

Keep calm and do the Math!

@roger\_mansuy





Vous constatez une invasion de zombies. Que faites-vous ?

- a. Vous criez fort !
- b. Vous courez.
- c. Vous cherchez des armes (batte de base-ball, machette, lance-flammes, arme automatique...)
- d. Vous vous cachez.

Vous constatez une invasion de zombies. Que faites-vous ?

- a. Vous criez fort !
- b. Vous courez.
- c. Vous cherchez des armes (batte de base-ball, machette, lance-flammes, arme automatique...)
- d. Vous vous cachez.
- e. Vous faites des mathématiques.

La zombification se comporte exactement comme une épidémie infectieuse.

D'ailleurs, il existe un exemple bien documenté de zombification : *Ophiocordyceps unilateralis* est un champignon qui infecte les fourmis *Camponotini* pour en altérer le comportement. Le champignon envahit le système nerveux périphérique (pas le "cerveau") pour prendre le contrôle des déplacements de la fourmi.

La zombification semble incurable.

Vous constatez une épidémie de grippe. Que faites-vous ?

- a. Vous criez fort !
- b. Vous courez.
- c. Vous cherchez des armes (batte de base-ball, machette, lance-flammes, arme automatique...)
- d. Vous vous cachez.
- e. Vous faites des mathématiques.

Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

- ▶ les gens vivants
- ▶ les gens morts-vivants
- ▶ les gens morts

Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

- ▶ les gens vivants ou **S**ains
- ▶ les gens morts-vivants
- ▶ les gens morts

Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

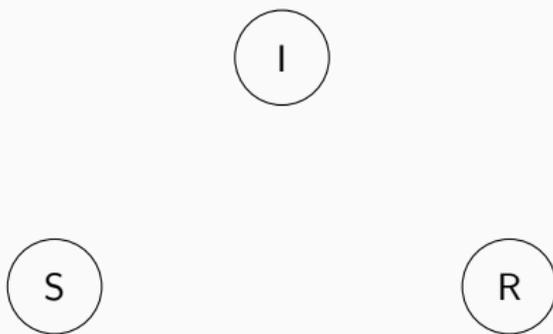
- ▶ les gens vivants ou **Sains**
- ▶ les gens morts-vivants ou **Infectés**
- ▶ les gens morts

Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

- ▶ les gens vivants ou **Sains**
- ▶ les gens morts-vivants ou **Infectés**
- ▶ les gens morts ou **Retirés**

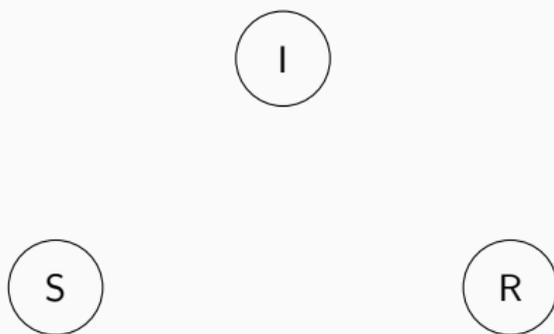
Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

- ▶ les gens vivants ou **S**ains
- ▶ les gens morts-vivants ou **I**nfectés
- ▶ les gens morts ou **R**etirés



Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

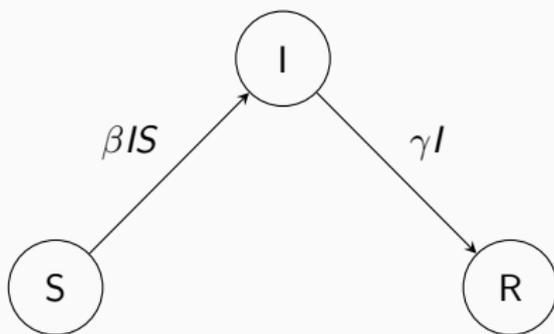
- ▶ les gens vivants ou **S**ains
- ▶ les gens morts-vivants ou **I**nfectés
- ▶ les gens morts ou **R**etirés



- ▶ taux de contamination :  $\beta$
- ▶ taux de mortalité des zombies :  $\gamma$

Dans une attaque de zombies, il y a trois groupes de personnes :

- ▶ les gens vivants ou **S**ains
- ▶ les gens morts-vivants ou **I**nfectés
- ▶ les gens morts ou **R**etirés



- ▶ taux de contamination :  $\beta$
- ▶ taux de mortalité des zombies :  $\gamma$

On en déduit le système d'évolution

$$\frac{dS}{dt} = -\beta IS$$

On en déduit le système d'évolution

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\beta IS \\ \frac{dI}{dt} &= \beta IS - \gamma I\end{aligned}$$

On en déduit le système d'évolution

$$\frac{dS}{dt} = -\beta IS$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

On en déduit le système d'évolution, appelé **SIR**

$$\frac{dS}{dt} = -\beta IS$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

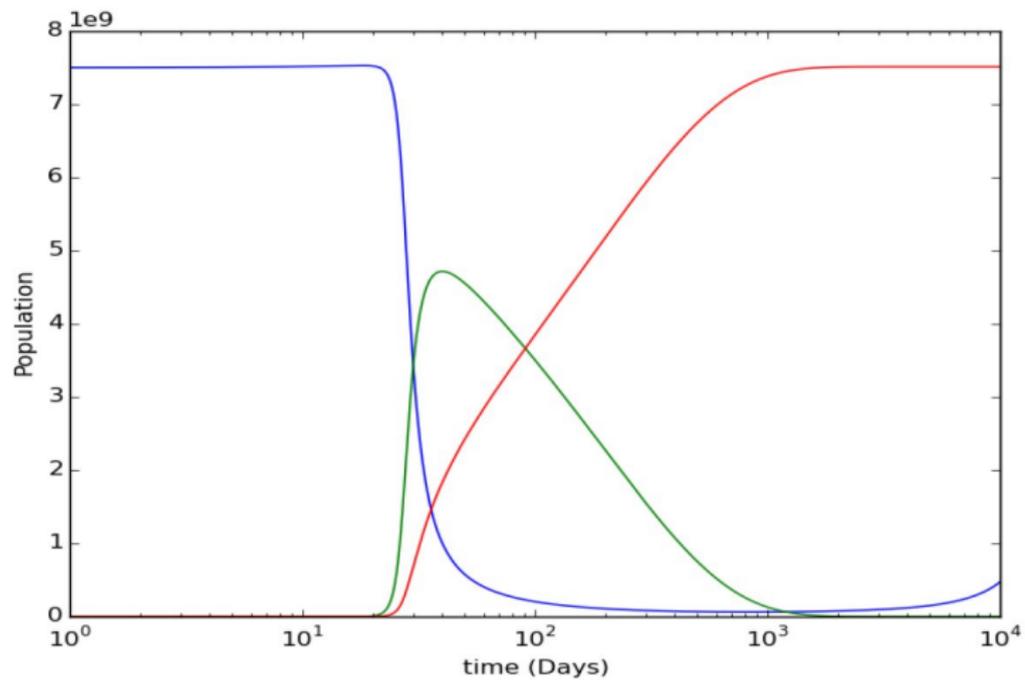
C.T. Davies, K.J. Cheshire, R. Garratley, J. Moore ont choisi un autre modèle

$$\frac{dS}{dt} = -\alpha IS^2 + \eta S$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha IS^2 - \gamma I - \kappa IS$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I + \kappa IS$$

*Another Zombie Epidemic* dans *Journal of Physics Special Topics*, décembre 2016



INSOLITE

# Cela ne prendrait qu'une centaine de jours aux zombies pour anéantir l'humanité

par David

7 janvier 2017, 16 h 32 min

## WHEN ZOMBIES ATTACK!: MATHEMATICAL MODELLING OF AN OUTBREAK OF ZOMBIE INFECTION

*Philip Munz<sup>1\*</sup>, Ioan Hudea<sup>1†</sup>, Joe Imad<sup>2‡</sup>, Robert J. Smith<sup>2§</sup>*

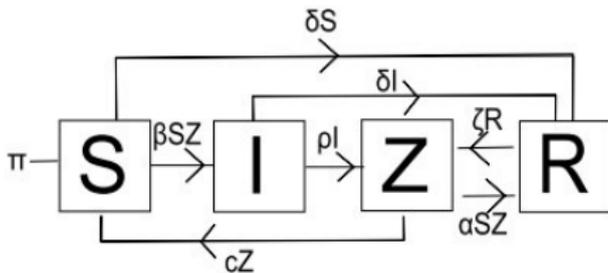
<sup>1</sup>School of Mathematics and Statistics, Carleton University,  
1125 Colonel By Drive, Ottawa, ON K1S 5B6, Canada

<sup>2</sup>Department of Mathematics, The University of Ottawa,  
585 King Edward Ave, Ottawa ON K1N 6N5, Canada

<sup>2</sup>Department of Mathematics and Faculty of Medicine, The University of Ottawa,  
585 King Edward Ave, Ottawa ON K1N 6N5, Canada

In *Infectious Disease Modelling Research Progress 2009*, J.M. Tchuente  
and C. Chiyaka eds, pp133-150.

Leur modèle compartimental est assez simple avec un compartiment pour une immunité partielle.



Leurs conclusions plutôt faciles à comprendre.

In summary, a zombie outbreak is likely to lead to the collapse of civilisation, unless it is dealt with quickly. While aggressive quarantine may contain the epidemic, or a cure may lead to coexistence of humans and zombies, the most effective way to contain the rise of the undead is to hit hard and hit often. As seen in the movies, it is imperative that zombies are dealt with quickly, or else we are all in a great deal of trouble.

Leur bibliographie plutôt originale pour un article « sérieux ».

- [2] Romero, George A. (writer, director), 1968 *Night of the Living Dead*.
- [3] Davis, Wade, 1988 *Passage of Darkness - The Ethnobiology of the Haitian Zombie*, Simon and Schuster pp. 14, 60-62.
- [4] Davis, Wade, 1985 *The Serpent and the Rainbow*, Simon and Schuster pp. 17-20, 24, 32.
- [5] Williams, Tony, 2003 *Knight of the Living Dead - The Cinema of George A. Romero*, Wallflower Press pp.12-14.
- [6] Capcom, Shinji Mikami (creator), 1996-2007 *Resident Evil*.
- [7] Capcom, Keiji Inafune (creator), 2006 *Dead Rising*.

Robert J. Smith, University of Ottawa, will be the recipient of the Distinguished Service Award for successfully using pop culture to showcase the power of mathematical modeling of infectious diseases, sparking the interest of mathematical and non-mathematical audiences worldwide. His academic paper on the mathematical modeling of zombies, published in 2009, went viral.

The article has received **114 academic citations**, has **45,000 hits on Google** and was the subject of a massive media campaign. His zombie paper was the **number one story on the BBC for 24 hours** and was **featured in the Wall Street Journal**.

*Communiqué de presse de Society for Mathematical Biology du 19/09/18*



# Faut-il des zombies pour parler de maths ?

**E**n dehors des revues spécialisées, les médias accordent peu d'espace aux mathématiques. Et c'est frustrant pour les mathématiciens. Ne pas pouvoir communiquer sur leurs travaux contribue

dont le but est de développer l'esprit critique du téléspectateur en le confrontant à des méthodes scientifiques ou historiques dans une narration pourtant peu crédible.

**NOS EXPERTS EN MORT-VIVANTS** ont ainsi pu expli-

Chronique mensuelle dans le magazine La Recherche en libre accès sur [https://www.larecherche.fr/rubrique/chronique-mathématiques](https://www.larecherche.fr/rubrique/chronique-mathematiques)

Cet homme n'est pas Robert Smith ?



Robert J. Smith ? est un professeur à l'université d'Ottawa, spécialiste de modélisation mathématique des épidémies.

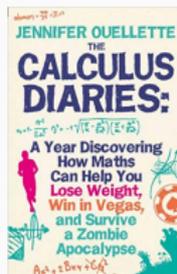


Robert J. Smith ? est un professeur à l'université d'Ottawa, spécialiste de modélisation mathématique des épidémies.



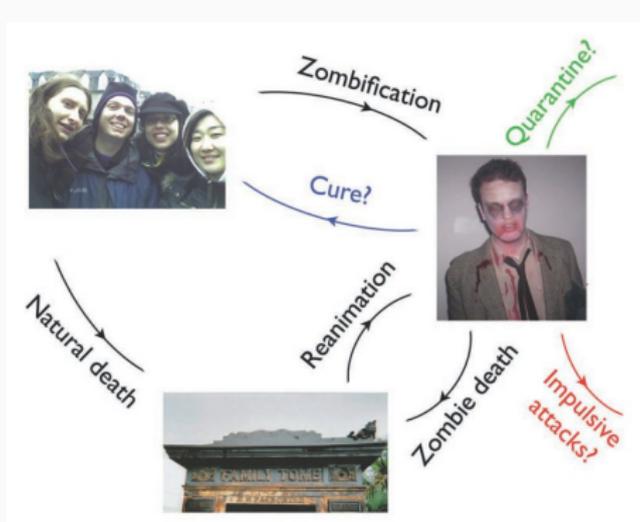
Il est l'auteur de plus d'une centaine de publications scientifiques sur les épidémies de Malaria, SIDA, Ebola... l'impact de la vaccination, l'utilisation de microbicides chez les travailleuses du sexe...

- Initialisation** « En 2009, j'ai publié un article dont je pensais qu'il n'amuserait personne à part moi. »
- Emballlement** « À ma grande surprise, les médias partagent mon sens de l'humour. » « Cela a permis une prise de conscience de la modélisation mathématique des maladies comme un véritable sujet scientifique. »
- Diffusion** « Des livres de vulgarisation mathématique ont repris à la fois ma modélisation des zombies et mes travaux plus sérieux sur le VIH. »

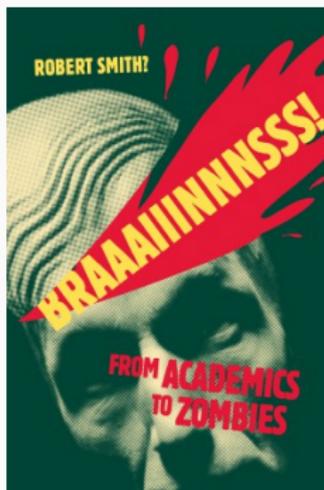


- Institution** « Pour l'hiver 2012, j'ai assuré un cours intitulé "Modélisation mathématique des zombies" qui illustrait une grande variété de techniques de modélisations mathématiques sous l'angle d'une apocalypse de zombies. »

Arrive ensuite une phase d'entretien du phénomène dans différents médias (télévision, presse nationale, presse locale, journaux étudiants...)



## Une déclinaison universitaire collective



Voici quelques chapitres...

- ▶ What Feminism Has to Say About World War Z
- ▶ The Zombie Threat to Democracy
- ▶ Classification and Causation of Zombification, and Guidelines for Risk Reduction and Management
- ▶ Strategic Intelligence Analysis of a Zombie Attack

## Un recueil mathématique collectif

# Mathematical Modelling of Zombies



**Robert Smith?**  
University of Ottawa Press

De nombreuses questions « pratiques » sont envisagées.

- ▶ Combien de temps peut-on espérer survivre sans mesure efficace ?
- ▶ Comment organiser la société (soldats, travailleurs, taupes) ?
- ▶ Comment savoir s'il reste des zombies ?
- ▶ Quand peut-on sortir de notre refuge ?
- ▶ Peut-on envisager une cohabitation sereine entre vivants et zombies ?

De nombreux sujets mathématiques sont abordés sous l'angle des zombies.

- ▶ Systèmes intégro-différentiels
- ▶ Processus de diffusion spatiale
- ▶ Processus stochastiques, chaînes de Markov
- ▶ Statistiques inférentielles
- ▶ Théorie des graphes
- ▶ Méthode de Monte-Carlo
- ▶ Modèle multi-agents (ABM simulé avec NetLogo)
- ▶ Logique floue

Il y a aussi un chapitre un peu à part par Robert J. Smith ? lui même en introduction de cet ouvrage sur une autre forme de viralité.

Il y a aussi un chapitre un peu à part par Robert J. Smith ? lui même en introduction de cet ouvrage sur une autre forme de viralité.

### 6 THE VIRAL SPREAD OF A ZOMBIE MEDIA STORY

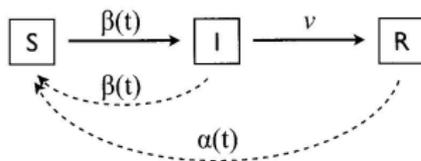


Figure 1.3: The model. Media outlets can be susceptible ( $S$ ), can be currently running the story ( $I$ ) or have run the story ( $R$ ). The measure of a story's newsworthiness is  $\beta$ , the rate at which the story becomes old is  $\nu$  (so that  $1/\nu$  is the story's natural lifespan) and the story's durability is  $\alpha$ .

But this book isn't the last word on the subject, nor is it intended to be. One of the unexpected side effects I've found from the original zombie paper is that mathematics teachers have started teaching zombies. I've seen this done in universities, in high schools and even to nine-year-olds. There's a very good reason: it engages students immediately, sometimes when nothing else will. This is a very important piece of the process: if we are to be giants, then we need the next giants to stand on our shoulders.

And that means the next step is up to you. Take the lessons learned here and create your own zombie models. Tweak one of the models and see what happens. Use a technique illustrated here to see how it might apply to fast zombies, vampires or werewolves. Create your own model entirely from scratch, just to see how your instincts compare to ours.

The conversation hasn't ended. It's only just begun.

Faut-il forcément abandonner les sujets sérieux pour faire passer de la science dans les médias généralistes ?

If we are to protect our children from this fast-moving disease, we must act immediately. Only sustained media attacks, delivered continuously, can turn the tide on what might well be the most infectious disease of our time. Tabloid journalism may be our last, best hope against total apocalyptic infection.

Faut-il forcément abandonner les sujets sérieux pour faire passer de la science dans les médias généralistes ?

Understanding the Dynamics of Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases Using Mathematical Models, 2012: 157-177 ISBN: 978-81-7895-549-0 Editors: Steady Mushayabasa and Claver P. Bhunu

## 7. A mathematical model of Bieber Fever: The most infectious disease of our time?

Valerie Tweedle<sup>1</sup> and Robert J. Smith<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Biology, The University of Ottawa, 585 King Edward Ave, Ottawa ON K1N 6N5 Canada;* <sup>2</sup>*Department of Mathematics and Faculty of Medicine, The University of Ottawa 585 King Edward Ave, Ottawa ON K1N 6N5, Canada*

If we are to protect our children from this fast-moving disease, we must act immediately. Only sustained media attacks, delivered continuously, can turn the tide on what might well be the most infectious disease of our time. Tabloid journalism may be our last, best hope against total apocalyptic infection.

« Maintenant retournez résoudre des équations. Quand les zombies arriveront, vous me remercirez. »