



Synthèse en bref sur le risque de transmission du COVID-19 en vol: mise à jour 3

novembre 2021



Agence de la santé
publique du Canada

Public Health
Agency of Canada

Canada 

**PROMOUVOIR ET PROTÉGER LA SANTÉ DES CANADIENS GRÂCE AU LEADERSHIP, AUX PARTENARIATS,
À L'INNOVATION ET AUX INTERVENTIONS EN MATIÈRE DE SANTÉ PUBLIQUE.**

— Agence de la santé publique du Canada

Also available in English under the title:
Evidence Brief on the Risk of COVID-19 Transmission in Flight: update 3

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Agence de la santé publique du Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Télec. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : publications-publications@hc-sc.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2021

Date de publication : novembre 2021

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : HP5-182/2024F-PDF
ISBN : 978-0-660-69546-4
Pub. : 230684

Table des matières

Introduction	4
Quoi de neuf?	4
Points clés	4
Vue d'ensemble des éléments de preuve	7
Enquêtes sur les événements de transmission en vol	8
Risque de transmission du SRAS-CoV-2 dans les avions.....	11
Analyses indirectes du risque de transmission de l'infection par le SRAS-CoV-2 et stratégies d'atténuation de ce risque dans les avions.....	13
Méthodes	15
Remerciements	16
Tableaux des données probantes	17
Tableau 1 : Enquêtes sur les événements de transmission en vol (n=37).....	17
Tableau 2 : Examens, rapports, sondage auprès des passagers et évaluations des risques liés à la transmission du SRAS-CoV-2 dans les avions (n=22)	37
Tableau 3 : Études et analyses portant sur l'aérodynamique des gouttelettes respiratoires dans les avions et sur les stratégies d'atténuation des infections respiratoires dans les avions (n=26).....	50
Références	66

Introduction

Quelles sont les preuves de la transmission en vol de la COVID-19, les évaluations du risque et les stratégies d'atténuation liées aux voyages aériens?

De nombreux changements ont été mis en œuvre par les compagnies aériennes et les gouvernements pendant la pandémie, afin de réduire le risque de transmission du SRAS-CoV-2 lors des voyages aériens. Le présent document résume la documentation sur la transmission du SRAS-CoV-2 en vol, les caractéristiques de ces événements et les stratégies mises en œuvre ou proposées pour atténuer la transmission dans un avion ou pendant l'embarquement et le débarquement. Il s'agit de la troisième mise à jour et elle inclut les études jusqu'au 25 novembre 2021. La première et la deuxième mise à jour de cette revue contenaient la littérature publiée jusqu'au 28 octobre 2020 et au 26 avril 2021, respectivement.

Quoi de neuf?

Les points forts de la littérature actuelle sont les suivants :

- Vingt-cinq études supplémentaires ont été ajoutées dans cette mise à jour; douze études en vol ([Tableau 1](#)), cinq examens, un sondage auprès des passagers et des équipages sur les infections et les mesures de prévention, deux évaluations des risques ([Tableau 2](#)), et cinq études de simulation sur la réduction de la propagation des virus respiratoires et l'impact relatif des stratégies d'atténuation pendant les voyages aériens ([Tableau 3](#)). Ces nouvelles études portent à 64 le nombre total d'études incluses dans cette revue.
- Dans l'ensemble, les taux d'attaque (TA) étaient faibles (0-10 %), à l'exception de deux nouveaux rapports d'événements de super-propagation causés par des variants préoccupants (VP) ou d'anciens variants d'intérêt (VI) (TA : 16-40 %).
- Les résultats des nouvelles études confirment les résultats des mises à jour précédentes.

Points clés

Sur un total de 37 études sur les événements de transmission au cours de voyages aériens, 13 n'ont rapporté aucune preuve de transmission en vol (huit sur des rapatriements et cinq sur des vols commerciaux) et 24 ont rapporté une transmission probable suite à une exposition en vol. Les résultats du séquençage du génome entier de huit enquêtes ont permis de relier les cas à une exposition unique en vol^{1,2,3,4,5,6,7,8}. Des VP émergents ont été signalés dans deux des études⁴⁵.

- Dans l'ensemble, la plupart des études ont fait état de taux d'attaque compris entre 0 et 10 %; les deux études présentant les taux d'attaque les plus élevés, 16 % et 40 %, coïncident avec une croissance exponentielle du SRAS-CoV-2 dans leurs pays de départ respectifs (Afrique du Sud, juin 2021 et Inde, avril 2021) et ont fait état de la transmission de VP à bord, avec de grands groupes de Delta et de Kappa⁴⁵.
- Les multiples rapports d'événements de transmission en vol concernaient des vols sans masque obligatoire^{1 2 7,9,10,11,12,13}. Plusieurs études, dont les événements de transmission se sont produits au début de la pandémie, de janvier à mars 2020, ne mentionnent pas l'utilisation du masque à bord^{8, 14,15,16,17,18,19,20}. Il y a également eu des cas de transmission malgré l'obligation de porter un masque^{3 4 5,21,22,23,24}; cependant, des études ont indiqué certains cas de faible conformité au port du masque/de mauvaise utilisation du masque (p. ex., ne couvre pas le nez)⁴²², le retrait des masques pour manger/boire^{4 21 22}, ainsi que des cas impliquant des enfants qui étaient probablement exemptés des exigences de port du masque⁵⁶. Une étude a montré que le port d'un masque protège contre le SRAS-CoV-2 sur les vols (rapport de cotes=0,21)⁷.
- Des vérifications des symptômes et de la température avant l'embarquement ont été rapportées par certaines études^{5 11 21, 25,26}. Le fait que les passagers n'aient pas signalé leurs symptômes a entraîné la transmission sur au moins un vol¹¹.
- La proximité d'un cas de référence (rayon de deux rangées) était un facteur de risque dans les études où des plans de cabine étaient disponibles (rapport de cotes : 4,8; rapport de risque : 7,3; taux d'attaque 3,8-30,9 %) ^{4 7 9 10 11 12 19 24}.
- La plupart des rapports d'événements de transmission en vol sont survenus avant le déploiement généralisé de la vaccination. Une étude a révélé que les passagers vaccinés avaient 74 % moins de chances d'être infectés par rapport à ceux qui n'étaient pas vaccinés⁴.
- Les mesures de santé publique les plus couramment mises en œuvre étaient la distanciation physique en vol, le nettoyage renforcé, les masques obligatoires, l'hygiène des mains, la distanciation physique pendant l'embarquement et le débarquement, les zones réservées à l'équipage et les zones de quarantaine pour les passagers malades^{3 4 5 21 22 25 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32}. Un sondage mené auprès des passagers et des membres d'équipage a révélé que ces derniers se sentaient plus en sécurité après la mise en œuvre de mesures de sécurité renforcées pour enrayer la transmission et qu'ils estimaient que la plupart des mesures étaient réalisables, à l'exception de la distance physique de 1,5 à 2 m en vol³³.

Le risque de transmission du SRAS-CoV-2 lors des voyages aériens a été abordé directement dans 22 examens, rapports et évaluations des risques ([Tableau 2](#)), et indirectement dans 26 examens, modèles prédictifs, expériences de simulation, études de surveillance environnementale et études *in silico* ([Tableau 3](#)).

- La principale conclusion de la littérature sur la transmission du SRAS-CoV-2 pendant les vols est que de multiples interventions sont nécessaires pour réduire au maximum le risque de transmission ([Tableau 2](#)); cette constatation est bien résumée dans la figure de le rapport de l'Aviation Public Health Initiative dirigé par Harvard³⁴.
 - D'après les revues, le risque d'infection pendant un vol est faible^{35, 36, 37, 38, 39}. Une méta-analyse a révélé qu'entre janvier et juin 2020, le risque d'être infecté par le SRAS-CoV-2 dans une cabine d'avion était estimé à 1 cas pour 1,7 million de voyageurs³⁵.
 - Plus la durée du vol est longue, plus le risque d'infection est élevé⁴⁰. En moyenne, le taux d'attaque est passé de 0,7 % (IC 95 % : 0,5 % - 1,0 %) à 1,2 % (IC 95 % : 0,4 % - 3,3 %) lorsque le temps de trajet passe de 2,0 à 3,3 heures⁴⁰. Le retrait des masques pour le service des repas a entraîné une augmentation du risque⁴¹.
 - Les mesures de santé publique visant à maintenir une distance physique pendant l'embarquement, le débarquement et le vol, le renforcement du nettoyage, l'hygiène des mains et le port universel du masque pendant la durée du vol, mises en œuvre dans le cadre d'une approche à plusieurs niveaux, réduisent considérablement le risque de transmission^{34 37 38 39,42, 43}.
 - Les systèmes de ventilation des avions sont conçus pour rafraîchir rapidement l'air de la cabine et ce niveau de ventilation réduit considérablement le temps pendant lequel les particules restent dans la cabine par rapport à d'autres environnements intérieurs et réduit ainsi les possibilités de transmission, en particulier lorsqu'il est associé à d'autres mesures de santé publique ([Tableau 2](#) et [Tableau 3](#)).
 - L'adhésion des passagers et de l'équipage aux mesures de santé publique est un facteur essentiel de l'impact de ces mesures visant à réduire le risque de transmission, tout comme les directives de dépistage des symptômes et les procédures à bord³³.
- Des études indirectes sur l'évaluation des risques et les stratégies d'atténuation ont utilisé l'aérodynamique des gouttelettes et des aérosols pour caractériser les

situations à haut risque, ou ont simulé l'embarquement et les mouvements en vol pour suggérer des stratégies visant à minimiser l'interaction des personnes et à maximiser la distance entre les personnes en vol ([Tableau 3](#)).

- Le nombre de particules en vol dans les avions est inférieur à ceux des magasins de détail/épicerie, des restaurants, des bureaux, des maisons et d'autres formes de transport⁴⁴.
- Les passagers qui éternuent ou toussent en étant debout ou en se déplaçant dans la cabine propagent leurs gouttelettes respiratoires beaucoup plus loin que ceux qui sont assis⁴⁵.
- Le port d'un masque a considérablement réduit la propagation des aérosols respiratoires (>90 %). Les masques N95/FFP2 étaient plus efficaces pour réduire les infections que les masques en tissu^{46, 47}.
- Il a été démontré que l'embarquement dans un avion par groupes d'individus apparentés, les personnes assises en premier à l'arrière de l'avion et aux hublots ainsi que d'autres algorithmes plus complexes comme le schéma de la pyramide inversée réduisent l'interaction avec d'autres personnes^{48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57}. On a également constaté que la diminution du nombre de bagages à main réduisait les interactions à bord. Bien que certaines stratégies telles que l'augmentation du nombre de groupes d'embarquement ou la distanciation sociale puissent sacrifier l'efficacité (c.-à-d. une durée totale d'embarquement/débarquement plus longue), elles peuvent réduire considérablement le risque d'infection.
- Le regroupement des familles et l'espacement stratégique entre les passagers sur les vols qui ne sont pas au maximum de leur capacité améliorent la distance physique entre les passagers. Les algorithmes développés par les chercheurs ont été présentés pour maximiser ce concept et ont démontré les performances potentielles de ces algorithmes par rapport aux stratégies de siège central vide ou de siège côté couloir vide^{40 46, 58, 59}. Toutes ces stratégies ont vu leur efficacité diminuer sur des avions plus pleins^{40 46 58 59}.

Vue d'ensemble des éléments de preuve

Les événements de transmission en vol enregistrés dans les différentes études ont été étudiés par le biais d'études de recherche de contacts et de cohortes. Les études sur les groupes et les épidémies présentent un risque de distorsion en raison de leur nature rétrospective et descriptive. Des cohortes étaient disponibles pour les vols de

rapatriement et le risque de distorsion est jugé moindre, car les passagers et l'équipage ont été suivis de manière uniforme pendant une période spécifique.

La documentation examinée allait d'examen systématiques de bonne qualité à des analyses documentaires narratives. Il y avait une bonne concordance dans les renseignements et les recommandations entre les divers documents passés en revue.

Les évaluations quantitatives des risques, les modèles prédictifs, les expériences de simulation et autres études *in silico* étaient très variables dans leurs objectifs et leurs approches. Aucune tentative d'évaluation de la validité de ces études n'a été effectuée. Ces études visent à imiter un scénario du monde réel, généralement pour explorer divers choix d'interventions. Leurs résultats doivent être interprétés avec prudence, car ils peuvent ne pas refléter ce qui se passerait sur le terrain.

Il n'y avait qu'un petit nombre de vols pour lesquels des études épidémiologiques sur d'éventuels événements de transmission avaient été entreprises. Ces événements sont probablement sous-déclarés ou sous-enquêtés en raison de la logistique et des ressources disponibles pour la recherche des contacts. Il est également difficile de classer les cas de transmission en vol, car l'infection au SRAS-CoV-2 peut se produire avant le départ, à divers moments du voyage, ou pendant la quarantaine/à l'arrivée. Le séquençage du génome entier peut aider à établir un lien entre les cas et une exposition unique en vol. Les études, évaluations des risques et modèles prédictifs à venir devraient également porter sur les implications des variants émergents du SRAS-CoV-2 et leurs attributs (p. ex., transmissibilité accrue) sur le risque de transmission en vol, ainsi que sur le statut vaccinal des voyageurs et du personnel des compagnies aériennes pour atténuer le risque.

Enquêtes sur les événements de transmission en vol

L'étendue complète de l'exposition à la COVID-19 associée aux avions n'est pas connue. Trente-sept études (dont 13 nouvelles depuis la dernière mise à jour de l'examen) dans lesquelles la possibilité de transmission du SRAS-CoV-2 en vol a été étudiée. Vingt-quatre études rapportent qu'une transmission a eu lieu et 13 rapportent qu'aucune transmission ne s'est produite pendant les vols. La transmission se faisait principalement de passager à passager, bien que six études aient rapporté un ou plusieurs événements de transmission de passager à équipage^{7 8 11 17 19 20}. Plusieurs études sur des vols de rapatriement où de nombreuses précautions ont été prises ne rapportent aucune transmission à l'équipage^{27 28 29 30 31 32}. Dans l'ensemble, les taux d'attaque de transmission en vol se situaient entre 0 et 40 %, mais les vols variaient en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment les mesures de santé publique mises en œuvre, la capacité, la présence de VP et la durée du vol. Les points de haut

niveau sont énumérés ci-dessous et les détails sur les études individuelles peuvent être trouvés dans le [Tableau 1](#).

Les **mesures de santé publique** renforcées pendant les voyages en avion comprenaient une combinaison de distanciation physique, de nettoyage renforcé, de masques obligatoires, d'hygiène des mains, de distanciation physique pendant l'embarquement et le débarquement, de zones réservées à l'équipage et de zones de quarantaine pour les passagers malades ^{3 4 5 21 22 25 26 27 28 29 30 31 32}.

- Le dépistage des symptômes et de la température à l'aéroport a été mentionné dans quelques études ^{5 11 21 25 26}. Le fait que les personnes n'aient pas respecté les directives de dépistage et n'aient pas signalé les symptômes montre que le dépistage n'est pas une mesure de contrôle efficace en soi et qu'il doit être utilisé conjointement avec d'autres précautions¹¹.
- Bon nombre des événements de transmission les plus importants se sont produits avant le port obligatoire de masques sur les vols ^{1 2 7 9 10 11 12 13} ou la mise en œuvre d'autres stratégies de réduction des risques. Plusieurs études, dont les événements de transmission se sont produits au début de la pandémie, de janvier à mars 2020, ne précisent pas l'utilisation du masque à bord ^{8 14 15 16 17 18 19 20}.
- Il existe également des cas où des événements de transmission se sont produits malgré les exigences obligatoires relatives au masque ^{3 4 5 21 22 23 24}. Une étude a montré que le port inapproprié d'un masque (RC 2,46, IC 95 % : 0,75-8,09) ou l'absence du port du masque (RC 4,6, IC 95 % : 1,28-16,6) étaient associés à la positivité du SRAS-CoV-2⁷. Une utilisation incorrecte du masque (p. ex., ne pas couvrir le nez) a été considérée comme un facteur important de transmission dans au moins une autre étude²². Trois études ont noté que les masques étaient retirés pendant le vol pour manger ou boire ^{4 21 22}. Deux enquêtes par grappes ont fait état de cas positifs détectés chez des enfants, qui étaient probablement exemptés des exigences de port du masque^{5 6}.

La **disposition des sièges** et la proximité d'un cas infecté étaient des facteurs de risque importants pour la transmission en vol.

- Les enquêtes par grappes qui ont eu accès aux tableaux des sièges ont montré que les personnes assises à deux ou trois rangées du cas index avaient un risque plus élevé de contracter la COVID-19 que celles assises plus loin (rapport de cotes : 4,8; rapport de risque : 7,3; taux d'attaque 3,8-30,9 %) ^{4 7 9 10 11 12 19 24}. Une étude a révélé que les passagers assis dans les deux rangées précédant un cas confirmé couraient un risque légèrement plus élevé d'être infectés que les passagers assis dans la même rangée ou deux rangées derrière²⁴.

- Cependant, dans l'ensemble des enquêtes par grappes, plusieurs cas ont été observés dans des endroits beaucoup plus éloignés et le mode ou les circonstances de transmission n'étaient pas évidents (ils auraient pu provenir d'un déplacement dans la cabine, de toilettes partagées ou d'une transmission par vecteur) et n'ont pas pu être confirmés^{1, 6, 11, 18}. Une enquête portant sur trois vols internationaux à destination de la Chine a révélé que la majorité des cas confirmés étaient assis au milieu de la section économique ou près des toilettes et des cuisines²⁴. On ne sait pas si des sièges particuliers sont associés à un risque plus élevé de contracter une infection. Alors que certaines études suggèrent que le fait de s'asseoir sur le siège du milieu peut être le plus risqué en raison des contacts des deux côtés, la prévalence de la COVID-19 ne s'est pas avérée différer de manière significative entre les passagers assis côté hublot, côté couloir ou au milieu^{10 24}.
- Dans l'ensemble des enquêtes par grappes, il a souvent été postulé que le siège côté hublot devrait être plus sûr, car il y a moins de contacts avec d'autres personnes que sur les sièges côté couloir, mais une enquête a révélé que le fait d'être sur un siège côté hublot présentait un risque plus élevé que le siège côté couloir¹. Il s'agit d'un résultat inattendu que les auteurs n'ont pas pu expliquer. Le [Tableau 3](#) décrit les études de modélisation et de simulation qui examinent les différences potentielles de risque liées au fait d'être assis dans différentes zones et sur différents sièges d'un avion.

La **durée du vol** est le résultat d'une enquête sur la transmission sur les vols intérieurs en Chine au début de la pandémie (janvier 2020) qui a fait état d'un risque accru avec une durée de voyage plus longue¹⁰. Le taux d'attaque estimé (estimation de la limite supérieure) est passé de 0,7 % (IC 95 % : 0,5 %-1,0 %) à 1,2 % (IC 95 % : 0,4 %-3,3 %) lorsque le temps de trajet passe de 2 heures à 3,3 heures¹⁰.

Une étude a estimé que l'**impact de la vaccination** réduisait de 74 % la probabilité qu'un passager soit infecté⁴. L'impact des mandats de vaccination sur le risque de transmission en vol n'a été signalé ou estimé dans aucune étude et la plupart des recherches incluses dans l'examen ont eu lieu avant le déploiement généralisé de la vaccination.

Des **variants préoccupants (VP)** ont été mis en cause dans deux études qui ont identifié plusieurs VP ou VI présents à bord, notamment Delta, Alpha, Bêta et Kappa.

- L'analyse phylogénétique de la séquence génomique de 30 cas liés à un vol entre l'Afrique du Sud et la Chine en juin 2021 a révélé que 27 étaient causés par Delta et 3 par Alpha, Bêta et C.1.2⁴. Un seul cas index sur ce vol a été associé à une transmission secondaire à 33 passagers.

- Le SGE réalisé sur 46 cas liés à un seul vol de New Delhi à Hong Kong en avril 2021, a rapporté la transmission probable de trois variants à bord, le variant Kappa étant à l'origine du groupe le plus important (37 cas), la transmission ultérieure du variant Alpha s'étant produite d'un des trois cas primaires à deux autres cas à bord, et au moins une transmission à bord du variant Delta⁵.

Le **séquençage du génome entier** (SGE) a été entrepris dans huit études. Dans tous les cas, elle a permis d'identifier les cas liés à la même source et a ajouté des renseignements que l'enquête épidémiologique n'aurait pas permis d'obtenir^{1 2 3 4 5 6 7 8}.

Plusieurs limites sont observées dans ces études; elles sont principalement liées aux limitations des données obtenues. Par exemple, les contacts avant/après le vol entre le cas index et les contacts secondaires n'ont pas pu être exclus^{1 11 12 14 15 16 17 18 22}, et pour certaines études, l'emplacement des sièges n'était pas connu^{11 21}.

Risque de transmission du SRAS-CoV-2 dans les avions

Vingt-deux citations fournissent des preuves du risque de transmission du SRAS-CoV-2 en avion ([Tableau 2](#)). Il s'agit d'un groupe mixte de documents de synthèse (n=10), de rapports (n=2), de sondages auprès des passagers et des équipages (n=2) et d'évaluations quantitatives des risques (n=8) qui examinent le risque de transmission du SRAS-CoV-2 en vol. Les points de haut niveau sont énumérés ci-dessous et les détails sur les études individuelles peuvent être trouvés dans le [Tableau 2](#).

- Les **examens et les rapports** présentaient des conclusions et des recommandations similaires^{37 38 39 42 43}. Le rapport publié par Aviation Public Health Initiative (APHI) le 27 octobre 2020 reste l'évaluation la plus complète du risque de transmission du SRAS-CoV-2 de porte à porte³⁴. Ce rapport évalue les preuves disponibles et tient compte de l'avis d'experts et des résultats de simulations dans son évaluation de la réduction du risque de transmission du SRAS-CoV-2 sur les vols³⁴. Il explique pourquoi une stratégie d'atténuation des risques à plusieurs niveaux est nécessaire et l'importance de la conformité des passagers et des compagnies aériennes, ce qui a également été suggéré dans les autres revues.
- En accord avec les résultats du [Tableau 1](#), trois revues systématiques et deux revues de la littérature ont conclu que le risque d'infection pendant un vol est faible, mais qu'il peut être plus élevé pour les personnes assises à moins de deux rangées des cas index^{35 36 37 38 39}.
- Une méta-analyse des études réalisées entre janvier et juin 2020 a révélé que le risque d'être infecté par le SRAS-CoV-2 dans une cabine d'avion était estimé à 1

cas pour 1,7 million de voyageurs (IC 95 % : 712 000 à 8 millions)³⁵. Le risque a été considérablement réduit grâce aux mesures d'atténuation mises en œuvre. En mars 2020, le risque était de 1:425 062 et d'avril à septembre 2020, il était de 1:7,1 millions. Les évaluations quantitatives du risque présentées dans le [Tableau 2](#) fournissent également des estimations du risque de transmission du SRAS-CoV-2 en avion et, dans de nombreux cas, elles estiment que le risque de transmission est plus élevé que la méta-analyse. Nous savons que la transmission en vol a été sous-déclarée, mais le risque de transmission en vol varie en fonction de nombreux facteurs, notamment les paramètres utilisés dans les modèles et la variation de l'analyse entre les études.

Les **sondages auprès des passagers et des équipages** ont porté sur l'impact et la perception des mesures de sécurité renforcées visant à réduire le risque de transmission du SRAS-CoV-2 de porte à porte³³ et sur le rendement et la sensibilisation en matière d'infection et de prévention⁶⁰.

- En avril 2020, les passagers et l'équipage d'un vol entre Auckland et Bangkok ont fait part de commentaires positifs sur les changements mis en œuvre, tels que les toilettes réservées à l'équipage, le nettoyage fréquent des toilettes, les zones de quarantaine désignées dans l'avion, le port du masque pour tous, l'utilisation d'écrans faciaux, l'hygiène fréquente des mains et les contrôles des symptômes et de la température ³³. Les passagers ont indiqué qu'une distance physique de 1,5 à 2 m pouvait être maintenue lors de l'enregistrement, du pré-embarquement et de l'embarquement, mais pas en vol³³.
- En utilisant une échelle de Likert en cinq points, le score moyen de prévention des infections parmi le personnel de cabine en Corée du Sud était bon avec une note moyenne (NM) de 4,56 ($\pm 0,44$) sur une échelle de cinq points, ce qui était inférieur à leur résultat de sensibilisation 4,75 ($\pm 0,28$) ⁶⁰. La différence entre la sensibilisation et le rendement n'était significative que pour l'hygiène des mains et non pour le port du masque ou la manipulation des cas COVID-19 ⁶⁰. Le rendement en matière de prévention des infections était significativement associé à la sensibilisation ($p < 0,05$) et à l'expérience de la formation sur les équipements de protection individuelle (EPI) basée sur la simulation ($p < 0,05$)⁶⁰.

Les **évaluations des risques** ont exploré l'impact de différentes mesures de santé publique et la mise en œuvre d'une variété de stratégies sur le risque de transmission pendant un vol.

- La combinaison de masques, de la distanciation sociale entre les passagers et d'une meilleure ventilation peut réduire le risque d'infection à $<1\%$ ^{61, 62, 63}.

- Une étude a rapporté le risque d'infection par personne au cours d'un voyage en avion de 13 heures en classe économique où la majorité des passagers étaient masqués était de 0,56 % (IC 95 % : 0,41 %-0,72 %), ce qui équivaut à 0,17 personne infectée²³. Si tous les passagers n'étaient pas masqués, le nombre estimé d'infections passait à 17 pour un vol de 13 heures²³. Une autre étude a rapporté que les probabilités d'infection pour un vol de 2 heures sans masque étaient comparables à celles d'un vol de 12 heures où tous les passagers portaient des masques à haute efficacité⁴¹. Cette étude a également révélé que le retrait du masque pour le service des repas augmentait le risque⁴¹.
- Plus la durée du vol est longue, plus le risque d'infection par le SRAS-CoV-2 est élevé⁴⁰. En moyenne, le taux d'attaque est passé de 0,7 % (IC 95 % : 0,5 % - 1,0 %) à 1,2 % (IC 95 % : 0,4 % - 3,3 %) lorsque le temps de trajet passe de 2,0 à 3,3 heures ⁴⁰.
- Le fait de retirer environ un tiers des passagers en gardant les sièges du milieu vides et en augmentant la distanciation physique lors de l'embarquement a permis de réduire considérablement le risque d'infection (de 35 à 50 %) par rapport à un avion complet^{64, 65}. Une évaluation des risques, basée sur des données de fin septembre 2020, a estimé qu'un voyageur sur un vol aux États-Unis avait un risque de contracter le SRAS-CoV-2 de 1/3 900 sur un vol complet et de 1/6 400 si la politique du siège central vide était en place (ces chiffres dépendent de l'activité de la maladie dans la population)⁶⁶.

Analyses indirectes du risque de transmission de l'infection par le SRAS-CoV-2 et stratégies d'atténuation de ce risque dans les avions

Plusieurs modèles de simulation et *in silico* ont été développés pour explorer les moyens de minimiser le risque de transmission d'une maladie infectieuse dans un avion ou lors de l'embarquement et du débarquement. Onze études portaient sur l'embarquement et le débarquement en avion, six sur la configuration optimale des sièges pour minimiser la transmission en vol, une sur l'analyse l'embarquement et du débarquement pour l'avion, le port du masque et la configuration optimale des sièges, et sept sur l'aérodynamique des aérosols respiratoires dans un avion lors de la toux et des éternuements. Une seule revue de ces études aérodynamiques jusqu'en juin 2020 a également été identifiée. Ces études portaient sur les stratégies d'embarquement permettant de minimiser les interactions entre les passagers et sur les plans des sièges pour maximiser la distance et minimiser l'interaction avec les autres personnes. Les études portant sur la ventilation à bord d'un avion et sur l'impact de la toux ou des éternuements sur la circulation de l'air décrivent la distance et la portée des gouttelettes

et des aérosols à partir de différents sièges (par exemple, hublot, milieu, couloir) et lorsque l'on est debout ou que l'on marche dans la cabine. Les points de résumé de haut niveau sont énumérés ci-dessous et les détails de chaque étude individuelle se trouvent dans le [Tableau 3](#).

Les **mesures de santé publique** telles que l'impact du port du masque et de la distanciation physique sur la réduction du risque d'inhalation d'aérosols respiratoires provenant d'autres passagers ont été examinées.

- Lorsque des masques chirurgicaux ont été utilisés dans des simulations, on a constaté une réduction de plus de 90 % des gouttelettes libérées pendant la simulation de la toux par rapport à l'absence de masque⁴⁶.
- Un modèle prédictif a démontré que les masques N95/FFP2 étaient plus efficaces pour réduire les infections que les masques en tissu (95-100 % contre 40-80 %, respectivement)⁴⁷.
- La distanciation physique peut être améliorée en regroupant les familles et en espaçant stratégiquement les passagers sur les vols qui ne sont pas au maximum^{52, 67}.

Des stratégies d'**embarquement et de débarquement d'un avion** visant à minimiser les contacts tout en maintenant un certain niveau d'efficacité ont été explorées dans plusieurs simulations.

- On a constaté qu'en augmentant le nombre de groupes d'embarquement, en réduisant le nombre de bagages à main et en évitant l'interaction avec les autres passagers (c'est-à-dire en embarquant à l'arrière de l'avion et en commençant par les sièges côté hublot), le risque d'infection diminuait de manière significative, bien qu'il faille sacrifier l'efficacité globale (c'est-à-dire le temps d'embarquement et de débarquement) dans certains scénarios^{48 49 50 51 52 53 54 55 56 57}.
- Un modèle prédictif a estimé que le processus d'embarquement/débarquement contribuait davantage au risque d'infection que les déplacements en vol (total des infections secondaires : 4,4 contre 0,7)⁴⁷.
- Deux modèles prédictifs ont démontré que le schéma d'embarquement en pyramide inversée, où les passagers sont divisés en groupes d'embarquement en fonction de la position de leur siège et embarquent en diagonale, était efficace pour réduire le risque d'infection⁵⁵⁵⁶. Il a également été démontré que l'embarquement de l'arrière vers l'avant de l'avion diminuait le risque dans un autre modèle prédictif⁵³.

La **disposition optimale des sièges** pour minimiser le risque d'exposition en vol était contradictoire entre les simulations.

- Les sièges immédiatement adjacents aux cas de référence présentent le risque d'infection le plus élevé, suivis par la rangée directement derrière et devant ^{40 46 58 59}. Il existe des données contradictoires sur les sièges (couloir, milieu ou hublot) qui présentent un risque d'infection plus élevé ^{46, 68, 69}. Les différences de risque entre les différents avions, ainsi que les sièges en classe affaires et économiques, sont également discutées dans deux études ^{68, 70}.
- Il a été démontré que le siège central vacant réduisait le risque d'infection dans deux études⁴⁷⁶⁵.

L'**étude de la dynamique des aérosols respiratoires en vol** a été démontrée dans plusieurs simulations et expériences pour montrer à la fois la ventilation supérieure à l'intérieur d'un avion et les activités qui peuvent présenter un risque plus élevé que d'autres.

- La distance de déplacement des particules de toux est fortement influencée par la direction et le type de toux ^{69, 71}. Le fait de rester debout ou de marcher dans la cabine peut entraîner une propagation beaucoup plus importante des gouttelettes respiratoires et des aérosols⁴⁵.
- Les concentrations de particules en vol dans les avions sont inférieures à celles des magasins de détail/épicerie, des restaurants, des bureaux, des habitations et d'autres formes de transport⁴⁴⁴⁶. En outre, des expériences de simulation de la transmission d'aérosols en vol et de la contamination de surface montrent que l'air de la cabine est rapidement renouvelé⁵⁸.

Méthodes

Une analyse quotidienne de la littérature (publiée et prépubliée) est effectuée par le Groupe des sciences émergentes de l'ASPC. La numérisation a compilé la littérature sur le COVID-19 depuis le début de l'épidémie et une mise à jour est effectuée quotidiennement. Les recherches pour retrouver de la documentation pertinente sur le COVID-19 sont effectuées dans Pubmed, Scopus, BioRxiv, MedRxiv, ArXiv, SSRN, Research Square, et font l'objet d'une vérification de concordance avec les centres d'information sur le COVID-19 gérés par Lancet, BMJ, Elsevier, Nature et Wiley. Le résumé quotidien et les résultats de l'analyse complète sont conservés dans une base de données Refworks et dans une liste Excel pouvant être consultée. Une recherche ciblée par mots-clés est effectuée dans ces bases de données, afin d'identifier les citations pertinentes sur le COVID-19 et SRAS-COV-2. Les termes de recherche utilisés

comprenaient : vol ou avion, ou aéronef ou avion. La recherche a permis d'obtenir 849 citations (507 à partir de la recherche initiale jusqu'au 28 octobre 2020 et 147 à partir de la recherche actualisée menée le 26 avril 2021), qui ont été examinées pour leur pertinence à étudier. Des références supplémentaires à des recherches de synthèse pertinentes non liées au SRAS-CoV-2 ou à la pandémie actuelle ont été identifiées par le biais de citations dans des articles sur la pandémie actuelle et une recherche supplémentaire sur Google a été effectuée le 4 mai 2021 pour identifier tout nouveau rapport non indexé en utilisant (COVID-19 ou SRAS-CoV-2) ET (vol OU avion). Les citations potentiellement pertinentes ont été examinées pour confirmer qu'elles contenaient des données pertinentes, et les données pertinentes ont été extraites pour étude.

Ce bilan contient les recherches publiées jusqu'au 25 novembre, 2021.

Remerciements

Préparé par : Kaitlin Young, Tricia Corrin, et Lisa Waddell, Laboratoire National de Microbiologie, Groupe des Sciences Émergentes, Agence de la Santé Publique du Canada.

L'examen éditorial, l'examen de la science à la politique, l'examen par les pairs par un expert en la matière et la mobilisation des connaissances de ce document ont été coordonnés par le Bureau du Conseiller Scientifique en Chef: ocsoevidence-bcscdonneesprobantes@phac-aspc.gc.ca.

Tableaux des données probantes

Tableau 1 : Enquêtes sur les événements de transmission en vol (n=37)

Étude	Méthode	Principaux résultats
Vols avec cas secondaires identifiés (n=24)		
Lv (2021) ⁴ nouveau Étude des cohortes Chine juin 2021	Cette étude porte sur un vol de 203 passagers qui a décollé d'Afrique du Sud le 9 juin 2021 et est arrivé à Shenzhen, en Chine, le 10 juin 2021. Tous les passagers ont eu des résultats négatifs aux tests PCR et IgM dans les 48 heures précédant l'embarquement. Les passagers entrants devaient obligatoirement porter des masques pendant tout le vol et sur le chemin de l'hôtel de quarantaine. Un sondage par questionnaire en ligne a été mené auprès de tous les passagers. À l'atterrissage, les passagers ont été soumis à une période de quarantaine de 14 jours. Une régression logistique multivariée a été effectuée pour cibler les facteurs de risque d'infection.	• Pendant la période de quarantaine, 39 passagers ont reçu des résultats de tests positifs au SRAS-CoV-2. L'analyse phylogénétique des séquences génomiques de 30 cas a révélé que 27 étaient causés par Delta et 3 par Alpha, Bêta et C.1.2. • Six cas positifs après un test PCR ont été identifiés comme étant les cas primaires, qui ont probablement été infectés en Afrique du Sud. • La transmission aux cas secondaires était liée à un cas index. • 197 passagers ont été considérés comme exposés au cas index, et 33 cas associés à des vols ont été signalés pendant la quarantaine. • Les passagers assis à moins de trois rangées du cas index avaient un taux d'attaque plus élevé (30,9 %, 17/55), comparé à celui des passagers assis à trois rangées de distance du cas index (11,3 %, 16/142) (RR 4,22, IC 95 % : 1,55-11,50). • L'utilisation de désinfectant pour les mains a montré une protection significative (RR 0,24, IC 95 % : 0,09-0,66). • Les passagers vaccinés avaient 74 % moins de risques d'être infectés que ceux qui n'étaient pas vaccinés (RR 0,33, IC 95 % : 0,08-1,43), mais cela n'était pas statistiquement significatif.

		87,3 % (172/197) des voyageurs ont déclaré avoir retiré leur masque pendant le vol (raison et durée non communiquées).
Blomquist (2021) ⁹ Cohorte Royaume-Uni déc. 2020	Infections identifiées parmi 18 passagers sur des vols limités à l'Angleterre, avec des cas infectieux, en utilisant des ensembles de données de gestion de cas nationaux. Les passagers ont été considérés comme infectieux pendant le vol si les résultats de laboratoire étaient positifs sept jours avant ou deux jours après le vol. Note : le séquençage du génome entier n'a pas pu être appliqué, car ces données n'étaient pas disponibles pour les cas de référence et secondaires du même vol.	- L'étude a permis de déterminer que cinq cas étaient liés à une transmission potentielle par avion, 55 passagers infectieux et 2 313 copassagers, avec 2 221 ayant eu des contacts uniquement en vol. La transmission globale du SRAS-CoV-2 à court et à moyen terme a été estimée faible. - Les taux d'attaque suivants ont été estimés : 0,2 % (IC 95 %, 0,1- -0,5) parmi tous les contacts en vol seulement. 3,8 % (IC 95 %, 1,3- -10,6) parmi les personnes ayant eu des contacts seulement en vol, qui se sont assises dans un dans un rayon de deux sièges. 13,0 % (IC 95 %, 7,6 %- - 21,4 %) parmi les covoyageurs ayant eu de multiples expositions non aériennes à des cas infectieux. - Les passagers ne portaient probablement pas de masque pendant le vol, car il était encore tôt dans la pandémie avant que le port du masque ne soit généralisé/obligatoire.
Zhang (2021) ²³ nouveau Étude des cohortes	Inscription de tous les passagers et membres d'équipage soupçonnés d'être infectés par le SRAS-CoV-2 qui se trouvaient sur des vols internationaux à destination de Pékin en mars 2020. Ils ont	- Sur les 4 492 passagers et membres d'équipage suspectés d'être infectés par la COVID-19, 161 cas ont été confirmés pendant la quarantaine. - Le nombre de cas confirmés sur les 30 vols examinés variait de 2 à 11 par vol. Après enquête, seuls 2 (1,2 %) des cas confirmés ont été

Chine mars-août 2020	fourni les caractéristiques de tous les cas confirmés d'infection par le COVID-19 et ont utilisé l'équation de Wells-Riley pour estimer l'infektivité de la COVID-19 pendant les voyages aériens. L'infektivité est quantifiée en quanta infectieux libérés par un cas source par heure. Les passagers ont été contrôlés à l'arrivée. Les passagers sanitaires ont été isolés pendant 14 jours pour une évaluation médicale et les personnes suspectées d'avoir la COVID-19 ont été transférées à l'hôpital. Les résultats cliniques ont été suivis jusqu'au 1^{er} août 2020.	suspectés d'avoir été infectés pendant le vol. • En tenant compte du port du masque et de la ventilation, l'infektivité effective a été estimée à seulement 4 quanta/h (fourchette 2-5). Cette valeur a été utilisée pour calculer le risque d'infection par personne. Le risque d'infection par personne au cours d'un vol de 13 h en classe économique où la majorité des passagers étaient masqués était de 0,56 % (IC 95 % : 0,41 %-0,72 %), soit 0,17 infection. • Si tous les passagers n'étaient pas masqués, le nombre d'individus infectés pourrait être d'environ 6 pour un vol de 5 h, et 17 pour un vol de 13 h en classe économique. • Le risque par personne des personnes voyageant en première classe était ~4 fois plus élevé que celui des personnes voyageant en classe économique.
Toyokawa (2021) ⁷ nouveau Étude des cohortes Japon mars-avril 2020	Cette étude a porté sur les passagers et le personnel de bord exposés à la COVID-19 le 23 mars 2020, à bord d'un vol de 2 heures (Boeing 737-800) au Japon. Le séquençage du génome entier du SRAS-CoV-2 a été utilisé pour établir le lien infectieux entre les cas confirmés. L'association entre la COVID-19 confirmée et la proximité des sièges des passagers par rapport au cas index et/ou l'utilisation de masques a été estimée	• Il y avait 148 passagers : le patient index, 141 autres passagers (occupation des sièges : 80,2 %), quatre agents de bord et deux pilotes. Les auteurs ont pu interroger 126 passagers et effectuer un suivi auprès d'eux. • Sur les 146 passagers (à l'exclusion des pilotes), 14 cas confirmés et 6 probables (symptomatiques mais n'ayant pas subi de test RT-PCR) ont été identifiés. Le taux d'attaque secondaire était de 9,7 % pour les cas confirmés uniquement et de 13,8 % si l'on inclut les cas probables. • La séquence du génome du virus dans 12 des 14 cas confirmés était

	par régression logistique.	identique ou ne différait que d'un nucléotide de celle du cas index. 92 passagers portaient un masque en permanence, 20 la plupart du temps, et 11 ne portaient pas de masque du tout. Le port d'un masque de manière inappropriée (OR 2,46, IC 95 % 0,75-8,09) ou pas du tout (RC 4,6, IC 95 % 1,28-16,6) était associé à la positivité du SRAS-CoV-2. - Les passagers assis à moins de deux rangées du patient index avaient un risque plus élevé d'infection (RC 4,8, IC 95 % 1,46-15,8).
Bae (2020) ²¹ Étude des cohortes Corée du Sud mars 2020	299 passagers ont pris un vol d'évacuation en provenance de Milan, en Italie, à destination de la Corée du Sud (vol d'une durée de 11 h) le 31 mars 2020. Des examens médicaux ont été effectués avant le vol, tout le monde portait des masques N95, sauf quand une distanciation sociale était respectée au moment de l'embarquement et du débarquement et pendant les repas. Toutes les personnes évacuées ont été en observation médicale pendant une quarantaine qui a duré 14 jours et ont subi des tests RT-PCR les jours 1 et 14.	- Selon les résultats du test RT-PCR et l'absence de symptômes, 6 personnes évacuées étaient asymptomatiques. - L'une des personnes évacuées, qui s'est mise en quarantaine pendant trois semaines avant le vol, puis deux semaines après le vol, a subi un test RT-PCR positif le 14e jour de sa quarantaine en Corée du Sud. Les auteurs suggèrent que l'exposition s'est probablement produite pendant le vol puisqu'elle se trouvait à 3 rangées d'un cas asymptomatique et qu'ils ont partagé la même toilette.
Guo (2021) ²⁴ Prépublication nouveau	Obtention de données sur tous les vols internationaux à destination de Lanzhou,	Il y a eu trois vols internationaux pendant la période d'étude, de Riyad (MU7792), Jeddah (MU7790), et Moscou (CA608). Les

Étude de surveillance Chine juin-août 2020	en Chine, du 1^{er} juin au 1^{er} août 2020, par le truchement de la plateforme nationale d'information sur la santé de la province du Gansu et du site officiel du centre provincial de contrôle et de prévention des maladies du Gansu. Ils ont calculé le taux de prévalence périodique de COVID-19 parmi les passagers de tous les vols au cours de la période de 14 jours suivant le vol, et ont stratifié la prévalence en fonction de la position des sièges. Les passagers ont dû porter des masques pendant le vol.	vols comptaient un total de 700 passagers, dont 27 (3,9 %) ont reçu un diagnostic de COVID-19. • Vol 1 : La prévalence de COVID-19 était de 7,9 %. Les taux de prévalence étaient de 4,8 % (IC 95 % : 0,7-10,3 %) chez les passagers assis sur les sièges côté hublot, de 15,5 % (5,9-25,1 %) sur les sièges du milieu et de 5,6 % (1,5-9,8 %) sur les sièges côté couloir (P=0,054). Les taux de prévalence étaient de 16,7 % (9,5-27,2 %) dans les deux rangs précédant chaque cas confirmé, de 14,0 % (5,8-28,6 %) dans le même rang qu'un cas confirmé et de 10,7 % (6,0-17,9 %) dans les deux rangs suivant chaque cas confirmé (P=0,465). • Vol 2 : La prévalence était de 1,6 %. La prévalence pour les sièges côté hublot était de 0 %, pour les sièges du milieu de 3,4 % (1,4-8,1 %) et pour les sièges côté couloir de 1,6 % (0,6-3,8 %) (P=0,268). Dans les deux rangées devant chaque cas confirmé, la prévalence était de 4,5 % (0,2-24,9 %)], dans la même rangée 0 %, et dans les deux rangées derrière 4,2 % (0,2-23,1 %) (P=1 000). • Vol 3 : La prévalence était de 1,6 %. Les taux de prévalence étaient de 2,3 % (2,3-6,9 %) dans le groupe des hublots, de 1,6 % (1,6-4,8 %) dans le groupe du milieu et de 1,1 % (1,1- 3,4 %) dans le groupe des couloirs (P=1 000). Il n'y a pas eu d'autres cas confirmés autour des sièges des cas confirmés. • Conclusions : La majorité des cas confirmés étaient assis dans les rangées centrales de la classe économique, ou près des toilettes
---	--	---

		et de la cuisine. La prévalence de la COVID-19 ne différait pas entre les passagers assis côté hublot, côté couloir ou au milieu. Les passagers assis dans les deux rangées précédant un cas confirmé couraient un risque légèrement plus élevé d'être infectés que les passagers assis dans la même rangée ou deux rangées derrière 24.
Dhanasekaran (2021) ⁵ nouveau Enquête par grappes Chine févr.-avril 2021	Cette étude porte sur un important groupe de cas (n=59) liés à un seul vol de 146 passagers entre New Delhi et Hong Kong en avril 2021. La compagnie aérienne a utilisé le contrôle thermique et la distanciation sociale pendant l'enregistrement et l'embarquement. Les passagers ont été testés à leur arrivée et pendant une période de quarantaine de 21 jours. Des renseignements épidémiologiques ont été recueillis auprès des passagers du vol. Le séquençage du génome entier a été effectué pour comparer les séquences de ce vol.	• Le taux d'attaque des passagers était de 40 %, 12/59 cas étaient symptomatiques. • Le SGE, réalisé pour 46 cas, a permis d'identifier que les infections à bord étaient causées par trois variants différents : Alpha ($n = 5/46$, 10,9 %), Delta ($n = 2/46$, 4,3 %) et Kappa ($n = 39/46$, 84,8 %). • 37 des séquences Kappa se sont regroupées de manière très étroite, suggérant un seul groupe de transmission (c.-à-d. un événement de super-propagation à bord). • La transmission d'Alpha s'est probablement faite d'un des trois cas principaux à deux autres personnes à bord. • Les preuves suggèrent qu'il y a eu au moins une transmission de Delta à bord. • Huit des cas positifs ont été détectés chez des enfants de moins de deux ans, qui étaient probablement exemptés des exigences de port du masque. • En utilisant le délai entre l'arrivée et la détection comme indicateur de l'incubation du SRAS-CoV-2, ils ont estimé qu'au moins 7 cas individuels avaient probablement été infectés avant le voyage et 41 pendant le transit. 11 cas ont été détectés >14 jours après l'arrivée.

		Les limites de cette étude sont que tous les cas n'ont pas pu être séquencés et qu'une confusion possible est due au manque de renseignements détaillés sur les mouvements des passagers pendant l'enregistrement à l'aéroport, l'embarquement avant le vol, à bord du vol et pendant le transport terrestre vers les hôtels de quarantaine désignés.
Hu (2021) ¹⁰ nouveau Enquête par grappes Chine janv. 2021	Utilisation de l'itinéraire et des données épidémiologiques des cas de COVID-19 et des contacts proches sur les avions domestiques au départ de la ville de Wuhan en Chine entre le 4 et le 23 janvier 2020, pour estimer le risque de transmission de la COVID-19 parmi les voyageurs. Les données de la Commission nationale de la santé de Chine ont été utilisées pour identifier les cas qui avaient un antécédent de voyage sur un vol intérieur pendant la maladie ou dans les 14 jours précédant l'apparition des symptômes. Les listes de passagers assis dans un rayon de trois rangées autour des cas confirmés ont été fournies par les compagnies aériennes. Un passager était défini comme un cas index s'il avait une infection confirmée après le voyage, si les	- Un total de 5 797 passagers de compagnies aériennes sur 177 avions ont été inclus dans cette étude. 209 voyageurs aériens ont reçu un diagnostic de COVID-19. 175 personnes ont été identifiées comme des cas index. Les taux d'attaque d'un siège étaient de 0,3 % (estimation de la borne inférieure, 18/5400, IC 95 % 0,2-0,5 %) à 0,6 % (estimation de la borne supérieure, 34/5622, IC 95 % 0,4-0,8 %). Chaque cas index a infecté 0,2 (SD 0,5) à 0,1 (SD 0,3) personne. - Les sièges immédiatement adjacents au cas index présentaient un TA de 9,2 % (IC 95 % 5,7-14,4 %) et un risque relatif de 27,8 (IC 95 % 14,4-53,7) par rapport aux autres sièges. - Le siège du milieu présentait le TA le plus élevé (0,7 %, IC 95 % 0,4-1,2 %). Les sièges côté hublot et côté couloir présentaient le même TA (0,6 %, IC 95 % 0,3-1,0 %). - Il n'y avait pas de différence significative entre les avions (Boeing et Airbus). - Le risque augmente avec la durée du voyage. La limite supérieure du TA est passée de 0,7 % (IC 95 % : 0,5 %-1,0 %) à 1,2 % (IC 95 % : 0,4 %-3,3 %) lorsque le temps de

	symptômes étaient apparus dans les 14 jours précédant le voyage ou dans les 2 jours suivants, et si la date d'apparition des symptômes parmi les autres cas était la plus précoce dans les 3 rangées. Les passagers étaient considérés comme des contacts étroits lorsqu'ils se trouvaient à moins de 3 rangées d'un cas index. Les cas secondaires ont été définis comme des contacts proches dont les symptômes sont apparus plus tard que ceux du cas index et dans les 2 à 14 jours suivant le voyage. Le taux d'attaque (TA) d'un siège = le nombre de cas confirmés/le nombre total de contacts étroits qui ont utilisé le même siège en dehors des cas index.	co-voyage est passé de 2 heures à 3,3 heures. • Il y avait un manque de renseignements détaillés sur les mouvements des passagers lors de l'enregistrement à l'aéroport, de l'embarquement avant le vol et à bord du vol. De plus, les cas asymptomatiques n'auraient pas été inclus dans l'analyse. • Note : Cette étude a eu lieu avant la mise en œuvre de mesures strictes de santé publique en Chine. Les masques n'auraient pas été obligatoires pendant le vol.
Swadi (2021) ² Étude sur les épidémies Nouvelle-Zélande sept. 2020	Une étude approfondie sur la source potentielle des infections au COVID-19 chez sept voyageurs qui étaient sur un vol de Dubaï, UAB, le 29 septembre 2020, avec une escale à Kuala Lumpur, Malaisie, et un atterrissage à Auckland, Nouvelle-Zélande (durée : 18 heures). Ces sept passagers avaient été assis à quatre rangées	• Au cours de la période requise de 14 jours d'isolement et de quarantaine gérée, sept passagers qui avaient voyagé sur le vol ont reçu des résultats positifs aux tests de dépistage du SRAS-CoV-2. • Les sept passagers avaient commencé leur voyage depuis cinq pays différents avant une escale à Dubaï. Les résultats des tests de dépistage du SRAS-CoV-2 effectués avant l'embarquement étaient négatifs pour cinq d'entre eux. Aucun des passagers n'a signalé de contact rapproché à l'aéroport de Dubaï.

	les uns des autres. Il a été possible de déterminer la lignée des génomes obtenus à partir des sept passagers. L'utilisation du masque n'était pas obligatoire. Le transport après le vol vers les installations de quarantaine a été éloigné physiquement dans la mesure du possible, et le port du masque a été rendu obligatoire.	• Parmi les sept passagers, deux étaient probablement des cas de référence infectés avant le vol, quatre ont été probablement infectés pendant le vol, et le dernier passager a été probablement infecté pendant son isolement. • Cinq des sept cas ont porté des masques et des gants pendant le vol, y compris les deux cas de référence, tandis que les deux autres cas ne l'ont pas fait. • L'analyse génomique a montré que les séquences obtenues à partir des sept cas étaient attribuées à la lignée B.1 et génétiquement identiques.
Eichler (2021) ³ Étude sur les épidémies Nouvelle-Zélande août 2020	Étude sur l'origine des multiples cas de COVID-19 identifiés après 14 jours de quarantaine post-voyage.	• La séquence génomique et l'analyse épidémiologique ont permis d'identifier une chaîne de transmission à ramifications multiples comprenant des voyages aériens internationaux et nationaux et une probable transmission par aérosol dans l'hôtel de quarantaine (non résumée ci-dessous). • Le cas de référence a été identifié comme étant un citoyen rapatrié d'Inde qui revenait en Nouvelle-Zélande. • Trois cas secondaires provenant du cas de référence du vol international de 18 heures (35 % d'occupation) sur un Boeing 747 ont été identifiés par analyse du génome entier. Les trois cas étaient assis à deux rangées l'un de l'autre et devaient porter des masques faciaux. • La transmission de l'infection en vol s'est également produite à partir d'un des cas secondaires qui a été exposé sans le savoir pendant la quarantaine et libéré de la quarantaine avant d'être positif; trois passagers ont été infectés

		pendant un vol intérieur de 85 minutes (capacité de 50 %) sur un Boeing 737. Les trois cas étaient assis les uns à côté des autres (en face les uns des autres), tandis que le cas infectieux est assis à l'écart. Note : Tous les passagers portaient des masques pendant les vols.
Murphy (2020) 6 Enquête sur l'éclosion Irlande Juin-août 2020	Une enquête sur l'éclosion de cas de COVID-19 lors d'un vol international à destination de l'Irlande pendant l'été 2020. Dans cette étude, 9 personnes portaient un masque, 1 enfant n'en portait pas et aucun détail n'est indiqué pour les 3 autres personnes.	- Ce vol international (d'une durée de 7,5 h) a donné lieu à 13 cas. Les cas provenaient de trois continents différents. - L'avion ne comptait que 49 passagers et 12 membres d'équipage. Aucune autre donnée n'est disponible pour les membres d'équipage ou les 11 autres passagers. - Le séquençage du génome entier (SGE) a montré que les 5 souches provenant des passagers étaient appariés, ce qui suggère une source unique d'infection. L'enquête épidémiologique n'a pas permis de déterminer le ou les cas index, mais des théories plausibles suggèrent qu'une proportion des cas aurait attrapé la COVID-19 pendant le vol. - Parmi les personnes qui auraient attrapé le virus en vol, 4 n'étaient pas assises près d'un cas positif, n'avaient aucun contact pendant le voyage, portaient des masques pendant le vol et n'auraient pas eu ce qui est jugé comme des contacts étroits avec d'autres. - L'exemple d'un réseau social est utilisé pour montrer comment un cas en vol peut entraîner la propagation du SRAS-CoV-2 à 46 contacts secondaires dans la collectivité.
Speake (2020) 1	Le 19 mars 2020, un Airbus A330-200 reliant	29 passagers de ce vol ont été atteints de SRAS-CoV-2 alors que

Enquête sur les grappes Australie mars 2020	la Nouvelle-Galles du Sud à Perth (vol d'une durée de 5 h) transportait 28 passagers en classe affaires et 213 en classe économique. Une étude épidémiologique et de séquençage du génome complet a été effectuée. Lors de ce vol, peu de personnes portaient le masque et lorsqu'il était porté, il l'était de façon inconsistante.	35 autres ont présenté des symptômes compatibles, mais avec des résultats négatifs. 18 personnes provenaient de navires de croisière alors que 10 autres étaient des voyageurs nationaux et internationaux. • Le SGE a permis d'établir que 18 cas étaient des cas considérés comme primaires : 13 provenant du Ruby Princess, 4 provenant du Ovation of the Seas et 1 voyageur venu des États-Unis. • Parmi les 11 cas secondaires, 3 n'avaient pas de SGE et ont été classés comme possibles, alors que 8 contagions ont été considérées comme ayant eu lieu en vol. Les 8 cas ne se connaissaient pas, et 4 venaient des États-Unis alors que les 4 autres venaient d'Australie. • Des 11 cas secondaires, 8 se trouvaient à moins de 2 rangées d'un cas infecté alors que 3 étaient plus loin. Tous les cas secondaires provenaient de la section centrale de l'avion, malgré 5 cas d'infection qui se trouvaient dans la partie arrière de la cabine. • 64 % des répondants occupaient un siège près du hublot avec un rapport de risque de 5,2 (IC à 95 %, de 1,6 à 15,4). • Le SGE a permis d'attribuer correctement les cas à la transmission en vol.
Khanh (2020) 11 Enquête sur les grappes	Vol de Londres (Royaume-Uni) à Hanoï (Vietnam) le 2 mars 2020 (durée : 10 h). Tous les passagers et membres d'équipage qui ont été retracés avec succès ont été interrogés,	• Cet avion comptait 16 membres d'équipage et 201 passagers. Le cas index, assis en classe affaires, a commencé à avoir des symptômes la veille du vol. • Pendant l'enquête de recherche de contacts, 14 passagers et

Vietnam mars 2020	testés et mis en quarantaine. Lors de l'arrivée, des contrôles de température et un dépistage des symptômes ont été effectués et les passagers de certains pays (pas le Royaume-Uni) ont dû subir des tests de dépistage pour le SRAS-CoV-2. Le port du masque n'étaient pas obligatoire à bord des avions.	1 membre d'équipage ont été jugés positifs. 12 personnes étaient en classe affaires et 92 % d'entre elles étaient assis à moins de 2 mètres du cas index et 1 autre se trouvait à plus de 2 mètres, rapport de risque de 7,3 (IC à 95 %, de 1,2 à 46,2). - Trois autres contacts (2 passagers et 1 agent de bord) n'ont pas eu de contact étroit avec le cas index, car ils étaient en classe économique.
Choi (2020) ⁸ Enquête sur les grappes Hong Kong mars 2020	Une étude portant sur les cas confirmés de COVID-19 à Hong Kong et sur l'historique de voyage des personnes a permis d'identifier quatre personnes qui ont pris un vol en partance de Boston, aux États-Unis, à destination de Hong Kong, en Chine, le 9 mars 2020. L'avion était un Boeing 700-300ER (vol d'une durée de plus de 15 h), avec 294 passagers. Les passagers n'ont pas tous été soumis à des tests. Il n'y avait ni quarantaine obligatoire ni contrôle à l'aéroport. L'utilisation des masques n'a pas été mentionnée.	- La grappe comprenait 2 passagers (un couple marié) en classe affaires et 2 membres d'équipage. - Le couple a eu des symptômes le 10 mars, ce qui veut dire qu'il était déjà infecté au moment du voyage. - Les agents de bord ont développé des symptômes le 16 et 18 mars. L'un des 2 agents de bord a passé 5 jours à Boston, mais les déplacements de l'autre n'ont pu être confirmés. - Leurs séquences virales étaient 100% identiques et n'étaient pas les séquences vues à Hong Kong. Cependant, des correspondances étroites ont été effectuées avec des cas à Toronto, à New York et à Boston. - D'après cette analyse, les auteurs concluent qu'il est probable que le couple a transmis le SRAS-CoV-2 aux agents de bord pendant le vol.
Hoehl (2020) ¹²	102 passagers d'un vol en partance de Tel-Aviv (Israël) à destination de Francfort (Allemagne),	A leur arrivée, le groupe de touristes a été testé pour le SRAS-CoV-2 et 7 personnes sur 24 ont obtenu un résultat positif. Sur ce

Enquête sur l'éclosion Allemagne mars 2020	le 9 mars 2020. 24 personnes faisaient partie d'un groupe de touristes qui, sans le savoir, avaient été en contact avec un gérant d'hôtel infecté 7 jours auparavant. Aucune mesure préventive n'a été prise pendant le vol. L'équipage n'a pas fait l'objet d'un suivi. Des tests d'anticorps ont été offerts, mais de nombreux passagers n'ont pas été testés, ce qui veut dire d'autres événements de transmission n'ont peut-être pas été détectés.	vol, les 7 membres du groupe ayant obtenu des résultats positifs étaient symptomatiques (n = 4), présymptomatiques (n = 2) et asymptomatiques (n = 1). • 1 seul des 71 autres passagers pour lequel des données de suivi ont été obtenues a déclaré avoir subi un test RT-PCR positif 4 jours après le vol. 7 des 71 personnes ont indiqué avoir eu des symptômes de la COVID-19 dans les 14 jours suivant le vol. L'une d'elles a obtenu un résultat positif à la suite d'un test sérologique de l'IgG et d'un test PRNT. • Les deux cas confirmés sont considérés comme des événements probables de transmission à bord; ils se trouvaient à moins de deux rangées d'un cas index.
Quach (2021) ²⁰ nouveau Enquête par grappes Vietnam mars 2020	Il s'agit d'une analyse approfondie des caractéristiques épidémiologiques d'une épidémie de COVID-19 associée à un vol et de la recherche des contacts, des tests systématiques et de la quarantaine stricte qui ont suivi pour prévenir toute nouvelle transmission. Le vol VN54 (10hr) comprenait 16 membres d'équipage et 201 passagers.	• 183 contacts primaires, 1 000 contacts secondaires et 311 contacts de troisième génération, qui ont tous été testés et mis en quarantaine. • En plus du cas index, 15/183 contacts primaires ont reçu un résultat de test positif de COVID-19, dont 14 passagers et 1 membre d'équipage. • 5 cas secondaires sont apparus parmi les contacts secondaires de 4 cas primaires. • Le taux d'attaque parmi les contacts secondaires était de 0,3 %. • Les mesures de santé publique n'ont pas été mentionnées.
Pavli (2020)¹⁹	Activités de recherche des contacts pour des passagers internationaux en provenance de la Grèce	• On a retracé 18 vols comprenant 21 cas index, 891 passagers et 90 membres d'équipage.

Enquête sur les grappes Grèce févr.-mars 2020	ou à destination de ce pays entre le 26 février et le 9 mars 2020. Aucune mesure de santé publique n'a été notée.	- Des 21 cas index, 6 étaient symptomatiques, 12 étaient pré-symptomatiques et 2 ont présenté des symptômes 5 à 7 jours après le vol. - En outre, 5 cas secondaires ont également été identifiés. Il est fort possible que cette transmission ait eu lieu pendant un même vol (d'Israël en Grèce, durée de 2 h) où se trouvaient 2 cas de COVID-19. Les cas secondaires se trouvaient à moins de deux sièges d'un cas index.
Wang (2021) ¹⁸ Étude sur les groupes Chine févr. 2020	Activités de recherche au sein d'un groupe familial en contact avec le COVID-19. Le groupe signalé comprenait trois cas confirmés, deux infections asymptomatiques et un total de 34 contacts étroits au sein de la famille, dont huit rendaient visite à des parents d'autres provinces, et 1 était sur le même vol qu'un cas confirmé.	La source d'infection dans ce groupe était la petite amie d'un membre de la famille qui avait voyagé par avion depuis la province de Guizhou. Ce cas a été en contact étroit avec un cas confirmé dans l'avion, alors qu'elle faisait la queue pour les toilettes, et qu'elle montait et descendait de l'avion.
Yang (2020) ¹³ Enquête sur les grappes Chine janv.-févr. 2020	Un vol de Singapour à Hangzhou (vol d'une durée de 5 h) transportant 325 personnes le 23 janvier 2020. Le plan de cabine n'a pas été obtenu, ce qui veut dire que la proximité physique entre le cas index et d'autres cas n'est pas connue. Les agents de bord portaient des masques,	Le cas index a développé une fièvre pendant le vol et ne portait pas de masque. Il a été identifié au moment du débarquement et a subi des tests qui se sont révélés positifs. Tous les passagers ont été mis en quarantaine pendant 14 jours. 11 autres passagers ont développé des symptômes et ont reçu un résultat positif, ce qui donne un taux d'attaque de 3,4 %.

	mais pas la plupart des passagers.	
Chen (2020) ²² Enquête sur les grappes Chine janv.-févr. 2020	Un vol de Singapour à Hangzhou (vol d'une durée de 5 h) transportant 335 personnes le 24 janvier 2020. Le vol a été géré de façon stricte parce que 100 personnes qui s'y trouvaient venaient de Wuhan. Tous les passagers ont été mis en quarantaine pendant 14 jours. Les gens ont porté un masque pendant tout le vol, sauf au moment de manger et de boire.	• L'on a diagnostiqué 16 cas de COVID-19 sur 335 passagers, soit un taux d'attaque de 4,8 %. Aucun des membres de l'équipage n'a été infecté. • Seul un passager n'avait pas d'antécédents épidémiologiques plausibles d'exposition avant le vol. Pendant le vol, il a été assis pendant 1 heure près de 4 passagers infectés en provenance de Wuhan et il n'a pas porté son masque de façon appropriée (non serré et nez non couvert).
Zhang (2020) ¹⁶ nouveau Enquête par grappes Chine janv. 2020	Deux cas groupés de COVID-19 ont été identifiés lors d'un dépistage à l'arrivée, lors du retour en Chine de Singapour/Malaisie.	• L'enquête de santé publique et la recherche des contacts ont permis d'identifier 12 cas confirmés d'infection au SRAS-CoV-2 par PCR, liés à deux groupes de touristes. Dans la majorité des cas, la voie de transmission exacte n'était pas claire, car les malades auraient pu contracter l'infection par le SRAS-CoV-2 à Wuhan/Hubei avant le voyage, ou l'un de l'autre pendant leur séjour de 5 jours à Singapour/Malaisie, ou pendant le vol de 5 heures. Cependant, l'un des cas documentés ne faisait pas réellement partie des circuits, mais a eu un contact étroit avec les autres patients COVID-19 sur l'un des vols. Compte tenu de la période d'incubation du SRAS-CoV-2, l'exposition la plus probable pour ce cas était le vol.
Kong (2020) ¹⁵	Ce document décrit en détail le voyage et la transmission potentielle du SRAS-CoV-2 d'un	• La transmission dans le groupe de touristes (groupe A) a entraîné 13 infections confirmées ou présumées qui auraient pu se

Cohorte rétrospective. Chine janv. 2020	cas index du groupe A à trois autres groupes de voyageurs qui ont été en Europe du 16 au 28 janvier. Les vols et l'hébergement partagés ont été pris en compte dans l'enquête épidémiologique. L'utilisation d'un masque ou d'autres précautions n'ont pas été mentionnées.	produire à bord d'un avion, d'un autobus ou pendant des visites guidées. Le premier cas a été hospitalisé le 22 janvier, et d'autres membres du groupe sont tombés malades à compter du 26 janvier. • Il semble peu probable que la transmission du groupe A au groupe B se soit produite lors du vol du 16 janvier, puisque les 3 cas du groupe B n'ont été identifiés que le 29 janvier. • Il est plausible que la transmission du groupe A à deux autres, à un guide touristique du groupe C et à un voyageur indépendant se soit produite sur un vol le 28 janvier. • Il est également plausible que la transmission du groupe A à trois personnes du groupe D se soit produite dans le lieu l'hébergement partagés par les deux groupes le 22 janvier.
Mun (2021) ¹⁷ Série de cas Corée du Sud févr.-mars 2020	Cette série de cas décrit deux agents de bord ayant reçu un diagnostic de COVID-19, qui ont partagé l'aire de repos de l'équipage et les transports terrestres. Elle traite des risques encourus par les agents de bord.	• Le premier agent est tombé malade le 21 février 2020 et a été diagnostiqué le 25 février 2020. Des études épidémiologiques approfondies ont suggéré que la transmission de la maladie en vol était la source de l'infection, car l'agent de bord avait travaillé pendant un vol le 15 février 2020, qui avait à son bord 39 pèlerins catholiques coréens venant de Tel-Aviv, Israël. Peu après leur retour en Corée du Sud, 30 pèlerins ont reçu un diagnostic de COVID-19. Il n'y avait pas d'autres sources identifiées dans ce cas. Après le vol, l'agent a continué à travailler entre le 19 et le 22 février 2020. • Après que le premier agent de bord eut reçu un diagnostic de COVID-19, une période d'autoquarantaine de deux semaines a été imposée à tous les membres de l'équipage

		(n=30). Un seul membre d'équipage a reçu un diagnostic de COVID-19 pendant cette quarantaine, le 6 mars 2020. Bien que les deux agents de bord travaillaient sur des ponts différents de l'avion, ils avaient partagé la salle de repos de l'équipage et les transports terrestres après que le premier agent de bord eut développé des symptômes.
Eldin (2020) ¹⁴ Fiche d'observation France févr. 2020	Enquête sur un ressortissant français qui a développé la COVID-19 peu après son retour en France. Il avait quitté la France le 13 février pour Bangui, en République centrafricaine, et il était retourné à Marseille, en France, avec son partenaire le 24 février en passant par Yaoundé, au Cameroun.	• Cette enquête suggère que la transmission s'est produite lors du vol entre Bangui et Yaoundé, où des ressortissants français se trouvaient dans le même avion que le premier cas de COVID-19 diagnostiqué au Cameroun après le vol du 24 février. • Le ressortissant français a développé des symptômes peu après son retour à Marseille, en France. Le vol est le point d'exposition le plus plausible.
Vois sans cas secondaires identifiés (n=13)		
Lee (2020) ²⁵ nouveau Étude des cohortes Taiwan mars 2020	Décrit un vol de rapatriement de la Chine vers Taïwan. Tout le personnel médical était muni d'un équipement de protection individuelle (combinaisons de protection, écran facial, masque N95, gants), qui est resté enfilé pendant toute la mission. À l'aéroport de Wuhan, avant d'embarquer, les passagers ont été soumis à un contrôle de température. Les gens embarquaient en fonction des étiquettes	• Aucun cas de COVID-19 n'a été détecté parmi les personnes évacuées.

	de couleur. Vert : absence de fièvre et de symptômes respiratoires au cours des 14 jours précédents; Rouge : bien portant à l'examen, mais ayant déclaré avoir eu de la fièvre ou des symptômes respiratoires au cours des 14 derniers jours; Noir : afebrile mais présentant tout type de symptômes respiratoires au moment de l'examen. Deux sièges ont été laissés vacants entre chaque passager. Il a été demandé aux passagers de ne pas se parler pendant le vol, de ne pas consommer de nourriture/boissons, et d'éviter d'aller aux toilettes. Toutes les personnes évacuées ont été soumises à une quarantaine de 14 jours à leur arrivée et à un test RT-PCR.	
Kim (2020) ²⁷ Cohorte Corée du Sud mars 2020	Décrit un vol de rapatriement de 80 Coréens de l'Iran vers la Corée, avec un transfert direct des passagers entre avions à Dubaï. Des précautions strictes de prévention des infections ont été mises en place (c'est-à-dire des rideaux en vinyle pour séparer les zones propres et contaminées, des EPI, des masques faciaux et	• Un passager a été identifié comme étant un PUI pendant la première partie du vol, mais le test s'est avéré négatif à l'arrivée et un autre passager a été catégorisé comme étant un PUI pendant la deuxième partie du vol après avoir développé une fièvre et le test s'est avéré positif à l'arrivée. Aucun autre passager, équipage, personnel médical ou autre personne ayant participé à l'évacuation n'a développé de signes d'infection pendant la période d'observation de 14 jours.

	une distanciation sociale). Les passagers présentant des symptômes au cours des deux dernières semaines ont été désignés comme « patients faisant l'objet d'examen » (PUI). Toutes les personnes à bord du vol ont subi un dépistage du SRAS-CoV-2 à leur arrivée en Corée et ont été soumises à une quarantaine médicale obligatoire de 14 jours.	
Suzuki (2021) 28 Cohorte Japon févr.-mars 2020	Mesure des titres d'anticorps sériques pour le SRAS-CoV-2 chez 10 travailleurs de la santé qui ont participé à l'exploitation des vols affrétés pour l'évacuation des résidents japonais de la province du Hubei. Tous les participants portaient un EPI. Des échantillons de sang ont été prélevés lors de l'inscription (après le 14 février) et toutes les deux semaines après l'inscription jusqu'à quatre semaines après la participation finale à l'opération d'évacuation.	• Le taux médian de conformité à l'EPI était de 90 % (intervalle 70-100 %, n=8). • Le nombre de cas positifs sur chacun des cinq vols était respectivement de 3, 2, 2, 1 et 0. • Tous les échantillons de l'ensemble du personnel de santé étaient séronégatifs, ce qui indique que l'EPI a permis de protéger efficacement le personnel lors des vols de rapatriement.
Nir-Paz (2020) 29 Étude de cohorte	Cet article décrit le rapatriement de 11 citoyens qui se trouvaient sur le navire de croisière Diamond Princess. Avant d'embarquer dans un vol de	• Deux des citoyens rapatriés (un couple) étaient séropositifs au SRAS-CoV-2 à leur arrivée. On suppose donc qu'ils étaient infectieux lorsqu'ils ont pris l'avion. • Aucun cas secondaire n'a été identifié parmi les autres citoyens

Israël févr. 2020	13,5 heures le 20 février 2020, les 11 citoyens ont d'abord obtenu un résultat négatif au test RT-PCR pour le SRAS-CoV-2. Des précautions ont été prises, tout le monde portait des masques chirurgicaux ou des masques FFP2 et l'équipage n'a eu qu'un minimum d'interactions avec les passagers.	rapatriés ou parmi les 4 membres d'équipage. Tous les passagers du vol ont porté leur masque, sauf pour manger et boire.
Ng (2020) ²⁶ nouveau Étude des cohortes Singapour janv. 2020	Suivi de 94 personnes qui ont embarqué sur un vol d'évacuation de Wuhan à Singapour. Des contrôles de température ont été effectués à l'enregistrement. Des masques chirurgicaux ont été fournis aux passagers. À l'arrivée, ils ont été soumis à un nouveau contrôle de la température, puis à une quarantaine de 14 jours, au cours de laquelle ils ont été contrôlés 3 fois par jour pour détecter les symptômes. Toutes les personnes ayant signalé des symptômes ont subi un test RT-PCR.	- Deux passagers ont reçu des résultats de test positifs pour la COVID-19 à leur arrivée. Le fils d'un de ces cas a également été testé positif pendant le troisième jour de quarantaine. - Bien que les personnes à bord aient reçu un résultat de test positif, il n'a pas été confirmé si des cas se sont produits en vol.
Jia (2021) ⁷² nouveau Enquête par grappes	Lors d'une deuxième épidémie survenue à Guangzhou, en Chine, en mars-avril 2020, une surveillance génomique en temps quasi réel a été menée sur 109 cas importés confirmés afin d'élucider la source et	- Les voyageurs sur le même vol portaient des variants viraux différents alors que les voyageurs qui vivaient ensemble partageaient les mêmes variants viraux. - Le vol ET606 partant de l'Éthiopie comptait 12 passagers infectés provenant de 6 pays africains différents. Les génomes viraux ont

Chine mars-avril 2020	la propagation du SRAS-CoV-2. Les cas provenaient de voyageurs revenant de 25 pays différents en Asie (n = 26), en Afrique (n = 28), en Europe (n = 36) et en Amérique du Nord et du Sud (n = 19). Les analyses phylogénétiques visaient à déterminer comment le virus se transmettait entre les passagers d'un même vol et entre les membres d'une même famille.	été obtenus pour 10 d'entre eux, et les variants viraux ont été attribués à 4 haplotypes différents. - Le vol TG668 au départ de la Thaïlande comprenait 6 passagers infectés originaires du Pakistan qui ne se connaissaient pas auparavant mais qui voyageaient ensemble dans le cadre d'un circuit. Les génomes viraux ont été obtenus pour 5 d'entre eux et 4 haplotypes viraux ont été identifiés. - Les résultats suggèrent que le SRAS-CoV-2 n'a pas été transmis pendant les voyages aériens et que les voyageurs ont probablement été infectés avant le vol.
Draper (2020) 73 Enquête sur la recherche des contacts Australie mars-avril 2020	Deux vols avec un membre d'équipage infecté ont été signalés dans le Territoire du Nord, en Australie. Les 555 passagers ont tous été considérés comme des contacts étroits qui exigeaient des activités de recherche de contacts et de mise en quarantaine. Il y a eu 28 cas et 527 contacts étroits au cours de ces deux mois. Un taux de suivi de 94 % a été atteint. Aucune mesure de santé publique ni aucune mention du port de masque n'a été notée.	- En raison d'un retard dans l'obtention des manifestes, il a fallu presque une semaine avant que les passagers du vol ne soient avisés (n = 195 personnes qui ont dû se mettre en quarantaine). - On a également surveillé 326 passagers aériens qui ont pris d'autres vols, dont 131 ont été mis en quarantaine parce qu'ils se trouvaient dans la même rangée ou à moins de 2 rangées d'un cas infecté. - Aucun cas secondaire (0 %, IC à 95 % : entre 0 et 1,1 %) associé à ces vols n'a été identifié.
Qian (2020) ⁷⁴ Enquête sur la recherche des contacts	12 cas ont pris un vol de Ningbo à Zhejiang, en Chine, après un événement de super-propagation du virus	Onze de ces cas étaient liés au temple; l'exposition pour un cas était inconnue, mais on ne pensait pas qu'elle avait eu lieu pendant le vol. Aucun cas secondaire n'est

Chine janv. 2020	dans un temple de Ningbo. Aucune mesure de santé publique ni aucune mention du port de masque n'a été notée.	connu pour s'être produit à la suite du vol. Les résultats des enquêtes de recherche des contacts ont permis d'identifier 88 cas de COVID-19 admis dans cinq hôpitaux de la province du Zhejiang, en Chine.
Ruonan (2021) ⁷⁵ Analyse de la surveillance Chine janv.-avril 2020	Nous avons analysé les données sur les cas importés de Guangzhou à partir du Système national de gestion de l'information pour les rapports sur les maladies infectieuses du Système d'information sur le contrôle et la prévention des maladies en Chine.	Sur 34 vols, 10 (29,4 %) avaient plus de trois cas à bord. Il n'y a aucune preuve évidente de la propagation du COVID-19 sur chacun des vols.
Chen (2020) ³² nouveau Étude descriptive Chine juil. 2020 (est)	Décrit le rapatriement des personnes en Chine. Ne fournit pas de détails sur le nombre de vols ayant fait l'objet d'une enquête. La cabine a été divisée en plusieurs zones (une zone propre, une zone tampon, une zone assise pour les passagers et une zone de quarantaine). Chaque passager recevait deux masques N95 et ne pouvait les enlever que pour manger/boire pendant les heures de repas. Les membres de l'équipage et le personnel médical peuvent choisir de porter des casquettes, des gants, des lunettes, des combinaisons de protection ou des blouses médicales	Le personnel de vol a été testé trois fois, aucun cas de COVID-19 n'a été identifié.

	jetables. Tous les agents de bord pratiquaient fréquemment l'hygiène des mains.	
Karim (2020) ³⁰ Étude descriptive Malaisie févr.-avril 2020	Cet article résume le rapatriement des citoyens malaisiens à l'aide d'un avion commercial affrété. La mission avait pour but de rapatrier autant de citoyens que possible en fonction de la capacité de l'avion et d'empêcher la transmission de la maladie au personnel de bord. Tout le personnel de bord a suivi une séance d'information sur les procédures de sécurité en vol et sur l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI). Tous les rapatriés devaient porter des masques et se désinfecter les mains à l'embarquement.	- On a détecté 82 cas positifs parmi les citoyens rapatriés. La transmission secondaire parmi les citoyens rapatriés pendant le vol n'a pas été étudiée. - Un seul cas positif a été relevé chez un travailleur de la santé impliqué dans la mission, sur la base de l'échantillon prélevé à l'arrivée du vol. Ce travailleur était asymptomatique; lorsqu'il a refait le test, le résultat était négatif (possiblement faux positif ou erreur d'échantillonnage). Aucune étude sur la façon dont le travailleur a pu contracter l'infection n'a été décrite. Il n'y a pas eu d'infection chez les membres d'équipage qui ont travaillé sur le cas.
Cornelius (2020) ³¹ Étude descriptive États-Unis janv.-mars 2020	Cet article résume le rapatriement de citoyens américains par les équipes d'évacuation médicale aérienne du ministère de la Santé et des Services sociaux des États-Unis.	- L'étude a porté sur 39 vols comptant plus de 2 000 personnes. - L'article décrit en détail les précautions prises pour transporter de nombreuses personnes potentiellement infectées. Les pratiques exemplaires en matière de protocoles de contrôle et de prévention des infections pendant le transport aérien sont décrites dans le document. Aucun cas de COVID-19 acquis pendant ces vols d'évacuation n'a été identifié chez les travailleurs des interventions d'urgence.

Schwartz (2020) ⁷⁶ Études de cas Canada janv. 2020	Rapports sur le cas index qui est arrivé à Toronto le 22 janvier, après un vol de 15 heures en provenance de la Chine avec 350 personnes à bord. Aucune mesure de santé publique ni aucune mention du port de masque n'a été notée.	• Aucun cas secondaire de COVID-19 n'a été relevé malgré le suivi de la santé publique.
--	--	---

Abréviations : Est, La date à laquelle l'étude a eu lieu est estimée à partir de la date de publication ou le pays où l'étude a été menée est basé sur les affiliations des auteurs; TA, taux d'attaque

Tableau 2 : Examens, rapports, sondage auprès des passagers et évaluations des risques liés à la transmission du SRAS-CoV-2 dans les avions (n=22)

Étude	Méthode	Principaux résultats
Revue (n=10)		
Lune (2021) ⁷⁷ nouveau Revue systématique Corée (est) nov. 2021 (est)	Cette revue systématique et cette méta-analyse visaient à analyser les différents risques de transmission des maladies infectieuses respiratoires (dont le SRAS-CoV-2) en fonction du type d'espace confiné (p. ex., domicile, espace résidentiel, école, travail, avion, etc.) La revue systématique est de haute qualité et comprend des études jusqu'en déc. 2020.	- Sur les 147 études incluses, 14 portaient sur le SRAS-CoV-2. Il s'agissait notamment du risque de transmission dans les espaces confinés suivants : avion (n=1), domicile (n=7), hôpital (n=3), restaurant/bar (n=2) et navire de guerre (n=1). - Dans l'analyse de sous-groupe pour le SRAS-CoV-2, l'espace résidentiel (RR combiné 8:30, IC 95 % : 3,30-20,90) et les avions étaient les espaces les plus risqués pour la transmission (RR 7,30, IC 95 % : 1,15-46,20).
Pang (2021) ³⁵ Examen systématique États-Unis (est) avril 2021 (est)	Examen systématique des cas de COVID-19 liés à des voyages aériens jusqu'en septembre 2020. L'examen s'est limité aux vols avec des cas de référence de passagers et n'a pas inclus les transmissions entre l'équipage aérien, le personnel au sol ou le personnel de l'aéroport. Une approche quantitative a été utilisée pour estimer le risque de transmission par les voyages aériens. Des facteurs de correction ont été utilisés dans les estimations de risque pour la transmission asymptomatique et la sous-déclaration. Le risque de transmission a été calculé pour trois périodes d'intérêt : (1) de janvier à juin 2020, période couverte par la littérature; (2) le mois de	- En août 2020, il y avait au moins 2 866 cas de référence documentés qui étaient des passagers aériens. - Moins de 50 cas secondaires potentiels documentés associés aux voyages aériens pendant la pandémie ont été signalés. - L'utilisation des masques sur les vols examinés allait de l'utilisation inconnue à l'utilisation obligatoire du N95. - De janvier à juin 2020, le risque d'être infecté par le SRAS-CoV-2 dans une cabine d'avion est estimé à $5,927 \times 10^{-7}$ ou 1:1,7 million. L'incertitude des facteurs de correction et un intervalle crédible à 95 % indiquent que le risque varie de 1 cas pour 712 000 voyageurs à 1 cas pour 8 millions de voyageurs. - Pour le mois de mars 2020, le risque est estimé à $2,353 \times 10^{-6}$ ou 1:425 062. - D'avril à septembre 2020, le risque est estimé à $1,413 \times 10^{-7}$ ou 1:7,1 millions.

	mars 2020 lorsque la propagation mondiale du COVID-19 se produisait; et (3) d'avril à septembre 2020 pour tenir compte de la forte baisse des voyages aériens dans le monde et de l'utilisation accrue des tests de dépistage du COVID-19.	
Arora (2021) ⁷⁸ nouveau Examen narratif Allemagne (est) avril 2021 (est)	Cet examen est basé sur les articles qui ont étudié ou analysé l'impact des voyages internationaux par voie aérienne ou maritime. Une recherche a été effectuée dans PubMed avec les termes « coronavirus, COVID19, voyage international, transmission, dépistage, aéroports, avions, maritime, navire ».	• Les facteurs qui influencent le risque de transmission sur les vols sont la durée du vol, le nombre de personnes infectées (passagers) à bord et leur stade de maladie, la taille de l'avion et le type de système de ventilation utilisé.
Rosca (2021) ³⁶ nouveau Revue systématique Roumanie (est) févr. 2020-janv. 2021	Des recherches dans 4 bases de données électroniques ont été effectuées pour trouver les études publiées du 1^{er} février 2020 au 27 janvier 2021 sur la transmission du SRAS-CoV-2 à bord des avions. Évaluation de la qualité des études (QUADAS-2) et signalement des résultats importants.	• 18 études sur la transmission du SRAS-CoV-2 en vol (130 vols uniques) et 2 études sur les eaux usées des avions ont été incluses. • La qualité des preuves de la plupart des études publiées était faible. • La proportion de contacts retrouvés variait de 0,68 à 100 % selon les études. • Au total, 273 cas index ont été signalés, ainsi que 64 cas secondaires. Le taux d'attaque secondaire parmi les études ayant suivi >80 % des passagers et de l'équipage (n=10 vols) variait entre 0 et 8,2 %. • Des preuves génomiques ont été utilisées pour étudier la transmission à bord de 4 vols. • Conclusions : Le SRAS-CoV-2 peut être transmis lors de voyages en avion, mais c'est relativement rare. Le risque d'infection pourrait être plus élevé pour les personnes assises à moins de deux

		rangées des cas index. L'hétérogénéité de la conception et de la méthodologie limite la comparaison des résultats entre les études.
Khatib (2021) ³⁸ nouveau Examen de la littérature Canada janv. 2020-mai 2021	Examen narratif de la littérature évaluant la sécurité des voyages aériens en rapport avec la transmission du coronavirus 2019 (COVID-19) de janvier 2020 à mai 2021.	Le risque de transmission en vol est faible, mais une approche multidimensionnelle (masquage à bord, éloignement pendant l'embarquement et le débarquement, protocoles de désinfection et mesures de dépistage et de test avant le vol) est nécessaire pour réduire le risque et établir un seuil de sécurité.
Sun (2021) ⁷⁹ Revue de la littérature Chine (est) avril 2021 (est)	Revue narrative des publications relatives à la pandémie de COVID-19 et au transport aérien publiées en 2020.	- Un résumé de la documentation sur les opérations de contrôle des aéroports et les stratégies d'embarquement. - Résume la littérature existante (2020) concernant les opérations en vol en présence du COVID-19 et les événements de transmission en vol. - La conclusion est que des données robustes et largement disponibles sur les cas de transmission, malgré l'utilisation correcte du masque dans les avions, permettraient d'obtenir des renseignements plus utiles.
Bielecki (2021) ³⁷ Revue de la littérature Suisse (est) févr. 2021 (est)	Examen narratif des sujets liés au transport aérien en période de pandémie. Parmi les sujets abordés, citons le nombre de voyageurs, la prévention et les recommandations de dépistage en vol, la transmission du SRAS-CoV-2 en vol, la photo-épidémiologie du port du masque, l'interruption des voyages aériens vers les rassemblements de masse, ainsi que les mesures de quarantaine et leur efficacité.	- Le nombre de voyages aériens a considérablement diminué (baisse de 51,6 % par rapport à 2019). - Les vols seront plus sûrs si l'on optimise les procédures de dépistage, si l'on minimise le risque de laisser monter à bord des cas pré ou asymptomatiques (c'est-à-dire si l'on procède à des tests), et si l'on met en œuvre/respecte des mesures d'hygiène simples et de distanciation physique qui empêchent la propagation des maladies. Le contrôle des passagers est insuffisant pour détecter tous les cas infectieux. - Grâce à la circulation d'air élevée et à l'utilisation de filtres HEPA à bord des

		avions, il est peu probable d'attraper le virus d'une personne qui n'est pas assise à proximité. Le risque d'infection pendant les vols est faible : Une seule infection par 54 heures de vol et aucune infection pendant un vol de 12 heures.
Khatib (2020) ⁴² Revue de la littérature Canada (est) déc. 2020 (est)	Examen narratif de la littérature sur les risques de transmission du SRAS-CoV-2 et les stratégies de prévention de l'infection dans le cadre du transport aérien commercial. Les auteurs fournissent des recommandations et proposent des stratégies pour atténuer la propagation du COVID-19.	- La qualité de l'air à bord des avions modernes est très sûre (les filtres HEPA sont efficaces à 99,97 % pour éliminer les particules comprises entre 0,1 et 0,3 µm de diamètre et 100 % des particules plus grosses). - Des études supplémentaires sont nécessaires pour examiner l'interaction entre le débit d'air et la dispersion des particules qui en résulte, mais les auteurs recommandent d'allumer le débit d'air personnel (<i>ventilation</i>) au-dessus de chaque passager pour améliorer le confort durant le voyage, la qualité de l'air, et pour réduire la transmission de personne à personne des contaminants exhalés. - Le risque est le plus élevé lors de l'embarquement et du débarquement. - On pense qu'un siège côté hublot est l'option la plus sûre, bien que des études récentes sur des épidémies réelles remettent en question cette hypothèse. - Parmi les recommandations, citons l'utilisation de masques, la promotion d'une désinfection fréquente des mains et l'instauration d'une distance physique, lorsque cela est possible, entre l'embarquement et le débarquement. Les points de contact les plus fréquents doivent être désinfectés entre les vols et pendant le vol. Des mesures de présélection et de prétestage doivent être utilisées en plus des mesures préventives appliquées à bord. La mise en place d'un laissez-passer numérique standardisé pour le COVID-19 et une recherche plus solide

		des contacts pourraient être des facteurs clés pour permettre un retour progressif et sûr aux voyages aériens.
Kelly (2021) ³⁹ nouveau Examen de la littérature Irlande (est) janv.-déc. 2020	Une analyse documentaire a été réalisée sur la transmission en vol du SRAS-CoV-2. Les articles publiés du 1 ^{er} janvier au 1 ^{er} décembre 2020 ont été inclus.	• A recensé 11 études qui ont rapporté des preuves possibles de transmission en vol du SRAS-CoV-2, avec des taux d'attaque allant de 0 à 6,9 % parmi le passager exposé et le personnel de cabine. • Les vols présentant les taux d'attaque les plus élevés n'obligeaient pas le port du masque.
Freedman (2020) ⁴³ Revue de la littérature États-Unis (est) sept. 2020 (est)	Examen narratif de toutes les publications sur la transmission du SRAS-CoV-2 en vol, disponibles jusqu'au 21 septembre 2020. Cet examen résume les événements de transmission à l'aide d'attributs comme le port du masque pendant le vol pour tenter de décrire et de quantifier le risque selon différents scénarios et considérations, comme les taux d'incidence différents du SRAS-CoV-2 au point d'origine et à destination, l'intensité de la charge virale dans les cas index, la durée du vol, les pratiques associées au port de masque dans l'avion, les vérifications effectuées avant le vol et la distanciation entre les passagers. Il n'y avait pas suffisamment de points de données pour quantifier le risque.	• Décrit 4 vols bien documentés, dont trois sont indiqués dans le tableau 1 (5 à 7), alors que le quatrième est un inventaire en ligne des vols à destination de Hong Kong qui ont signalé une transmission à 2 passagers, 1 assis avec 5 cas index, alors que les personnes portaient des masques dans l'avion (vol d'une durée de 8 h). • 3 événements de transmission uniques ont été signalés et 2 ont été publiés (9, 11). • 6 vols à haut risque sans transmission sont répertoriés, 1 a été publié (17). L'inventaire des vols en provenance de Hong Kong comprend de nombreux vols avec des passagers ayant eu un résultat positif et aucune transmission secondaire attribuable au vol. • 5 vols d'évacuation dont 3 ont été publiés (3, 13) sont répertoriés avec un événement de transmission possible. Selon cet examen, plus de 1,7 million de passagers ont été rapatriés par leur gouvernement ou une compagnie de navires de croisière pendant la pandémie, mais peu de ces rapatriements ont été documentés. • Des listes de vols contenant des cas connus de COVID-19 ont été signalées au Canada et en Australie. Ces listes permettent aux autres passagers de

		s'auto-identifier et de s'isoler. Le CDC des États-Unis recueille également des données, mais n'a publié aucune conclusion. Quels facteurs de risque ont été signalés? Grappe évidente avec cas lorsque des plans de cabine étaient disponibles, mais une certaine transmission a tout de même touché les personnes se trouvant à plus de 2 rangées du cas index. Les vols avec d'importantes grappes de transmission ont été effectués avant que les masques ne soient obligatoires pendant les vols et plusieurs vols à haut risque sans transmission ont exigé que les passagers portent des masques.
Rapports (n=2)		
Marcus (2020) ³⁴ Aviation Public Health Initiative Report from the Harvard TH Chan School of Public Health Évaluation des risques États-Unis (est) sept. 2020 (est)	Ce rapport de l'APHI comprend les données disponibles jusqu'au 28 septembre 2020 Le présent rapport d'orientation axé sur la recherche évalue la question indiquée ci-dessous à l'aide d'un mélange de revues de la littérature, de modèles <i>in silico</i> et d'opinions d'experts : <i>Au milieu de cette crise complexe et nouvelle de coronavirus, comment les chefs de file du secteur de l'aviation peuvent-ils faire progresser un programme indépendant fondé sur des données probantes afin de réduire les risques de transmission du SRAS-CoV-2 et, par le fait même, améliorer la sécurité et la confiance des employés et des passagers?</i>	- Les interventions non pharmaceutiques à plusieurs niveaux réduisent considérablement le risque de transmission de la maladie. Elles incluent notamment une ventilation optimale, la désinfection des surfaces, le port de masques, des procédures visant à encourager la distanciation sociale, tout particulièrement au moment de l'embarquement et du débarquement, mais aussi pendant le vol (p. ex., pas de file d'attente pour les toilettes ou éviter de se déplacer dans l'avion et réduire au minimum les interactions avec l'équipage). - La ventilation des avions est très sophistiquée et fournit une grande quantité d'air pur à la cabine, qui disperse rapidement l'air expiré. - Comportement des membres de l'équipage et des passagers : La sécurité du public à bord des avions dépend beaucoup des comportements individuels, y compris les certificats de santé et les vérifications avant l'embarquement, le port obligatoire du masque, le respect de la distanciation sociale et l'adoption de comportements

		ordonnés pour éviter la congestion, sans oublier le lavage des mains et le nettoyage. Ces bons comportements sont fortement encouragés elle sera inscrite sur une liste d'interdiction de vol pour cause de non-respect. • Dans l'ensemble, il n'existe que peu de données sur la transmission pendant le vol, mais il semble qu'un très faible nombre d'infections pourrait être attribué à ce type de transmission. Il existe également des preuves que les interventions non pharmaceutiques, tout particulièrement le port du masque, n'ont pas entraîné de transmission malgré le fait que certains passagers infectieux se trouvaient dans les avions. Ils décrivent 13 manuscrits (également inclus dans le tableau 1) portant sur l'étude de la transmission en vol. Il faut également noter qu'aucun des équipages des vols de rapatriement n'a contracté le SRAS-CoV-2, ce qui démontre que l'utilisation et le respect des interventions non pharmaceutiques sont efficaces. • Des stratégies d'atténuation des risques à plusieurs niveaux peuvent réduire grandement le risque de transmission, mais exigent la conformité tant des passagers que des compagnies aériennes.
Shaimoldina (2020)⁸⁰ Analyse des données de surveillance et revue de la littérature Kazakhstan (est) déc. 2020 (est)	Un ensemble de données publiques sur les infections liées aux vols internationaux a été utilisé pour analyser la tendance du trafic aérien et des infections pendant la pandémie. En se basant sur la littérature existante, les auteurs décrivent ensuite les défis à relever pour empêcher les personnes infectées par le SRAS-CoV-2 de monter à bord des avions et les solutions pour la reprise des vols.	• Les infections en vol ont diminué et les voyages en avion ont été considérablement réduits. • Il est difficile d'empêcher les personnes infectées par le SRAS-CoV-2 de monter à bord des avions en raison de la précision des tests, des cas asymptomatiques et de nombreux autres facteurs, notamment l'impossibilité de maintenir une distance physique et la densité des passagers dans un avion. • Les solutions peuvent inclure la mise en quarantaine des passagers dans les

		hôtels, l'obligation de porter un EPI, le diagnostic dans les aéroports et le diagnostic rapide par imagerie/biomarqueurs grâce à une technologie de pointe.
Enquêtes auprès des passagers et des équipages (n=2)		
Pongpirul (2020)³³ Sondage réalisé auprès des passagers et des membres d'équipage Thaïlande avril 2020	Cette étude a porté sur les passagers et les membres d'équipage de deux vols de rapatriement effectués par Thai Airways (TG476 en provenance de Sydney, soit un vol d'une durée de 9,25 h et TG492 entre Auckland et Bangkok, soit un vol de 11,5 h), pour un total de 335 passagers et de 35 membres d'équipage. Un questionnaire en ligne a été utilisé pour obtenir des commentaires individuels sur la distanciation sociale, le port du masque et d'autres procédures mises en place pour réduire le risque de transmission du SRAS-CoV-2. Des entrevues approfondies ont été menées auprès des membres de l'équipage.	- Le taux de réponse au questionnaire en ligne était faible puisqu'il n'était que de 22,5 %. - Plusieurs mesures de réduction des risques ont été mises en œuvre et bien accueillies. Cela incluait notamment les toilettes réservées à l'équipage, le nettoyage fréquent des toilettes, les zones de quarantaine désignées dans l'avion, le port du masque pour tout le monde, l'utilisation d'écrans faciaux, l'hygiène des mains fréquente (gel d'alcool fourni à tous les passagers), la vérification des symptômes et la prise de température. - Parmi les conclusions obtenues, notons le fait que les passagers ont déclaré qu'il était possible de maintenir une distance physique de 1,5 à 2 m lors de la vérification, du pré-embarquement et de l'embarquement, mais pas en vol. - En raison des bagages à main, les membres de l'équipage ont déclaré qu'il n'était pas pratique de remettre des masques chirurgicaux, des écrans faciaux et du gel alcoolisé aux passagers avant le vol.
Ryu (2021)⁶⁰ nouveau Étude transversale Corée du Sud août-sept. 2020	Un sondage en ligne a été mené pour évaluer le niveau de prévention des infections (PI) et les facteurs affectant le rendement de la PI parmi le personnel de cabine des avions (n=177) pendant la pandémie de COVID-19. Le rendement en matière de prévention des infections (PI) et la sensibilisation à la PI ont été évaluées à l'aide	Le niveau de rendement de la PI ($4,56 \pm 0,44$) était significativement plus bas ($p < 0,05$) que celui de la conscience des PI ($4,75 \pm 0,28$), cependant la différence n'était pas significative pour le port du masque ou la prise en charge des passagers confirmés ou suspects de COVID-19. Le rendement de l'hygiène des mains était significativement plus faible ($4,47 \pm 0,56$) que celui de la sensibilisation ($4,61 \pm 0,08$).

	d'une échelle de Likert en cinq points. La moyenne et l'écart-type sont indiqués comme résultats. L'expérience de la formation sur les équipements de protection individuelle (EPI) basée sur la simulation et la culture organisationnelle ont également été évaluées.	Le rendement en matière de PI était significativement associé à la sensibilisation à la PI ($p < 0,05$) et à l'expérience de la formation sur les EPI basée sur la simulation ($p < 0,05$).
Risk assessments (n=8)		
Horstman (2021) ⁶¹ Évaluation des risques États-Unis (est) mars 2021 (est)	Application des résultats de la dynamique des fluides informatiques du transport et de la concentration des virus, des données antérieures sur la transmission de la grippe dans les avions et de l'estimation des quanta de Wells Riley, pour estimer le risque d'infection d'une infection virale aérienne arbitraire dans les avions de type Boeing 737-600. Les paramètres et les données de l'analyse ont ensuite été comparés aux données de terrain sur le SRAS-CoV-2 dans un avion. Note : Données de terrain basées sur l'événement de transmission décrit par Hoehl (2020) dans le tableau 1. Les enquêteurs ont supposé que le taux d'émission du virus était de $1,6 \pm 1,2 \times 10^5$ copies du génome/m³h, ce qui correspondait à 1 267 virus libérés par minute, et à une dose infectieuse humaine de 50 % (HID₅₀) de 2 554 copies/quanta.	- Au cours d'un vol de trois heures, le risque d'infection par voie aérienne était d'environ 50 % pour les passagers assis à proximité (c'est-à-dire dans une seule rangée) des cas infectés (positionnés aux sièges de la 12^e rangée de l'allée); on estime alors à deux ou trois le nombre d'infections pour 131 passagers. - Lorsque l'analyse a été comparée aux données de terrain où quatre cas d'infection symptomatique ont entraîné deux infections secondaires, le SRAS-CoV-2 s'est avéré moins infectieux et se situe au milieu de la fourchette des données appliquées aux doses infectieuses de grippe. - Les masques, la distance sociale entre les passagers de 2,9 pieds, le siège central vacant à 66 % de sa capacité ont réduit le risque de transmission de plus de 48 %. L'utilisation de masques N95 et de masques chirurgicaux (ASTM 3) a permis de réduire à zéro le nombre d'infections secondaires.

Wilson (2021) ⁶³ nouveau Évaluation des risques Nouvelle-Zélande mai 2021 (est)	En utilisant un modèle stochastique SEIR, l'étude visait à modéliser le risque d'épidémies de COVID-19 associées aux voyages aériens internationaux de l'Australie vers la Nouvelle-Zélande, ainsi que l'impact probable de diverses mesures de contrôle qui pourraient être utilisées pour minimiser le risque de telles épidémies. Le risque de transmission en vol était un paramètre utilisé dans le modèle. En se basant sur la littérature précédemment publiée, les auteurs ont estimé le nombre d'heures d'exposition aux cas infectés pour un vol avec port de masque obligatoire (nombre de personnes infectées sur les vols x heures de vol).	• Bien que cette étude porte principalement sur le risque d'importation, les auteurs ont fourni une estimation du risque d'infection dans leurs méthodes en tant que paramètre pour le modèle plus large. • On estime à 2 le nombre d'infections en vol résultant de 933 heures d'exposition, ce qui donne un risque estimé de transmission par heure de vol dans un avion contenant une personne infectieuse de 0,00214.
Wang (2021) ⁴¹ Quantitative risk assessment Évaluation quantitative des risques Royaume-Uni (est) févr. 2021 (est)	Estimer la probabilité d'infection par le SRAS-CoV-2 en vol pour une série de scénarios en utilisant les données expérimentales de dispersion des aérosols et une équation de Wells-Riley modifiée. Les scénarios ont été variés en fonction des taux de génération de quanta et de l'efficacité des masques faciaux, et spécifiés pour un avion B777-200.	• Les probabilités d'infection pour un vol de deux heures sans masque facial étaient comparables à celles d'un vol de 12 heures où tous les passagers portaient des masques à haute efficacité. Dans l'ensemble, les probabilités d'infection étaient plus élevées dans les cabines de la classe économique (MID-AFT) que dans celles de la classe affaires (FWD). • Les probabilités d'infection individuelle au cours d'un vol non masqué de deux heures variaient de 4,5 % à 60,2 %. Les probabilités moyennes d'infection basées sur le nombre de passagers infectés sur le vol variaient de 0,1 % à 2,5 % dans le même scénario. Pour un vol de 12 heures sans port du masque, les probabilités d'infection individuelles variaient de 24,1 % à 99,6 %, la probabilité d'infection moyenne étant de 0,8 % à 10,8 %.

		● L'utilisation de masques à haute/faible efficacité par les passagers pendant un vol de 12 heures, à l'exception de l'heure de repas, a fait passer les probabilités moyennes d'infection de ~59 % à ~8 %, par rapport au cas où les masques étaient portés pendant tout le vol.
McCarthy (2021) ⁶⁴ Évaluation quantitative des risques NA (est) janv. 2021 (est)	Ce modèle de transmission mécaniste suppose que la probabilité d'infection par le SRAS-CoV-2 est cumulative et liée aux sous-activités. Les sous-activités qui, ensemble, constituent l'activité de voyage aérien comprennent l'embarquement dans l'avion, le déplacement vers et dans le siège, le fait de s'asseoir dans l'avion pendant la durée du vol, et enfin le fait de quitter son siège et de débarquer de l'avion. Le modèle suppose également que le vol dure trois heures, qu'il n'y a pas de contact physique direct entre les participants et que toutes les surfaces sont désinfectées. Il suppose également que tous les passagers respectent les politiques d'embarquement et de port du masque. Il s'agit d'un cadre d'analyse décisionnelle risque-coût-bénéfice qui peut être appliqué à de nombreux contextes, y compris celui des avions. L'analyse peut produire des risques relatifs.	● Les avantages relatifs de différentes stratégies d'atténuation sur l'avion peuvent être explorés : ○ Le temps passé en position assise était le facteur le plus important du score de risque total. ○ Le port du masque, rendu obligatoire, compte tenu de ce que nous savons actuellement, pourrait être une stratégie (rentable) de réduction des risques. ○ Le fait de laisser le siège du milieu vacant, à moins qu'un groupe de trois personnes ne voyage ensemble, réduit au moins de moitié le risque, dans un très large éventail d'hypothèses de dégradation. ○ Gérer l'embarquement est moins coûteux que de laisser des sièges vides, mais l'analyse a montré que l'impact total est moindre.
Dai (2021) ⁶² nouveau	Estimation de l'association entre la probabilité d'infection et les taux de ventilation avec l'équation	● Si les personnes portent des masques dans la cabine d'un avion, la ventilation naturelle ou la ventilation mécanique normale peuvent fournir un taux de

Évaluation des risques Chine (est) août 2020 (est)	de Wells-Riley, où le taux de génération quantique (q) par un infecteur COVID-19 a été obtenu à l'aide d'une approche d'ajustement basée sur le nombre de reproductions. Le modèle a été appliqué à plusieurs scénarios d'espaces confinés (bureaux, salles de classe, bus et cabines d'avion).	ventilation suffisant pour garantir que la probabilité d'infection est inférieure à 1 %.
Zhang (2021) ²³ nouveau Évaluation des risques Chine mars-août 2020	Inscription de tous les passagers et membres d'équipage soupçonnés d'être infectés par le SRAS-CoV-2 qui se trouvaient sur des vols internationaux à destination de Pékin en mars 2020. Ils ont fourni les caractéristiques de tous les cas confirmés d'infection par le COVID-19 et ont utilisé l'équation de Wells-Riley pour estimer l'infektivité de la COVID-19 pendant les voyages aériens. L'infektivité est quantifiée en quanta infectieux libérés par un cas source par heure. Les passagers ont été contrôlés à l'arrivée. Les passagers sanitaires ont été isolés pendant 14 jours pour une évaluation médicale et les personnes suspectées d'avoir la COVID-19 ont été transférées à l'hôpital. Les résultats cliniques ont été suivis jusqu'au 1 ^{er} août 2020.	• Sur les 4 492 passagers et membres d'équipage suspectés d'être infectés par la COVID-19, 161 cas ont été confirmés pendant la quarantaine. • Le nombre de cas confirmés sur les 30 vols examinés variait de 2 à 11 par vol. Après enquête, seuls 2 (1,2 %) des cas confirmés ont été suspectés d'avoir été infectés pendant le vol. • En tenant compte du port du masque et de la ventilation, l'infektivité effective a été estimée à seulement 4 quanta/h (fourchette 2-5). Cette valeur a été utilisée pour calculer le risque d'infection par personne. Le risque d'infection par personne au cours d'un vol de 13 h en classe économique où la majorité des passagers étaient masqués était de 0,56 % (IC 95 % : 0,41 %-0,72 %), soit 0,17 infection. • Si tous les passagers n'étaient pas masqués, le nombre d'individus infectés pourrait être d'environ 6 pour un vol de 5 h, et 17 pour un vol de 13 h en classe économique. • Le risque par personne des personnes voyageant en première classe était ~4 fois plus élevé que celui des personnes voyageant en classe économique.
Hu (2020) ⁴⁰	Cette évaluation du risque applique les données épidémiologiques des passagers d'avions (n= 9 265 passagers et 175 cas	• Le risque global de transmission du SRAS-CoV-2 dans les avions équipés de dispositifs de filtration de l'air à haute efficacité serait relativement faible. La limite supérieure estimée du TA était de

Évaluation quantitative des risques Chine déc 2019-mars 2020	de référence, sur 291 avions) et des contacts proches pour estimer les taux d'attaque (TA) et le nombre de reproductions (R_0) avant le verrouillage de Wuhan. Le risque relatif entre les sièges selon la proximité du cas de référence a également été estimé. La limite supérieure du TA a été estimée sur la base de l'hypothèse que 34 et 69 contacts proches ont été infectés sur le vol au départ de Wuhan.	0,60 % (IC 95 % : 0,43 %-0,84 %), et R_0 variait de 0,12 à 0,19. - Le risque de transmission était variable selon la distance du siège par rapport au(x) cas infecté(s) et à la durée du voyage. - Les sièges immédiatement adjacents aux cas de référence étaient les plus à risque, avec un TA de 9,2 % (IC 95 % : 5,7 % — 14,4 %), le risque relatif (RR) de ces sièges par rapport aux autres sièges de l'avion était de 27,8 (IC 95 % : 14,4 - 53,7). Les sièges du milieu présentaient le TA le plus élevé (0,7 %, IC 95 % : 0,4 % — 1,2 %), suivis des sièges côté hublot (0,6 %, IC 95 % : 0,3 % - 1,0 %) et des sièges côté couloir (0,6 %, IC 95 % : 0,3 % — 1,0 %). - Les limites inférieures des estimations de TA liées aux voyages en avion sont passées de 0,0 % (IC 95 % : 0,0 % — 0,6 %) à 0,4 % (IC 95 % : 0,02 % - 2,2 %), et les limites supérieures de 0,7 % (IC 95 % : 0,5 % — 1,0 %) à 1,2 % (IC 95 % : 0,4 % - 3,3 %) lorsque la durée du voyage est passée de 1,5 heure à 3,3 heures. Cependant, ces résultats n'étaient pas significatifs en raison des données limitées sur les cas secondaires par rapport au temps de vol.
Barnett (2020) 66 Prépublication Évaluation quantitative des risques États-Unis sept. 2020	Cette évaluation des risques calcule le risque d'infection par le SRAS-CoV-2 résultant d'une exposition dans un avion en utilisant les données de fin septembre 2020 et les résultats de recherches antérieures. Cette évaluation ne tenait pas compte de l'embarquement et du débarquement, de l'accès à la toilette et de la durée du vol et a fait certaines suppositions en ce qui concerne la « protection »	- Selon ces hypothèses, le risque d'attraper la COVID-19 d'un passager à proximité sur un vol aux États-Unis était d'environ 1 sur 3 900 si l'avion était rempli. - Avec la politique du « siège central vide », ce risque tombe à 6 400, soit un facteur inférieur de 1,64 - L'estimation ponctuelle du risque de décès était d'environ un décès pour 800 000 passagers. - Le risque de transmission était le plus faible lorsque le passager contagieux occupait un siège côté hublot et le plus

	offerte par les dossiers de siège comme barrière entre les rangées. Elle utilise les données provenant des passagers qui se trouvaient en classe économique dans des avions comportant 6 sièges par rangée.	élevé lorsqu'il occupait un siège côté couloir.
--	---	---

Abréviation : Est, La date à laquelle l'étude a eu lieu est estimée à partir de la date de publication ou le pays où l'étude a été menée est basé sur les affiliations des auteurs

Tableau 3 : Études et analyses portant sur l'aérodynamique des gouttelettes respiratoires dans les avions et sur les stratégies d'atténuation des infections respiratoires dans les avion (n=26)

Étude	Méthode	Principaux résultats
Embarquement/Débarquement (n=11)		
Milne (2021) ⁵⁶ nouveau Modèle prédictif Roumanie (est) août 2021 (est)	Utilisation d'un modèle basé sur les agents pour déterminer le nombre de passagers à inclure dans chaque groupe d'embarquement lors de l'utilisation de la méthode de la pyramide inversée. Ils ont étudié l'effet des bagages à main, la distanciation physique maintenue entre les passagers marchant dans l'allée et le nombre de groupes d'embarquement. Le modèle partait de l'hypothèse d'un avion à couloir unique de 30 rangées, avec trois sièges de chaque côté de l'allée, chaque siège du milieu étant vide (en raison de la distance sociale entre les sièges), soit un total de 120 passagers embarqués dans l'avion.	• La méthode d'embarquement en pyramide inversée divise les passagers en groupes d'embarquement en fonction de la position de leur siège, en utilisant un schéma de « chargement diagonal ». • Les risques pour la santé diminuent à mesure que le nombre de groupes d'embarquement de la pyramide inversée augmente. • Dans un scénario avec le plus grand nombre de bagages à main et une distance physique d'un mètre, l'utilisation de 6 groupes d'embarquement par rapport à 3 groupes a réduit le risque moyen pour les passagers assis à l'allée et au hublot de 58 % et 81 % respectivement et 81 % respectivement, tout en augmentant le temps moyen d'embarquement de 1,2 %. • Dans un scénario où il n'y a pas de bagages à main, l'utilisation de 6 groupes d'embarquement contre 3 groupes a permis de réduire le risque pour les passagers des sièges côté couloir et côté hublot de 62 % et 96 % respectivement, tout en augmentant le temps d'embarquement de 3,2 %.

		La modification de la distance physique de l'allée de 1 m à 2 m apporte une valeur sanitaire négligeable aux passagers assis.
Islam (2021) ⁵⁷ nouveau Modèle prédictif États-Unis (est) avril 2021 (est)	Simulation des nouvelles procédures d'embarquement mises en place par les compagnies aériennes en réponse à la COVID-19 à l'aide de modèles dynamiques pédestres afin de déterminer si elles entraînent une augmentation ou une diminution du risque de propagation de l'infection par rapport aux autres options.	- L'embarquement d'arrière à l'avant a doublé l'exposition à l'infection par rapport à l'embarquement aléatoire et a augmenté l'exposition d'environ 50 % par rapport à un processus d'embarquement typique avant l'apparition de la COVID-19. L'exposition accrue résulte de la proximité entre les passagers qui se déplacent dans l'allée et ceux qui sont assis. Le fait d'interdire l'utilisation des coffres supérieurs pour ranger les bagages et d'embarquer sur le siège côté hublot avant le siège côté couloir peut atténuer cette augmentation du risque d'exposition. - Le fait de garder les sièges du milieu vides a également permis de réduire considérablement l'exposition.
Cotfas (2021) ⁵⁴ Modèle prédictif Roumanie (est) mars 2021 (est)	Utiliser un modèle à base d'agents et une approche de simulation stochastique pour étudier les impacts de la méthode de la pyramide inversée sur le temps moyen d'embarquement et le risque sanitaire pour les passagers assis dans les allées et les hublots. Les évaluations étaient basées sur la distanciation sociale en maintenant une distance de 1 à 2 mètres entre les passagers lorsqu'ils marchent dans l'allée, en gardant le siège du milieu vide et en appliquant différentes politiques en matière de bagages à main.	- Lorsque la minimisation du risque sanitaire pour les passagers était l'objectif principal, la solution optimale consistait à affecter un nombre égal de passagers en siège côté hublot aux groupes d'embarquement 1 et 2, et un nombre égal de passagers en siège côté couloir aux groupes d'embarquement 2 et 3. Cette option était imposante quant aux changements du volume de bagages et de la distance sociale de l'allée. Elle a permis de réduire de 22,76 % à 35,31 % le risque pour la santé des passagers du siège côté couloir, par rapport à d'autres simulations qui minimisaient le temps d'embarquement. - Les scénarios permettant de réduire le temps d'embarquement et, dans une moindre mesure, les risques sanitaires sont également examinés.
Milne (2021) ⁴⁹	Dans ces expériences de simulation stochastique et ces modèles basés sur des agents, les auteurs	Plus il y a de bagages = plus le temps d'embarquement est long

Modèle prédictif	évaluent six méthodes d'embarquement et comparent leurs performances à celles des deux meilleures méthodes d'embarquement utilisées à ce jour avec la distanciation sociale selon quatre paramètres de performance. Trois de ces paramètres sont liés au risque de propagation du virus aux passagers durant l'embarquement. La quatrième mesure est le temps nécessaire pour achever l'embarquement. Les deux « meilleures » méthodes d'embarquement de base sont l'embarquement à l'envers par rangée et la demi-zone pyramidale inversée modifiée (voir les figures pour la description). La méthode d'arrière à l'avant par rangée — WilMA fait monter les passagers une rangée à la fois en commençant par l'arrière de l'avion. Les cinq autres méthodes d'embarquement sont créées en ajustant la méthode d'embarquement d'arrière à l'avant par rangée — WilMA de façon à ce que certains des passagers assis aux hublots embarquent plus tôt. En particulier, les passagers en siège côté hublot des rangées K embarqueront dans l'avion avant les passagers en siège côté	• Dans un scénario où la distance entre les allées est de 1 m, la méthode d'arrière à l'avant par rangée — WilMA présente des temps d'embarquement plus courts, moins d'interférences entre les sièges et moins de risques pour les sièges côté allée que la méthode de base à l'envers pour chaque scénario de bagages. La méthode de base d'arrière à l'avant par rangée présente moins de risques pour les sièges côté hublot dans les scénarios où le volume de bagages est plus élevé. • Dans un scénario où la distance entre les allées est de 2 m, la méthode d'arrière à l'avant par rangée — WilMA — décalée de trois est supérieure à la méthode de base de la demi-zone en pyramide inversée modifiée parce que le temps d'embarquement est à peu près le même et qu'elle comporte moins de risques liés aux sièges côté allée et aux sièges côté hublot. La méthode d'arrière à l'avant par rangée — WilMA présente le plus faible risque pour les sièges côté hublot.
------------------	---	--

	couloir. Dans les cinq nouvelles méthodes, la valeur du K se situe entre 2 et 6.	
Xie (2021) ⁵⁰ Modèle prédictif NA (est) janv. 2021 (est)	Comparer quantitativement le processus de débarquement d'un Boeing 737-300 avant et après l'adoption de stratégies de gestion du débarquement. Deux stratégies sont étudiées : Stratégie I : Lorsqu'il y a un seul passager infecté, les équipes au sol commencent par désinfecter les allées de la cabine avant de commencer le processus de débarquement, puis les passagers situés devant le patient infecté débarquent par la porte avant, tandis que les passagers situés à l'arrière du cas débarquent par la porte arrière. Le patient et ses « contacts proches » ne débarquent que lorsque tous les passagers ont quitté la cabine. Stratégie II : Lorsqu'il y a plusieurs passagers infectés, les passagers sont évacués par la porte avant ou la porte arrière à partir des colonnes traversées qui ne contiennent pas de patients ou de contacts proches. Après que les passagers ont quitté la cabine, les valises et les « contacts proches »	• Le nombre de passagers à haut risque a diminué de 72 % après l'adoption de la stratégie I. • Après l'adoption de la stratégie II, le nombre de passagers à haut risque a de nouveau diminué de 27 %. • Bien que ces deux stratégies sacrifient l'efficacité (c'est-à-dire une durée totale de débarquement plus longue), elles réduisent également de manière significative le risque d'infection.

	sortent par la porte avant ou arrière sans récupérer leurs bagages. Après le départ des bagages, les équipes au sol procèdent à une seconde désinfection de la cabine. Après la désinfection, les autres passagers sortent par la porte avant ou arrière.	
Milne (2020) ⁴⁸ Modèle prédictif NA (est) nov. 2020 (est)	Dans ces expériences de simulation stochastique et ces modèles à base d'agents, les auteurs adaptent la méthode de la pyramide inversée pour la distanciation sociale lors de l'embarquement dans un avion à l'aide d'une passerelle d'avion à réaction qui relie le terminal à la porte avant de l'avion. Ils évaluent l'impact du nombre de groupes d'embarquement (2 contre 6) pour montrer l'impact résultant sur quatre mesures d'évaluation des performances. La première mesure de performance est le temps moyen d'embarquement. La deuxième mesure de performance est le nombre de mouvements de siège de type 3 pendant l'embarquement (c'est-à-dire changement de siège, déplacement dans l'allée pour permettre au passager du hublot d'accéder à son siège). Les troisième et quatrième paramètres de performance concernent la santé des passagers	• Lorsque le nombre de groupes d'embarquement passe de deux à quatre, le temps moyen d'embarquement diminue. • Lorsque le nombre de groupes d'embarquement passe de 3 à 6, le risque lié au siège côté couloir diminue sensiblement, passant de 44 % à 21 %. • Plus le volume des bagages transportés à bord de l'avion diminue, plus la durée du risque diminue de manière significative. • Le fait de doubler la distance sociale de l'allée, de 1 m à 2 m, augmente la durée moyenne de l'embarquement et diminue les risques liés aux sièges de l'allée et des hublots.

	assis pendant que les passagers embarquant plus tard les dépassent.	
Schwarzbach (2020) ⁸¹ Expérience de simulation NA (est) oct. 2020 (est)	Évaluer l'applicabilité des méthodes de distanciation sociale basées sur la technologie lors de l'embarquement dans la cabine d'un avion en utilisant une simulation de propagation radio basée sur un modèle d'avion tridimensionnel. Ils effectuent une simulation de propagation par traçage de rayons dans une section de la cabine modélisée d'un avion Airbus A321.	- Les auteurs démontrent que les mesures de l'indicateur de force du signal de réception (RSSI) couramment utilisées peuvent conduire à une classification de faux positifs et de faux négatifs en fonction du réglage du modèle de prévision d'affaiblissement, ce qui réduit la fiabilité et l'acceptation par les utilisateurs des options de distanciation sociale assistées par la technologie. - Du point de vue de l'application, une mise en œuvre possible des approches technologiques proposées pourrait ressembler à ce qui suit : Avertissement de proximité en temps réel, recherche des contacts après traitement, programmation de l'embarquement et du débarquement.
Delcea (2021) ⁵⁵ Modèle prédictif Roumanie (est) mai 2020 (est)	Estime le nombre de passagers pour chaque groupe d'embarquement en supposant un embarquement en pyramide inversée avec les sièges du milieu inoccupés. Applique une modélisation basée sur les agents et une simulation stochastique pour évaluer les impacts sur le temps d'embarquement et le risque sanitaire pour les passagers dans chaque scénario.	Si l'objectif est de minimiser le risque sanitaire parmi les passagers, le premier groupe d'embarquement en pyramide inversée devrait être constitué de ceux qui ont des sièges côté hublot dans la moitié arrière de l'avion, le troisième groupe devrait être constitué de passagers ayant des sièges côté couloir dans la moitié avant de l'avion, le deuxième groupe d'embarquement étant constitué des autres passagers. Cette disposition s'est avérée être la meilleure, car elle réduit de 25 % le risque sanitaire pour les passagers assis du côté de l'allée et de 22 % pour les passagers assis à côté d'un hublot, tout en augmentant de 2 % le temps d'embarquement.
Milne (2020) ⁵¹ Modèle prédictif Roumanie (est) mai 2020 (est)	Dans ces expériences de simulation stochastique, les auteurs ont évalué neuf adaptations des méthodes d'embarquement en fonction de quatre mesures de rendement. Trois des mesures sont liées au risque que le	- Le temps d'embarquement moyen est la mesure comparable entre les différents scénarios. - Augmentation de la distance sociale (de 1 m à 2 m) = augmentation du temps d'embarquement - Augmentation de la proportion de personnes qui ont des

	virus se propage aux passagers au moment de l'embarquement. La quatrième mesure est le temps qu'il faut pour monter à bord d'un avion à deux portes lorsque les autobus d'aéroport transportent des passagers sur l'aire de circulation avant qu'ils n'embarquent dans l'avion.	bagages = augmentation du temps d'embarquement • Le fait d'asseoir les passagers près des hublots avant ceux qui occuperont les sièges près de l'allée réduit le risque d'interférence avec le siège (lorsque la personne assise dans le siège près de l'allée doit se lever pour permettre à la personne qui s'assoit près du hublot de passer). • Le risque lié au siège près de l'allée est plus élevé lorsque la distanciation physique est plus faible (1 m), que les personnes ont des bagages et que l'embarquement est aléatoire. • L'auteur indique que le risque associé au siège près du hublot est inférieur au risque lié au siège près de l'allée pendant l'embarquement, mais sans cependant estimer la différence.
Schultz (2020) 52 Modèle prédictif Royaume-Uni (est) juin 2020 (est)	Modèle d'automate cellulaire qui modélise les déplacements des passagers pendant le processus d'embarquement. Ne tient pas compte des masques. Modélise la distance jusqu'au cas index ainsi que le temps de contact pour estimer le risque de transmission.	• Le modèle montre que, comparativement à l'embarquement aléatoire, le fait de faire embarquer ensemble les membres des groupes (p. ex., les familles) réduira le temps d'embarquement puisque celui-ci sera 41 % plus court que le scénario aléatoire. Ce type d'embarquement « groupé » entraîne également le risque de transmission le plus faible, soit de 0,09 comparativement à une valeur variant entre 0,57 et 0,62 pour n'importe lequel des scénarios aléatoires lorsque l'avion est à moitié plein. Ces temps d'embarquement étaient relativement stables à 75 % et à 100 % de la capacité de l'avion, toutefois, le risque de transmission a augmenté à une valeur variant entre 0,31 et 0,66 pour l'embarquement en groupe, par rapport à un scénario individuel.

Coffas (2020) 53 Modèle prédictif Roumanie (est) mai 2020 (est)	Un modèle basé sur des agents est utilisé pour simuler le processus d'embarquement des passagers, principalement en ce qui concerne les interactions avec les agents et d'autres personnes (la plateforme NetLogo a été utilisée pour ce faire). Ils ont modélisé le temps nécessaire pour embarquer dans l'avion en fonction d'un certain nombre de scénarios et ont tenu compte du temps pour ranger les bagages à main. Le résultat porte donc sur le temps pendant lequel les passagers déjà assis sont en contact avec d'autres personnes, soit lorsque ces dernières circulent dans l'allée, soit parce qu'ils doivent se lever pour laisser entrer une personne qui doit aller s'asseoir au centre ou près du hublot.	• L'embarquement de l'arrière à l'avant de l'avion a pris le plus de temps, mais selon la simulation, c'était ce cas que le risque pour la santé était le plus faible. • Le risque est tout aussi faible si une distanciation physique de 2 mètres est maintenue pendant l'embarquement. • L'embarquement est plus efficace et moins risqué lorsque les passagers n'ont aucun bagage à ranger.
Transmission et répartition des sièges en vol (n=6)		
Dietrich (2021) 65 Surveillance de l'environnement et étude des modèles prédictifs États-Unis (est) avril 2021 (est)	Utilisation des données de dispersion du virus du bactériophage MS2 comme substitut du SRAS-CoV-2 et modélisation de la relation entre l'exposition au SRAS-CoV-2 et la proximité des sièges d'avion. Les deux scénarios d'occupation complète et d'occupation vacante du siège central ont été envisagés.	• Par rapport aux expositions dans les scénarios d'occupation complète, le risque d'exposition relatif pour un passager individuel dans les scénarios de siège central vacant a été réduit de 23 % à 57 %. • La réduction de 23 % de l'exposition a été observée pour un seul passager qui se trouvait dans la même rangée et à deux sièges de la source du SRAS-CoV-2, avec un siège central vide entre les deux. • On obtient 57 % dans un scénario impliquant une section à trois rangées

		contenant un mélange de sources de SRAS-CoV-2 et d'autres passagers. La réduction globale du risque d'exposition dans une cabine complète de 120 passagers avec des sièges centraux vacants allait de 35,0 % à 39,4 %.
Saretzki (2021) 82 nouveau Expérience de simulation Allemagne (est) oct. 2021 (est)	Cette étude a porté sur la répartition de l'air expiré entre les membres d'équipage et les passagers d'un petit avion (Morane Saulnier MS893E à 4 places). Un système de ventilation connecté à l'extérieur a été utilisé pour simuler le flux d'air du poste de pilotage en vol. Le flux d'air a été marqué avec de la fumée pour la visualisation et la vitesse du flux d'air a été mesurée avec un anémomètre thermique.	- Le flux d'air visualisé dans le poste de pilotage n'a montré aucun flux croisé, ce qui indique que le transport d'aérosols entre les deux pilotes est minime, voire nul. - Le flux d'air était négligeable vers les passagers qui recevaient une ventilation par les buses supplémentaires situées juste devant leur siège. - Dans les petits avions, l'air quitte le cockpit soit par des fuites au niveau des hublots et des portes latérales, soit par des valves ou des systèmes de décharge dans les hublots ou les portes latérales, soit par des valves de décharge dans le plancher du poste de pilotage. C'est pourquoi les personnes à bord doivent avoir pour consigne d'éternuer ou de tousser vers la paroi latérale du poste de pilotage ou dans le creux de leur bras. - Conclusion : Le risque de transmission par un courant d'air fortement ventilé dans un petit avion est insignifiant.
Zhang (2021) 83 nouveau Étude <i>in silico</i> Chine (est) sept. 2021 (est)	Un modèle de cabine d'un avion Airbus A320 à sept rangées de sièges est construit pour simuler la propagation du SRAS-CoV-2 dans la cabine avec un porteur de virus à l'aide de l'outil de modélisation de la dynamique numérique des fluides (DNF). Le risque d'infection des passagers est également quantifié par la méthode de l'indice d'exposition sensible (IES). Le N₂O est utilisé comme gaz traceur pour établir un système continu, et la	- Le virus se propage au plafond de la cabine dans les 50 s qui suivent la respiration normale du passager infecté. - Lorsque le passager infecté respire normalement, le virus peut se propager aux sièges de la rangée avant, de la même rangée et des deux rangées arrière. - Lorsque le passager infecté tousse, le virus peut se propager aux trois premières rangées, à la même rangée et aux deux rangées derrière qui ont un IEM>1, ce qui indique le risque d'infection. - Alors que les zones à fraction de masse élevée restent du même côté de l'allée que le passager infecté.

	méthode d'Euler est appliquée dans l'outil DNF pour simuler la concentration et la distribution du SARS-CoV-2 dans cette étude. Les changements de distribution du virus dans la cabine en cas de respiration normale et de toux du porteur sont comparés sur la base des données de simulation.	• Aucune simulation n'a été réalisée pour étudier les effets du port du masque.
Desai (2021) ⁶⁸ Étude <i>in silico</i> États-Unis (est) févr. 2021 (est)	Modélisation de l'écoulement de l'air, du transport des particules expirées par voie orale et nasale (par exemple, CO₂ et coronavirus) à différentes positions du siège à l'intérieur des avions Airbus 380 et Boeing B747. Les simulations ont pris en compte les sections de première classe, de classe affaires et de classe économique dans chaque avion. Les positions des sièges ont été classées en fonction de la fraction de masse de CO₂, de la température et de la vitesse correspondant aux positions du nez des passagers pour chaque siège.	• Le classement des sièges d'un avion à l'autre était très variable. • Dans la section de première classe : Le siège le mieux classé d'Airbus était plus chaud que le siège le mieux classé de Boeing, mais la circulation y était moins bonne. • En classe affaires : Le siège le mieux classé d'Airbus était plus froid, mais offrait une meilleure circulation que le siège le mieux classé de Boeing. Le siège de l'Airbus était situé dans la rangée latérale des sièges, côté couloir, et le siège du Boeing était situé près d'un hublot. • En classe économique : Le siège le mieux classé pour l'Airbus était situé côté hublot, tandis que le siège le mieux classé pour le Boeing était le siège du milieu dans la rangée latérale de sièges. Le siège de l'Airbus avait une température plus élevée, une concentration de CO₂ plus faible et une vitesse de l'air plus faible, la contrepartie pour un siège plus chaud étant une moins bonne circulation. • Dans l'ensemble, le siège d'Airbus le mieux classé en économie était à la fois chaud et doté d'une bonne circulation; le siège de Boeing était moins performant dans tous ces domaines.
Ghorbani (2020) ⁸⁴ préimpression	Le modèle appelé simulations de Monte-Carlo optimise, pour le secteur du transport	• Les figures présentées dans le document montrent l'aménagement optimal des sièges des passagers dans un avion. La clé pour augmenter le nombre de passagers en

Étude <i>in silico</i> Etats-Unis (est) oct. 2020 (est)	aérien, le nombre de passagers et leur aménagement, dans le respect des mesures de distanciation sociale, pour des scénarios d'avions comportant une seule ou deux allées.	toute sécurité consiste à s'assurer de regrouper les familles.
Salari (2020) ⁶⁷ Étude <i>in silico</i> Canada (est) juin 2020 (est)	Un modèle de programmation linéaire mixte est utilisé pour répartir correctement les passagers dans les sièges tout en s'assurant de respecter deux types de distanciation physique, c'est-à-dire garder les passagers assis assez loin les uns des autres et assurer une distance sécuritaire entre l'allée et les sièges qui ont été attribués. Un Airbus A320 avec 20 rangées de sièges, une allée et trois sièges de chaque côté a été utilisé pour ce faire. Ce modèle a permis de réaliser un certain nombre de scénarios : • Siège central vide • Distanciation physique de 1 m une fois la personne assise • Siège près de l'allée vide • Hybride	• Si la distanciation physique est respectée entièrement, si aucun siège près de l'allée n'est utilisé et si personne ne se trouve à moins de 1 m d'une autre personne, la charge maximale sera de 20 passagers dans un avion de 120 places. • Si les passagers peuvent s'asseoir dans le siège près de l'allée, le total passe à 30 passagers ayant une distanciation sociale de 1 m et plus. Le fait de s'asseoir près de l'allée doit inclure des stratégies visant à limiter les déplacements et l'exposition possible des personnes qui se déplacent dans l'avion. • La politique qui vise à bloquer les sièges du centre permet de réduire le nombre de personnes dans un rayon de 1 m par rapport à la politique de n'asseoir personne dans les sièges près des allées. • Plus il y a de passagers dans l'avion, plus les personnes se retrouvent assises à proximité les unes des autres, ce qui veut dire que le risque va en augmentant lorsque 1, 2 ou 3 personnes ou plus se retrouvaient dans un rayon de 1 m. Voir les illustrations dans les figures.
De l'embarquement au débarquement (n=1)		
Namilae (2021) ⁴⁷ Prépublication nouveau	Un modèle de propagation de l'infection a été développé en utilisant la dynamique des piétons pour modéliser le mouvement	• Les résultats de la simulation de l'infection secondaire en fonction du statut du passager pendant le vol de Londres indiquent que les processus d'embarquement et de débarquement contribuent davantage au

Modèle prédictif	des passagers pendant l'embarquement et le débarquement ainsi que les trajectoires des passagers et la disposition des sièges. Ce modèle tient compte de la variation de la dose d'infection en fonction de la distance par rapport à une personne infectée, puis inclut une relation dose-réponse exponentielle standard pour le risque d'infection. Le modèle a ensuite été étalonné par rapport à un autre événement de super propagation et modifié pour tenir compte des mesures de santé publique telles que le port du masque.	risque d'infection que les déplacements en vol (4,4 contre 0,7). - En utilisant les données du vol de Singapour comme exemple, la simulation a démontré que si tout le monde avait utilisé des masques FFP2 ou N95 pendant toute la durée du vol, il y aurait 2,3 infections secondaires contre 55 sans utilisation de masque. - Plus de 50 simulations ont révélé que le type de masque avait un impact sur les infections secondaires. Lorsque le siège du milieu était libre, les infections secondaires moyennes étaient de 29,75 sans masque, de 5,72 avec des masques en tissu et de 0,99 avec des masques N95/FFP2. Ce chiffre a augmenté pour tous les types de masques lorsque le siège du milieu n'était pas vacant (55,03 sans masque, 10,46 masques en tissu et 2,32 masques N95/FFP2). - Globalement, l'utilisation de N95/FFP2 et de masques en tissu aurait permis de réduire les infections de 95 à 100 % et de 40 à 80 %, respectivement.
États-Unis (est) juin 2021 (est)	Les données de trois vols ont permis d'élaborer le modèle. Plus précisément, ils ont utilisé : 1) Londres à Hanoi le 1^{er} mars 2020, 201 passagers avec 1 cas index entraînant 13 infections secondaires; 2) Singapour à la Chine le 24 janvier 2020, 321 passagers avec 2 cas index et 12-14 infections secondaires; 3) Japon à Israël le 20 février 2020, 9 passagers sans infection secondaire.	
Études sur les aérosols dans un avion (n=7)		
Talaat (2021) 58 Expérience de simulation	Étude de la transmission des aérosols en vol et de la contamination des surfaces à l'aide d'un modèle de calcul de la zone de la cabine d'un	- Les particules mettent 2 à 3 minutes pour se déposer ou quitter le système, car l'air de la cabine est rapidement renouvelé. - L'aérosol situé dans le spectre de dimension de 1 µm–20 µm est concentré à

États-Unis (est) févr. 2021 (est)	Boeing 737. L'étude vise à comprendre l'effet de la réduction de la capacité du nombre de passagers (de 60 à 40) et à la comparer à d'autres mesures d'intervention telles que l'utilisation d'écrans anti-éternuements (pare-haleine) entre les passagers d'un vol au maximum de sa capacité. L'étude prend en compte une large gamme de tailles de particules (1-50 µm). Cette étude ne tient pas compte de la présence de plus d'une infection à bord, du comportement humain (parler, manger, boire, respecter le port du masque ou se déplacer dans les allées).	une rangée du patient de référence, et pratiquement aucune particule ne dépasse deux rangées du patient de référence. Les particules plus grandes, telles que celles de 50 µm, ne sont présentes que dans la rangée du patient de référence. • Une fraction relativement faible (21-26 %) des particules exhalées est directement éliminée par le système de ventilation. La majorité des particules se déposent sur les surfaces dans la cabine et plus de particules de 1 µm se déposant sur les parois que sur le sol (10-14 % contre 3-6 %). • Les surfaces les plus contaminées dans le modèle au maximum de sa capacité (60 passagers) sans pare-haleine sont les passagers (y compris le patient de référence) avec une fraction de dépôt de 31 %, suivis des sièges avec 27 %. Dans le modèle à capacité réduite sans pare-haleine et dans le modèle au maximum de sa capacité avec pare-haleine, le dépôt total sur les passagers est réduit à 21 % et 15 %, respectivement. • La fraction respirable totale est la plus faible dans le modèle au maximum de sa capacité avec pare-haleine (0,5 %), suivi du modèle à capacité réduite pour passagers sans pare-haleine (0,7 %), puis du modèle au maximum de sa capacité sans pare-haleine (1,7 %). Cependant, la réduction du nombre de passagers et l'utilisation de pare-haleine éliminent la transmission directe de particules de 50 µm. Bien que ces particules laissent échapper une fraction respirable beaucoup plus faible que les particules de 1 µm, elles contiennent nettement plus de virions que les particules de 1 µm en raison de leur volume.
Kinahan (2021) 59 Expérience de simulation	La dispersion et le dépôt d'aérosols dans deux avions gros porteurs (Boeing 767-300 et Boeing 777-200 à 30 000 pieds) ont été mesurés à l'aide de	• Durant la simulation, l'exposition maximale, de 0,094 7 à 0,461 4 %, se produit dans un siège situé à côté d'une source, le risque d'inhalation le plus élevé suivant se produisant généralement dans les sièges situés devant et derrière le passager infecté. Ce risque d'exposition maximal

États-Unis (est) janv. 2021 (est)	microsphères fluorescentes et marquées à l'ADN. Les données expérimentales portaient sur une simulation de plus de 300 rejets d'un passager infecté par le SRAS-CoV-2 dans les sièges pendant le vol. Les tests ont été conçus pour mesurer la concentration d'aérosols dans les zones de respiration des passagers des sièges et des rangées voisines du passager infecté durant la simulation. Les rejets respiratoires comprenaient un mélange de tests avec le mannequin ne portant pas de masque et de tests avec un masque. Cette étude ne tient pas compte de la présence de plus d'une infection à bord ni du comportement humain (par exemple, parler, manger, boire ou respecter le port du masque).	équivalait à une réduction minimale de 99,54 % des aérosols à particules de 1 µm de la source de référence par rapport à la zone de respiration d'un passager type assis directement à côté de la source. • Moins de 0,03 % des particules décelables se déposent sur les surfaces solides pendant les essais, la concentration la plus élevée se trouvant sur les surfaces les plus proches de chaque point de rejet. On note que les surfaces horizontales comme les accoudoirs étaient généralement plus élevées que les surfaces verticales telles que les dossiers de sièges et les systèmes de divertissement à bord (IFE). • Avec le port du masque, la réduction moyenne du nombre total de particules comptées était de 15,6 %.
Rivero-Rios (2021) ⁴⁴ Étude de suivi biologique États-Unis juil. 2020	Les concentrations de particules (PM) ont été mesurées dans divers espaces intérieurs, notamment 19 vols, des magasins de détail/épicerie, des restaurants, des bureaux, des habitations et d'autres moyens de transport (voitures privées, bus, trains). Les vols ont été choisis de manière à couvrir un éventail de durées/destinations de vol	• Le nombre de particules durant le vol et les concentrations massiques dans les avions étaient inférieures à celles des magasins de détail/épicerie, des restaurants, des bureaux, des habitations et des autres moyens de transport testés. • Les particules dont le diamètre est inférieur à 1 µm dominent les concentrations totales en nombre de particules (car elles sont les plus difficiles à éliminer par filtration). • Les concentrations de particules présentaient une forme en V, avec des niveaux élevés à l'embarquement, une diminution continue et une concentration minimale stable pendant le vol. De légères

	et de modèles d'avions, et les étapes suivantes du voyage aérien : Terminal (départ), embarquement, taxi (sortie), montée, en vol, descente, taxi (entrée), débarquement et terminal (arrivée).	augmentations de la concentration de masse des particules pendant le service des aliments ont été observées. Lorsque l'avion a commencé à descendre, les concentrations de particules ont commencé à augmenter et une augmentation brutale a été observée une fois que la porte de la cabine a été ouverte et que le processus de débarquement a commencé. Le taux de renouvellement de l'air dans la cabine est rapide pendant le vol, ce qui réduit considérablement le nombre de particules dans la cabine. L'air ambiant en altitude contient moins de particules que l'air à la surface, ce qui contribue aux faibles concentrations en nombre et en masse de particules en altitude, et explique également la diminution et l'augmentation observées pendant la montée et la descente.
Kotb (2020) ⁴⁵ Étude <i>in silico</i> Égypte (est) sept. 2020 (est)	Cette simulation avec modélisation informatique de la dynamique des fluides numériques est utilisée pour examiner ce qui arrive aux gouttelettes respiratoires lorsqu'elles sont expulsées par l'éternuement ou la toux d'une personne qui se déplace dans une cabine d'avion.	- L'écoulement de l'air des gouttelettes produites par les toux et éternuements des passagers qui se déplacent pouvait atteindre les passagers se trouvant à plusieurs rangées de la source, comparativement à ceux qui restaient immobiles. Si la personne tousse et qu'elle se trouve à 1,1 m, l'éternuement aura une plus grande portée si la personne reste immobile. - En comparant la plage de propagation des gouttelettes résultant d'un passager en mouvement et d'un passager immobile, plus le passager se déplace rapidement, plus les gouttelettes se propagent. - Les chiffres illustrent le fait de tousser ou d'éternuer debout et en mouvement dans une cabine d'avion de classe économique.
Silcott (2020) ⁴⁶ Non publiée Expériences de simulation États-Unis	Les simulations ont utilisé les modèles d'avion 767-300 et 777-200 pour étudier les pénétrations d'aérosol associées à un passager infecté par la COVID-19 dans la zone autour d'eux. Ces simulations ont été	On a constaté que le flux causé par la toux avait une portée longue et efficace en ce qui concerne le déplacement des contaminants, soit jusqu'à 4 s (ou 8x plus long qu'une simple toux).

août 2020	effectuées à 300 reprises, y compris avec l'embarquement et le débarquement. Les simulations en vol ont été effectuées dans le hangar et à une altitude de 35 000 pi. Cette étude ne tient pas compte du comportement humain, p. ex., parler, manger, boire, adhérence à porter le masque ou d'autres modes de transmission, p. ex., transmission par fomites.	
Yan (2020) ⁷¹ Expérience de simulation Australie (est) août 2020 (est)	Cette étude a mis au point un modèle informatique pour imiter une section économique de Boeing 737 avec trois rangées et neuf mannequins.	Un large éventail de gouttelettes de toutes tailles ont été dispersées dans la direction de la toux en raison du fort jet d'air associé à la toux, comparativement à ce qui se produit lorsque le flux d'air circule sous l'effet de la ventilation de l'avion (voir les figures sur papier).
Yang (2018) ⁶⁹ Étude <i>in silico</i> Australie (est) déc. 2017 (est)	À l'aide de la mécanique des fluides numérique, cette étude a étudié l'effet du jet d'air associé à la toux sur le flux d'air local et le transport des particules dans un espace confiné comme une cabine d'avion type. La dispersion des particules émises par la toux a été simulée dans une rangée d'avions avec trois sièges.	La distance de déplacement des particules associées à la toux était fortement influencée par la direction et le type de toux. La toux de la personne assise près de l'allée a créé une distance de déplacement des particules plus longue que celle qui se produisait lorsque la personne était assise sur le siège central ou près du hublot. Le siège du milieu a été considéré comme le siège le plus à risque d'exposition.
Bilans (n=1)		
Jayaweera (2020) ⁸⁵ Revue	Revue de la littérature sur l'aérodynamique du virus SRAS-CoV-2 dans les gouttelettes et les aérosols dans une cabine d'avion (voir l'annexe).	Elle décrit la circulation de l'air dans la cabine et indique qu'un échange d'air complet est effectué en 2 à 3 minutes, ce qui devrait être bon pour dissiper rapidement les gouttelettes chargées de virus. Elle indique également que l'air passe

Sri Lanka (est) juin 2020 (est)	Nous nous sommes intéressés à la partie de la revue qui porte sur les cabines d'avion	à travers un filtre HEPA, qui peut éliminer les particules dont la taille est inférieure à 0,3 µm. Les trajectoires des jets de toux lorsque la personne ne porte pas de masque, lorsqu'elle porte un masque chirurgical et lorsqu'elle porte un masque N95 sont décrites dans le document.
------------------------------------	---	---

Abréviation : Est, Pays de l'étude basé sur les affiliations des auteurs et date de l'étude basée sur la date de publication

Références

1. Speake H, Phillips A, Chong T, et al. Flight-associated transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 corroborated by whole-genome sequencing. *Emerging Infect Dis.* 2020 Sep 29;26(12) DOI:10.3201/eid2612.203910 (en anglais seulement).
2. Swadi T, Geoghegan JL, Devine T, et al. Genomic evidence of in-flight transmission of SARS-CoV-2 despite predeparture testing. *Emerging Infect Dis.* 2021 Jan 5;27(3) DOI:10.3201/eid2703.204714 (en anglais seulement).
3. Eichler N, Thornley C, Swadi T, et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during border quarantine and air travel, New Zealand (aotearoa). *Emerging Infect Dis.* 2021 Mar 18;27(5) DOI:10.3201/eid2705.210514 (en anglais seulement).
4. Lv Q, Kong D, He Y, et al. A SARS-CoV-2 delta variant outbreak on airplane: Vaccinated air passengers are more protected than unvaccinated. *J Travel Med.* 2021 Oct 5 DOI:10.1093/jtm/taab161 (en anglais seulement).
5. Dhanasekaran V, Edwards KM, Xie R, et al. Air travel-related outbreak of multiple SARS-CoV-2 variants. *J Travel Med.* 2021 Sep 20 DOI:10.1093/jtm/taab149 (en anglais seulement).
6. Murphy N, Boland M, Bambury N, et al. A large national outbreak of COVID-19 linked to air travel, Ireland, summer 2020. *Euro Surveill.* 2020 Oct;25(42):10.2807/1560,7917.ES.2020.25.42.2001624. DOI:10.2807/1560-7917.ES.2020.25.42.2001624 [doi] (en anglais seulement).
7. Toyokawa T, Shimada T, Hayamizu T, et al. Transmission of SARS-CoV-2 during a 2-h domestic flight to Okinawa, Japan, March 2020. *Influenza Other Respir Viruses.* 2021 Oct 3 DOI:10.1111/irv.12913 (en anglais seulement).
8. Choi EM, Chu DKW, Cheng PKC, et al. In-flight transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Emerging Infect Dis.* 2020 Sep 18;26(11) DOI:10.3201/eid2611.203254 (en anglais seulement).
9. Blomquist PB, Bolt H, Packer S, et al. Risk of symptomatic COVID-19 due to aircraft transmission: A retrospective cohort study of contact-traced flights during England's containment phase. *Influenza Other Respir Viruses.* 2021 Mar 1 DOI:10.1111/irv.12846 (en anglais seulement).
10. Hu M, Wang J, Lin H, et al. Risk of SARS-CoV-2 transmission among air passengers in China. *Clin Infect Dis.* 2021 Sep 21 DOI:10.1093/cid/ciab836 (en anglais seulement).
11. Khanh NC, Thai PQ, Quach HL, et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during long flight. *Emerging Infect Dis.* 2020 Sep 18;26(11) DOI:10.3201/eid2611.203299 (en anglais seulement).

12. Hoehl S, Karaca O, Kohmer N, et al. Assessment of SARS-CoV-2 transmission on an international flight and among a tourist group. *JAMA network open*. 2020;3:e2018044. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2020.18044 (en anglais seulement).
13. Yang N, Shen Y, Shi C, et al. In-flight transmission cluster of COVID-19: A retrospective case series. *Infect Dis (Lond)*. 2020 Jul 31;1-11. DOI:10.1080/23744235.2020.1800814 (en anglais seulement).
14. Eldin C, Lagier JC, Mailhe M, et al. Probable aircraft transmission of covid-19 in-flight from the Central African Republic to France. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2020 DOI:10.1016/j.tmaid.2020.101643 (en anglais seulement).
15. Kong D, Wang Y, Lu L, et al. Clusters of 2019 coronavirus disease (COVID-19) cases in Chinese tour groups. *Transbound Emerg Dis*. 2020 Jul 13 DOI:10.1111/tbed.13729 (en anglais seulement).
16. Zhang XA, Fan H, Qi RZ, et al. Importing coronavirus disease 2019 (COVID-19) into China after international air travel. *Travel Med Infect Dis*. 2020 Mar 25:101620. DOI:10.1016/j.tmaid.2020.101620 (en anglais seulement).
17. Mun E, Kim YM, Han B, et al. A case series of flight attendants at risk of COVID-19 in South Korea in 2020. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2021;33 DOI:10.35371/AOEM.2021.33.E1 (en anglais seulement).
18. Wang L, Sun J, Mao LL, et al. Source investigation on a familiar cluster of coronavirus disease 2019 in Dandong City of Liaoning Province. *Zhonghua yu fang yi xue za zhi Chinese journal of preventive medicine*. 2021;55:120-2. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20200401-00486 (en anglais seulement).
19. Pavli A, Smeti P, Hadjianastasiou S, et al. In-flight transmission of COVID-19 on flights to Greece: An epidemiological analysis. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2020;38 DOI:10.1016/j.tmaid.2020.101882 (en anglais seulement).
20. Quach HL, Hoang NAT, Nguyen CK, et al. Successful containment of a flight-imported COVID-19 outbreak through extensive contact tracing, systematic testing and mandatory quarantine: Lessons from Vietnam. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2021;42 DOI:10.1016/j.tmaid.2021.102084 (en anglais seulement).
21. Bae SH, Shin H, Koo HY, et al. Asymptomatic transmission of SARS-CoV-2 on evacuation flight. *Emerging Infect Dis*. 2020 Aug 21;26 DOI:10.3201/eid2611.203353 (en anglais seulement).
22. Chen J, He H, Cheng W, et al. Potential transmission of SARS-CoV-2 on a flight from Singapore to Hangzhou, China: An epidemiological investigation. *Travel Med Infect Dis*. 2020 Jul 6:101816. DOI:S1477-8939(20)30312-4 [pii] (en anglais seulement).
23. Zhang J, Qin F, Qin X, et al. Transmission of SARS-CoV-2 during air travel: A descriptive and modelling study. *Ann Med*. 2021 Dec;53(1):1569-75. DOI:10.1080/07853890.2021.1973084 (en anglais seulement).
24. Guo Q, Wang J, Estill J, et al. Risk of COVID-19 transmission aboard aircraft: An epidemiological analysis based on the national health information platform. *Research Square prepub*. 2021 DOI:10.21203/rs.3.rs-934258/v1 (en anglais seulement).
25. Lee CY, Wang PS, Huang YD, et al. Evacuation of quarantine-qualified nationals from Wuhan for COVID-19 outbreak – Taiwan experience. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 2020 DOI:10.1016/j.jmii.2020.03.023 (en anglais seulement).
26. Ng O, Marimuthu K, Chia P, et al. SARS-CoV-2 infection among travelers returning from Wuhan, China. *N Engl J Med*. 2020 03/12:10.1056/NEJMc2003100. DOI:10.1056/NEJMc2003100 (en anglais seulement).
27. Kim JG, Lee SH, Kim H, et al. Air evacuation of passengers with potential SARS-CoV-2 infection under the guidelines for appropriate infection control and prevention. *Osong Public*

- Health and Research Perspectives. 2020;11:334-8. DOI:10.24171/j.phrp.2020.11.5.10 (en anglais seulement).
28. Suzuki T, Hayakawa K, Ainai A, et al. Evaluation of serum antibodies against SARS-CoV-2 in healthcare workers who participated in the operation of charter flights for the evacuation of Japanese residents from Hubei Province. medRxiv. 2021:2021.03.17.21251964. DOI:10.1101/2021.03.17.21251964 (en anglais seulement).
 29. Nir-Paz R, Grotto I, Strolov I, et al. Absence of in-flight transmission of SARS-CoV-2 likely due to use of face masks on board. J Travel Med. 2020 Jul 14 DOI:10.1093/jtm/taaa117 (en anglais seulement).
 30. Shaikh Abdul Karim S, Md Tahir FA, Mohamad UK, et al. Experience repatriation of citizens from epicentre using commercial flights during COVID-19 pandemic. Int J Emerg Med. 2020 Oct 28;13(1):50. DOI:10.1186/s12245-020-00308-7 (en anglais seulement).
 31. Cornelius B, Cornelius A, Crisafi L, et al. Mass air medical repatriation of coronavirus disease 2019 patients. Air Med J. 2020 Jul - Aug;39(4):251-6. DOI:S1067-991X(20)30076-6 [pii] (en anglais seulement).
 32. Chen Y, Chen Y, Qiu L, et al. Infection prevention and control in aviation during COVID-19 pandemic: A single-center qualitative study and system review. SSRN- Lancet prepublication. 2020 (en anglais seulement).
 33. Pongpirul K, Kaewpoungngam K, Chotirosniramit K, et al. Commercial airline protocol during COVID-19 pandemic: An experience of Thai Airways International. PLoS One. 2020;15:e0237299. DOI:10.1371/journal.pone.0237299 (en anglais seulement).
 34. Marcus L, Harvard T.H. Chan School of Public Health, _ . Assessment of Risks of SARS-CoV-2 Transmission During Air Travel and Non-Pharmaceutical Interventions to Reduce Risk. Phase One Report: Gate-to-Gate Travel Onboard Aircraft (Aviation Public Health Initiative) . USA: Harvard T.H. Chan School of Public Health; 2020. Report No.: 1Disponible: <https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/2443/2020/10/HSPH-APHI-Phase-One-Report.pdf> (en anglais seulement)
 35. Pang JK, Jones SP, Waite LL, et al. Probability and estimated risk of SARS-CoV-2 transmission in the air travel system. Travel Med Infect Dis. 2021 Jun 25:102133. DOI:10.1016/j.tmaid.2021.102133 (en anglais seulement).
 36. Rosca EC, Heneghan C, Spencer EA, et al. Transmission of SARS-CoV-2 associated with aircraft travel: A systematic review. J Travel Med. 2021 Sep 3 DOI:10.1093/jtm/taab133 (en anglais seulement).
 37. Bielecki M, Patel D, Hinkelbein J, et al. Reprint of: Air travel and COVID-19 prevention in the pandemic and peri-pandemic period: A narrative review. Travel Med Infect Dis. 2020 Dec 5;38:101939. DOI:10.1016/j.tmaid.2020.101939 (en anglais seulement).
 38. Khatib AN, McGuinness S, Wilder-Smith A. COVID-19 transmission and the safety of air travel during the pandemic: A scoping review. Curr Opin Infect Dis. 2021 Oct 1;34(5):415-22. DOI:10.1097/qco.0000000000000771 (en anglais seulement).
 39. Kelly D, Bambury N, Boland M. In-flight transmission of wild-type SARS-CoV-2 and the outbreak potential of imported clusters of COVID-19: A review of published evidence. Global Health. 2021 Aug 21;17(1):93. DOI:10.1186/s12992-021-00749-6 (en anglais seulement).
 40. Hu M, Wang J, Lin H, et al. Transmission risk of SARS-CoV-2 on airplanes and high-speed trains. medRxiv. 2020:2020.12.21.20248383. DOI:10.1101/2020.12.21.20248383 (en anglais seulement).
 41. Wang Z, Galea ER, Grandison A, et al. Inflight transmission of COVID-19 based on experimental aerosol dispersion data. J Travel Med. 2021 Feb 19 DOI:10.1093/jtm/taab023 (en anglais seulement).

42. Khatib AN, Carvalho AM, Primavesi R, et al. Navigating the risks of flying during COVID-19: A review for safe air travel. *J Travel Med.* 2020 Nov 12 DOI:10.1093/jtm/taaa212 (en anglais seulement).
43. Freedman DO, Wilder-Smith A. In-flight transmission of SARS-CoV-2: A review of the attack rates and available data on the efficacy of face masks. *J Travel Med.* 2020 Sep 25 DOI:10.1093/jtm/taaa178 (en anglais seulement).
44. Rivera-Rios J, Joo T, Takeuchi M, et al. In-flight particulate matter concentrations in commercial flights are likely lower than other indoor environments. *Indoor Air.* 2021 Mar 1 DOI:10.1111/ina.12812 (en anglais seulement).
45. Kotb H, Khalil EE. Impact of sneezed and coughed droplets produced from a moving passenger on other passengers inside aircraft cabins. *AIAA.* 2020:1-11. DOI:10.2514/6.2020-3949 (en anglais seulement).
46. Silcott D, Kinahan S, Santarpia J, et al. TRANSCOM/AMC Commercial Aircraft Cabin Aerosol Dispersion Tests. USA: United States Transportation Command (USTRANSCOM) & Air Mobility Command (AMC); 2020 (en anglais seulement).
47. Namilae S, Wu Y, Mubayi A, et al. Identifying mitigation strategies for COVID-19 superspreading on flights using models that account for passenger movement. *ArXiv.* 2021 (en anglais seulement).
48. Milne RJ, Cotfas LA, Delcea C, et al. Adapting the reverse pyramid airplane boarding method for social distancing in times of COVID-19. *PLoS One.* 2020;15(11):e0242131. DOI:10.1371/journal.pone.0242131 (en anglais seulement).
49. Milne RJ, Delcea C, Cotfas LA. Airplane boarding methods that reduce risk from COVID-19. *Saf Sci.* 2021;134 DOI:10.1016/j.ssci.2020.105061 (en anglais seulement).
50. Xie CZ, Tang TQ, Hu PC, et al. A civil aircraft passenger deplaning model considering patients with severe acute airborne disease. *Journal of Transportation Safety and Security.* 2021 DOI:10.1080/19439962.2021.1873879 (en anglais seulement).
51. Milne RJ, Delcea C, Cotfas LA, et al. Evaluation of boarding methods adapted for social distancing when using apron buses. *IEEE Access.* 2020;8:151650-67. DOI:10.1109/ACCESS.2020.3015736 (en anglais seulement).
52. Schultz M, Soolaki M. PMC7834413; analytical approach to solve the problem of aircraft passenger boarding during the coronavirus pandemic. *Transp Res Part C Emerg Technol.* 2021 Mar;124:102931. DOI:10.1016/j.trc.2020.102931 (en anglais seulement).
53. Cotfas LA, Delcea C, Milne RJ, et al. Evaluating classical airplane boarding methods considering COVID-19 flying restrictions. *Symmetry.* 2020;12 DOI:10.3390/SYM12071087 (en anglais seulement).
54. Cotfas LA, Milne RJ, Delcea C, et al. An investigation of social distancing and quantity of luggage impacts on the three groups reverse pyramid boarding method. *Symmetry.* 2021;13(4) DOI:10.3390/sym13040544 (en anglais seulement).
55. Delcea C, Milne RJ, Cotfas LA. Determining the number of passengers for each of three reverse pyramid boarding groups with COVID-19 flying restrictions. *Symmetry.* 2020;12(12):1-23. DOI:10.3390/sym12122038 (en anglais seulement).
56. Milne RJ, Cotfas LA, Delcea C. Minimizing health risks as a function of the number of airplane boarding groups. *Transportmetrica B.* 2021 DOI:10.1080/21680566.2021.1968322 (en anglais seulement).
57. Islam T, Lahijani MS, Srinivasan A, et al. From bad to worse: Airline boarding changes in response to COVID-19. *Royal Society Open Science.* 2021;8(4) DOI:10.1098/rsos.201019 (en anglais seulement).

58. Talaat K, Abuhegazy M, Mahfoze OA, et al. Simulation of aerosol transmission on a Boeing 737 airplane with intervention measures for COVID-19 mitigation. *Phys Fluids*. 2021;33(3) DOI:10.1063/5.0044720 (en anglais seulement).
59. Kinahan SM, Silcott DB, Silcott BE, et al. Aerosol tracer testing in the cabin of wide-bodied Boeing 767 and 777 aircraft to simulate exposure potential of infectious particulate such as SARS-CoV-2. *medRxiv*. 2021:2021.01.11.21249626. DOI:10.1101/2021.01.11.21249626 (en anglais seulement).
60. Ryu J, Kim J, Choi-Kwon S. Infection prevention performance among in-flight cabin crew in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(12) DOI:10.3390/ijerph18126468 (en anglais seulement).
61. Horstman R, Rahai H. A Risk Assessment of an Airborne Disease inside the Cabin of a Passenger Airplane. In: [Internet]; 2021; 2021. SAE International; 2021 Disponible: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102550872&doi=10.4271%2f2021-01-0036&partnerID=40&md5=aea1c6b77f551a6776a3f1721000090b>. DOI: 10.4271/2021-01-0036 (en anglais seulement)
62. Dai H, Zhao B. Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. *Building Simulation*. 2020 DOI:10.1007/s12273-020-0703-5 (en anglais seulement).
63. Wilson N, Baker MG, Blakely T, et al. Estimating the impact of control measures to prevent outbreaks of COVID-19 associated with air travel into a COVID-19-free country. *Sci Rep*. 2021 May 24;11(1):10766. DOI:10.1038/s41598-021-89807-y (en anglais seulement).
64. McCarthy JE, Dewitt BD, Dumas BA, et al. Modeling the relative risk of SARS-CoV-2 infection to inform risk-cost-benefit analyses of activities during the SARS-CoV-2 pandemic. *PLoS One*. 2021;16(1):e0245381. DOI:10.1371/journal.pone.0245381 (en anglais seulement).
65. Dietrich WL, Bennett JS, Jones BW, et al. Laboratory modeling of SARS-CoV-2 exposure reduction through physically distanced seating in aircraft cabins using bacteriophage aerosol - november 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021 Apr 23;70(16):595-9. DOI:10.15585/mmwr.mm7016e1 (en anglais seulement).
66. Barnett A. Covid-19 risk among airline passengers: Should the middle seat stay empty? *medRxiv*. 2020:2020.07.02.20143826. DOI:10.1101/2020.07.02.20143826 (en anglais seulement).
67. Salari M, Milne RJ, Delcea C, et al. Social distancing in airplane seat assignments. *Journal of Air Transport Management*. 2020;89 DOI:10.1016/j.jairtraman.2020.101915 (en anglais seulement).
68. Desai PS, Sawant N, Keene A. On COVID-19-safety ranking of seats in intercontinental commercial aircrafts: A preliminary multiphysics computational perspective. *Building Simulation*. 2021 DOI:10.1007/s12273-021-0774-y (en anglais seulement).
69. Yang L, Li X, Yan Y, et al. Effects of cough-jet on airflow and contaminant transport in an airliner cabin section. *The Journal of Computational Multiphase Flows*. 2018 06/01; 2020/07;10(2):72-82. DOI:10.1177/1757482X17746920 (en anglais seulement).
70. Wagner BG, Coburn BJ, Blower S. Calculating the potential for within-flight transmission of influenza A (H1N1). *BMC Med*. 2009 Dec 24;7:81,7015-7-81. DOI:10.1186/1741-7015-7-81 [doi] (en anglais seulement).
71. Yan Y, Li X, Yang L, et al. PMC7428687; evaluation of cough-jet effects on the transport characteristics of respiratory-induced contaminants in airline passengers' local environments. *Build Environ*. 2020 Oct;183:107206. DOI:10.1016/j.buildenv.2020.107206 (en anglais seulement).

72. Jia HL, Li P, Liu HJ, et al. Genomic elucidation of a COVID-19 resurgence and local transmission of SARS-CoV-2 in guangzhou, china. *J Clin Microbiol.* 2021 May 5 DOI:10.1128/jcm.00079-21 (en anglais seulement).
73. Draper AD, Dempsey KE, Boyd RH, et al. The first 2 months of COVID-19 contact tracing in the northern territory of Australia, march-april 2020. *Commun Dis Intell* (2018). 2020 Jul 2;44 DOI:10.33321/cdi.2020.44.53 (en anglais seulement).
74. Qian GQ, Yang NB, Ding F, et al. Epidemiologic and clinical characteristics of 91 hospitalized patients with COVID-19 in zhejiang, china: A retrospective, multi-centre case series. *QJM.* 2020 Mar 17 DOI:hcaa089 [pii] (en anglais seulement).
75. Ruonan Z, Yong H, Yuan L, et al. Epidemiological characteristics of imported COVID-19 cases in guangzhou. *Chinese Journal of Endemiology.* 2020;41(11):1786-90. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200413-00569 (en anglais seulement).
76. Schwartz KL, Murti M, Finkelstein M, et al. Lack of COVID-19 transmission on an international flight. *CMAJ.* 2020;192:E410. DOI:10.1503/cmaj.75015. (en anglais seulement).
77. Moon J, Ryu BH. Transmission risks of respiratory infectious diseases in various confined spaces: A meta-analysis for future pandemics. *Environ Res.* 2021 Jul 12:111679. DOI:10.1016/j.envres.2021.111679. (en anglais seulement).
78. Arora P, Mrig S, Goldust Y, et al. New coronavirus (sars-cov-2) crossing borders beyond cities, nations, and continents: Impact of international travel. *Balkan Medical Journal.* 2021;38(4):205-11. DOI:10.5152/balkanmedj.2021.21074 (en anglais seulement).
79. Sun X, Wandelt S, Zheng C, et al. PMC8045456; COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane. *J Air Transp Manag.* 2021 Jul;94:102062. DOI:10.1016/j.jairtraman.2021.102062 (en anglais seulement).
80. Shaimoldina A, Xie YQ. Challenges of SARS-CoV-2 prevention in flights, suggested solutions with potential on-site diagnosis resembling cancer biomarkers and urgency of travel medicine. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2020;24(23):12589-92. DOI:10.26355/eurrev_202012_24056 (en anglais seulement).
81. Schwarzbach P, Engelbrecht J, Michler A, et al. Evaluation of technology-supported distance measuring to ensure safe aircraft boarding during covid-19 pandemic. *Sustainability* (Switzerland). 2020;12(20):1-15. DOI:10.3390/su12208724 (en anglais seulement).
82. Saretzki C, Bergmann O, Dahmann P, et al. Are small airplanes safe with regards to COVID-19 transmission? *J Travel Med.* 2021 Aug 20 DOI:10.1093/jtm/taab105 (en anglais seulement).
83. Zhang M, Yu N, Zhang Y, et al. Numerical simulation of the novel coronavirus spread in commercial aircraft cabin. *Processes.* 2021;9(9) DOI:10.3390/pr9091601 (en anglais seulement).
84. Ghorbani E, Molavian H, Barez F. A model for optimizing the health and economic impacts of covid-19 under social distancing measures; A study for the number of passengers and their seating arrangements in aircrafts. *arXiv.* 2020 DOI:https://arxiv.org/abs/2010.10993 (en anglais seulement).
85. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, et al. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environ Res.* 2020;188 DOI:10.1016/j.envres.2020.109819 (en anglais seulement).