

Modèle SIR & Automates cellulaires

pour la propagation de maladie

Un modèle mathématique a pour but de décrire des situations réelles avec des variables reliées par des équations. Le modèle SIR modélise la propagation d'une maladie infectieuse au sein d'une population causant une éventuelle épidémie.

Modèle SIR

Le **modèle SIR** est dit **compartimenté** car à chaque instant t , il divise la population en trois catégories :

- Les personnes saines, susceptibles d'être infectées représentées par la variable $S(t)$
- Les personnes infectées caractérisées par $I(t)$
- Les personnes rétablies avec $R(t)$, qui ne présentes plus de signe de la maladie, qu'elle soit morte ou guérie.

De plus ce modèle caractérise la maladie avec deux paramètres :

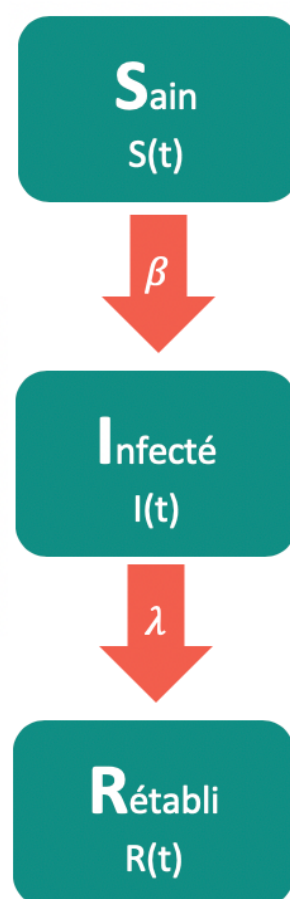
- β le ratio de contact infectieux entre $S(t)$ et $I(t)$
- λ le nombre de jours moyen pendant lequel un individu $I(t)$ reste infecté

Le modèle SIR est caractérisé par un système de **trois équations différentielles** :

$$\begin{cases} S'(t) = -\beta I(t)S(t) \\ I'(t) = \beta I(t)S(t) - \frac{I(t)}{\lambda} \\ R'(t) = I(t)/\lambda \end{cases}$$

Pendant la simulation la population totale P reste constante:

$$P = S(t) + I(t) + R(t)$$

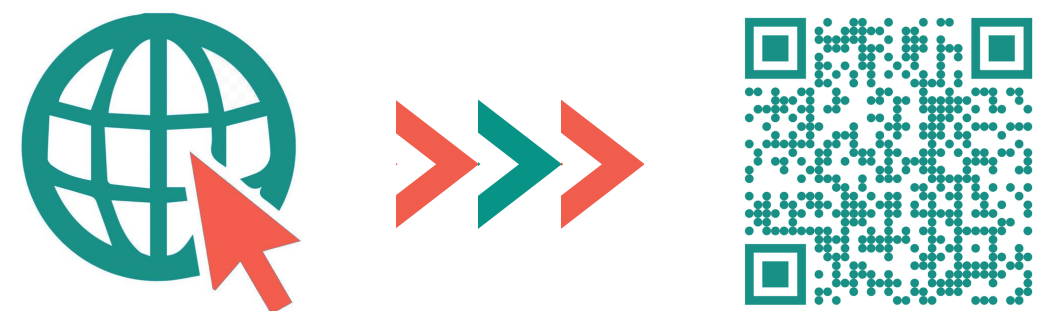


Automates cellulaires

Un **automate cellulaire** est composé d'une **grille de cellules** se trouvant dans un **état particulier** à chaque instant t . L'état d'une cellule à l'instant $t+1$ dépend de l'état de ses **cellules voisines** sur la grille et de son état à l'instant t en fonction de **règle(s) de transition**.

Pourquoi utiliser un automate cellulaire pour simuler la propagation d'une maladie ?

Les simulations mathématiques sont très souvent représentées à l'aide de graphiques. Les automates cellulaires apportent un aspect plus visuel à la simulation. Les cellules le composant représentent les individus et leur état dépend des cellules voisines.



Peut-on correctement simuler le comportement d'une maladie infectieuse, au sein d'une population, à l'aide du modèle SIR ?

Le **modèle SIR** est considéré comme un **modèle de base et très simple**. Celui-ci considère des hypothèses ne respectant pas la réalité. Bien qu'il contienne les **caractéristiques de base d'une épidémie**, avec notamment le **ratio de reproduction** $R_0 = \beta\lambda$, il est difficile de simuler la réalité avec ce modèle. Mais il reste utile pour **observer et comprendre** les différents aspects d'une épidémie. Il est possible d'apporter des modifications au modèle SIR pour l'améliorer et corriger ses **hypothèses irrationnelles**. Il existe également d'autres modèles de simulation plus complexe.