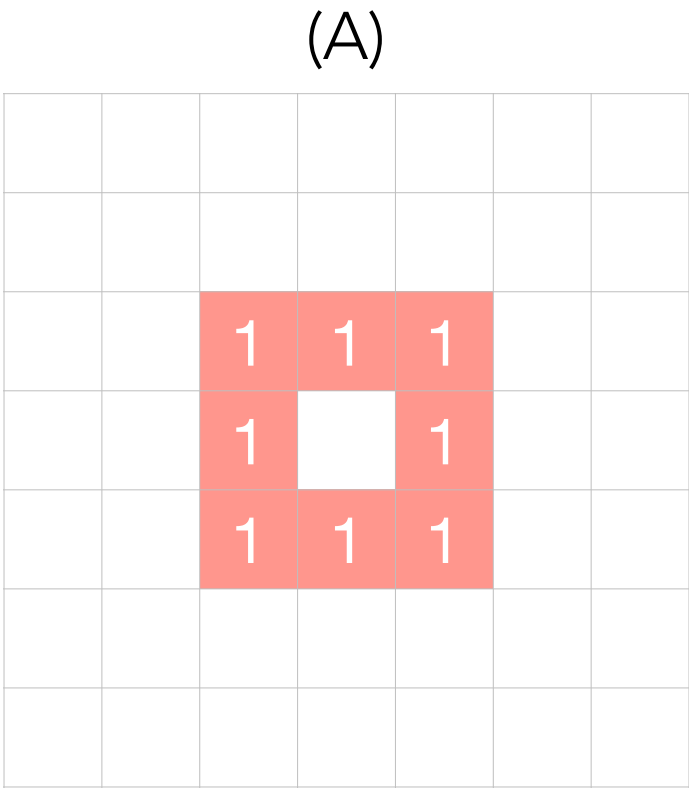
structures et représentation



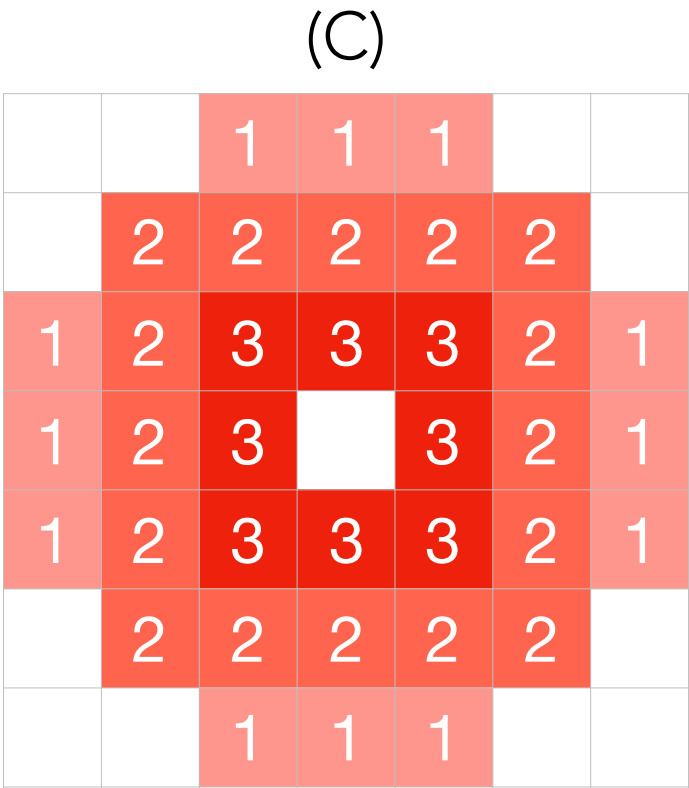
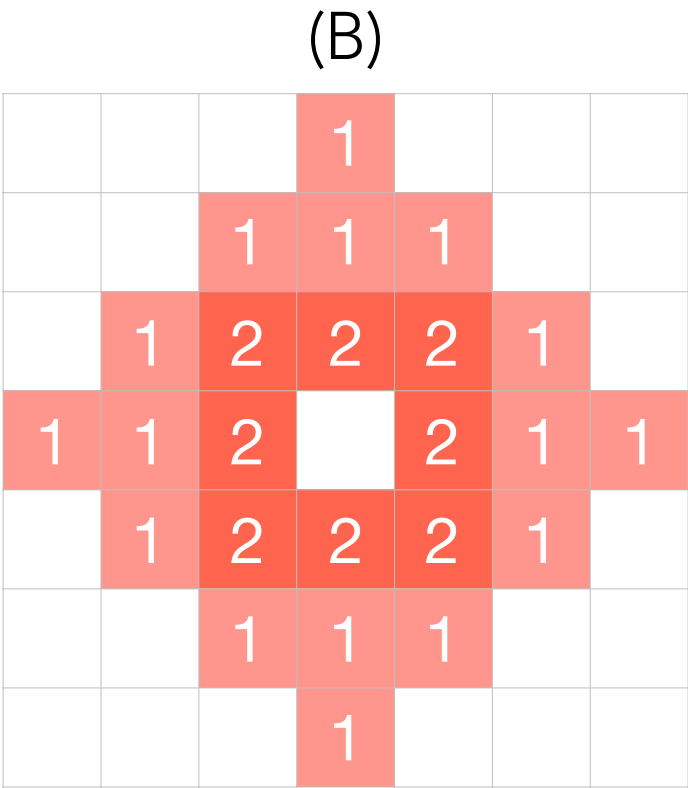
# Maladies

## et matrices de transmission

| constante   | transmission                     | guérison                           | mortalité                           |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| description | nombre moyen de voisins infectés | probabilité de guérir spontanément | probabilité de décéder spontanément |



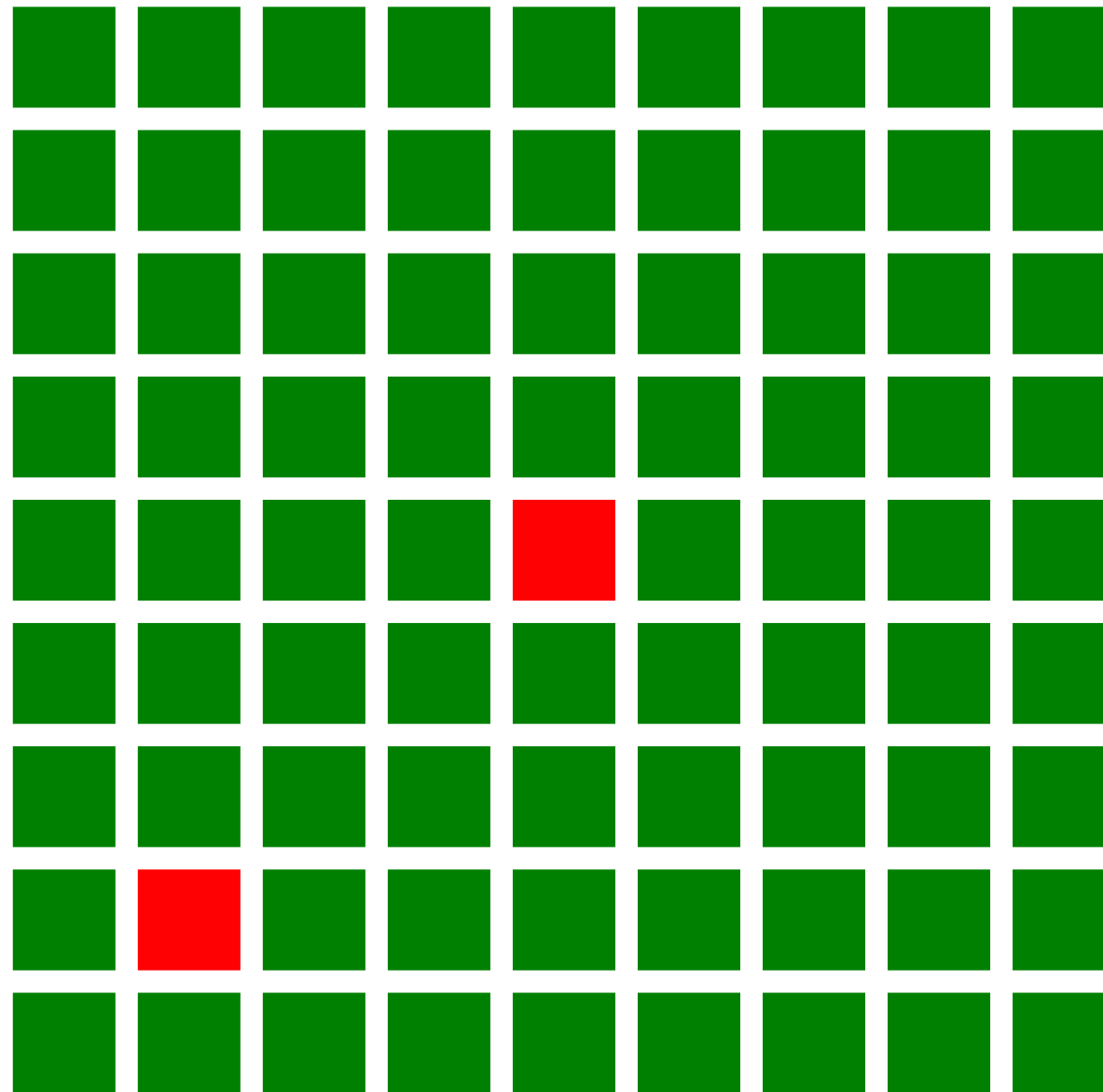
contact direct



aérien

# Propagation

dans le modèle SIR

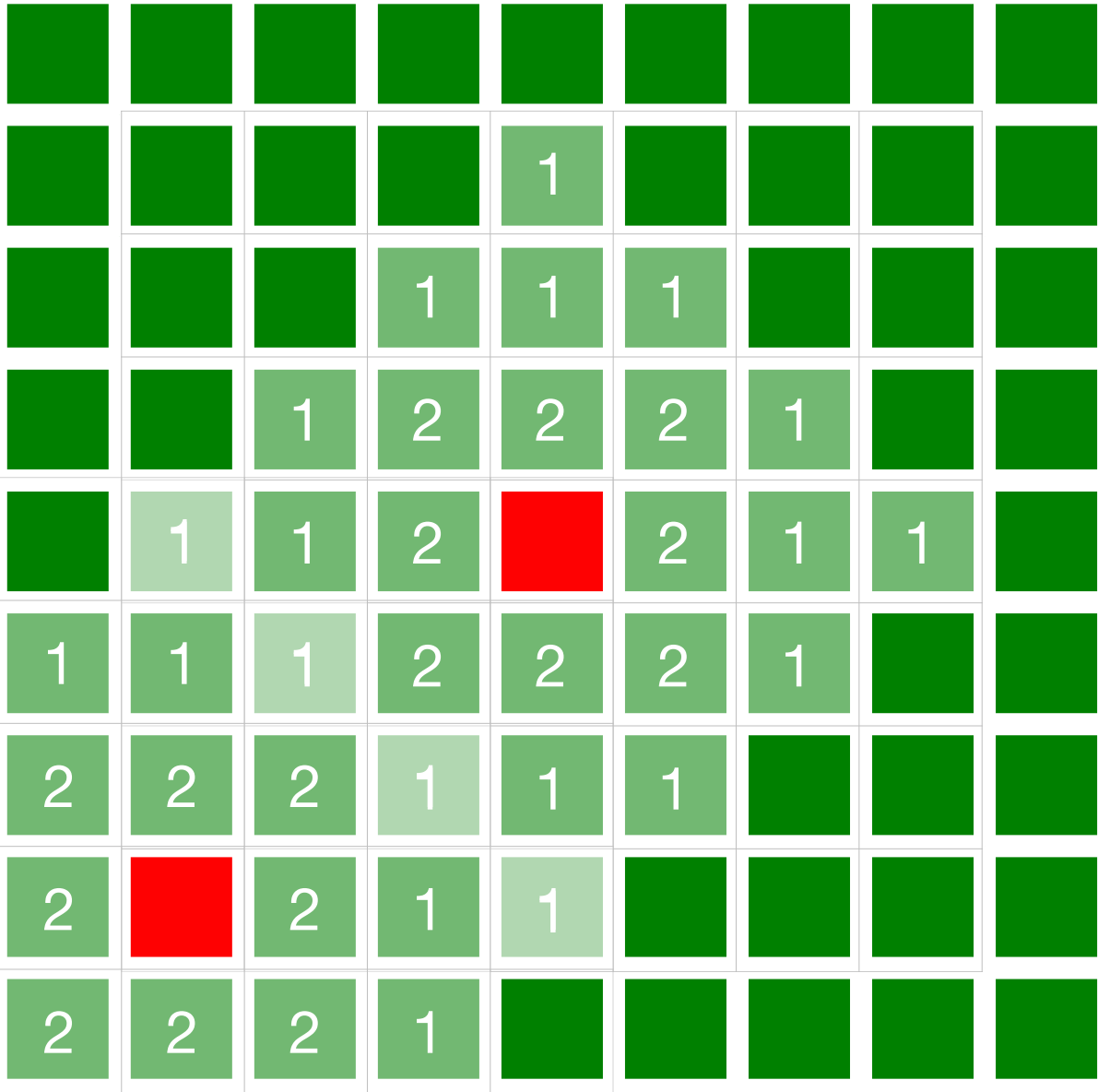




# Propagation

dans le modèle SIR

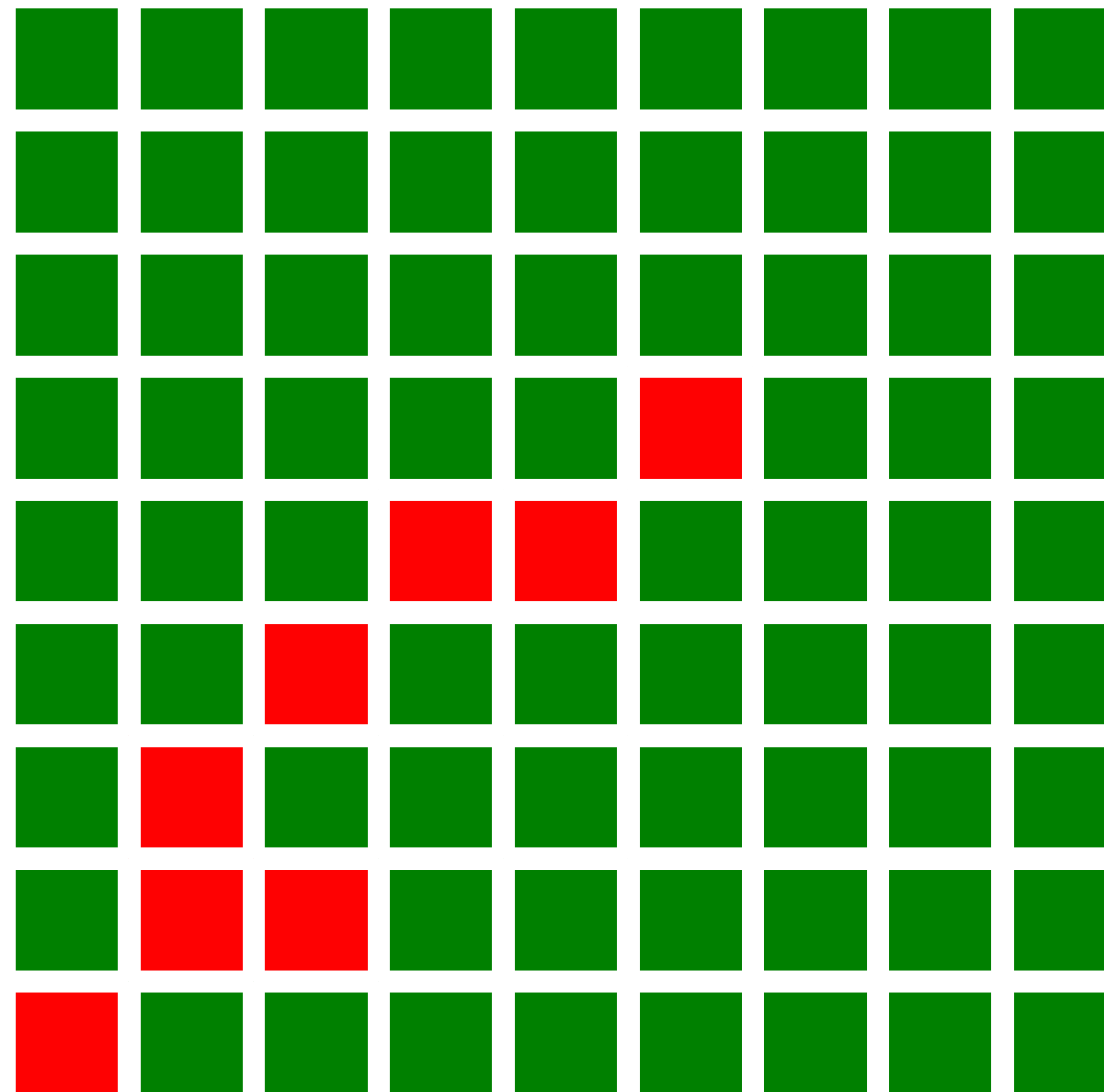
Étape 1 :  
sélection des  
voisins  
vulnérables



# Propagation

dans le modèle SIR

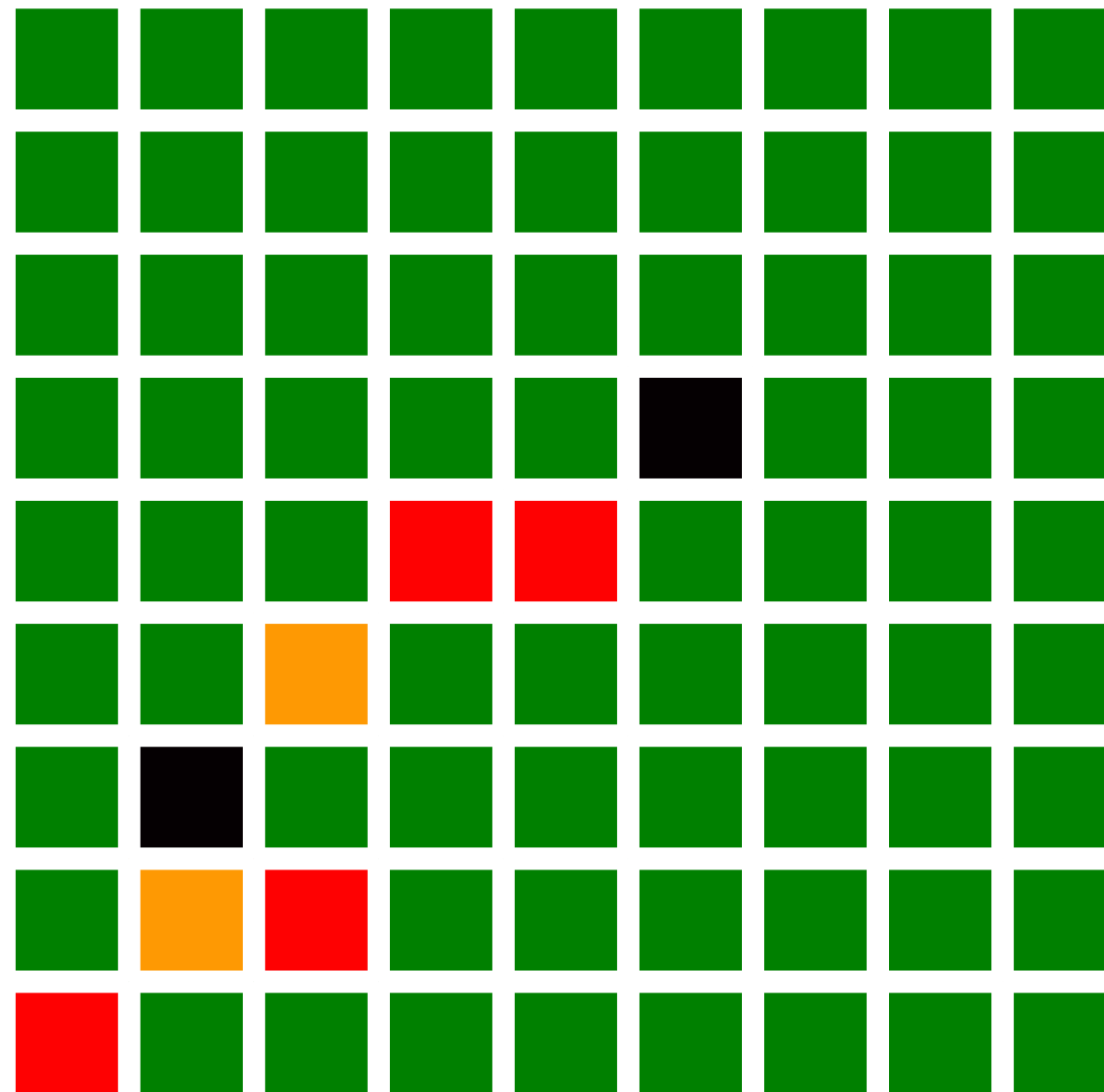
Étape 2 :  
**contamination**  
des voisins  
vulnérables



# Propagation

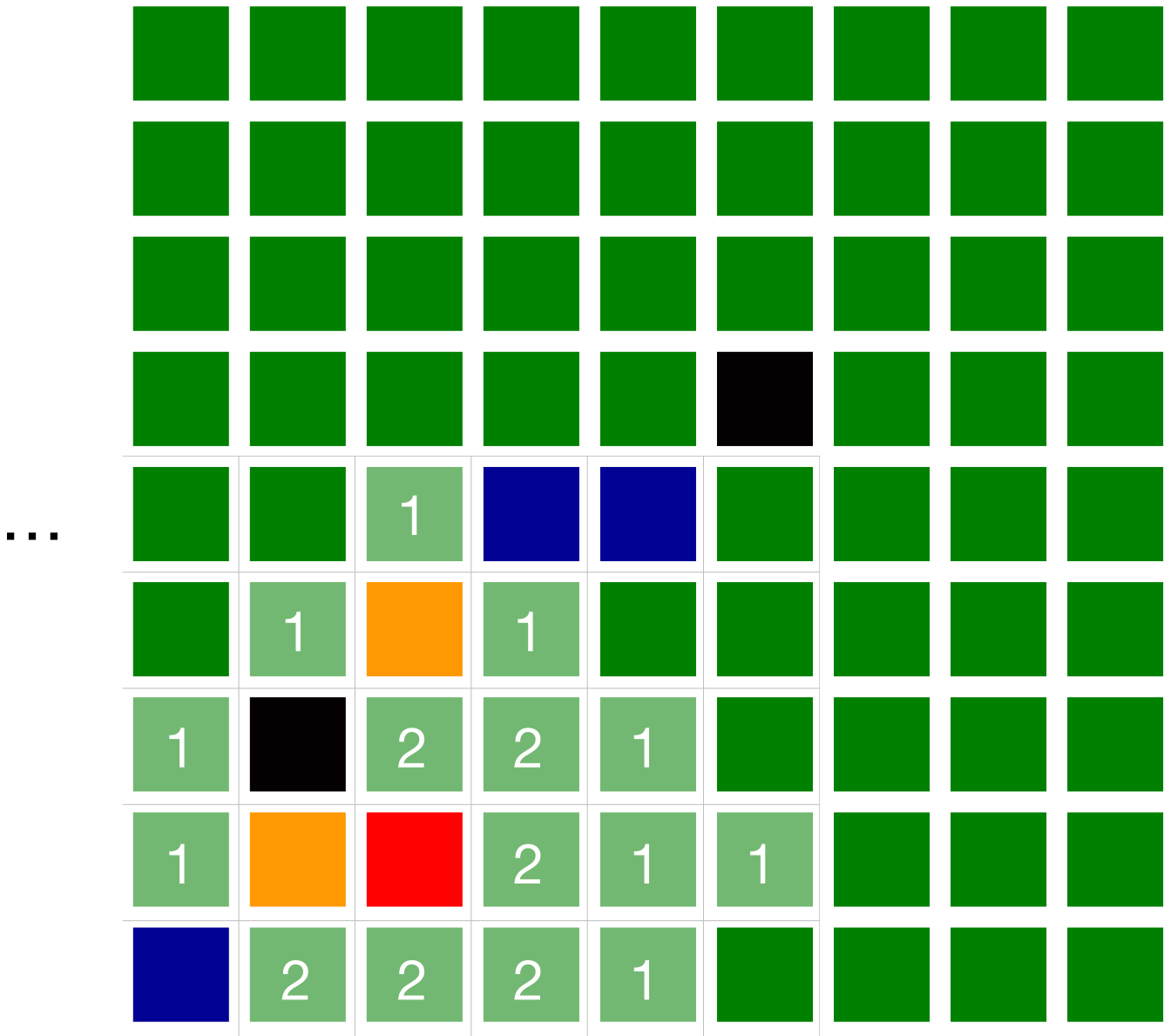
dans le modèle SIR

Étape 3 :  
**guérison/mort**  
des individus  
infectés



# Propagation

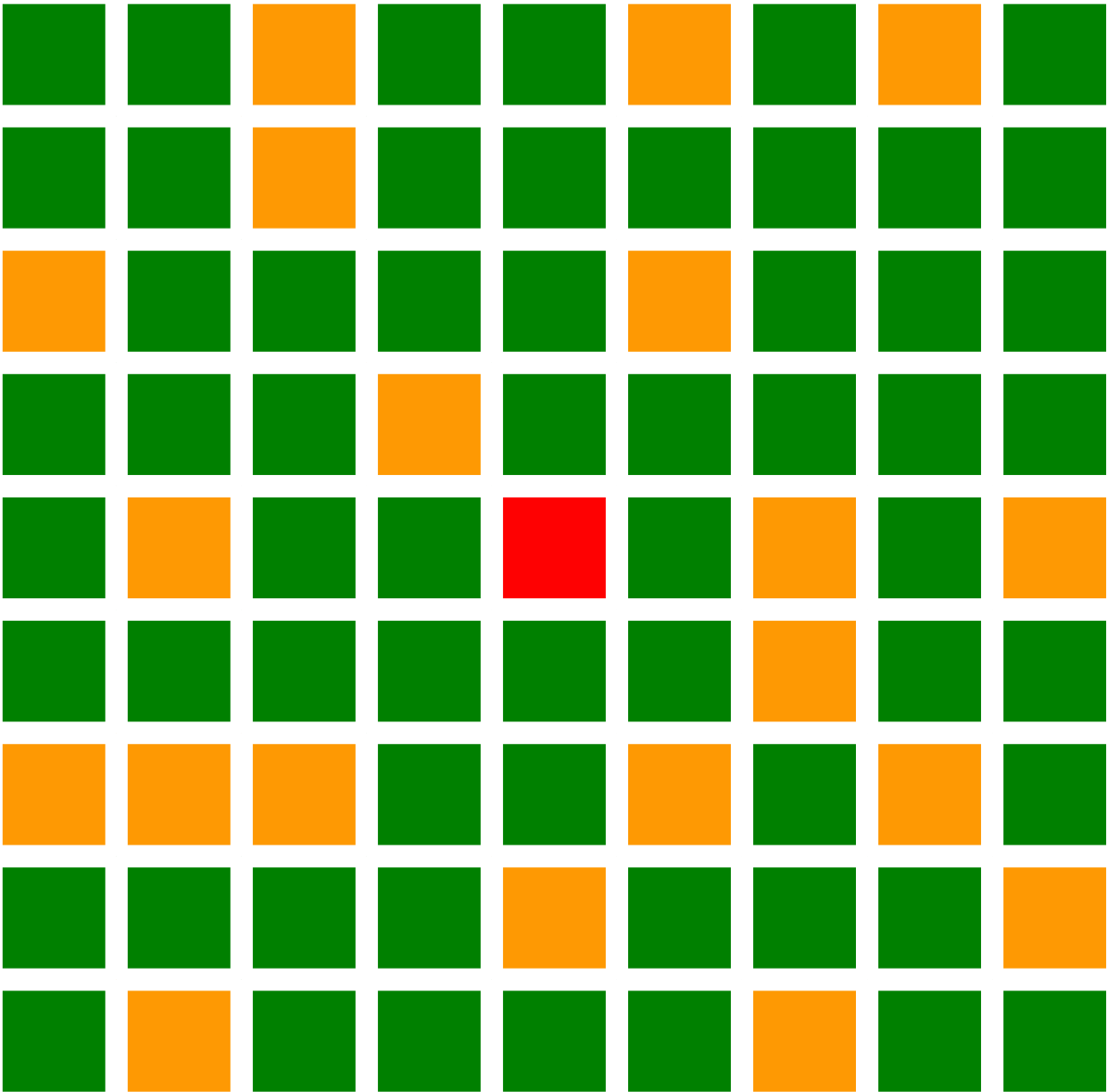
dans le modèle SIR



# Vaccination

stratégies et taux d'utilisation

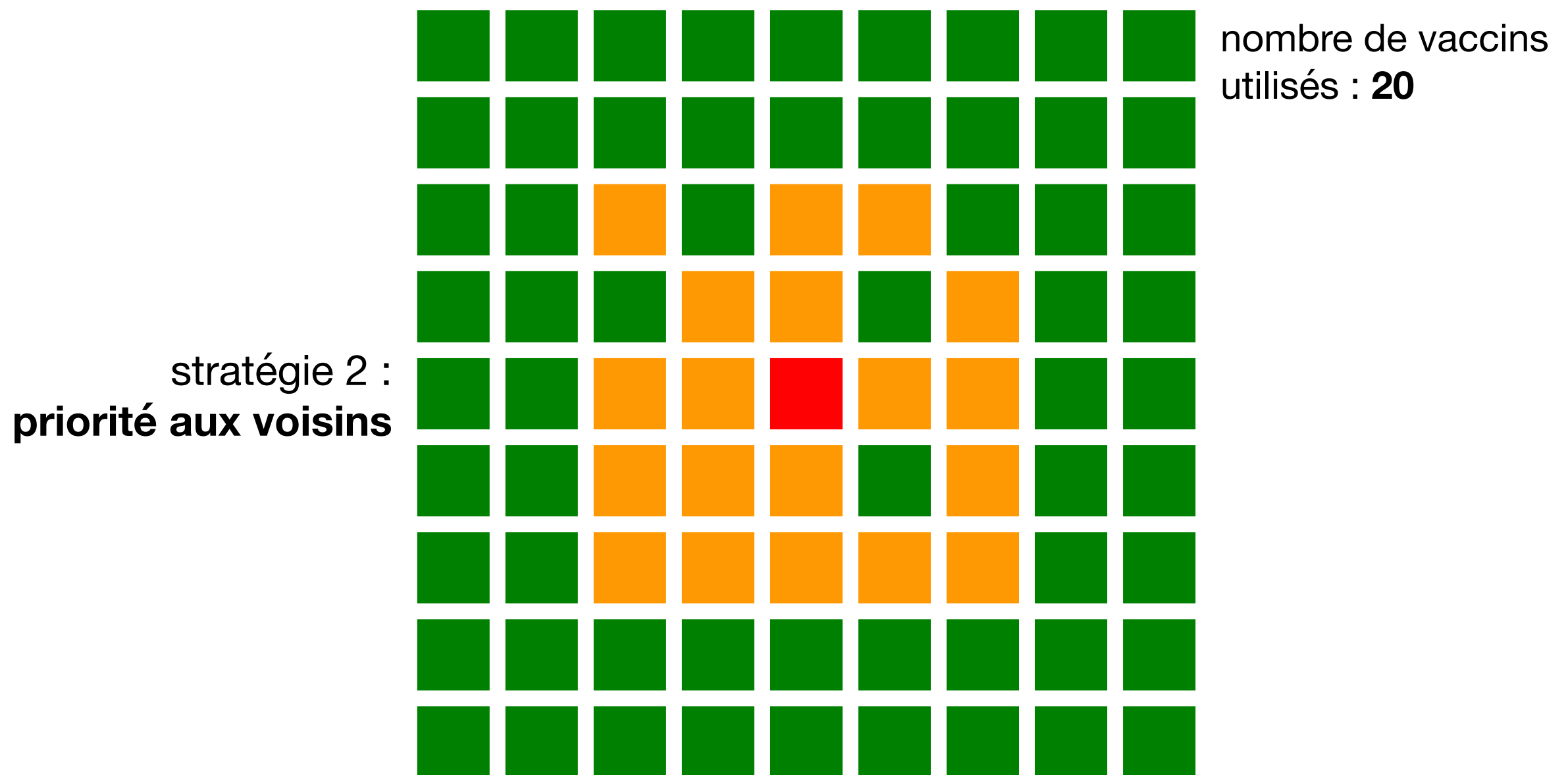
stratégie 1 :  
**aléatoire**



nombre de vaccins  
utilisés : **20**

# Vaccination

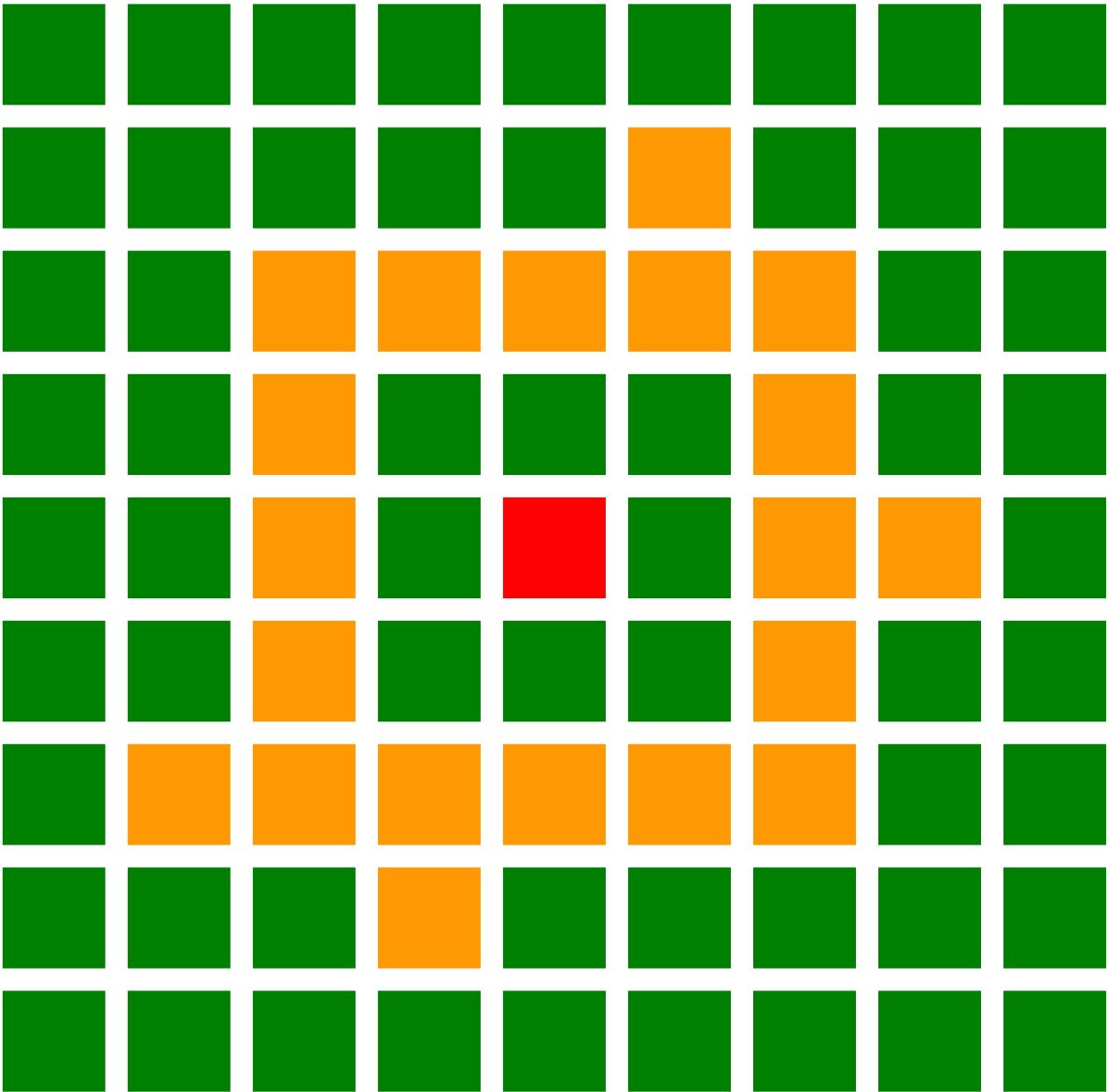
stratégies et taux d'utilisation



# Vaccination

stratégies et taux d'utilisation

stratégie 3 :  
pseudo-quarantaine

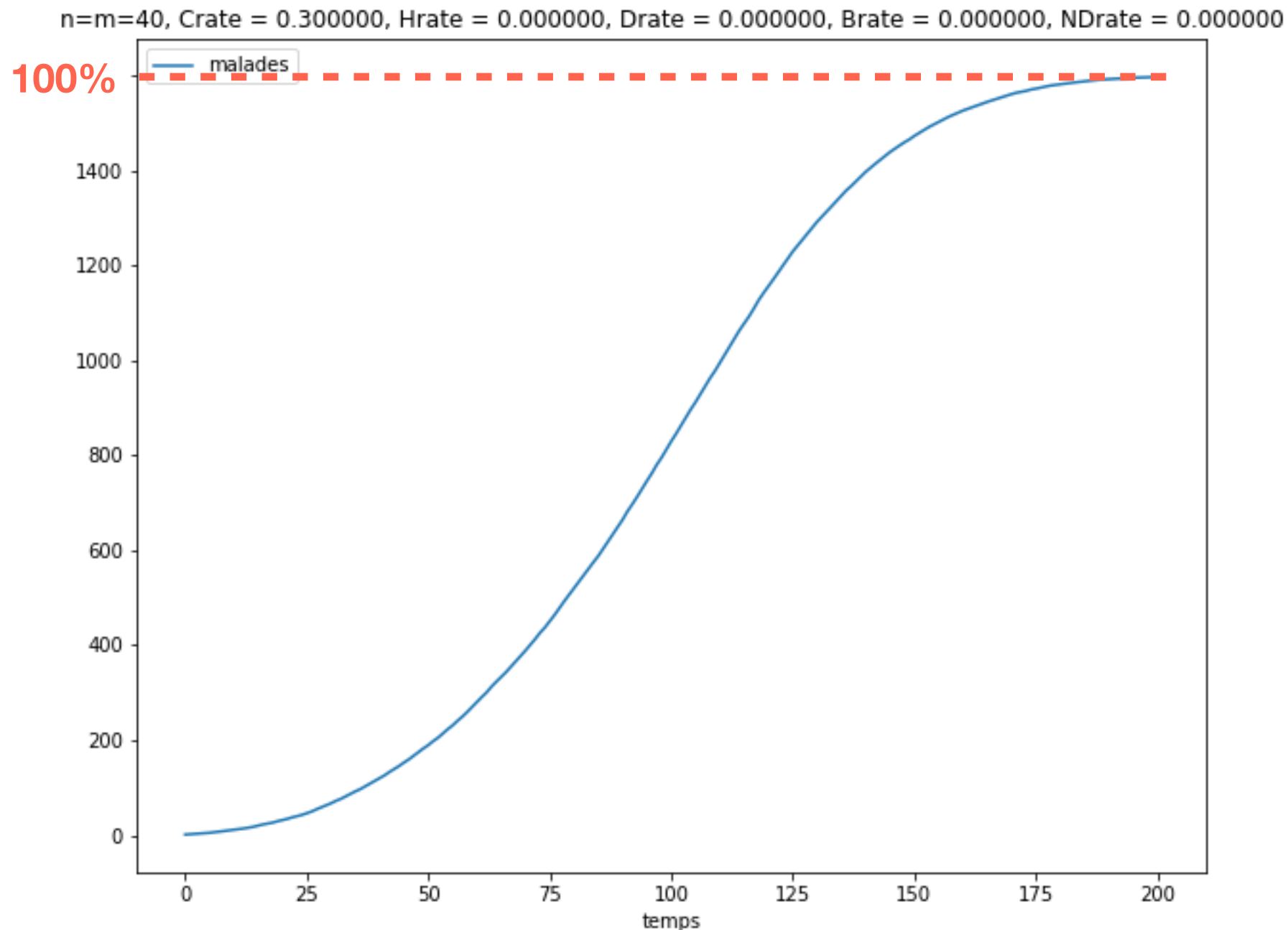


nombre de vaccins  
utilisés : **20**

### III. Évaluer les modèles

# Évaluer une stratégie

cas 0 : propagation naturelle, sans mort ou guérison



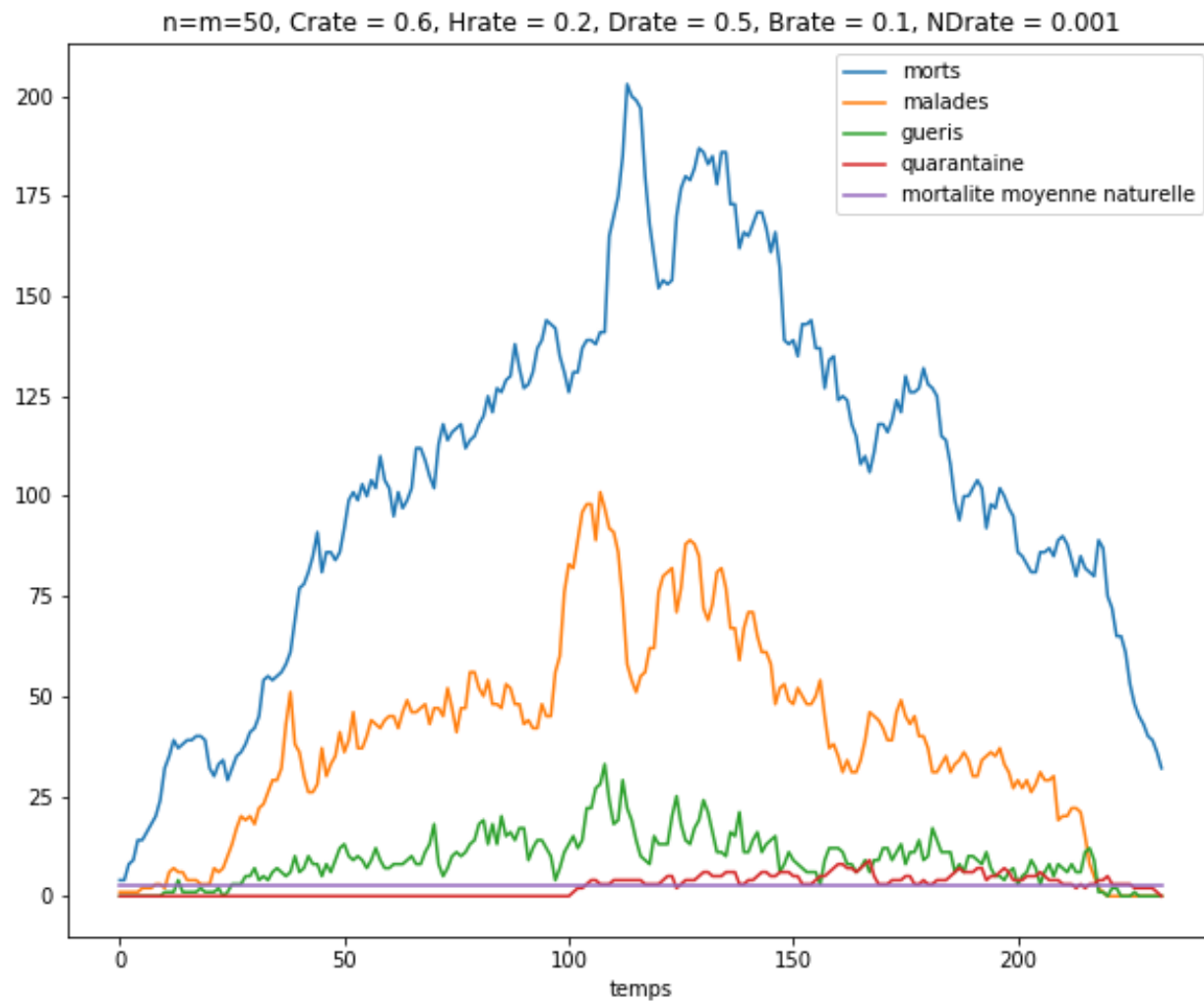


### III. Évaluer les modèles

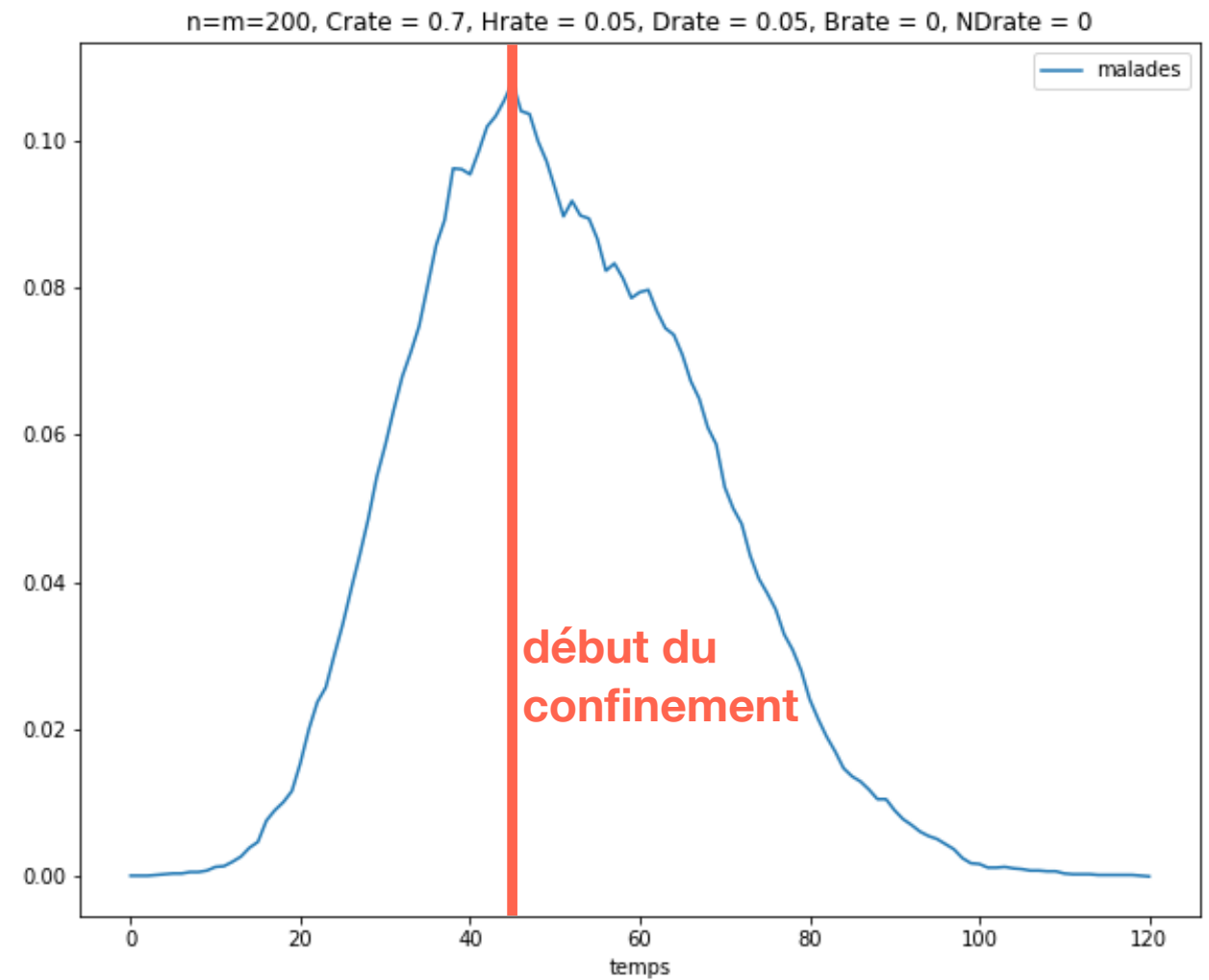
# Évaluer une stratégie

## effet d'un confinement

Tous les états pour **une expérience**



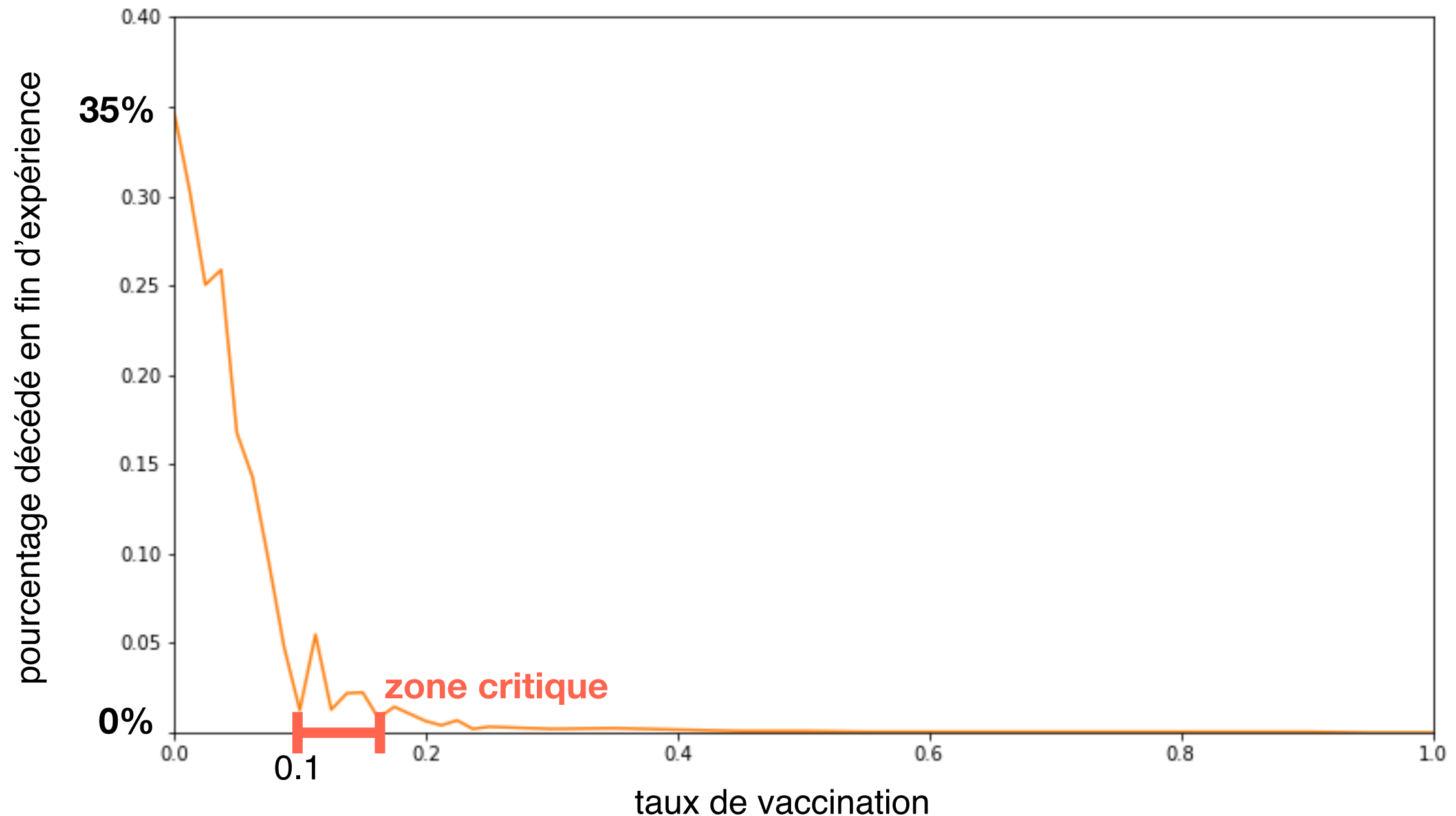
**Maladie moyenne** pour un échantillon d'expériences



### III. Évaluer les modèles

# Évaluer une stratégie

## l'effet d'une vaccination aléatoire

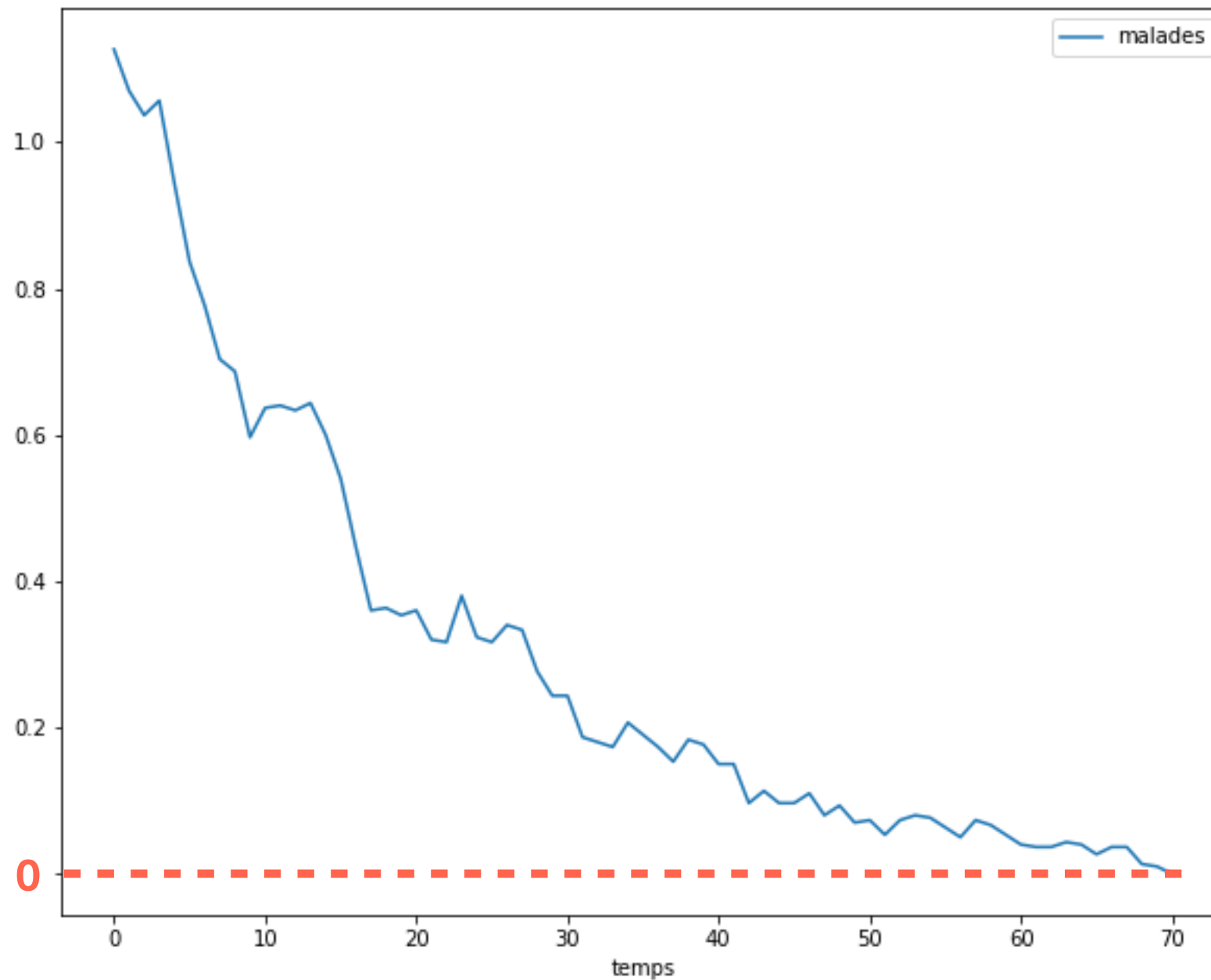


### III. Évaluer les modèles

# Confrontation au modèle

## convergence des effectifs

$n=m=40$ ,  $Crate = 0.700000$ ,  $Hrate = 0.600000$ ,  $Drate = 0.000000$ ,  $Brate = 0.000000$ ,  $NDrate = 0.000000$



### III. Évaluer les modèles

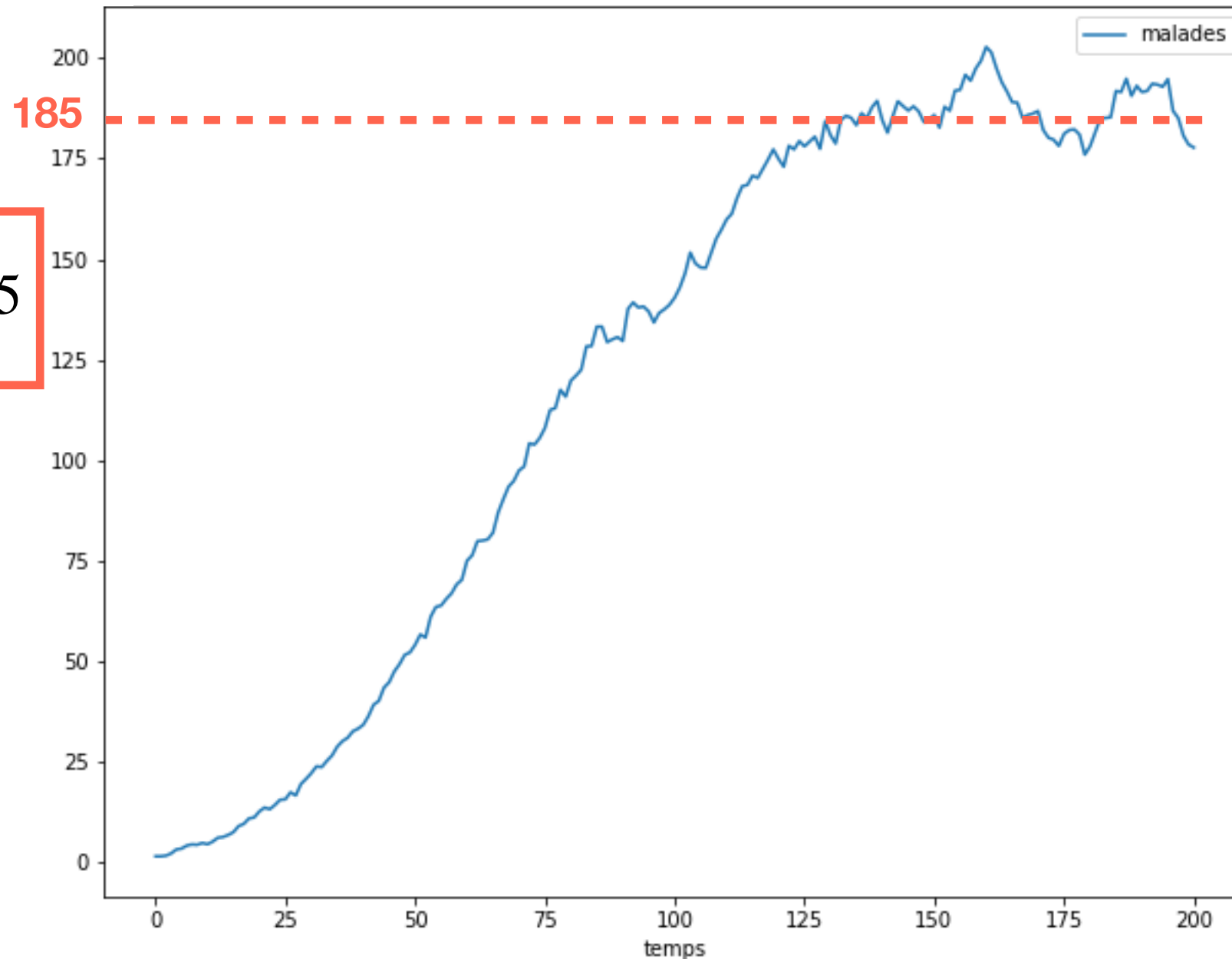
# Confrontation au modèle

convergence des effectifs

**n=m=40**, Crate = 0.900000, Hrate = 0.600000, Drate = 0.000000, Brate = 0.000000, NDrate = 0.000000

$$l_{\infty} = \frac{N}{R_0}$$

$$R_0 = \frac{N}{l_{\infty}} \simeq 8,65$$



# Conclusion

- La **vaccination aléatoire** est efficace s'il y en a beaucoup
- Le confinement est largement plus efficace
- Problème : il faut assurer un “**bon confinement**”, ce qui est difficile pour les maladies très mobiles
- On distingue deux cas :
  - la maladie se propage de proche-en-proche → confinement
  - la maladie se transmet par voie aérienne → vaccination
- En réalité, tout dépend du **coût** des procédures (en R&D, en fabrication, en infrastructures,...)

# Bilan technique

- I. **Modélisation réussie** et il reste des équations à résoudre dans les cas sophistiqués
- II. **Simulations** satisfaisantes, à complexifier
- III. **Évaluation** des modèles fonctionnelle et accélérable