

# MODÈLE SEIARDV ET VACCINATION : UNE ARME CONTRE LA COVID-19

Prix étudiants  
de l'ARC

EDITION 2020-2021

Alexia Roy  
Étudiante en Sciences de la nature  
Cégep de l'Outaouais

Sous la supervision de  
Olivier Rousseau, professeur de mathématiques

## RÉSUMÉ

En pleine pandémie de COVID-19, les autorités publiques analysent toutes les options pour affronter la crise. L'utilisation de modèles épidémiologiques est essentielle dans le but de prendre les meilleures décisions. Le modèle SEIARDV est une adaptation du modèle SEIR classique et du modèle SEIARD, lequel sert à étudier la propagation du virus sur le campus de l'Université d'Ottawa. Nos résultats démontrent qu'un taux de vaccination élevé empêche l'arrivée de nouvelles vagues et réduit considérablement la durée totale de la pandémie, ainsi que le nombre total de personnes rétablies et de celles décédées.

## 1. CONTEXTE DE LA COVID-19

En pleine période de pandémie, les autorités publiques veulent prendre les meilleures décisions possibles pour optimiser la gestion de la crise et minimiser la transmission du virus. Les modèles mathématiques leur sont utiles dans ce but.

## 3. MON MODÈLE SEIARDV QUÉBÉCOIS

### Que modélise mon modèle SEIARDV?

L'effet de la campagne de vaccination actuelle au Québec sur l'évolution de la COVID-19.

### Quelles sont ses caractéristiques? [figure 2]

Le compartiment des *Vaccinés* est ajouté.

Le modèle tient compte du fait que seulement un pourcentage de la population désire se faire vacciner. Le taux de vaccination moyen  $C_v$  est de 35 000 doses administrées chaque jour.

Début de la campagne de vaccination : le 14 décembre 2020. C'est à cette date que renvoient les données initiales dans la modélisation.



Figure 3

### Qu'en est-il du paramètre de transmission $\beta$ [figure 3]?

Sa valeur varie au fil du temps selon les mesures sanitaires et a été estimée grâce à une stratégie de variation de  $\beta$  parallèle aux mesures de confinement et de déconfinement. Un confinement léger correspond à  $\beta_{max}$  et un confinement strict correspond à  $\beta_{min}$ .  $\beta_{min} \approx 1.0e-8$  et  $\beta_{max} \approx 1.5e-8$ .

## 2. MODÈLES MATHÉMATIQUES

### Qu'est-ce qu'un modèle mathématique?

Un outil théorique qui modélise, dans ce cas-ci, une épidémie. Il se définit avec des compartiments, qui séparent la population en états possibles par rapport à la maladie, et des règles, qui dictent le rythme auquel les personnes passent d'un compartiment à un autre. Le tout est représenté à l'aide d'équations différentielles.

### À quoi servent les modèles exactement?

Modéliser la propagation du virus. Prédire le comportement de la pandémie en variant certains paramètres. Prédire et analyser les impacts que peuvent avoir certaines actions.

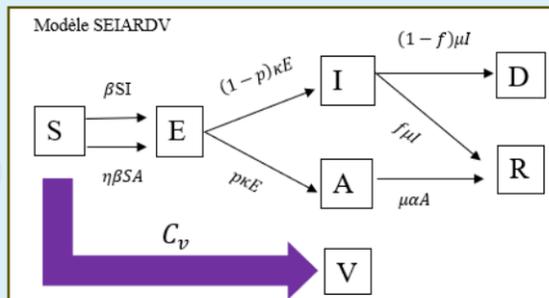
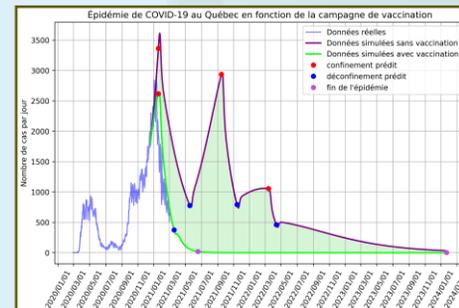


Figure 2

## 4. RÉSULTATS



### Quels sont les modèles couramment utilisés?

Le modèle SIR [figure 1], qui divise la population en trois compartiments distincts : *Susceptibles*, *Infectés* et *Retirés*.

Le modèle SEIR, dans lequel le compartiment des *Exposés* est ajouté.

Ce modèle est très pertinent pour modéliser la COVID-19, car il tient compte d'une période d'incubation (période pendant laquelle les exposés sont atteints, mais ne sont pas encore contagieux).

Le modèle SEIARD, dans lequel deux compartiments sont ajoutés : celui des *Asymptomatiques* et celui des *Décédés*.

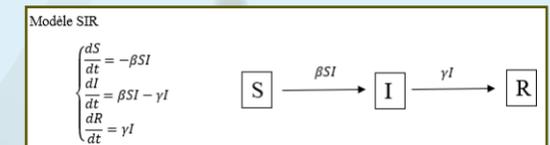


Figure 1

TABLEAU 1 : BILAN DE LA PANDÉMIE EN FONCTION DE DIFFÉRENTS TAUX DE VACCINATION

Taux de vaccination (vaccins/jour)	Proportion population vaccinée	Proportion population rétablie	Proportion population décédée	Durée totale de la pandémie (jours)
0	0 %	10,6 %	0,6 %	1130
35 000	60 %	3,0 %	0,1 %	182

« Soyons persévérants, vaccinons et le fameux arc-en-ciel se dessinera enfin à l'horizon! »

- Alexia Roy

## 5. DISCUSSION

### Que révèlent les résultats?

La vaccination a de nombreux effets positifs : il n'y a pas de nouvelle vague, la pandémie a une durée totale moins longue, il y a moins d'individus infectés par la COVID-19, donc moins de rétablis et de décédés.

### Quels facteurs pourraient être intégrés dans mon modèle SEIARDV pour le rendre plus précis?

L'influence des variants serait le facteur le plus important à ajouter. Il y aurait aussi les saisons, le pourcentage d'efficacité des vaccins et le délai entre l'exposition au virus et le dépistage.