

Modèle à base d'agents

Les pages qui suivent donnent une approche pas à pas pour construire un tel modèle à base d'agents dans [Insight Maker](#). Elles constituent une traduction et une adaptation du tutoriel disponible sur le site ([en anglais](#)).

Qu'est-ce qu'un modèle à base d'agents?

À l'aide de notions mathématiques, un modèle multi-agents permet de suivre la progression à travers le temps de différents agents (personnes, animaux, cellules, etc.) en prenant en compte les états et les actions de ces agents ainsi que leurs interactions mutuelles.

Dans cet exemple, nous allons modéliser la propagation d'une maladie infectieuse dans une population en associant à chaque individu un état initial: **S**usceptible, **I**nfectieux, ou **R**établi.

Modélisons

En premier lieu, nous allons créer les états possibles d'un individu.

1. Créer un nouvel état (State) nommé [Susceptible](#).
2. Créer un nouvel état (State) nommé [Infectieux](#)
3. Créer un nouvel état (State) nommé [Rétabli](#).

Nous obtenons,

Susceptible

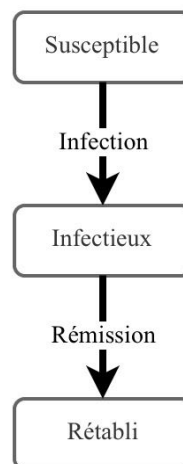
Infectieux

Rétabli

Un individu peut passer d'un état à un autre. Afin d'illustrer ce changement, nous allons ajouter une transition entre les états. En effet, bien que chaque état contribue à l'épidémie individuellement, le modèle ne pourra fonctionner que si les interactions entre les composantes sont spécifiées.

4. Créer une Transition nommée **Infection**, partant de **Susceptible** vers **Infectieux**, en touchant la flèche qui apparaîtra sur **Susceptible**.
5. Créer une Transition nommée **Rémission**, partant de **Infectieux** vers **Rétabli**, en touchant la flèche qui apparaîtra sur **Infectieux**.

Nous obtenons ceci,



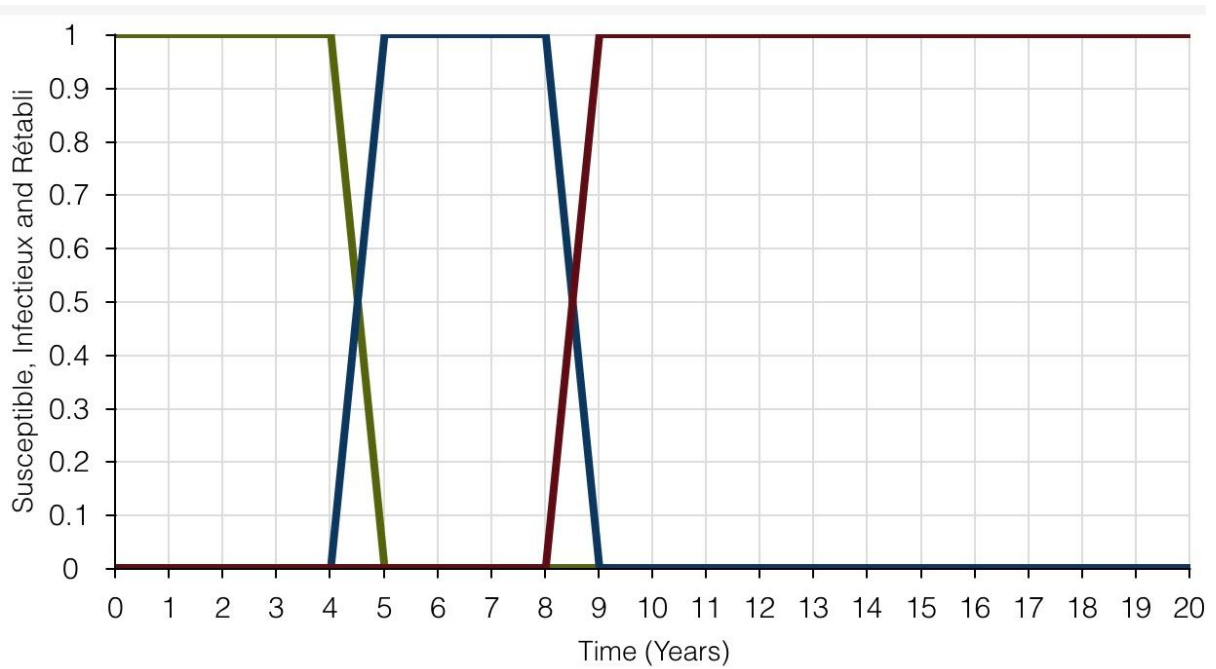
Le modèle suppose que les personnes rétablies ont l'immunité et donc ne peuvent plus devenir infectieuses. Une fois que nous avons le canevas du modèle, il faut ajuster les propriétés des états.

6- Ajuster la valeur initiale (Start Active) de la primitive **Susceptible** à **True**. Cela fait en sorte que, par défaut, l'état d'un individu au début d'une simulation sera d'être susceptible

7- Mettre le type d'enclenchement (Trigger Type) de **Infection** et **Rémission** à (probability) pour que les changements d'états de **susceptible** à **infectieux** et d'infectieux à rétabli dépendent tous deux d'une probabilité.

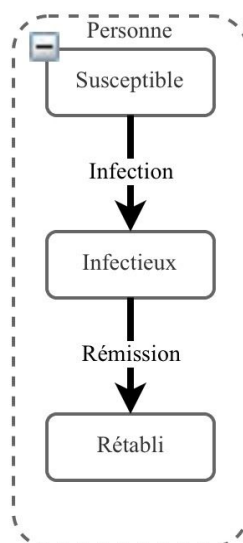
8- Modifier la valeur (équation) de **Infection** et **Rémission** à 0.3 et 0.2 respectivement.

En simulant le modèle, on obtient



Vous allez constater que chaque simulation génère des résultats différents . C'est en raison de la probabilité établie plus haut qui génère des changements d'état de manière aléatoire.

Jusqu'à présent, notre modèle ne prend en compte qu'un seul individu. Nous allons maintenant modifier notre modèle pour qu'il prenne en compte plusieurs individus.



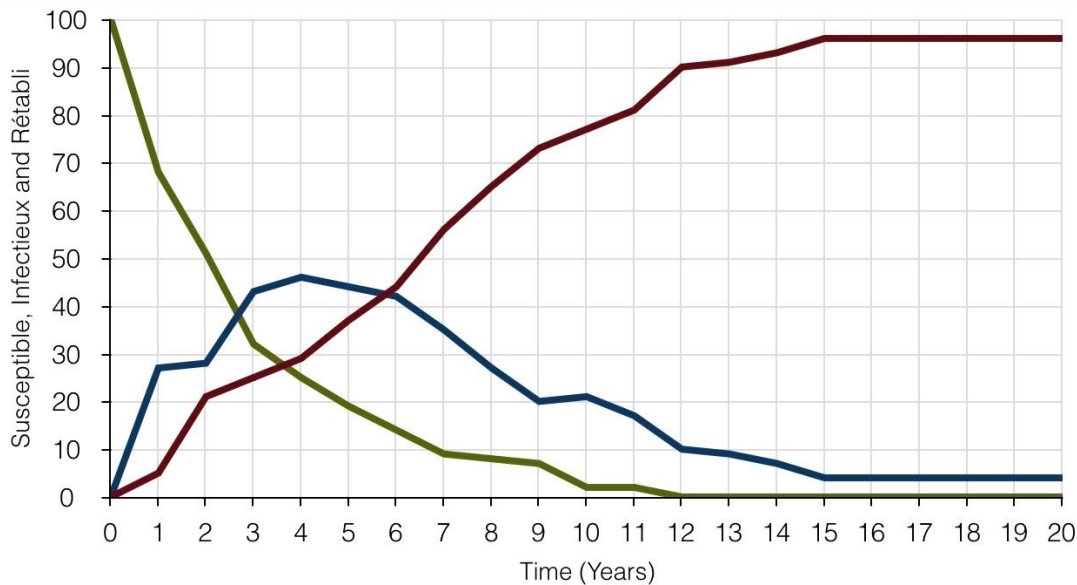
9- Créer un dossier, nommé **Personne** qui englobe tous les états et transitions, c-à-d **Susceptible**, **Infection**, **Infectieux**, **Rémission**, **Rétabli**. Il suffit de sélectionner toutes les primitives et ensuite choisir Make a folder.

10- Ensuite, changer le comportement (Behaviour) de **Personne** à Agent.

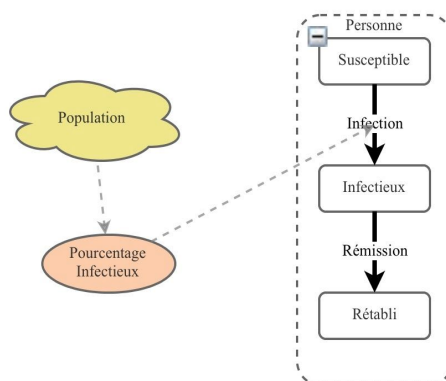
11- Pour passer d'un individu à plusieurs individus, il faut créer une primitive (Agent Population) que nous nommons **Population**.

12- Modifier la propriété Agent Base de **Population** à **Personne**.

La propriété (Population Size) de **Population** permet de modifier le nombre de personnes dans notre modèle. Simulez pour regarder la propagation sur la population de 100 personnes.



13- Pour l'instant, la probabilité d'infection est constante dans notre modèle. Or, on peut s'attendre à ce que la probabilité d'infection dans une épidémie dépende fortement de la proportion d'individus infectieux. Pour ce faire, nous allons créer une variable nommée **Pourcentage Infectieux** et la lier à **Infection** à l'aide d'un lien (Link) passant de **Population Size** à **Infection**. De la même façon, nous allons créer un lien (Link) de la primitive **Population** à **Pourcentage Infectieux**.

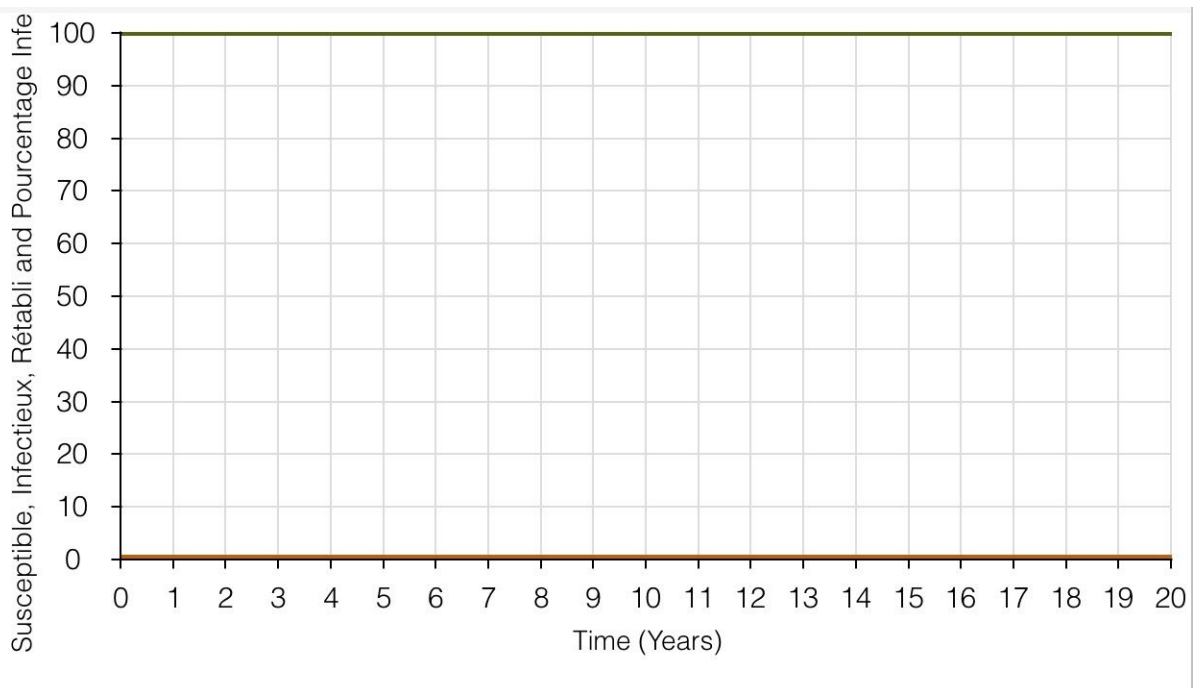




14- La proportion d'individus étant infectieux peut se calculer en prenant le nombre d'individus infectieux et en divisant ce nombre par la taille de la population. La fonction `FindState([Population], [Infectieux])` permet d'obtenir un vecteur contenant tous les agents infectieux dans notre modèle et la fonction `Count()` permet de compter le nombre d'éléments dans un vecteur. En combinant les deux, `Count(FindState([Population], [Infectieux]))` représente le nombre d'individus infectieux. `PopulationSize([Population])` nous permet d'obtenir la taille de notre population. Combinant le tout, on obtient la proportion d'individus infectieux $\text{Count(FindState([Population], [Infectieux]))/PopulationSize([Population])}$ que l'on écrit dans l'équation de **Pourcentage Infectieux**.

15- Changer l'équation de la primitive **Infection** à **Pourcentage Infectieux** et en allant dans les propriétés de cette même primitive, cocher (Recalculate each time step). Cela permet au **Pourcentage Infectieux** d'être recalculé à chaque instant dans le temps lors de la simulation.

En faisant une simulation, nous observons que les fonctions sont constantes, ce qui ne devrait pas être le cas dans une épidémie.



Cela est expliqué par le fait qu'aucun individu est infectieux au début de notre simulation.

Avant de poursuivre voici quelques notions qui nous seront utiles pour la suite:

Qu'est-ce qu'un Index?

C'est une structure de données informatique qui permet de facilement repérer des informations, dans notre cas, les personnes se retrouvant dans différents états.

Quelques valeurs booléennes

Le symbole de double égalité, $==$, vérifie si ce qu'il y a de chaque côté est équivalent. Si oui, l'expression retourne vrai (true) et faux (false) si ce n'est pas le cas.

Les symboles $!=$ et $<>$ vérifie si ce qu'il y a de chaque côté n'est pas équivalent. Si ce qu'il y a de chaque côté ne l'est pas, l'expression retourne vrai (true) et faux (false) autrement.

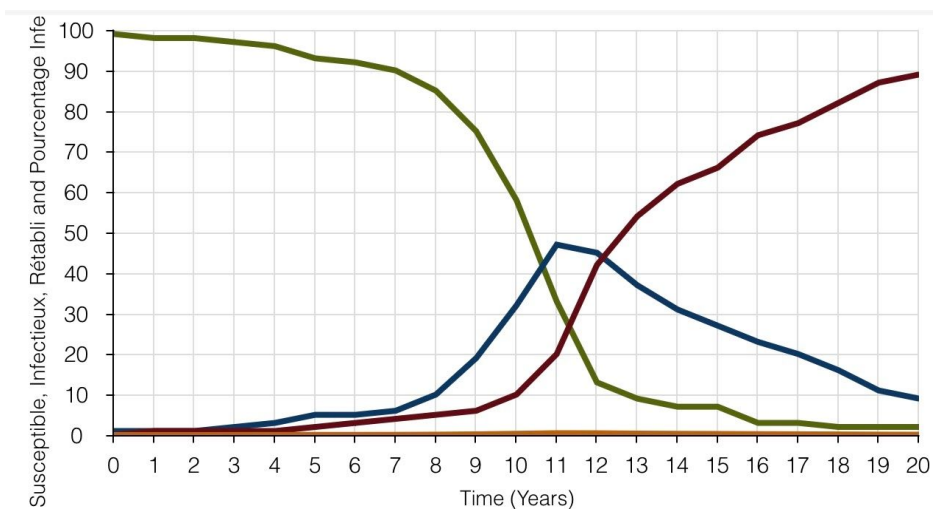
Afin de commencer l'épidémie, il suffit qu'une personne soit infectieuse.

16- Il suffit de changer la propriété (Start Active) de **Infectieux** à $\text{Index}(\text{Self}) == 1$.

Au début d'une simulation, chaque agent d'une population de n agents a un index qui lui est propre, qui a une valeur entre 1 et n , et qu'il conservera tout au long de la simulation. $\text{Index}(\text{Self})$ retourne le numéro de l'index de l'agent interpellé. Si l'index de l'agent interpellé est 1, $\text{Index}(\text{Self}) == 1$ retournera true. Chaque index est propre à un seul individu, alors l'expression ne sera vraie que pour une seule personne. Cette personne sera initialement dans l'état **Infectieux**.

Il faut aussi changer la propriété (Start Active) de **Susceptible** à $\text{Index}(\text{Self}) != 1$ ou $\text{Index}(\text{Self}) <> 1$. Alors, si l'index de l'agent est 1, l'expression retournera false et cet agent ne sera donc pas susceptible. Pour tous les autres agents, leur index sera différent de 1 et donc l'expression sera évalué à true. Tous ces autres agents seront donc susceptibles.

Après une nouvelle simulation, nous obtenons



Nous pouvons obtenir un graphique plus visuel en allant dans les paramètres de simulation et en cliquant sur Add Display pour ensuite sélectionner Agent map. Une fois que **Population** est ajoutée dans (data), il sera possible de voir notre simulation sous un nouvel angle.

