



## Un modèle compartimental d'une épidémie

Dans cet exemple, nous allons modéliser la propagation d'une maladie infectieuse dans une population en divisant cette population en trois groupes (ou compartiments) distincts: les individus **S**usceptibles (d'être infectés), les individus **I**nfectieux, et les individus **R**établis. Nous allons définir des règles qui décrivent le passage des individus d'un groupe à l'autre. Les caractéristiques considérées sont des variables liées à la situation dans son ensemble, et non spécifiques à chaque individu : ici, ces variables seront le nombre d'individus infectieux, le nombre d'individus susceptibles de l'être, le nombre d'individus rétablis, le taux d'infection, etc. Ce modèle fonctionne aussi selon des règles préétablies par l'utilisateur (par exemple, on suppose ici qu'une fois rétabli, les individus bénéficient d'une immunité définitive au regard de cette maladie).

### Lexique

**Stock:** Un stock est une quantité associée à un réservoir (ou compartiment) qui varie dans le temps en fonction des différentes composantes du système et des états passés de celui-ci. (Dans notre exemple, chaque groupe sera associé à un réservoir et la quantité sera le nombre de personnes appartenant au groupe.)

**Flux ("flow"):** Un flux représente la vitesse à laquelle un stock varie à un instant donné, quand le réservoir se vide (flux sortant) ou se remplit (flux entrant)

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



1- Créer un réservoir (Stock) en allant sur “Add Primitive”.

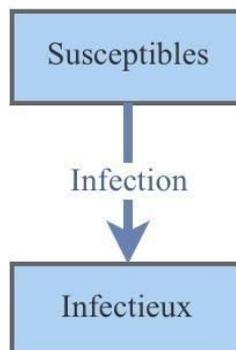
*Une autre possibilité est de faire un clic droit à l’endroit où l’on veut placer le réservoir.*

Ajouter deux réservoirs: un premier nommé **Susceptibles** et un deuxième nommé **Infectieux**.



Pour l’instant, rien ne peut encore être simulé. Il faut définir à quelle vitesse les personnes en bonne santé (susceptibles) deviennent infectieuses.

2- Ajouter un flux (Flow) passant de **Susceptibles** à **Infectieux**, en s'assurant que “Flow/Transitions” en haut à gauche soit sélectionné (**et non Links**). Nommer ce flux **Infection**.



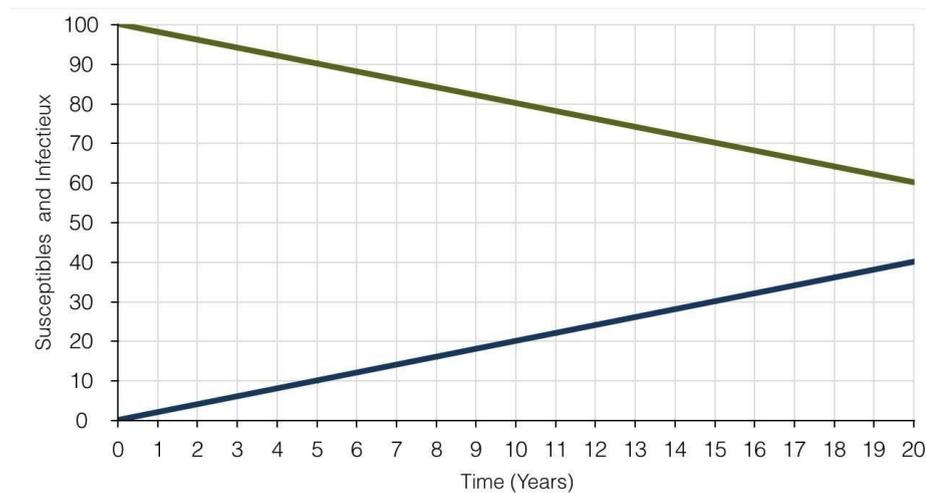


Il faut maintenant spécifier le nombre initial de personnes en santé et celui de personnes infectieuses en plus de la vitesse à laquelle les personnes se font infecter.

3- Modifier les paramètres de **Susceptibles** et changer la valeur initiale (Initial Value) à 100. Il y a donc 100 personnes en bonne santé initialement, susceptibles d'être infectées.

4- Ouvrir les paramètres du flux **Infection** et changer la valeur de Flow Rate = à 2.

Il est maintenant possible de simuler. Pour le faire, il suffit de cliquer sur **Simulate** en haut de la page.



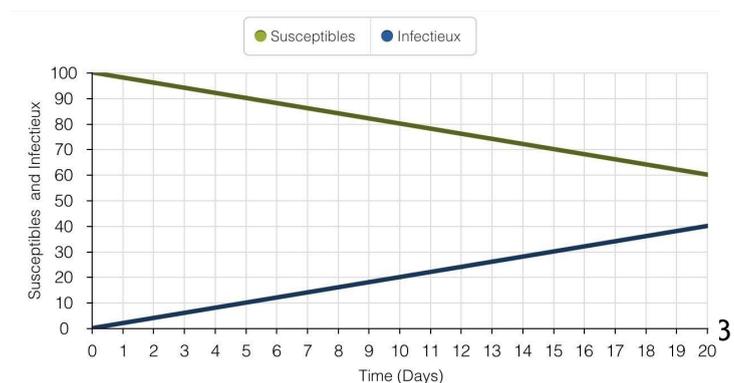
(Il est possible d'ajouter une légende en allant sur Configure et en changeant Legend position pour quelque chose d'autre que None. Dans cet exemple, nous allons utiliser Automatic.)

Remarquez que les unités de temps sont en années (Years), ce qui n'est pas très réaliste pour l'exemple. Vous pouvez modifier la valeur de Time Units dans les Settings. Dans notre exemple, nous allons utiliser Days.

N'oubliez pas de cliquer sur Apply une fois les changements effectués.

Le diagramme ressemble maintenant à ceci :

Notre système représente-t-il la situation que nous voulions représenter?





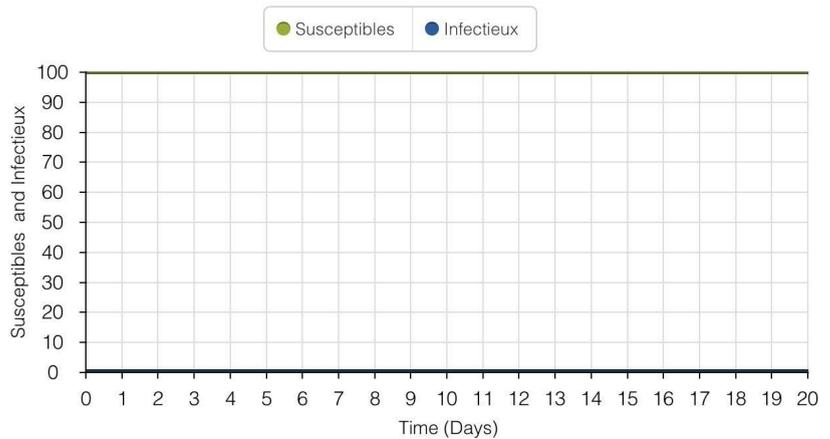
Jusqu'à maintenant, la vitesse d'infection ne dépend ni du nombre de personnes infectieuses ni du nombre de personnes susceptibles d'être infectées.

5- Modifier les paramètres du flux **Infection** en mettant son Flow rate égal à  $0.006 * [Susceptibles] * [Infectieux]$  où 0.006 est une constante. (Assurez-vous d'avoir le symbole étoilé (\*), représentant la multiplication, entre les facteurs.)

La vitesse de propagation devient ainsi proportionnelle à la fois au nombre de personnes susceptibles et au nombre de personnes infectieuses.

Regardons la simulation:

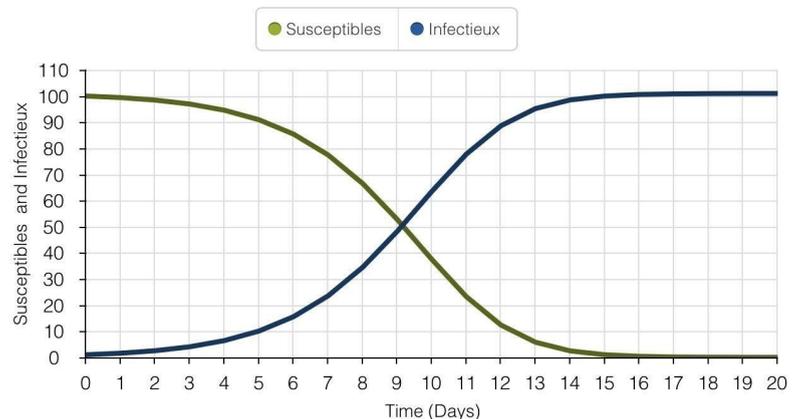
Nous pouvons remarquer que rien ne varie dans le temps. Si la vitesse d'infection dépend de la quantité de personnes infectieuses et qu'il n'y a aucune personne infectieuse initialement, la vitesse d'infection sera toujours nulle.



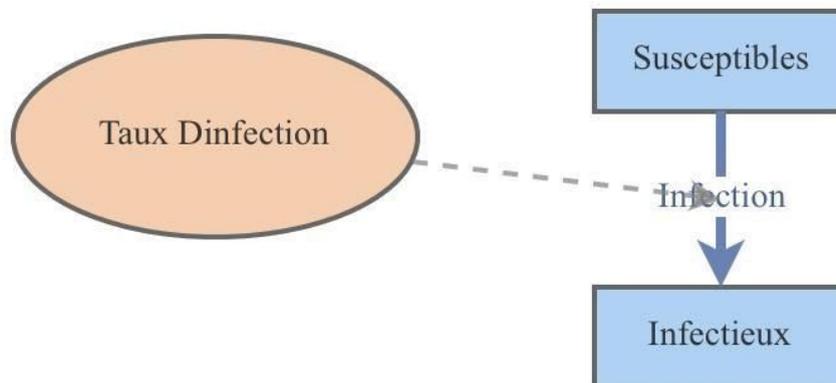
7- Modifier les paramètres de **Infectieux** en changeant le nombre initial de personnes (Initial Value) à une valeur autre que 0. Dans notre exemple, commençons avec une (1) personne infectieuse.

Après une nouvelle simulation :

Si nous voulons modifier notre taux d'infection, il serait plus simple de créer une variable, afin de la faire varier.



8- Créer une variable (Add Variable) nommée **Taux Dinfektion** à l'aide de Add Primitive. Changer aussi sa valeur (Value/Equation) à 0.006. Lier la variable avec le flux **Infection** à l'aide d'un lien (Link) (et non Flow/Transitions).



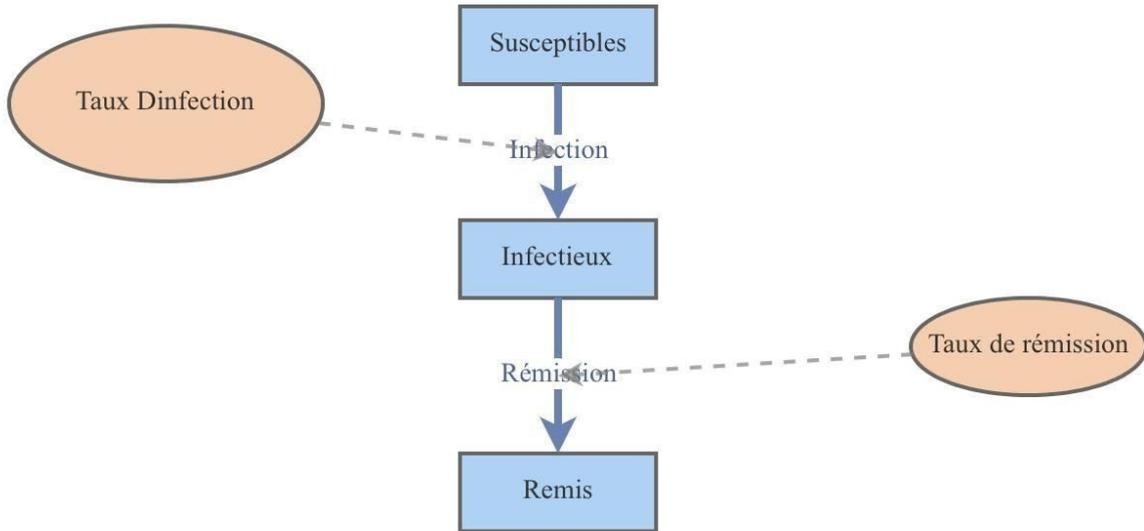
9- a) Modifier la valeur de **Taux Dinfektion** par 0.006 (ou une valeur de votre choix)  
Remplacer la valeur 0.006 par **Taux Dinfektion** dans les paramètres de **Infection** pour changer son équation.

b) Après simulation, on remarque qu'il y a maintenant une nouvelle variable sur notre graphique : **Taux Dinfektion**. Comme il ne s'agit pas ici d'une variable dont on veut suivre l'évolution, on peut l'enlever de la représentation : il suffit de cliquer sur Configure et de supprimer **Taux Dinfektion** de la section à droite de Data.

10- Nous pouvons préciser notre système en créant un nouveau réservoir appelé **Rétablis** et créer un flux nommé rémission partant de **Infectieux** jusqu'à **Rétablis**.

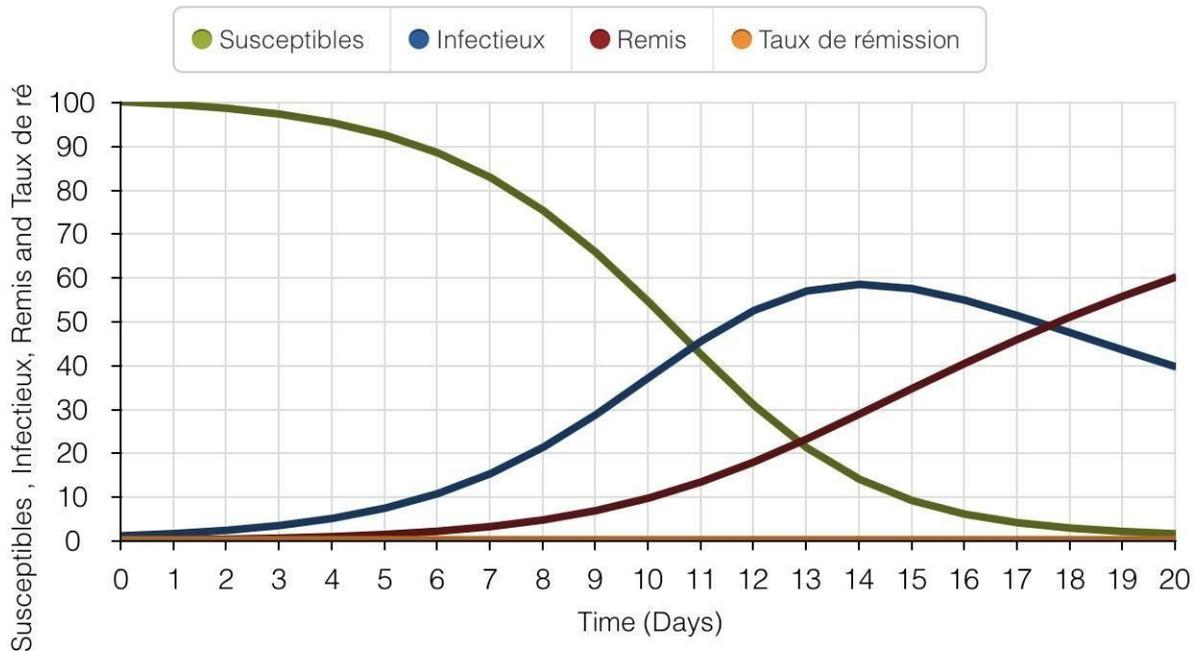


11- Ajouter ensuite une variable que nous appelons **Taux de rémission** représentant la vitesse à laquelle les personnes récupèrent de la maladie et utiliser un lien (Link) partant de cette nouvelle variable jusqu'à notre nouveau flux **Rémission**.



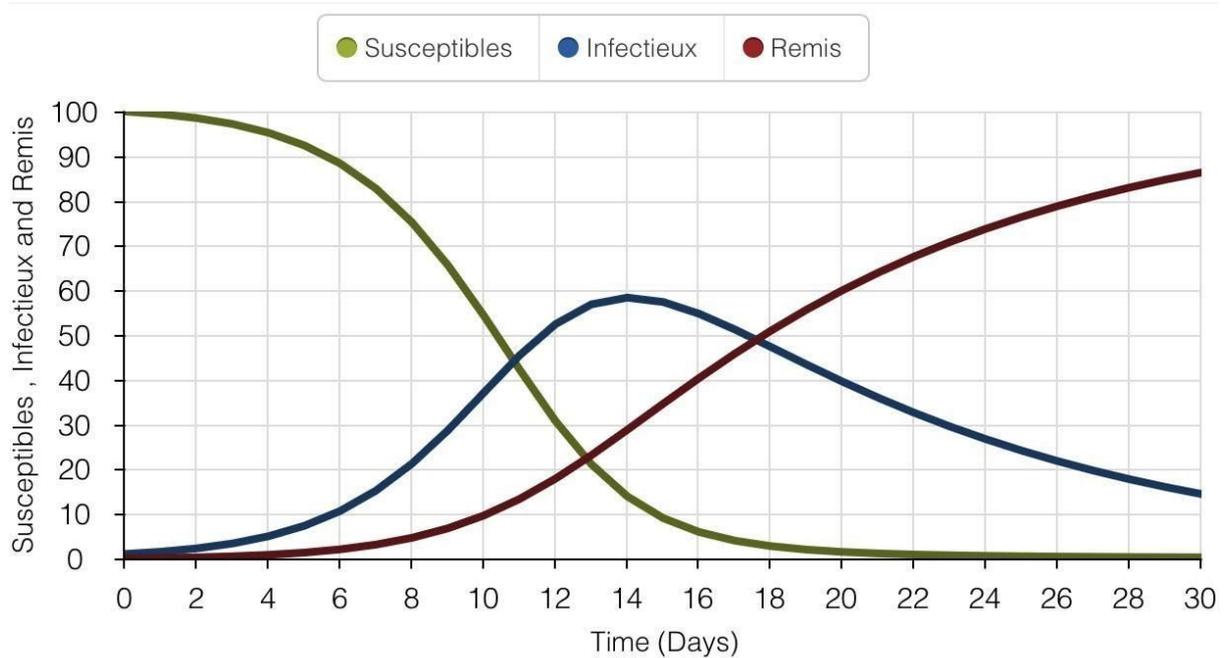
12- Changer ensuite la valeur de **Taux de rémission** à 0.1. Il ne reste plus qu'à modifier l'équation de notre flux **Rémission** dans les paramètres pour ensuite écrire :  $[Taux\ de\ rémission] * [Infectieux]$ .

Il est temps de simuler à nouveau :

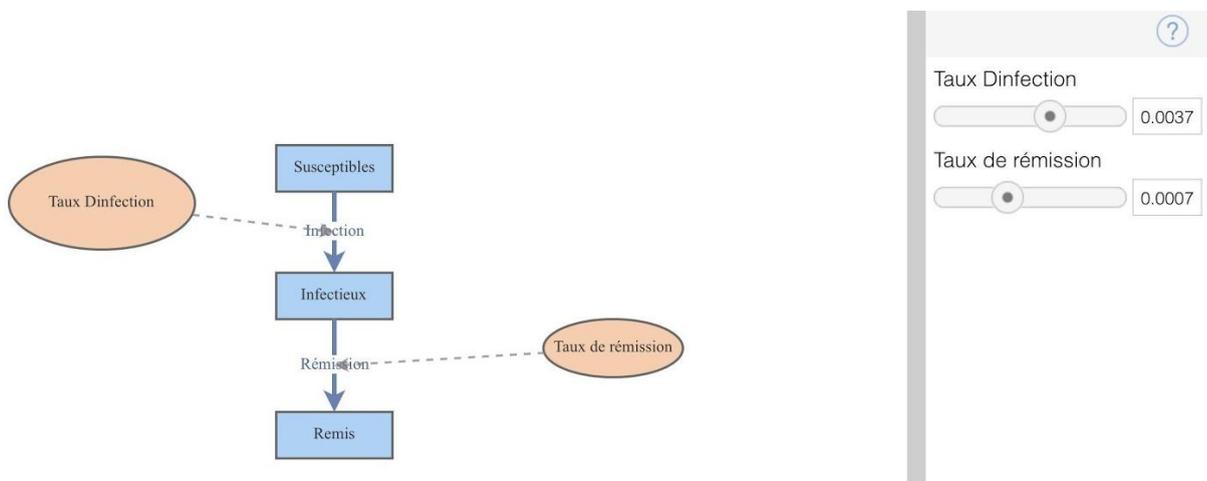


Le « Taux de rémission » sur le diagramme peut être enlevé à son tour. Si nous voulons voir un peu plus loin sur l'axe du temps, on peut étendre notre diagramme en se dirigeant vers Settings et en changeant la valeur de Simulation Length.

Après tous ces changements effectués, nous obtenons:



Il est possible d'ajouter une barre de défilement pour nos deux paramètres en retournant voir leur contenu. On met Show Slider Value à Yes et on modifie les valeurs de Slider Min pour la valeur minimale de notre barre de défilement (ex. 0) et Slider Max pour sa valeur maximale (ex. 0.1) . Il est maintenant très facile de modifier la valeur des deux paramètres.





**Via Math**