




Qualité de l'air dans les transports et risque COVID-19, comprendre le débat

A la une, Aération, Prévention, Suivi CO₂, Transmission aérosol /  Le collectif / 16 juin 2021

Le syndicat [Sud-Rail](#) a réalisé des mesures de CO₂ à bord de TGV en avril 2021. Constatant des niveaux trop élevés dans le contexte de la COVID-19, il a exercé son « *droit d'alerte pour danger grave et imminent* », ce qui a donné lieu à un [rapport de l'Inspection du travail](#) du Rhône. Envoyé à la Direction de la SNCF et relayé par [Mediapart](#), ce rapport fait état de concentrations en CO₂ beaucoup trop élevées, relevées sur plusieurs trajets.

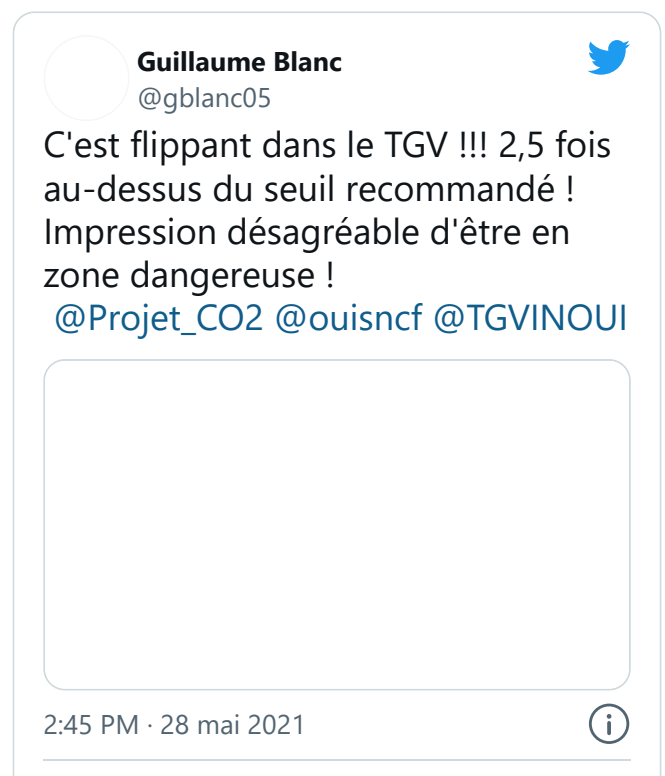
D'après le rapport, *“les constats effectués le 12 mai 2021 et les résultats des mesures communiquées le 18 mai 2021, font apparaître un risque d'exposition des agents à bord (et des clients) au virus SARS-CoV-2 en l'absence de mesures effectives permettant le respect des gestes barrière ainsi que d'assurer un renouvellement de l'air efficace.”*

Ce constat est partagé par des usagers sur Twitter, qui diffusent leurs propres mesures de CO₂, photos à l'appui, utilisant par exemple le hashtag [#trainCO2](#), dans l'esprit des [#CO2 guerillas](#) et [#CovidCo2](#).

Pourquoi surveiller la concentration de CO₂ ?

Notre respiration nous fait expirer du CO₂ qui, dans un espace clos, s'accumule dans l'air. Par exemple, si l'on mesure dans une pièce une concentration de 3 000 parties par million (ppm) de CO₂, cela veut dire que la [proportion d'air déjà expiré y est de 6,8%](#). Cet air expiré par d'autres entre ensuite dans nos poumons lorsque nous inspirons. A l'extérieur, la concentration en CO₂ est d'environ 415 ppm.

Mesurer le CO₂ permet donc de savoir si l'air est suffisamment renouvelé ou s'il faut ventiler. En période de pandémie d'un virus qui se transmet essentiellement par [aérosols](#), c'est-à-dire via des particules émises par des personnes contagieuses et qui restent en suspension dans l'air, cette mesure est cruciale. Le risque augmente, par ailleurs, avec le [temps](#)



passé dans un espace.

152 20 Partager ce Tweet

Tweetez votre réponse.

Une [étude d'un groupe de modélisation](#) du Royaume-Uni a estimé la concentration en CO₂ de différents

événements de super-propagation bien documentés : *"à partir des données fournies sur la taille des pièces, l'occupation, les niveaux d'activité et les taux de ventilation estimés, il est possible d'estimer que les concentrations de CO₂ attendues dans certains de ces espaces seraient supérieures à 3 500 ppm, et probablement supérieures à 5 000 ppm."*

Depuis avril 2021, justement pour limiter le risque de contamination au SARS-CoV-2 par voie aérienne, le [Haut Conseil de la Santé Publique \(HCSP\)](#) [préconise](#) pour les Établissements Recevant du Public (ERP) de maintenir la concentration de CO₂ en dessous de 800 ppm, et de 600 ppm pour les lieux de restauration. De nombreux pays comme [Taiwan](#), la [Corée du Sud](#), l'[Europe \(recommandations de l'OMS pour les écoles\)](#), l'[Espagne](#), les USA ([800 ppm depuis le 2 juin](#)) préconisent aussi des seuils autour de 1000 ou 800 ppm. Par ailleurs, une étude a montré que dès 1400 ppm de CO₂ on peut observer une [baisse de performance](#) des fonctions cognitives.

Le lien entre CO₂ et risque de contamination par le SARS-Cov-2 a toutefois des limites, notamment le fait que [l'émission d'aérosols est beaucoup plus grande lorsqu'on parle fort ou qu'on fait de l'exercice](#), mais cela n'a qu'un impact très faible sur l'émission de CO₂. De plus, le virus dans les particules en suspension perd de son pouvoir infectieux avec le temps, et celles-ci finissent par se déposer. Enfin, masques et filtres n'auront pas d'impact sur le relevé de CO₂ mais limiteront beaucoup le risque de se contaminer.

Et dans les trains ?

La [norme Européenne](#) de 2014 pour le transport ferroviaire pose une limite de 5 000 ppm qui vise, notamment, à éviter les odeurs corporelles... A 5 000 ppm, 12% de l'air a déjà été respiré par d'autres. Dans l'espace clos d'une voiture de TGV, où l'ouverture des fenêtres est impossible, la question de la qualité de l'air est cruciale. D'autant qu'il s'agit parfois de lieux de restauration où les masques sont enlevés pendant de longues périodes.

Le système de ventilation des TGV fonctionne avec 1/3 d'apport d'air extérieur et 2/3 d'air recyclé via le système de climatisation, explique la SNCF dans [un communiqué](#) de mai 2020, précisant que « *les matériels TGV sont conçus pour maintenir un niveau de CO₂ compris entre 1000 et 1500 ppm.* » On constate, pourtant, des concentrations de CO₂ de [2627](#), [3000](#),

 **Du Côté de la Science** @Cote_Science 

Encore un voyage en #TGV où le renouvellement de l'air paraît inadéquat... surtout si les voyageurs enlèvent leur masque pour le repas - et en l'absence de filtres #HEPA #trainco2

 **Dre Corinne Depagne**     @c...

En réponse à @corinne_depagne @wallygator07 et 2 autres personnes

Et est respiré par ceux qui l'ont enlevé à leur tour
Qui portent mal le masque
Qui ont un masque défectueux (humide, en tissu....)

On serait plus tranquilles si le renouvellement était de meilleure qualité

voire un pic de plus de 4000 ppm, à bord de certaines voitures.

Le 8 juin 2021, la SNCF explique que les recommandations du HCSP concernent bien les ERP mais pas le transport ferroviaire et invoque la norme Européenne de 2014 et son seuil de 5 000 ppm. Elle précise dans son application "SNCF les infos", dans un article intitulé "Teneur en CO2 et risque Covid : qu'en est-il dans les trains ?" que "cette norme, antérieure à l'apparition de la Covid-19, n'a pas été remise en question par les autorités de santé depuis le début de la crise sanitaire". C'est bien tout le problème !

Cité par [Mediapart](#), le ministre des Transports Jean-Baptiste Djebbari a précisé de son côté que: "en concertation avec les autorités sanitaires, il n'a pas été jugé nécessaire de modifier cette norme, au vu de la ventilation dans les transports en commun, et du peu de risque de surinfection". Or, une concentration de 5 000 ppm de CO₂ à bord d'un train indiquerait justement que la ventilation y est très insuffisante !

Des filtres, oui, mais lesquels ?

Si l'air ne peut être que partiellement renouvelé, on peut faire appel à un filtre HEPA (*High-Efficiency Particulate Air*) qui permet d'éliminer les particules en suspension dans l'air, y compris les aérosols potentiellement chargés de virus.

Comme l'explique [l'Institut national de recherche et de sécurité \(INRS\)](#): "seuls les dispositifs équipés de filtres HEPA de classe minimale H13 selon la norme EN 1822-1 et installés de manière parfaitement étanche permettent d'arrêter efficacement les aérosols susceptibles de véhiculer le virus."

Le Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) précise d'ailleurs sur Twitter que les avions en sont équipés: "la sécurité sanitaire est garantie à bord d'un avion. Des filtres HEPA comme ceux des salles d'opération filtrent 99,9% des particules, dont les virus. L'air de la cabine est renouvelé toutes les 2-3 minutes avec de l'air extérieur. #KeepTrustInAirTravel"

L'usage de filtres HEPA est présenté par le GIFAS comme un gage de sécurité et une raison de voyager en toute confiance.

Avec des filtres HEPA, un taux de CO₂ élevé indiquera bien que l'air a déjà été respiré, mais le lien avec le risque de contamination sera moins pertinent, les particules virales étant retenues par le filtre.

L'Agence ferroviaire européenne (ERA) [estime difficile d'équiper](#) les trains de filtres HEPA car ils ont "besoin

renouvellement etait de meilleure qualite

9:35 PM · 6 juin 2021



79



7



Partager ce Tweet

[Tweetez votre réponse.](#)

d'une pression et d'une vitesse d'air élevées pour fonctionner" et les systèmes de ventilation actuels "ne sont pas conçus pour générer un tel flux d'air."

On lui objectera que la compagnie italienne Italo vient d'[investir 50 millions d'euros](#) pour [équiper ses trains](#) de filtres HEPA, et que des opérateurs partout dans le monde, comme à [Manille](#) ou à [Chicago](#), les utilisent également. Quant à l'excursion vers le Machu Picchu au [Pérou](#), elle se fera en toute sérénité, pour la même raison !

A ce jour, les filtres utilisés dans les TGV *"ne sont pas des filtres HEPA, mais de type gravimétrique"* déclare la direction de la SNCF à [Mediapart](#) qui commente: *"c'est là la grosse faille du système de ventilation. »* Pourquoi ? Parce que si ces filtres sont effectivement de type gravimétrique, dits *"grossiers"* ([classe G : grosses particules d'un diamètre > 5 µm](#)), alors ils ne filtrent pas du tout les aérosols, ni les virus.

Le communiqué de la SNCF déclarant que *"l'air recyclé subit en permanence un traitement mécanique, hygrométrique et thermique qui permet de diminuer le taux de particules virales diffusées par aérosolisation : la performance de filtrage de l'air dans les trains équivaut à la performance d'un masque chirurgical,"* semble donc loin de clore le débat.

De son côté, dans une mise à jour datant du 2 juin 2021, le [Center for Disease Control \(CDC\)](#) américain [résume très bien cette problématique](#): *"une référence potentielle pour une bonne ventilation est un taux de CO₂ inférieur à 800 parties par million (ppm). Si les valeurs de référence sont supérieures à ce niveau, il faut réévaluer la possibilité d'augmenter l'apport d'air extérieur. S'il n'est pas possible de descendre en dessous de 800 ppm, il faudra recourir davantage à une meilleure filtration de l'air (y compris avec des purificateurs d'air HEPA portables)."*

Pas de transmission, ou pas de traçabilité ?

Des masques efficaces et bien portés limitent fondamentalement le risque de transmission du virus dans l'air. Même avec une concentration en CO₂ élevée, le risque est diminué.

Mais si le port du masque est obligatoire, et que la SNCF dit constater un respect de cette règle *"à plus de 95%"*, il reste [aléatoire](#). Certains passagers le baissent pour boire ou manger, ou lorsqu'il n'y a pas de contrôleur. D'autres ne l'ajustent pas bien, laissent leur nez prendre l'air tout au long du voyage, l'enlèvent pour parler, voire pour tousser...

Le ministre des Transports, Jean-Baptiste Djebbari, déclarait récemment [sur CNews](#) : *« les chiffres que nous avons nous montrent que les transports en commun, parce que vous y passez peu de temps, que vous y parlez peu et que vous portez le masque, ne sont pas des lieux de propagation prioritaires. »* Quant au ministre de la Santé Olivier Véran, il a déclaré [sur BFM-TV](#) le 6 juin 2021 : *"est-ce que le train est un cluster ambulant ? La réponse est non ! »*

La [définition officielle](#), qui date de juin 2020, caractérise un cluster par la détection de 3 cas sur une période de 7 jours *"appartenant à une même communauté ou ayant participé à un même rassemblement de personnes, qu'ils se connaissent ou non"*.

Toutefois (hors usage généralisé d'applications de traçage Bluetooth), il est impossible d'attribuer une contamination à une rencontre 4 jours auparavant avec un inconnu dans un train, donc la réalité est que, faute de traçage, aucun "cluster ferroviaire" ne peut jamais être remonté à Santé Publique France.

Or chaque voiture du TGV est bien un rassemblement de personnes, et l'on y séjourne plusieurs heures, partageant l'air à 40 ou 50 dans un volume d'environ 70m³. L'absence de preuves vaut-elle preuve de l'absence de contaminations ?

Transports et contaminations

Le cas d'un voyage en bus en Chine, en janvier 2020, où [24 des 68 passagers](#) avaient contracté la COVID-19 après avoir passé 1h40 en présence d'un cas index, fenêtres fermées et climatisation recyclant l'air intérieur, est éloquent. La Corée du Sud fait donc circuler les bus à air conditionné [toutes fenêtres ouvertes](#), depuis un an.

Une autre étude portant sur des trajets en train à grande vitesse en Chine de décembre 2019 à mars 2020, a conclu que "[la COVID-19 présente un risque élevé de transmission parmi les passagers des trains](#)", risque variable selon la durée du voyage et l'emplacement des sièges.

Les contaminations sont donc possibles, mais on n'en connaît pas la fréquence. Sont-elles rares, ou non documentées ?

Qu'en retenir ?

La concentration de CO₂ dans l'air est un reflet de la ventilation d'un espace intérieur: si elle dépasse 800 ppm, cela témoigne d'un air non renouvelé et potentiellement contaminant. En effet, on sait maintenant que [le virus est aéroporté et se transmet principalement par l'inhalation d'aérosols contaminés](#) expirés par une personne contagieuse.

La surveillance du CO₂ dans l'air intérieur permet de savoir s'il y a des risques pour notre santé. Le mieux serait d'équiper chaque voiture de détecteurs de CO₂ et, pour la ventilation, d'insister sur l'apport d'air extérieur et d'utiliser des filtres HEPA qui retiennent les particules virales.

Il est essentiel, également, de mobiliser la communication publique pour sensibiliser les responsables et les personnels sur la contamination par aérosols, pour que chacun ait conscience du problème.

Entre "circulez, y'a rien à voir" et "le train, ce cluster ambulante...", il existe un juste milieu, avec vraisemblablement des contaminations, car tous les éléments sont réunis. Or il est possible d'agir.

Quelques références

Contamination dans les transports

Risque de transmission de COVID-19 chez les passagers des trains : une étude épidémiologique et de modélisation

“La COVID-19 présente un risque élevé de transmission parmi les passagers des trains, mais ce risque présente des différences significatives avec la durée du voyage et l'emplacement des sièges.”

[Risk of Coronavirus Disease 2019 Transmission in Train Passengers: an Epidemiological and Modeling Study](#)

Hu et al, *Clinical Infectious Diseases*, 15 février 2021

La transmission du SRAS-CoV-2 parmi les usagers de bus dans l'est de la Chine

Dans ce bus de Ningbo (Chine), 24 des 68 passagers ont contracté le COVID-19 à partir d'un cas index. Fenêtres fermées, air conditionné recyclé.

“Ces résultats suggèrent que les efforts futurs de prévention et de contrôle doivent prendre en compte le potentiel de propagation par voie aérienne du SRAS-CoV-2, qui est un agent pathogène hautement transmissible dans les environnements fermés avec recirculation de l'air.”

[Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China](#) Y. Shen

et al, *Jama Internal Medicine*, 1 septembre 2020

[Les bus en Corée du Sud roulent vitres ouvertes depuis un an](#) pour éviter de reproduire l'incident du bus de Ningbo.

La réglementation européenne sur le ferroviaire (sur le CO2)

[COVID-19 INFORMATION BULLETIN](#) European Union Agency for Railways (ERA)

The current Technical Specifications for Interoperability for locomotives and passenger rolling stock (1) (TSI LOC&PAS) impose a maximum CO2 level of **5000** parts per million (ppm) inside the vehicle's passenger area, but they do not impose any specific measures to prevent the spread of micro-organisms. Railway vehicles are already designed to allow optimal ventilation. Adapting some aspects of the train design, ensuring its proper maintenance and influencing certain settings may contribute to further reduce the risk of spreading of the COVID-19 virus.

Les filtres HEPA

[COVID-19 INFORMATION BULLETIN](#) European Union Agency for Railways

High-efficiency particulate air (HEPA) filters can retain aerosols containing SARS-CoV-2. To be able to filter properly, several parameters like air pressure and speed, or the effective surface of the filters have to reach specific values. HEPA filters need high air pressure and speed to function, and current ventilation systems in trains are not designed to generate such airflow.

[Italo indique avoir équipé ses trains de filtres HEPA](#) communiqué de la compagnie.

[Italo, 50 milioni per montare i filtri d'aria degli aerei sui suoi treni](#) *La Repubblica* 17 mai 2021

“Italo investit 50 millions d'euros pour installer des **filtres HEPA** (High Efficiency Particulate Air filter) sur ses trains à grande vitesse, ceux qui favorisent le renouvellement de l'air à bord des trains : une technologie utilisée jusqu'à présent uniquement dans le secteur aérien qui, pour la première fois au monde, débarque sur les chemins de fer.”

Le rapport de l'Inspection du Travail sur le cas des TGV

DNA [Covid-19 et aération dans le TGV : l'inspection du travail accable la SNCF](#)

“Ainsi la communication des résultats des mesures effectuées indique une moyenne de 1380 ppm en R7 et 1080 ppm en R5 avec un pic compris entre 2000 ppm et 4200 ppm entre 7h41 et 08h02 pour la mesure R7 et entre 2000 ppm et 3000 ppm entre 07h45 et 07h57 pour la mesure en R5. Par ailleurs les relevés indiquent des valeurs supérieures à 800 ppm sur la totalité du trajet pour les deux points de mesure mettant en évidence un renouvellement d’air insuffisant. (...)

[Communiqué Sud Rail](#) du 16 avril 2021 et [Communiqué Sud Rail](#) du 9 juin 2021

CO2 et évènements de super-propagation

[Application of CO2 monitoring as an approach to managing ventilation to mitigate SARS-CoV-2 transmission](#) Environmental Modelling Group (EMG) and Scientific Pandemic Insights Group on Behaviours (SPI-B), UK gov, 27 mai 2021

- La ventilation est une importante mesure d’atténuation de la COVID-19, mais comme l’air est invisible, les individus et les organisations peuvent avoir du mal à gérer efficacement la ventilation.
- Le CO2 se trouve dans l’air expiré et représente donc la fraction d’air qui a été expirée par les individus dans un espace. Il s’agit d’un indicateur efficace de l’occupation et/ou de la ventilation, mais pas d’un indicateur direct du risque d’infection.
- La surveillance du CO2 peut être un moyen rentable d’aider à identifier les espaces à forte occupation et/ou à mauvaise ventilation et de gérer activement la ventilation. Il peut être utilisé pour permettre un bon équilibre entre la ventilation, le confort thermique et la consommation d’énergie.
- L’introduction de la surveillance du CO2 est techniquement simple, mais nécessite des conseils clairs et codifiés avec les utilisateurs pour permettre aux détecteurs d’être utilisés efficacement afin de soutenir de meilleurs comportements de ventilation et d’occupation.
- Le contrôle du CO2 n’est pas une mesure d’atténuation directe ; c’est un moyen de guider des actions supplémentaires pour gérer la ventilation.

Politique de confidentialité **Mentions légales**

Du Côté de la Science - collectif