

# Anticipation d'une épidémie dans le modèle SIR à l'aide d'un réseau de neurones

L'étude de l'évolution des épidémies permet d'anticiper leur progression pour prendre des mesures adaptées, ou d'anticiper celle de prochaines épidémies, et identifier les points communs et différences de chacune. La modélisation mathématique et informatique permet de ramener ce problème à l'identification d'un certain nombre de paramètres.

L'anticipation des épidémies en cours et futures est essentielle à la prise de décisions pour empêcher leur propagation et éviter les dégâts humains et économiques qu'elles peuvent causer. L'utilisation d'un réseau de neurones permet de simplifier ce problème, et d'avoir une méthode suffisamment souple pour s'adapter à l'éventuelle imprécision des données statistiques utilisées.

## Positionnement thématique

Informatique(, Mathématiques)

## Mots-clés:

Epidémies	Modèle SIR	Réseau de neurones	Apprentissage Automatique	Anticipation
-----------	------------	--------------------	---------------------------	--------------

## Bibliographie commentée

Une épidémie se définit par la présence inhabituelle d'une maladie. Si elle est hors de contrôle et se propage sur plusieurs continents, elle est alors qualifiée de pandémie, comme celle du COVID-19. L'arrivée d'une épidémie est toujours une crise importante pour la population, dans le cas d'une pandémie, c'est sa gestion devient un enjeu crucial pour toute la société. Il s'agit de protéger notre santé et limiter le nombre de malades et de morts, mais c'est aussi un enjeu économique très important, car les conséquences directes de l'épidémie, ou les mesures prises pour ralentir leur propagation ont souvent des retombées économiques graves. Aux Etats-Unis, les plans de relance économique ont coûté 900 et 1900 milliards de dollars[1] et en France, le PIB a diminué de 13,5% par rapport au trimestre précédent[2].

Dans l'optique de prévoir l'évolution d'une épidémie, on le modélise à l'aide du modèle SIR, qui décrit l'évolution du nombre de personnes saines, infectées ou rétablies à l'aide d'un système d'équations différentielles. La résolution de ce système étant trop complexe, j'utilise des méthodes de résolution numérique pour obtenir des solutions approchées. Dans le modèle, l'évolution de l'épidémie est caractérisée par deux coefficients, l'un proportionnel à la virulence de la maladie et la probabilité de transmission, l'autre est lié à la vitesse de guérison. L'étude et l'anticipation de l'épidémie se ramènent alors à l'identification de ces coefficients, lorsqu'on les suppose constants. Pour cela, j'utilise un réseau de neurones.

Un réseau de neurones est une forme d'apprentissage automatique : on apprend à un algorithme à reconnaître les coefficients sur une courbe. Pour cela, on l'entraîne en lui proposant un grand nombre de courbes dont on connaît les coefficients, c'est la phase d'apprentissage. Après la phase d'apprentissage vient la phase de validation, où on lui donne un nombre plus faible de nouvelles courbes pour évaluer sa performance, et déterminer si l'on doit continuer l'apprentissage. Enfin, on utilise le modèle en lui donnant la courbe dont on cherche les coefficients. Le réseau de neurones possède lui-même un grand nombre de coefficients à ajuster lors de la phase d'apprentissage. Une fois l'algorithme entraîné, il peut identifier les coefficients d'une courbe, y compris lorsqu'elle est légèrement modifiée, ce qui est utile pour gérer l'imprécision des statistiques rapportées sur les épidémies.

## **Problématique retenue**

Est ce que le modèle SIR et l'utilisation d'un réseau de neurones peut donner des prédictions pertinentes de l'évolution d'une épidémie à partir de données statistiques disponibles ?

## **Objectifs du TIPE**

- Utiliser une méthode numérique pour générer des courbes solutions du système différentiel du modèle SIR
- Utiliser des courbes générées pour entraîner un réseau de neurones pour identifier les coefficients du modèle SIR
- Utiliser un modèle entraîné pour identifier les coefficients sur la courbe d'infectés d'une épidémie, et anticiper son évolution