



Risques d'infection au coronavirus dans les stations de ski

# Sur les traces de Sars-CoV-2 dans les téléphériques

29 janv. 2021 | NORBERT RAABE

Où se cachent les plus grands risques d'infection ? Comment pouvons-nous nous protéger et protéger les autres encore mieux ? Les scientifiques du monde entier travaillent à l'élargissement de nos connaissances sur Covid-19 - y compris à l'Empa. Les chercheurs utilisent désormais des mesures et des simulations pour examiner les cabines et les télécabines des stations de ski.



*Les flux d'air dans la cabine : aux fenêtres, un spécialiste mesure les flux d'air à l'aide de capteurs de pression d'air. Image: Streamwise GmbH*

Le Covid-19 est difficile à étudier, et les modèles mathématiques complexes qui quantifient les risques d'infection sont en fin de compte des tentatives d'approximation de la réalité - également dans le cas des stations de ski et des nombreuses personnes qui y font escale. C'est précisément dans cette réalité que l'équipe de l'Empa dirigée par Ivan Lunati du département "Etudes multi-échelles en physique du bâtiment" a commencé son travail : dans les cabines les téléphériques des remontées mécaniques du Engelberg-Trübsee-Titlis (BET).

Afin d'y étudier le facteur "échange d'air", dont on sait qu'il joue un rôle important dans la propagation des agents pathogènes, les chercheurs ont mené des campagnes de mesure. Ils ont examiné trois types de cabines : une cabine plus petite appelée Omega 3 avec un volume d'un peu plus de cinq mètres cubes pour un maximum de huit passagers et deux cabines plus grandes pouvant accueillir respectivement 80 et 77 personnes pour un volume d'un peu moins de 40 et un peu moins de 50 mètres cubes.

## L'air circule en direct par les fenêtres

*Les couleurs et les flèches indiquent en temps réel la vitesse et la direction de l'air extérieur qui entre dans la cabine. Image: Streamwise GmbH*

L'équipe de l'Empa a d'abord utilisé un système mobile pour étudier le mouvement de l'air dans ces cabines : En collaboration avec la société Streamwise, des capteurs de pression atmosphérique ont été utilisés pour enregistrer la distribution spatiale du flux en temps réel. À partir de ces données, les chercheurs ont ensuite calculé les "taux d'échange d'air" pour les différents types de cabines.

Les mesures de la teneur en CO<sub>2</sub>, qui est considérée comme une bonne mesure de l'échange d'air intérieur, ont été orientées dans le même sens. Pendant les trajets dans la plus petite cabine de la station aval à la station amont, à un peu plus de 2400 mètres d'altitude, deux capteurs - au niveau de la tête et de l'estomac - ont enregistré la concentration du gaz. Les résultats : Si les deux fenêtres coulissantes du côté droit de la gondole étaient fermées, la valeur augmentait presque linéairement jusqu'au prochain arrêt, lorsque les portes s'ouvraient. Si l'une des deux fenêtres était ouverte, l'augmentation du CO<sub>2</sub> était nettement plus faible. Et avec deux fenêtres ouvertes, la valeur s'est rapidement stabilisée autour de 500 ppm, ou "parties par million", après une valeur initiale de 400 ppm, qui correspond à la concentration en CO<sub>2</sub> de l'air extérieur.

Bien que la campagne de mesure du CO<sub>2</sub> soit toujours en cours, elle a déjà confirmé les résultats des mesures effectuées avec les capteurs de pression atmosphérique. Plus précisément : dans la plus petite cabine, l'air a été changé 138 fois par heure, dans la cabine moyenne 180 fois - et dans la plus grande cabine seulement 42 fois. Selon Ivan Lunati, cela s'explique par les fenêtres à charnières sur le toit de la nacelle : "Contrairement aux autres cabines, le flux d'air est très sensible", explique-t-il. "Il y a là des conditions d'écoulement plus compliquées, qui sont moins efficaces."

*Les couleurs et les flèches indiquent en temps réel la vitesse et la direction de l'air extérieur qui entre dans la cabine. Image: Streamwise GmbH*

wagon de train, il y a sept à quatorze changements d'air par heure ; dans un bureau moyen de deux

À première vue, le chiffre de 42 changements d'air par heure peut sembler faible, mais une comparaison avec d'autres espaces intérieurs donne une impression assez juste : dans un

personnes, même un seul changement d'air par heure environ. Ainsi, dans les cabines de téléphérique, les fenêtres ouvertes contribuent clairement à réduire le risque de concentrations élevées d'aérosols.

Mais qu'en est-il du taux d'émission d'agents pathogènes ? Un point délicat, selon Ivan Lunati, car certaines des propriétés du Sars-CoV-2 ne sont pas encore claires. En outre, on sait que le taux d'émission dépend du comportement d'une personne infectée. Respire-t-il calmement, ou est-il si épuisé par le ski qu'il souffle lourdement ? Rit-il, parle-t-il - et si oui, fort ou doucement ? Selon Ivan Lunati, les données fiables à ce sujet sont actuellement rares. En outre, la physique de la propagation des gouttelettes et des aérosols dans une pièce n'est pas entièrement comprise.

Afin de se rapprocher le plus possible de la réalité, les chercheurs de l'Empa ont amélioré les modèles de calcul souvent utilisés pour estimer les infections lors d'épidémies de virus et les ont utilisés pour élaborer leur propre estimation. Ce faisant, ils ont également tenu compte de la propagation du virus dans la population - c'est-à-dire de la probabilité qu'un, deux ou même plusieurs porteurs du virus soient présents dans une cabine. Un exemple numérique simple pour une cabine de cinq personnes : Si le virus se propage de 0,1 % de la population, la probabilité qu'une personne infectée non détectée soit présente serait statistiquement d'environ 1 sur 200 - et 1 sur 10 000 que deux personnes infectées soient présentes. Dans le cas d'une augmentation de 1 pourcent des infections de la population, ce risque serait de 1:20 pour une personne et de 1:1 000 pour deux personnes infectées.

Selon Ivan Lunati, le fait qu'une personne sur 100 soit infectée est une valeur tout à fait réaliste pendant une pandémie ; cela correspond également aux résultats du test de masse effectué dans les Grisons. Un scénario réel dans lequel 80 personnes occupent une cabine entièrement occupée serait bien sûr plus délicat dans ce cas : selon les experts de l'Empa, la probabilité qu'une personne soit infectée sans être détectée est d'environ 36 %. Et que deux passagers soient infectés, c'est environ 14 %.

## Coronaviren in der Gondel



## Dîner, bureau ou téléphérique ? Comparaison des risques

*Comparaison des risques d'infection dans trois situations différentes pour une proportion de 1% de personnes infectées dans la population : la courbe bleue montre la probabilité d'un trajet de douze minutes en télécabine pour un maximum de huit personnes. La courbe verte le montre pour deux personnes qui sont dans un bureau de 20m<sup>2</sup> pendant huit heures. La courbe orange le montre pour huit personnes parlant fort dans une pièce de 30 m<sup>2</sup> avec les fenêtres fermées, par exemple lors d'un dîner. Illustration: Empa*

À partir de ces facteurs et d'autres, comme le temps nécessaire aux agents pathogènes pour devenir inactifs, les chercheurs ont d'abord calculé le risque d'infection pour les personnes sensibles en cabine - et l'ont ensuite utilisé pour calculer un risque pour tous les passagers. Les paramètres les plus importants sont le taux de renouvellement de l'air, le nombre de personnes infectées par volume d'air et la durée totale de séjour. Les résultats obtenus pour une cabine de téléphérique plus petite (huit personnes, fenêtres ouvertes) sont illustrés par une comparaison avec d'autres lieux : un dîner sur 30 mètres carrés avec huit personnes parlant fort serait massivement plus risqué. Le risque d'infection lors d'un voyage de 12 minutes dans la petite cabine est également beaucoup plus faible que lors d'une journée de travail de 8 heures dans un bureau de 20 mètres carrés pour deux personnes, le "remplissage d'air" étant remplacé une fois par heure. Ainsi, si les fenêtres sont laissées ouvertes, une journée de ski avec quelques trajets en cabine signifie un risque d'infection bien moindre qu'une journée de travail dans un bureau mal ventilé pour deux personnes.

Les estimations des chercheurs de l'Empa ont été initialement conçues pour le cas "sans masque". "Nous voulions déterminer le risque pur d'infection lié au temps passé dans les cabines de téléphérique", explique Ivan Lunati. "Lorsqu'ils sont portés correctement, les masques réduisent le risque en fonction de leur performance de filtrage respective. Ils protègent très bien, surtout contre la transmission de grosses gouttelettes, par exemple par la parole".

## Moins de passagers = moins de risques

*C'est ainsi que le nombre de passagers l'affecte : La courbe du haut montre le risque d'infection pour une occupation complète avec huit personnes, la courbe du milieu pour cinq personnes et la courbe du bas pour une demi-capacité, c'est-à-dire quatre personnes. Illustration: Empa*

certainement la bonne stratégie", dit Ivan Lunati.

Quelles sont les recommandations spécifiques qui découlent des nouvelles conclusions ? Outre le conseil évident de "ventiler s'il vous plaît", il est également utile de limiter le nombre de passagers par voyage. "Cela se fait déjà dans les stations de ski de toute façon et c'est

En tout état de cause, ces informations devraient être utiles aux exploitants de remontées mécaniques. "La coopération avec l'Empa nous permet d'obtenir des données de mesure professionnelles et indépendantes", déclare en tout cas le responsable marketing Urs Egli de Titlis Bergbahnen. "Nous apprécions beaucoup cette coopération. Et au vu de la situation actuelle, elle est encore plus précieuse pour nous".

## La toux dans la ligne de mire de la science

*Air comprimé par des tuyaux jusqu'à la "bouche" : Deux caméras peuvent enregistrer exactement comment les gouttelettes se répandent dans l'air à la suite d'événements respiratoires tels que la toux. Image: Empa*

A l'avenir, les chercheurs de l'Empa ont l'intention d'affiner encore leurs modèles ou même de développer des approches totalement nouvelles afin de se rapprocher encore plus de la réalité. Et ils veulent également améliorer la base de données pour la propagation du virus - avec un "appareil de toux" qu'ils ont développé dans leur laboratoire. À partir de deux cylindres, comparables à des poumons, de l'air comprimé spécial est amené par des tuyaux dans une "tête" : chauffée à la température du corps, elle est enrichie d'humidité et de gouttelettes, dont la propagation est ensuite enregistrée par deux caméras - également adaptées pour tester de futurs masques de protection.

Des discussions au sujet d'une coopération sont déjà en cours avec le fabricant de téléphériques CWA à Olten, qui a suivi et soutenu cette recherche. "Le sujet de l'échange d'air a été jusqu'à présent plutôt négligé", déclare Massimo Ratti. Des données comme celles de l'Empa seraient vraiment utiles - non seulement dans la situation actuelle, mais aussi dans la perspective des futures remontées mécaniques dans les transports publics, dit le "Chief Technical Officer" de la CWA. Après tout, les exigences y sont encore plus élevées que dans les stations de ski, explique l'expert : "Nous serions très intéressés de participer à un projet de recherche pour des cabines avec une circulation d'air encore meilleure".

## Aérosols dans les environnements intérieurs

Un premier lien simple entre les coronavirus dans l'air et le risque d'infection à l'intérieur a été établi par l'équipe de Jing Wang du Laboratoire des technologies analytiques avancées de l'Empa avant la saison hivernale 2020/21. Les chercheurs ont analysé les données des infections virales causées par le coronavirus ainsi que des épidémies de maladies coronavirales que sont le SRAS et le MERS. Ils ont comparé le risque d'infection à l'intérieur par contact avec des gouttelettes ou des aérosols contenant le coronavirus. Conclusion : le risque d'infection pour une personne - sans masque - est environ 1000 fois plus élevé si elle se trouve à moins d'un mètre d'une personne infectée que le risque d'infection par des aérosols contenant le virus dans la pièce.

Cependant, si la pièce est réduite à un dixième de la surface, le risque d'infection est multiplié par dix environ. Une mauvaise ventilation, une durée de séjour plus longue et la présence d'un plus grand nombre de personnes infectées dans la pièce augmentent encore le risque d'infection. La Swiss National COVID-19 Science Task Force a inclus dans ses recommandations les conclusions de Jing Wang sur le rôle des aérosols dans la transmission du SRAS-CoV-2. Jing Wang, qui est également professeur à l'Institut d'ingénierie environnementale de l'ETH Zurich, travaille sur un autre sujet de recherche spécifique au COVID-19 : avec son équipe, il a développé un biocapteur optique qui peut détecter le coronavirus dans l'air en temps réel (Link).

## Information

Dr. Ivan Lunati (risk of infection in cable cars)

Laboratory for Multiscale Studies in Building Physics

Tél. +41 58 765 41 11

Ivan.Lunati@empa.ch

Prof. Dr. Jing Wang (Biosensor)

Advanced Analytical Technologies

Tél. +41 58 765 61 15

Jing.Wang@empa.ch

---

## Rédaction / Contact médias

Norbert Raabe

Communication

Tél. +41 58 765 44 54

redaktion@empa.ch

---

## Images

Des images en haute résolution peuvent être téléchargées ici.

---

## Follow us



Imprimer



Partager

Dübendorf

T +41 58 765 11 11

F +41 58 765 11 22

[Directions PDF](#)

St. Gallen

T +41 58 765 74 74

F +41 58 765 74 99

[Directions PDF](#)

Thun

T +41 58 765 11 33

F +41 58 765 69 90

[Directions PDF](#)

[Impressum](#)

[Disclaimer](#)

[Print](#)

[Sitemap](#)

**[NEWSLETTER](#)**

Don't miss it

[Subscribe](#)

[Datenschutz](#)