



[Title: RAPID: Scaling, causality, and modulation of the spread of COVID19](#)

[Michel Boufadel CIC Database Profile](#)

[NSF Award #: 2028271](#)

[YouTube Recording with Slides](#)

[January 2021 CIC Webinar Information](#)

[Transcript Editor: Julie Meunier](#)

Transcript

Slide 1

Je m'appelle Michel Boufadel. Je suis le chercheur principal et le Dr Xiaolong (Leo) Geng est le cochercheur principal. Nous avons collaboré avec plusieurs chercheurs du pays. Vous pouvez en voir la liste ici à Princeton, Duke, Rutgers, Hopkins, l'Université de Pittsburgh et l'Université de Cincinnati.

Slide 2

La première partie de l'exposé portera sur le nombre de cas aux États-Unis. Ces données proviennent de l'université Johns Hopkins, qui les fournit quotidiennement. Nous avons analysé la distribution spéciale du nombre de cas et vous pouvez voir ici en mars 2020 et en mai. Si vous zoomez sur une certaine région, disons la région de Washington D.C., nous avons remarqué que le nombre de cas observés est en dents de scie. Il y a donc un nombre élevé de cas, peut-être dans la région de Washington ou de Baltimore, puis on se déplace et il n'y a rien entre les deux. La population est plus petite et le nombre est plus élevé. Pour nous, cela rappelle ce que l'on observe dans les turbulences. Nous avons donc pensé que le nombre de cas serait multifractal.

Slide 3

Nous avons donc étudié la question. La conclusion est que le nombre de cas de COVID-19 est ce que l'on appelle une échelle, mais il n'est pas totalement aléatoire. Il est corrélé et nous analysons la corrélation à l'aide de ce que nous appelons le spectre de Fourier. D'abord parce qu'il s'agit d'une mise à l'échelle, on peut trouver une relation directe entre ce qui se passe à 10 kilomètres et ce qui se passe à 2 600 kilomètres. Au début, pendant la phase initiale de la maladie, la corrélation était faible, comme on peut le déduire de la pente. Au fur et à mesure que la pente s'accroît, la corrélation augmente et nous remarquons que la corrélation spatiale de la maladie converge vers la corrélation - la corrélation spatiale

de la population. Il s'agit là d'autres propriétés multifactorielles qui figurent dans l'article. Je ne vais pas en parler maintenant.

Slide 4

Pour notre étude, nous avons utilisé un modèle relativement simple élaboré il y a plus de 120 ans. Il s'agit du modèle SIR. Les personnes sensibles sont celles qui pourraient être infectées - les personnes infectées, infectieuses, puis éliminées. Elles peuvent être éliminées en raison de leur guérison ou de leur décès.

Slide 5

Nous utilisons donc ce modèle pour essayer de saisir ce qui se passe et vous savez, si vous vous souvenez de la figure de la pente spectrale, elle est ici représentée sous forme de série temporelle en utilisant également notre modèle qui est la ligne. Et l'on peut noter que nous avons pu produire la corrélation spatiale à l'aide de ce modèle. Il s'agit simplement d'une illustration du fonctionnement de notre modèle. Nous partons donc d'une population multifractale et nous lui attribuons le modèle d'infection. Vous pouvez ensuite voir le nombre de nouveaux cas avec le temps, le nombre de nouveaux cas avec les baisses.

Slide 6

La conclusion est que, vous savez, la première chose que nous avons trouvée est que la population, la distribution spéciale de la population est multifractale, ce qui nous permet d'expliquer pourquoi la distribution spatiale de COVID-19 est multifractale. Vous savez, il y a des travaux importants qui utilisent les big data pour modéliser la propagation de la maladie en utilisant le nombre de personnes, en utilisant leurs téléphones, donc notre approche, vous savez, fournit un compromis entre l'approche big - l'approche big data et, vous savez, l'ajustement des modèles à de petites villes, disons à l'échelle, disons, de Newark. Et il y a toujours des problèmes de confidentialité dans l'utilisation des big data. D'autre part, il s'agit peut-être de modélisation pure, mais nous croyons qu'en prêtant attention à la corrélation spéciale, on limiterait le modèle pour qu'il ne devienne pas sauvage.

Slide 7

La prochaine partie de mon exposé porte sur le mouvement des virions, ou simplement des particules, dans un supermarché. Imaginez un supermarché de 40 mètres de long et de 20 à 25 mètres de large. Et puis il y a les portes ici. Les flèches rouges sont les bouches d'aération d'où vient l'air. Et les flèches blanches sont les bouches de retour. Il s'agit d'une hypothèse.

Slide 8

Nous utilisons la simulation CFD [Computational Fluid Dynamics], que nous appelons RANS, pour modéliser le mouvement de l'air dans le supermarché.

Slide 9

J'aimerais vous montrer les résultats. Nous nous sommes concentrés sur l'attachement des particules. De nombreuses études portent sur le transport, mais nous nous sommes demandé ce qui s'était passé. Nous savons en effet que le virus ou les particules s'attachent aux surfaces. Ici, vous pouvez les voir s'attacher au plafond, en orange. Elles se fixent sur les étagères, en bleu, et sur le sol, en jaune. En

revanche, si l'on ne permet pas au virus de s'attacher, même au bout de 20 minutes, on le voit se répandre partout. La fixation sur les surfaces est donc importante pour prédire le transport des virus à l'intérieur des bâtiments.

Slide 10

Il s'agit d'une courbe avec un seul graphique. Vous avez la concentration à 5 mètres de la source. Il n'y a pas de fixation de gouttelettes de 5 microns, ce qui correspond à 20 % de la force de la source. Avec une fixation de 25 %, vous pouvez voir que la concentration est de 12 % et avec une fixation de 100 %, elle est de 10 %. Nous en concluons donc que la fixation ne joue pas de rôle, ce qui signifie que le type de surface dans le supermarché ne sera pas - ne jouera pas un rôle majeur parce qu'il y a eu des discussions sur la question de savoir s'il fallait utiliser du métal, du verre ou du plastique. D'après ces simulations, il semble que cela ne fasse pas une grande différence.

Slide 11

Une chose que nous avons étudiée est aussi, vous savez, quand ils ont dit, d'accord, il y a un sens unique dans le supermarché pour que les gens puissent marcher dans un sens - des allées à sens unique. Nous nous sommes alors dit que l'une des façons de réduire le nombre de particules de virus dans l'air était de créer des " chicanes ". En tant qu'ingénieur en environnement, nous sommes habitués à utiliser ce concept pour les réacteurs à écoulement piston. Nous en concluons que si vous placez ces chicanes dans le système, vous réduirez la concentration de particules dans l'air. L'autre conclusion de l'étude est que plus les allées sont étroites, meilleure est la qualité de l'air, ce qui est en quelque sorte contre-intuitif parce que chaque fois que vous regardez un supermarché, vous voyez de grandes allées et vous avez l'impression qu'elles sont plus saines. Je vous remercie de votre attention.