

Modélisation de la propagation d'une épidémie avec et sans mouvement de la population

Pour répondre à l'objectif du projet étant de modéliser la propagation d'une épidémie, nous avons utilisé le modèle simple SIR (Sains, Infectés, Mort). Le passage de $S \rightarrow I$ étant caractérisé par une probabilité d'infection et le passage de $I \rightarrow R$ par une probabilité de mort. Afin de récolter des résultats satisfaisants, il y a eu deux modélisations informatiques, une sans mouvement des individus, et une avec.

Sans mouvement, la propagation est comme celle de l'eau lorsqu'on lui lance un caillou, c'est à dire, que c'est une propagation sous forme de rides circulaires centrées sur le point de chute du caillou (ici le point de « chute » est le premier individu infecté). Donc plus le temps avance est plus la surface de propagation augmentent est donc aussi celle des infectés. En outre on obtient 3 courbes, deux croissantes (morts+infectés) et une décroissante (Sains).

Avec mouvement, on obtient un diagramme SIR, avec une courbe décroissante représentant le nombre de personnes saines, et deux courbes croissantes, la première représentant le nombre de rétablis (caractérisé par 1 moins la probabilité de mortalités) et la deuxième le nombre de mort (caractérisé par la probabilité de mortalités). Enfin il reste une courbe de gauss représentant le nombre d'infecté. Toutes les courbes étant liées au nombre de mouvement de la population à partir du premier mouvement des individus infectés.

La deuxième modélisation est plus réaliste que la première car elle prend en compte, le mouvement de la population.

To meet the objective of the project is to model the spread of an epidemic, we used the simple model SIR (Healthy, Infected, Death). The portion of $S \rightarrow I$ is characterized by a probability of infection and the passage $I \rightarrow R$ by a probability of death. In order to harvest satisfactory results, there were two computer modeling, without a movement of individuals, and one with.

Without motion, the propagation is such that the water when it launches a pebbles, ie, whether it is a spread in the form of circular lines centered on the point of fall of the pebbles (here the point "fall" is the first infected individual). So as time passes is more spread surface increase is also that of the infected.

Furthermore we obtain curves 3, two growth (+ dead infected) and decreasing (Sains).

With motion, we obtain a diagram SIR with a decreasing curve representing the number of healthy people, and two increasing curves, the first representing the number of recovered (characterized by 1 minus the probability of mortality) and the second the number of death (characterized by the probability of mortality). Finally there remains a gauss curve representing the number of infected. All curves are related to the number of population movement from the first movement of infected individuals.

The second model is more realistic than the first because it takes into account the movement of the population.

Introduction

Le problème du projet est de proposer un programme, qui affiche graphiquement, et dynamiquement, la propagation d'une épidémie, avec et sans mouvement de la population. Et au final de recueillir des données sur le nombre de Sains, Infectés, Morts et Rétablis, au cours du temps (en fonction du nombre de mouvements).

Notre équipe est constituée de quatre étudiants de l'UPMC : Lucas Iscovici, Jeanne Rambur, Lohan Homen, Yohan Tak. Nous allons tenter de répondre à cette problématique.

Il y a en effet, plusieurs façons de procéder.

Il y a plusieurs modèles : SIR, SEIS, SEIR et SEIRS. Nous avons utilisé le modèle SIR.

Ici nous avons procédé de deux manières, la première étant sans mouvement de la population, et la deuxième avec.

Présentation de la thématique

Le modèle SIR

- II.2. Modèle SIR (Kermack & McKendrick)



$$x + y + z = N$$

$$dz = \beta y dt$$

C'est ainsi que nous avons fixé les différentes variables : une population x de sains, y d'infectés, z de mort, et a d'immunisé.

La probabilité qu'un individu sain soit infecté est de α .

La probabilité qu'un individu infecté soit mort est de β .

Et enfin la probabilité qu'un individu infecté soit rétabli est de $1 - \beta$ (uniquement utilisé dans la deuxième modélisation).

Pour modéliser cette propagation, nous avons décidé de créer à l'aide de tkinter, un damier ayant une hauteur, une largeur et une taille des cellules. Le tout étant modifiable aisément (annexe 1).

Au sujet des couleurs :

- Un individu sain est de couleur verte.
- Un individu infecté est de couleur rouge.
- Un individu mort est de couleur noir.
- Un individu rétabli est de couleur bleu (uniquement utilisé dans la deuxième modélisation).

Au sujet des voisins :

- Un voisin de x est une case ayant une frontière commune avec x . x a 8 voisins. (annexe 1)

Au sujet des règles :

Lucas Iscovici, Jeanne Rambur, Lohan Homen, Yohan Tak UPMC ARE DYNAMIC

- Un individus sains est infectés si il touche(est voisins) d'un individus infecté et en fonction d'une certaine probabilité d'infection(dans la suite du projet elle sera toujours égal à 1).
- Un individus infectés meurt en fonction de la probabilité de mortalités de la maladie.
- Un individus infectés est rétablis en fonction de $1 -$ la probabilité de mortalités de la maladie(uniquement utilisé dans la deuxième modélisation).

Au sujet des déplacements :

- Un individus x peut se déplacer dans les cases ayant une frontière commune à lui, à condition qu'elles ne soit pas occupés. (8 cases)
- Un individus x ne peut pas se déplacer est rester dans la même cases.
- Un individus y mort ne bouge plus.

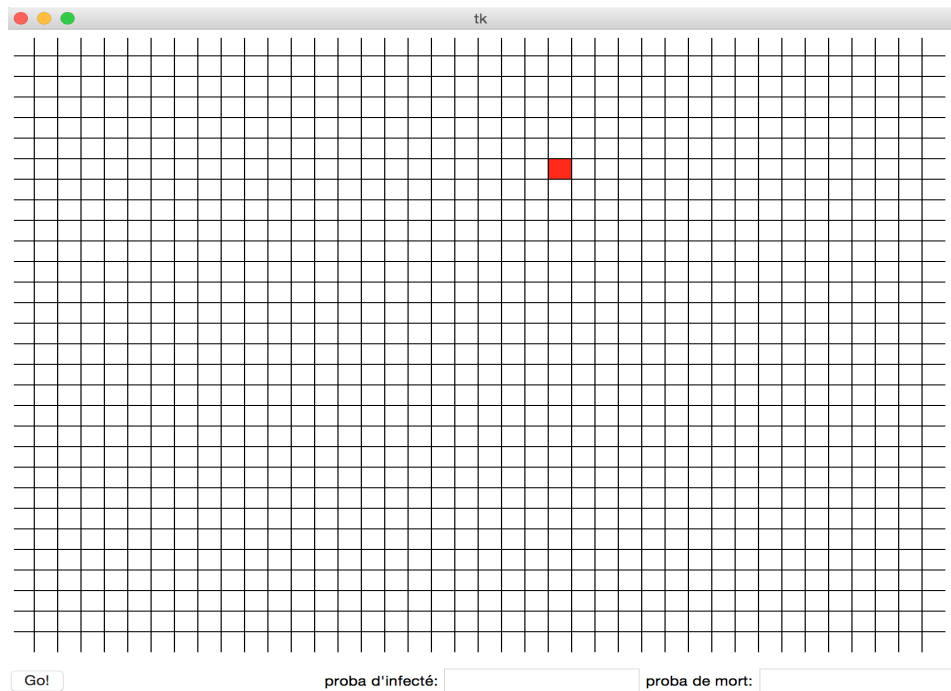
Contributions

Afin de modéliser graphiquement un damier, et des cases de couleurs, nous nous sommes inspirés du code du jeu de la vie présent sur le lien 1 dans l'annexe 1.

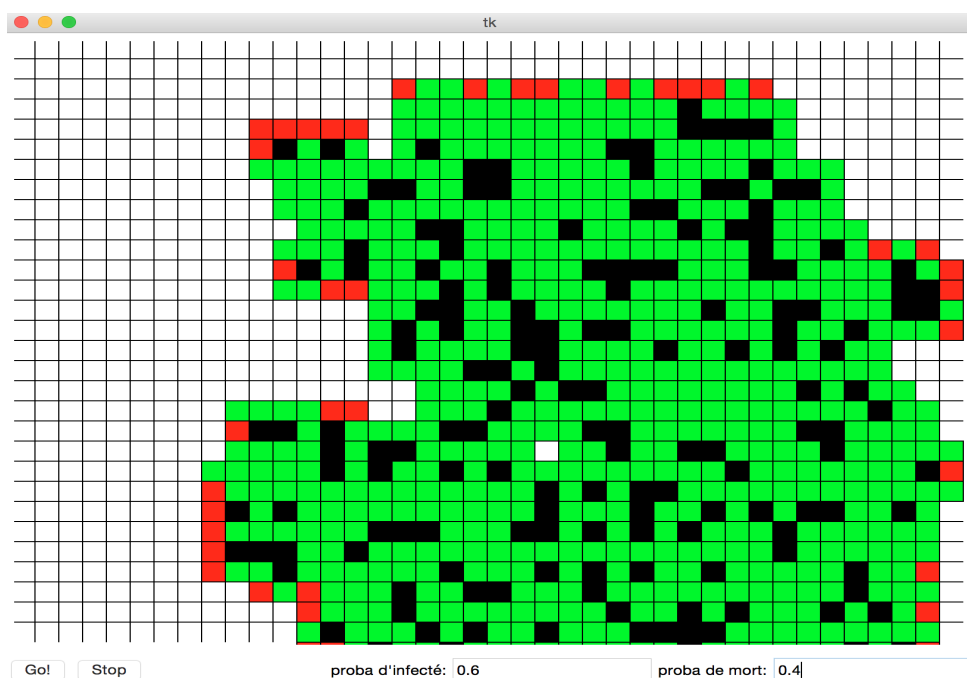
Au sujet de la 1ère modélisation(sans mouvement) :

Il y a trois états, Sain, infecté, et mort.

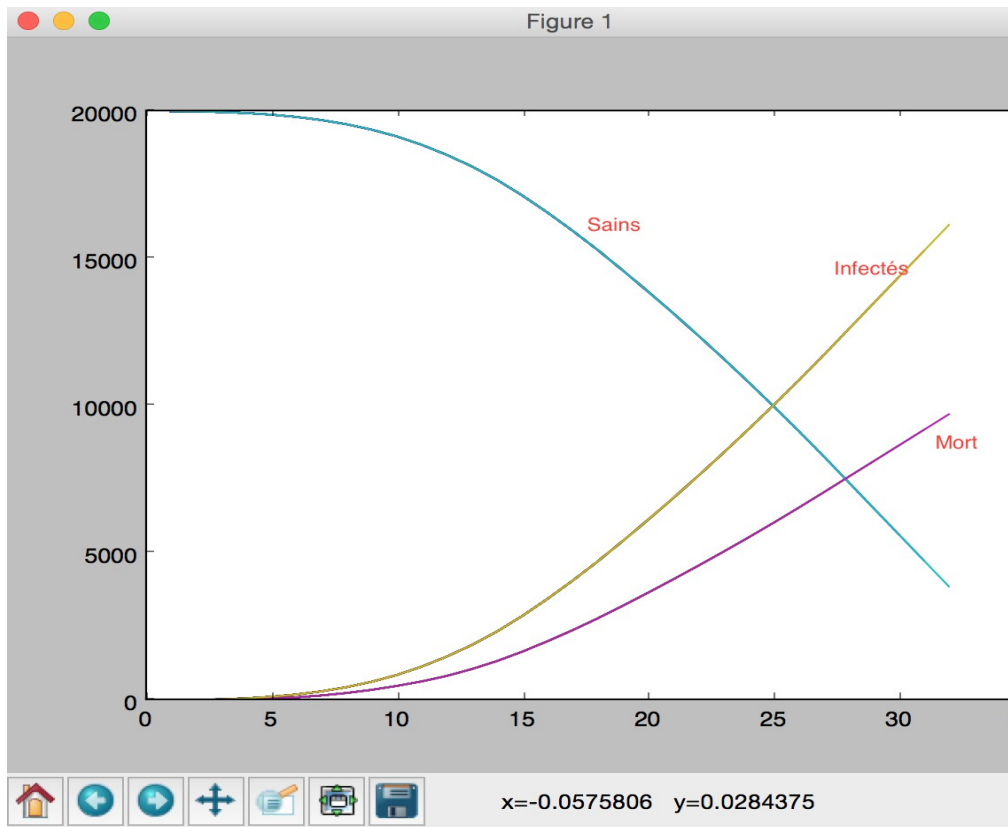
1ère étape : Un individu infecté



2ème étape : Propagation



Donnés graphiques



Techniquement :

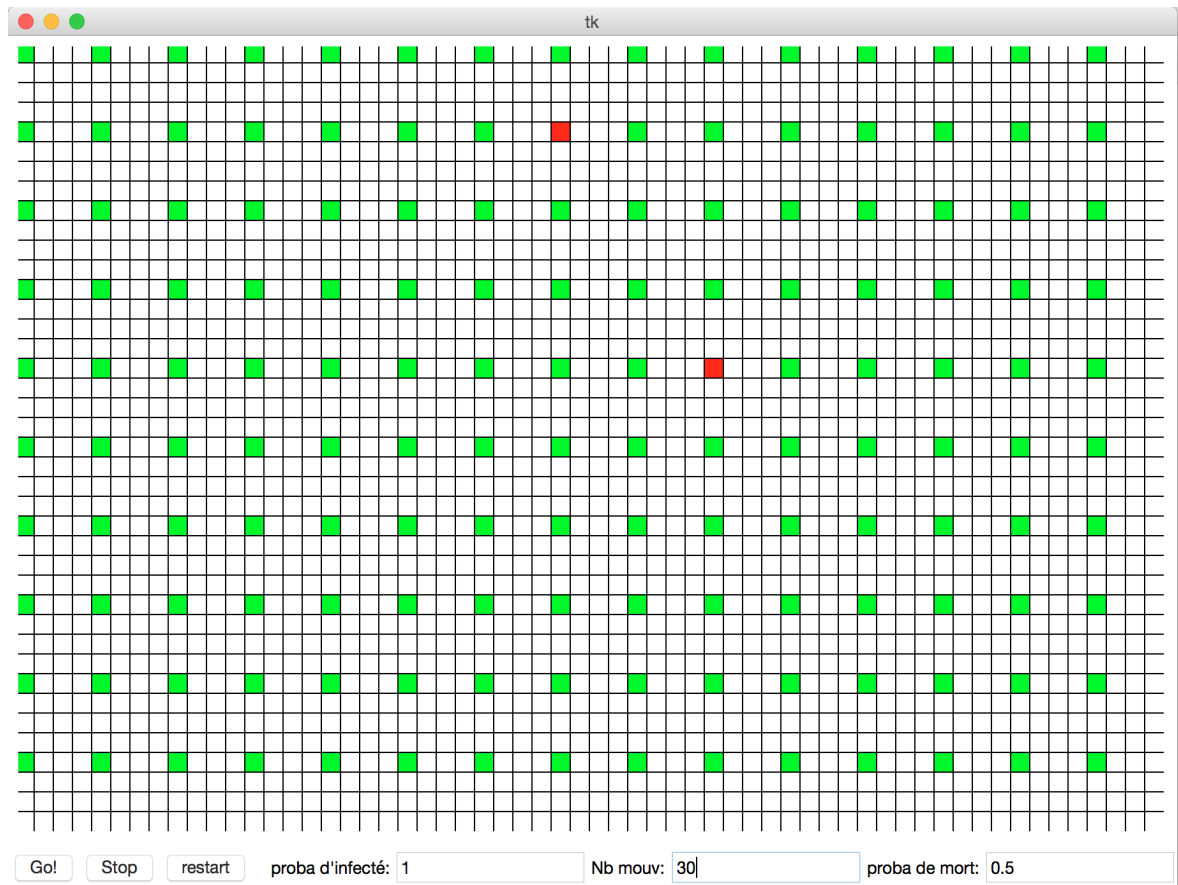
On commence avec un infecté , ensuite il infecte ces voisins en fonction d'une probabilité, ensuite pendant le temps qu'ils sont infectés (un cycle), ils contaminent leurs voisins, ensuite soit ils meurent , soit ils redeviennent sains.(un individus sains ne peux pas être deux fois infectés) et ainsi de suite.

Le programme s'arrête quand il n'y plus de personnes saines a contaminée, ou qu'il n'y a plus de personnes contaminées.

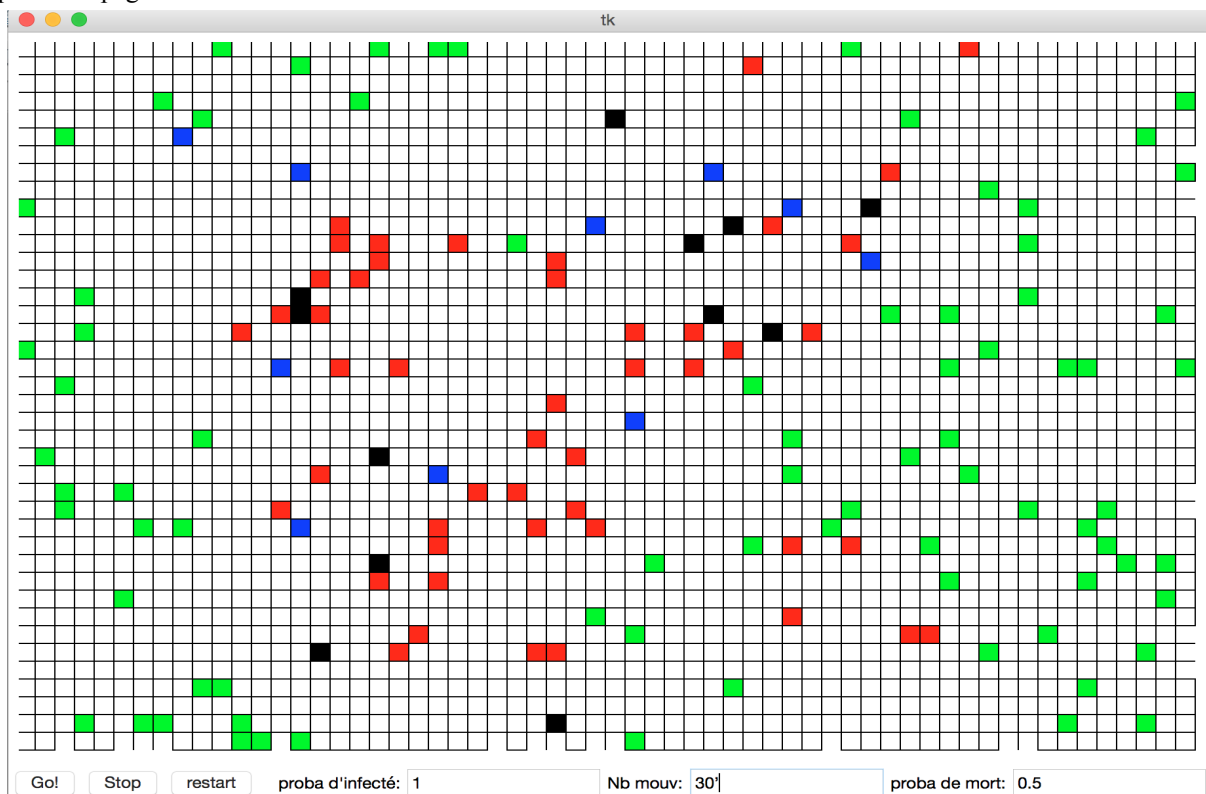
2ème modèle : Avec mouvements

Il y a quatre état, Sain, infecté, mort et rétabli.

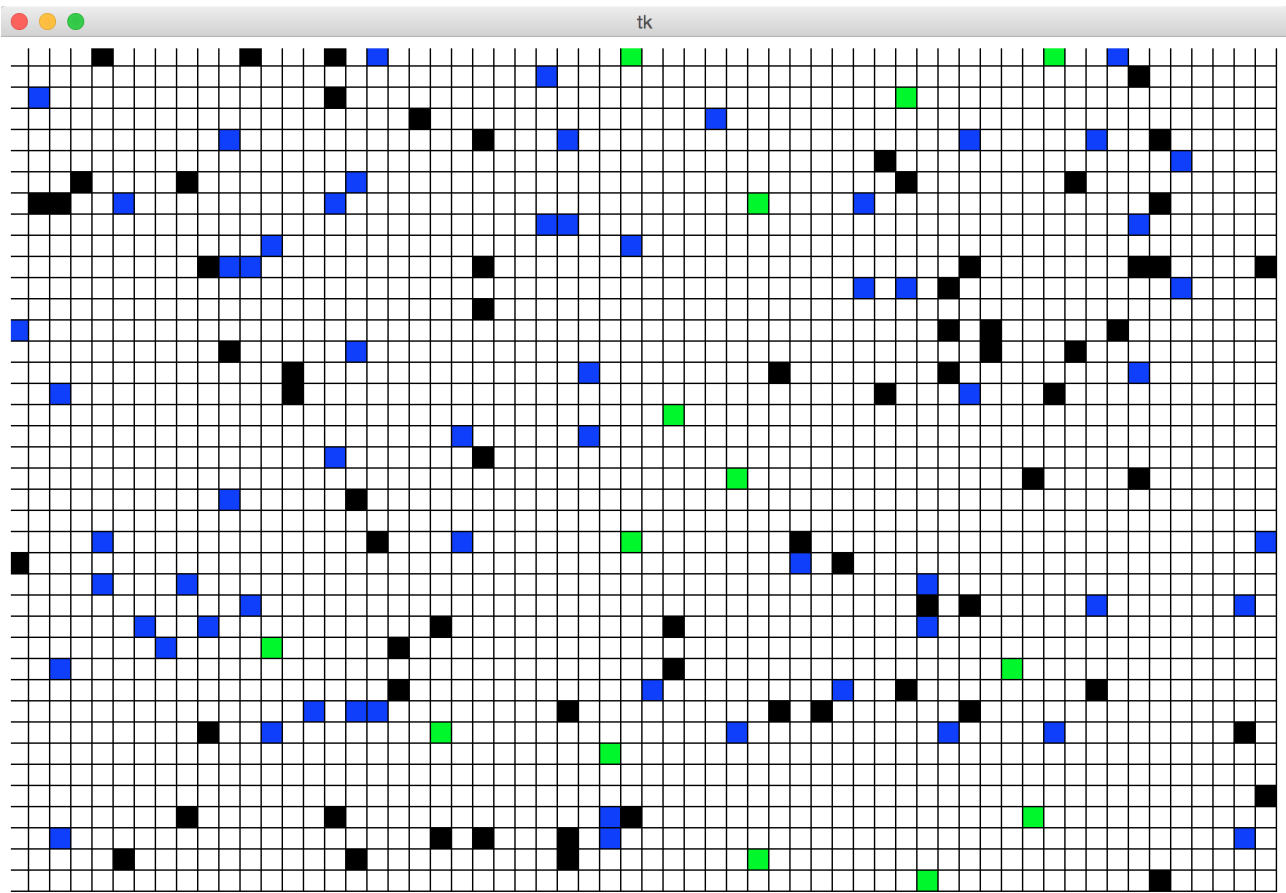
Etape 1 : Deux individus infectés



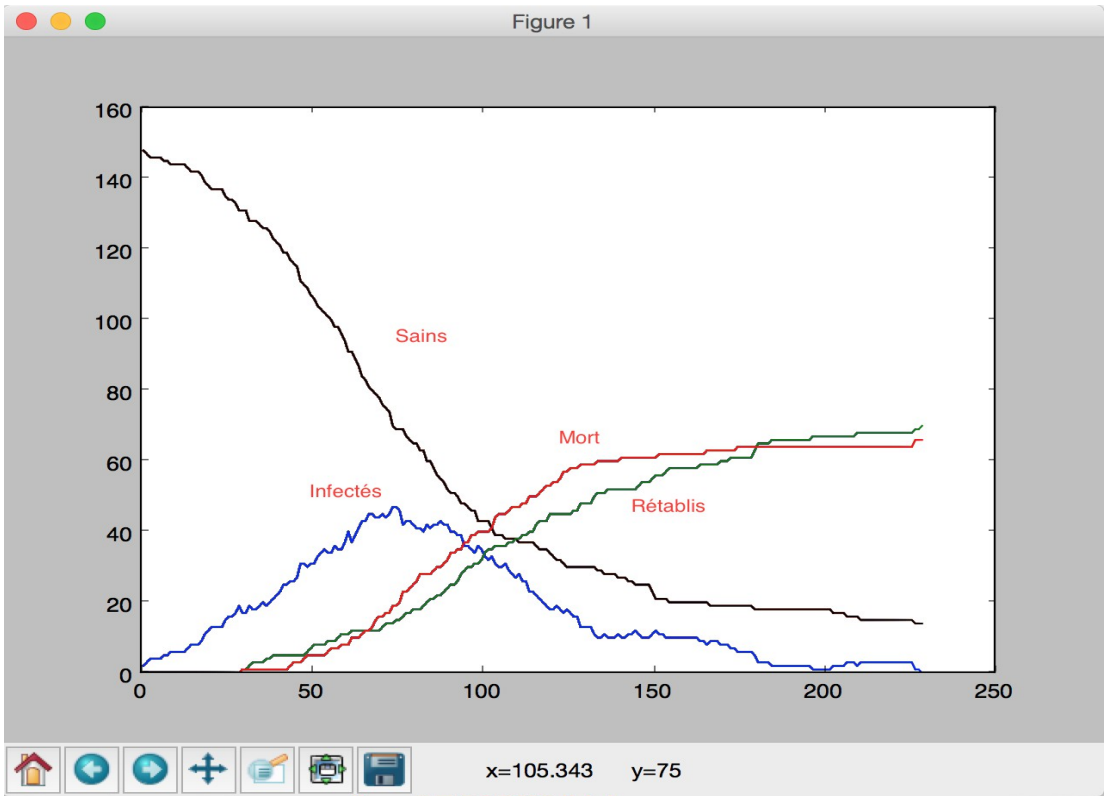
Etape 2 : Propagations



Etat final stable :



Donnés graphiques :



Techniquement :

On commence avec deux infectés, ensuite ils se déplacent, au hasards. En effet ils ont à chaque fois une chance sur 9 de se déplacer.

	1/9	1/9	1/9	
	1/9	1/9	1/9	
	1/9	1/9	1/9	

```
alea=random()
if alea >0 and alea<=1/9:
    #Haut Gauche
if alea <=2/9 and alea >1/9:
    #Haut
if alea <=3/9 and alea >2/9:
    #Haut Droit
if alea <=4/9 and alea >3/9:
    #Gauche
if alea <=5/9 and alea >4/9 :
    #Bouge pas
if alea <=6/9 and alea >5/9 :
    #Droit
if alea <=7/9 and alea >6/9 :
    #Bas Gauche
if alea <=8/9 and alea >7/9 :
    #Bas
if alea <=9/9 and alea >8/9 :
    #Bas Droit|
```

On vérifie qu'il n'y a personnes dans la cases.

Ensuite on regarde si dans les voisins des infectés il y a des individus sains, et ont les infectes.

Ensuite, les infectés au bout d'un certain nombre de mouvements, meurs, ou sont rétablis.

Le programme s'arrête à la stabilité. (plus d'infectés)

Dans le programme il est possible de modifié la probabilité d'infection, de mort, et le nombre de mouvements sur la fenêtre graphique.

De plus il est possible de mettre sur pause/play le programme « stop ». Et d'infecté un individu sain avec « restart »

Enfin il est possible de voir en live le tracé des courbes.

Lucas Iscovici, Jeanne Rambur, Lohan Homen, Yohan Tak UPMC ARE DYNAMIC

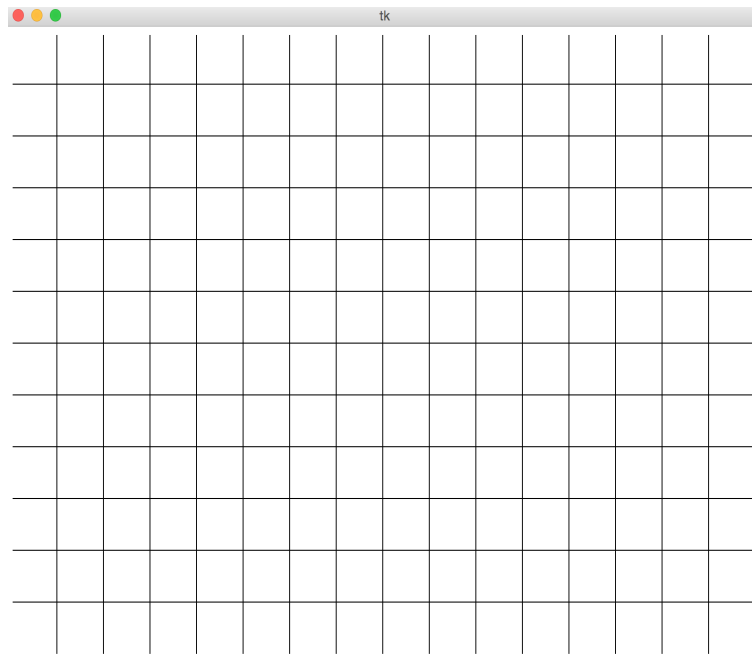
Conclusion :

Ce projet nous a permis de travailler en groupe, sur un problème complexe, et intéressant, et nous a permis d'acquérir, des compétences en programmations, et en affichage graphique.

Annexe 1 :

Lien (jeu de la vie) : <http://codes-sources.commentcamarche.net/source/54104-jeu-de-la-vie-simple-et-graphique-tkinter-en-python-3>

Le damier :



Les voisins :

	Voisin 1	Voisin 2	Voisin 3	
	Voisin 4		Voisin 5	
	Voisin 6	Voisin 7	Voisin 8	