

Corona Simulation

BERTIN Clément, DUCHEMIN Emeric, POINSIGNON Eymeric

January 2021

1 Introduction

Le but de ce projet est de simuler la dispersion d'une maladie dans une population à l'aide d'un automate cellulaire. Pour ce faire, on définit plusieurs états possibles qui correspondent à un individu malade, guéri, en quarantaine ou sain.

2 Version de base

Afin de faire cette simulation, nous avons utilisé des automates cellulaires. Chaque cellule a donc une valeur qui peut être : sain, malade, mort et rétabli. Les personnes malades peuvent transmettre le virus aux personnes saines autour d'elle avec une certaine probabilité en fonction du nombre de voisins malade et les personnes rétablies sont immunisées à la maladie. Une personne malade peut soit mourir soit guérir selon une certaine probabilité que l'on définit.

Pour gérer la transmission de la maladie, il faut tenir compte du voisinage de chaque case. Pour ce faire, nous avons implémenté un algorithme de création de graphe de Watts-Strogatz. Ce graphe génère toutes les connexions entre voisins et permet même de rajouter des mutations aux arcs de manière à simuler des rencontres entre individus rare s'ils sont à moyenne distance les uns des autres. Cette algorithmique représente la majeure partie du temps de calcul, c'est pour cela que nous avons essayé de toutes les manières de l'optimiser.

3 Version avec quarantaine

Nous avons ensuite rajouté la possibilité d'une quarantaine. Les personnes malades peuvent être détectées comme malades puis mises en quarantaine pour 14 jours. Leurs voisins sont considérés comme cas-contact et sont aussi mis en quarantaine pour 7 jours.

4 Mouvement des personnes

Nous avons simulé le mouvement des différentes personnes afin de prendre en compte les déplacements qui peuvent avoir lieu dans la vie réelle (départ en vacance, visite en famille ...). Ce que nous avons fait c'est que nous avons tiré aléatoirement un certains nombres de personnes. Une fois ces personnes tirées au sort, on choisit leur destination. Une fois la destination choisie, On place dans une liste ces personnes avec leur nouvelle case. Cependant on n'échange pas les deux personnes (dans la vie réelle, quand une personne va rendre visite à sa famille elle n'échange pas forcément avec un autre membre =)). Une fois la personne mouvante placée dans sa case on réalise les calculs comme ci elle était voisine des cases environnantes à celle où elle se trouve. Elle peut donc être infectée par ces personnes et peut aussi les infecter. Une fois le tour fini, elle décide de rentrer chez elle et revient à sa position initiale. Elle revient avec son nouvel état (infecté ou sain) et peut donc transmettre le virus d'une zone très éloignée à une autre.

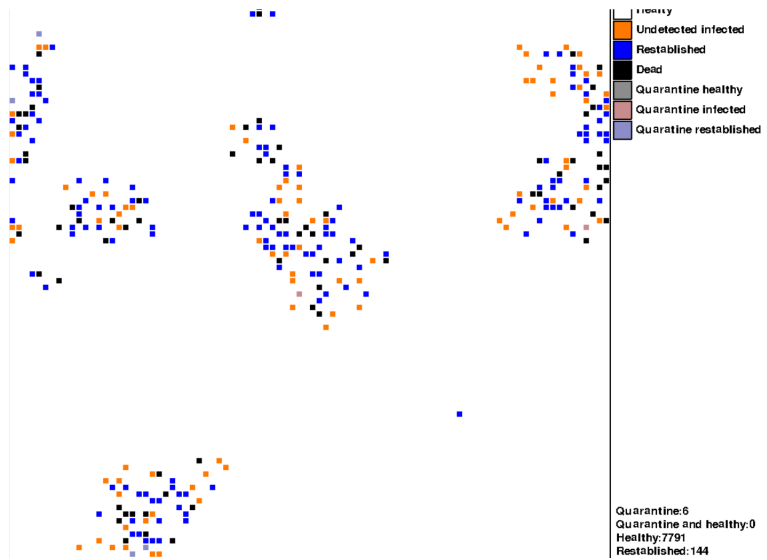


FIGURE 1 – Plusieurs clusters d'épidémie, qui montrent qu'il y a eu un mouvement

5 Version avec différentes catégories d'âges

Afin d'améliorer la diversité de nos personnages, nous avons rajouté un âge à chaque personne. Nous avons défini trois âges : jeune, âge moyen, et âge avancé. À ces âges sont associés divers facteurs. Puisque nous sommes globalement tous égaux face à la transmission du virus, le facteur d'infection n'a pas été touché. En

revanche, les personnes plus âgées sont plus fragiles et donc plus susceptibles de contracter des complications face au virus quand les plus jeunes, eux, ont moins de chance d’avoir divers maladies antérieures affectant le développement du virus dans le corps humain. C’est pourquoi, nous avons donc laissé un facteur d’étalonnage de 1 aux personnes avec un âge moyen. Puis nous avons augmenté le facteur pour l’âge avancé, par exemple 1.8, et nous avons diminué le facteur pour les plus jeunes, par exemple 0.6. Pour pouvoir faire une répartition aléatoire mais bien distribuée nous avons appliqué une probabilité d’âge évolutive. La première personne a autant de chance d’être dans chaque catégorie d’âge. Puis une fois que l’on a fait ce tirage on décrémente la probabilité de la classe choisie et on augmente la probabilité des autres classes. On essaye donc grâce à cette méthode d’obtenir un tirage plutôt équilibré laissant la part belle à l’aléatoire.

6 Statistiques

Toutes les statistiques sont à retrouvé dans l’annexe.

Sur la première image (graphe 2), on voit le nombre total d’infectés qu’il y a eu en 200 jours sans quarantaines. On voit logiquement que la probabilité de détection n’a aucune incidence sur le nombre d’infectés. Et remarque que tout aussi logiquement, le nombre d’infectés augmente avec la probabilité d’infection.

Les résultats sont explicites sur les graphes de personnes infectées, rétablies et décédées (Graphe 3, 4 et 5). Lorsque l’on regarde une probabilité de détection élevée, on a donc une quarantaine plus rapide et donc une mortalité et un taux d’infectés bien moins élevés. Cependant, on remarque que l’écart se resserre à mesure que le taux d’infection augmente. On en déduit donc que lorsque le taux de reproduction du virus est trop élevé, alors faire plus de test réduit le nombre de décédé mais de manière peu significative. Cependant, une vie est une vie, et les graphes montrent bien qu’il existe un différentiel en cas de test plus important. Finalement tester plus de gens est vital !

7 Conclusion

Pour conclure, l’évolution du virus est très difficile à prédire. Les probabilité d’infection, de prédiction sont des données difficilement calculable et non exacte. De plus la nature humaine est difficile à simuler. Nous l’avons vu avec différents exemples d’actualité, les consignes sanitaires ne sont pas toujours respecter. Ainsi, dans notre cas l’algorithme cellulaire ne cherche pas à représenter exactement combien de personne seront infecté le 22 février 2021, mais de simuler une évolution réaliste du virus afin d’évaluer les conséquences d’actions prises, ce que nous avons réussi (globalement) dans ce projet.

8 Annexe

Graphe de d'infectés en fonction de la probabilité de détection et d'infectior

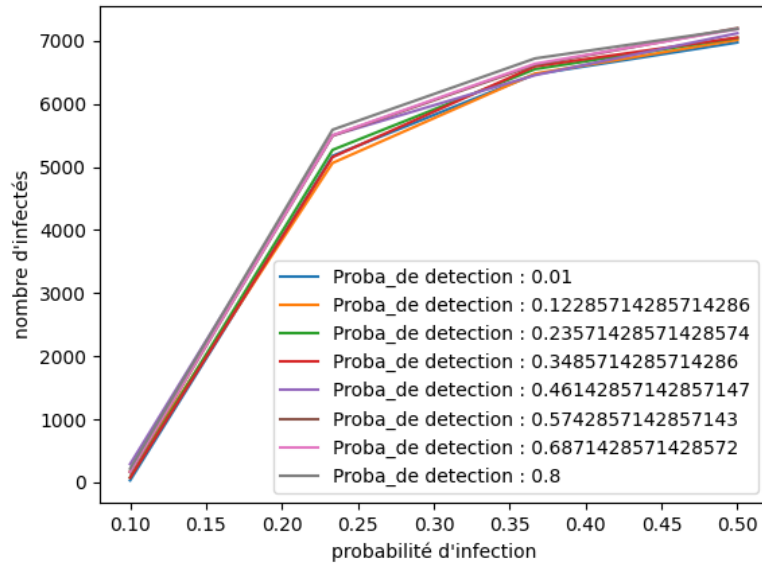


FIGURE 2 – Statistiques d'infection en fonction du taux de transmission et du taux de détection de la maladie sans quarantaine

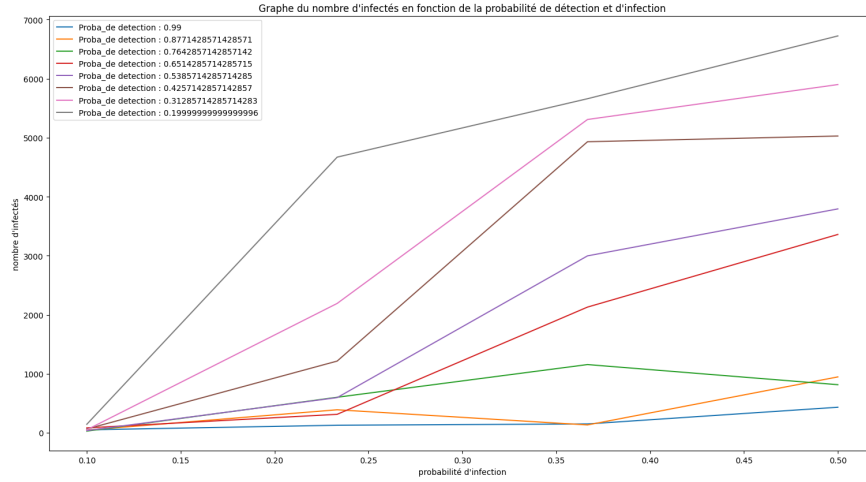


FIGURE 3 – Graphe présentant le cumul des **infectés** en fonction de la probabilité de détection et d'infection, avec l'option quarantaine activée

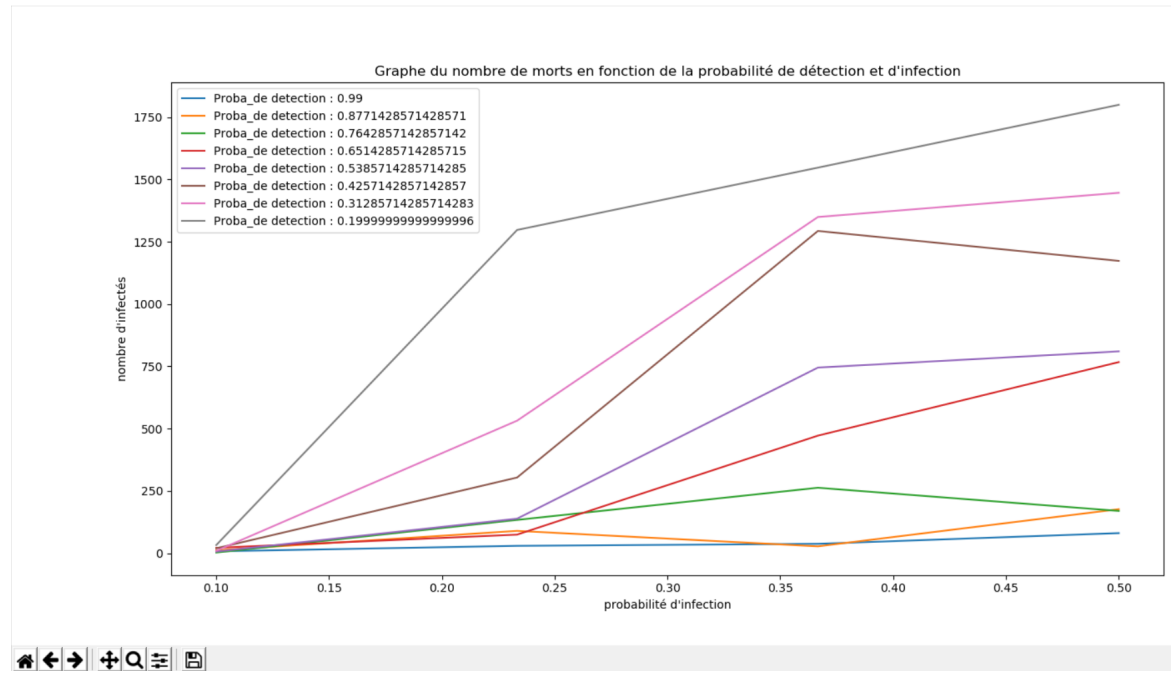


FIGURE 4 – Graphe présentant le cumul des **morts** en fonction de la probabilité de détection et d'infection, avec l'option quarantaine activée

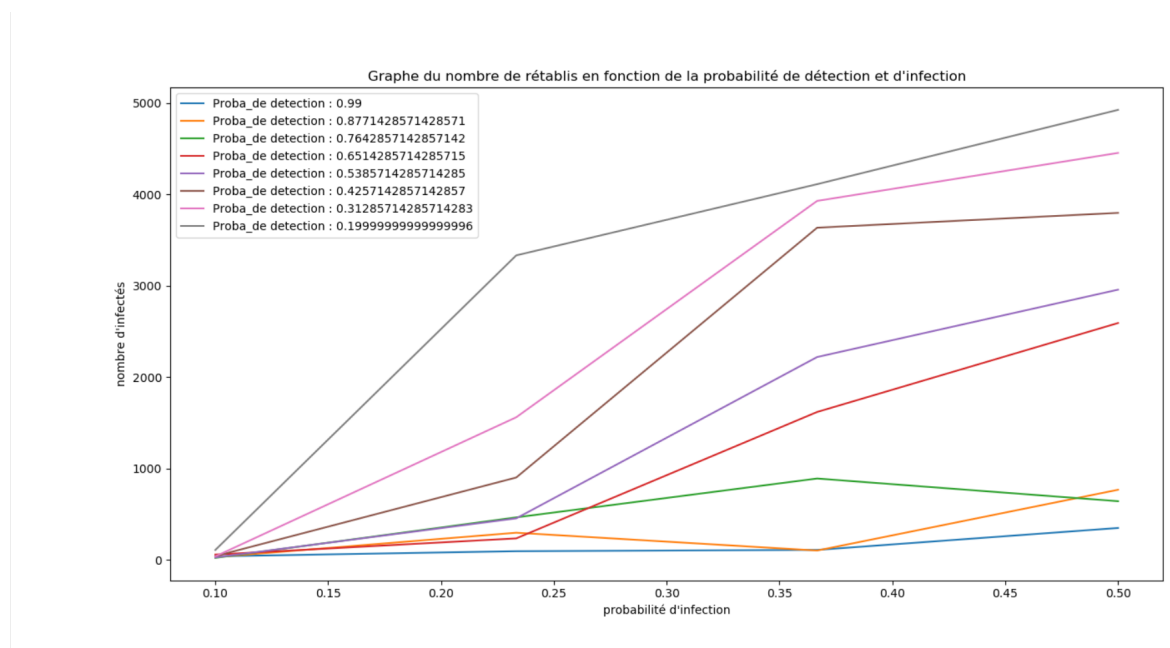


FIGURE 5 – présentant le cumul des **rétablis** en fonction de la probabilité de détection et d'infection, avec l'option quarantaine activée