

## La modélisation mathématique de l'épidémie Covid-19 et ses impacts sur l'éducation.

De nos jours, COVID-19 ne cesse d'augmenter dans le monde entier . Cette crise sanitaire a affecté le déroulement naturel des cours en poussant les autorités à opter pour un mode d'enseignement tantôt à distance tantôt en présentiel, ce qui m'a poussé à étudier quelques modèles mathématiques simples en épidémiologie .

Ce sujet s'inscrit particulièrement dans le thème proposé. En effet, la pandémie est un vrai enjeu qui menace la santé publique et qui perturbe le bon déroulement des études. Cette situation nous pousse à prendre certaines préventions dans le but de limiter ses conséquences néfastes.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées), INFORMATIQUE (Informatique pratique), INFORMATIQUE (Technologies informatiques).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Modèles mathématiques</i>	<i>Mathematical models</i>
<i>Épidémiologie</i>	<i>Epidemiology</i>
<i>Modèle SIR</i>	<i>SIR model</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modelisation</i>
<i>Contamination</i>	<i>Contamination</i>

### Bibliographie commentée

Historiquement, les médecins grecs étaient les premiers à utiliser le mot ἐπιδήμιος (epidēmios) et le verbe ἐπιδημεῖν (epidêmein). Tirées du mot δῆμος (dêmos), « pays, territoire », puis « peuple », ces formes composées désignent « ce qui se trouve dans le pays ». Cependant, les mathématiques n'avaient pas leur place en épidémiologie, qui était une discipline relevant exclusivement de la médecine. Ce n'est qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle avec les travaux du médecin/physicien/mathématicien suisse Daniel Bernoulli (1700 -1782) sur la variolisation, premier travail de modélisation en épidémiologie, que l'on commence à comprendre leur importance ; et ce n'est qu'au XX<sup>e</sup> siècle qu'elles commencent réellement à se développer telle que nous les connaissons aujourd'hui.

(<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00633827/document>)

Les modèles mathématiques décrivant la propagation des virus ont un rôle important à la fois en théorie et en pratique. Cette étude s'intéresse en particulier aux modélisations mathématiques qui simulent la diffusion de l'épidémie COVID-19 au sein des établissements scolaires en particulier notre centre de classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs pour mieux contrôler sa propagation qui peut menacer la vie des élèves et des professeurs. En effet, ils aident à la description de données complexes afin de faciliter la diffusion des résultats ; à l'estimation des valeurs de

paramètres qui ne peuvent être directement mesurés dans une observation ou même dans une expérience ; à la prévision des nombres de cas futurs ce qui permet aux autorités et aux gouvernements de prendre les décisions adéquates dans le but de limiter la propagation du virus.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0764446900001530>)

Les modèles mathématiques des épidémies telles SIR et SEIR peuvent nous renseigner sur l'efficacité des mesures gouvernementales décidées et jusqu'où la courbe des infectés et des décès va grimper. Toutefois la mise au point d'un modèle qui décrit parfaitement l'évolution de ces virus est n'est pas précise, puisque les modèles existants sont des modèles simplifiés, bien qu'ils restent utiles pour tenter de prévoir l'évolution d'une épidémie.

Cette étude se base sur le model simple SIR qui est un des modèles compartimentaux qui divisent la population en classes épidémiologiques [S : les personnes saines (susceptible en anglais), I : les personnes infectées (infected), et R : les personnes retirées (removed)], avec une population constante donnée qui ne change pas avec le temps (on néglige le nombre de morts et de naissances) et tient en considération les différents types d'interactions entre les individus qui peuvent influencer la transmissibilité de certaines maladies contagieuses comme le Coronavirus. Or, Le modèle SIR est un modèle simple, ce qui nous pousse à l'améliorer en ajoutant des paramètres supplémentaires comme l'incubation du virus.

Après le développement du modèle SIR, nous allons essayer d'appliquer ce modèle au cas de de l'enseignement en présentiel au sein de notre établissement, et le comparer avec l'enseignement à distance pour qu'on puisse commenter et analyser l'efficacité de cette démarche.

À la fin, on va réaliser un modèle de gestion des nombres d'individus dans les lieux les plus fréquentés dans l'établissement à l'aide d'une carte ARDUINO.

## **Problématique retenue**

Comprendre la dynamique régissant la propagation du Covid-19 afin d'établir des stratégies pour diminuer la propagation d'une épidémie à l'aide des modèles mathématiques épidémiologiques et prévenir l'évolution des contaminations au cours du temps, surtout dans les écoles, pour assurer une bonne continuité des cours.

## **Objectifs du TIPE**

1-Comprendre la propagation du Covid-19 par analyse des modèles mathématiques

2-Application du modèle SIR pour l'étude de la propagation du Covid-19.

3-Justifier les décisions prises par le Ministère de l'éducation nationale et les autorités.

## Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] DJAMILA MOULAY : Modélisation et analyse mathématique de systèmes dynamiques en épidémiologie. Application au cas du Chikungunya : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00633827/document>
- [2] RADOUANE YAFIA : Modélisation et Dynamique en Épidémiologie, COVID19 avec Confinement et Isolation-Application au Cas du Maroc : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02543953/document>
- [3] NICOLAS BACAËR : Un modèle mathématique des débuts de l'épidémie de coronavirus en France : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02509142v7/document>
- [4] CORENTIN BAYETTE : MODÉLISATION D'UNE ÉPIDÉMIE, PARTIE 2 : <https://images.math.cnrs.fr/Modelisation-d-une-epidemie-partie-2.html>
- [5] CORENTIN BAYETTE : MODÉLISATION D'UNE ÉPIDÉMIE, PARTIE 1 : <https://images.math.cnrs.fr/Modelisation-d-une-epidemie-partie-1.html>
- [6] ÉTIENNE PARDOUX : Comprendre les bases des modèles mathématiques des épidémies : <https://theconversation.com/comprendre-les-bases-des-modeles-mathematiques-des-epidemies-136056>

## Références bibliographiques (ETAPE 2)

- [1] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/advanced-io/pulsein/>
- [2] <https://create.arduino.cc/projecthub/knackminds/how-to-measure-distance-using-ultrasonic-sensor-hc-sr04-a-b9f7f8>
- [3] <https://github.com/sparkfun/SevSeg>

## DOT

- [1] *Début Novembre 2021 : recherche d'un sujet de travail qui s'est suivi par le choix des épidémies comme domaine d'étude. La décision a été prise fin novembre pour étudier l'évolution de la pandémie Covid-19 en se basant sur les modèles mathématiques épidémiologiques.*
- [2] *Décembre 2021 : Suite à une analyse des différents modèles épidémiologiques, le choix a été porté sur le modèle SIR qui semble être le plus adéquat avec la pandémie Covid-19.*
- [3] *Janvier 2022 : l'infection d'un élève dans ma classe ce qui a bouleversé notre mode d'enseignement , et l'observation du non-respect protocole sanitaire dans la cantine*
- [4] *Février 2022 : Trouver une solution dans le but de limiter le nombre des personnes dans la cantine .*
- [5] *Mars 2022 : Le choix et l'achat des composantes électroniques.*
- [6] *Avril 2022 : Comprendre comment programmer une carte Arduino et bien manipuler les différentes composantes électroniques.*