



Title: *RAPID: Fluid Dynamic Driving Mechanisms of Airborne Pathogen*

Transmission and Control

[Michael Kinzel CIC Database Profile](#)

NSF Award #: [2031227](#)

[Youtube Recording with Slides](#)

[February 2021 CIC Webinar Information](#)

Transcript Editor: Julie Meunier

Transcript

Slide 1

Eh bien oui, cet exposé porte essentiellement sur l'étude des moteurs de la dynamique des fluides associés à la transmission des pathogènes. Je me concentre sur le calcul et le co-PI Kareem Ahmed sur les expériences. Nous avons une belle équipe de post-doctorants et de doctorants qui nous ont aidés dans cet effort.

Slide 2

Nous y voilà. En fin de compte, nous nous demandons s'il est possible de contrôler la transmissibilité en contrôlant la dynamique des fluides sous-jacents dans la salive. Cela se résume à ce que nous appelons ici la courbe de Wells. Il s'agit de la taille des gouttelettes. Il s'agit de gouttelettes émises lors de la parole, de la toux, de l'éternuement, etc. Ce qui se passe, c'est que les très grosses gouttelettes ont tendance à tomber sur le sol. C'est le temps qu'il faut à une gouttelette pour tomber de deux mètres sur le sol, mais à un moment donné, elle s'évapore plus vite qu'elle ne tombe sur le sol et elle devient un aérosol. Quel est le lien avec les différentes voies de transmission ? Les très grosses gouttelettes ont tendance à tomber au sol, et elles ne sont en fait pas -- elles sont très difficiles à respirer, elles ne survivent pas autant à la distance sociale que les particules de taille moyenne. Ces particules moyennes sont celles qui sont piégées dans l'air que vous émettez en parlant, en toussant et en éternuant, et ce sont celles qui voyagent le plus loin. Il y a ensuite la voie aérienne. Il s'agit des gouttelettes qui s'évaporent et qui circulent dans la pièce sous forme de très petites particules. Ce qui se passe généralement, c'est que la gouttelette s'évapore, laissant essentiellement une particule virale avec une petite quantité qui peut encore survivre et transmettre la maladie, mais elle n'est pas nécessairement - elle est très petite et flotte simplement dans l'air essentiellement. L'objectif que nous poursuivons est

donc le suivant : pouvons-nous contrôler la dynamique des fluides sous-jacente associée à la génération de ces gouttelettes pour générer en moyenne des gouttelettes plus grosses et plus lourdes qui ont tendance à réduire la transmissibilité ? Nous voulons donc que ces gouttelettes tombent plutôt que de se répandre dans la pièce.

Slide 3

Les concepts de base que nous étudions sont la viscosité (c'est-à-dire l'épaisseur du liquide). Vous pouvez voir ici le miel (c'est un fluide très épais), vous pouvez penser aux variations de viscosité dans votre bouche, et spécifiquement dans la salive et le mucus, ainsi qu'au contenu - quelle quantité de salive vous avez dans votre bouche ou de mucus dans les différentes pellicules de votre corps et comment cela peut être lié à la transmissibilité. Nous étudions spécifiquement la transmission directe à l'aide de simulations numériques et d'expériences, ainsi que la transmission par voie aérienne, notamment dans des locaux tels que des restaurants, des salles de classe, etc. En fin de compte, notre question est la suivante : comment les propriétés de la salive (viscosité) influent-elles sur la transmission de la maladie ? Comment les propriétés de la salive (viscosité et contenu) sont-elles liées à la distance sociale et à la capacité des pièces ? Pouvons-nous étudier cela pour mieux comprendre ce qui motive les super propagateurs ? Et pouvons-nous mettre au point des produits qui réduisent réellement la transmission en se basant sur d'autres éléments qu'un masque ?

Slide 4

Voici donc quelques résultats de nos simulations numériques. Il s'agit d'une fine salive - que l'on pourrait concevoir comme un vaporisateur avec de l'eau - qui s'atomise ou se fragmente en un grand nombre de gouttelettes et se répand dans une pièce. C'est ce que nous observons dans nos simulations. Ces petites gouttelettes ont tendance à flotter, à s'envoler et à s'aérosoliser. D'un autre côté, on peut imaginer un fluide très épais - une façon très simple d'y penser est de penser à ce spray "Je ne peux pas croire que ce n'est pas du beurre" - qui tombe tout simplement, d'accord. Cela donne de très grosses gouttelettes, et lorsque nous étudions cela, nous voyons et observons que, oui, ces choses tombent, ne tombent pas. Il s'agit d'éternuements humains et vous pouvez voir que la majorité des gouttelettes, la majorité du contenu de quelque chose qui est émis, ou tous les fluides qui sont émis pendant l'éternuement, ont tendance à tomber sur le sol. Du point de vue de la probabilité, c'est le scénario idéal, car il y a moins de chances que le virus se transmette.

Slide 5

Si nous résumons cela, c'est une sorte de flic [pas clair] après environ cinq secondes. Vous pouvez voir ces gouttelettes rouges - ce sont toutes les fines gouttelettes de salive qui s'élèvent dans l'air - elles ne tombent pas vraiment ; les gouttelettes plus épaisses ont tendance à tomber. Si l'on considère essentiellement le nombre de gouttelettes, c'est-à-dire le nombre de gouttelettes en fonction du diamètre des gouttelettes (tout cela dans une région où les choses sont plus susceptibles de se transmettre), on constate que la salive fine produit beaucoup de gouttelettes qui s'envolent et sont très susceptibles de transmettre le coronavirus, alors que les gouttelettes peu nombreuses sont très lourdes et ont tendance à être beaucoup plus grosses, elles finissent par tomber. C'est en quelque sorte l'une des conclusions de l'étude, mais nous découvrons aussi beaucoup d'autres choses. Lorsque l'on se penche

sur la littérature dentaire, on constate que les humains ont tendance à avoir une salive plus épaisse. Ainsi, les personnes âgées, stressées ou malades, ou même les femmes par rapport aux hommes, ont une salive plus épaisse et moins abondante et sont moins susceptibles de transmettre des maladies. Notre super propagateur idéal est donc probablement un jeune homme de 18 ans - c'est probablement le profil du super propagateur. Mais nous nous demandons aussi, vous savez, cela pose une question : Les humains réagissent-ils naturellement pour réduire les voies de transmission par voie aérienne ? C'est peut-être une question intéressante et, du moins, il semble que nos études initiales indiquent que c'est peut-être le cas. Nous avons également constaté que si vous êtes congestionné, vos éternuements voyagent environ 65 % plus loin - en fait, ils bloquent le flux nasal, ce qui donne un jet plus fort qui sort de votre bouche. Si cela vous intéresse, nous avons publié un article sur la physique des fluides qui met en lumière certains de nos résultats.

Slide 6

Nous étudions également la transmission par voie aérienne. Nous venons de publier un article sur l'étude de la sécurité dans les salles de classe. En gros, les principaux résultats sont les suivants : nous constatons qu'en utilisant une modélisation avancée, nous obtenons une comparaison assez cohérente avec les estimateurs qui disent à quel point il est sûr de rester dans une pièce avec un certain nombre de personnes infectées, et le pire scénario que nous avons trouvé est que ces chiffres sont deux fois plus mauvais que le pire scénario de toutes les différentes voies de transmission ; vous pouvez donc penser à cette salle de classe où vous avez neuf élèves et un enseignant, il y a tout un tas de voies de transmission différentes et nous avons essayé d'identifier la pire voie de transmission, et ce cas n'était que deux fois plus mauvais que les estimateurs, ce qui est, je pense, une bonne chose à trouver. Une autre chose que nous étudions est le système de ventilation efficace - il s'agit d'une pièce avec une ventilation, donc une sorte de distribution de toutes les voies de transmission. Avec cette distribution, nous constatons un taux de transmission de 2 à 3 % - selon de nombreuses hypothèses - et, selon les mêmes hypothèses, une pièce non ventilée est deux fois plus dangereuse. Le dernier résultat que nous obtenons est que la probabilité d'infection dans le contexte de la voie aérienne est très faiblement corrélée à la distance, de sorte que la distanciation sociale n'est pas si efficace lorsque l'on se concentre sur la voie aérienne. La prochaine étape consiste donc à étudier - la plupart de ces études ont été menées sur la base de masques, nous voulons examiner les hypothèses de notre effet de type contrôle fluidique. En fait, nous pensons que nous obtiendrons une réduction d'environ 80 % des aérosols en utilisant le contrôle fluidique.

Slide 7

Si nous passons rapidement à un impact plus large, nous avons été en mesure d'aider Good Morning America à plusieurs reprises en étudiant, ou en utilisant nos visualisations, pour les aider à montrer à quel point certaines choses sont sûres. Il s'agit d'une étude dans laquelle nous montrons que ces barrières sont utiles, mais qu'elles ne sont pas infaillibles - n'utilisez pas de masques.

Slide 8

Nous passons ensuite à un autre article de Good Morning America avec Martin Bazant du MIT. Il s'agit en

fait d'une simulation d'une église entière et, essentiellement, nous sommes en mesure de visualiser comment les aérosols se déplacent dans de très grandes pièces.

Slide 9

D'accord, la dernière chose que nous cherchons à faire, c'est de savoir comment mettre cela en pratique dans la réalité. Nous avons donc mis au point un chocolat qui fait exactement ce que nous disons - il rend la salive plus épaisse et moins abondante - et nous pensons que ce serait une bonne façon de -- vous savez, les CDC recommandent maintenant des masques doubles, vraiment bien ajustés. Nous pensons qu'il pourrait s'agir d'une autre voie - un masque unique avec un chocolat qui est, vous savez, beaucoup plus souhaitable, beaucoup plus acceptable pour le public. Donc, si vous êtes intéressés, vous pouvez consulter notre, nous avons fait un National Academies I-corps et un pitch avec eux, et nous avons un site web - nous essayons d'obtenir ce genre de choses [pas clair]. Nous espérons donc qu'il s'agit d'une autre solution, et nous pensons que nous pouvons y parvenir.

Slide 10

C'est à peu près tout si vous avez des questions, n'hésitez pas à rester dans les parages.