

COVID-19 : Atténuation des risques de transmission dans les transports collectifs

1^{er} septembre 2021 – version 1.0

Ce document, rédigé dans le contexte de la pandémie de COVID-19, s'adresse aux exploitants et aux utilisateurs des transports collectifs ainsi qu'à l'ensemble des organismes et individus souhaitant en connaître davantage sur les potentialités de transmission du SRAS-CoV-2 dans ce type de milieu.

Cette revue rapide de la littérature scientifique et grise fait état des connaissances actuelles sur les risques de transmission de la COVID-19 et la gestion de ces derniers dans les différents moyens de transport collectifs (ex. : avions, autobus, trains, métros, navires) ainsi que dans les installations afférentes (abribus, quais d'embarquement et débarcadères, gares, aéroports, etc.).

Le terme *transport collectif* a été retenu dans le document pour définir l'ensemble des moyens de transport impliquant des véhicules adaptés à l'accueil simultané de plusieurs personnes qui, a priori, n'ont pas de lien personnel ou professionnel entre elles. Il faut noter que ce terme, qui désigne une vaste gamme de moyens de transport, inclut également le transport en commun. Ce document n'aborde cependant pas les enjeux associés au transport par autobus scolaire ainsi que par véhicule automobile (taxi, covoiturage et transport adapté) et ceux associés à la santé des travailleurs œuvrant dans ces milieux, ces deux derniers éléments étant déjà couverts dans deux documents publiés antérieurement par l'INSPQ¹.

Le présent écrit ne constitue pas un guide de bonnes pratiques à appliquer lors des déplacements : il vise plutôt à faire état d'informations clés aux exploitants de services de transport collectif relatives à certains facteurs de risque et à outiller les personnes souhaitant utiliser de tels services. Ce document souligne également les orientations de gestion de la pandémie préconisées par diverses organisations nationales, provinciales et municipales concernées par le contrôle du risque de transmission du SRAS-CoV-2 dans ce type de milieu.

Enfin, le Comité de santé environnementale COVID-19, regroupant les auteurs du présent document, a pour rôle d'assurer une veille de la littérature scientifique et grise dans le domaine, d'analyser son contenu et de rapporter les grands constats qui en ressortent afin notamment de soutenir les autorités dans leurs prises de décision. Ce comité n'a toutefois pas le mandat de déterminer les options à privilégier dans la gestion des activités, des enjeux ou des problématiques susceptibles de découler de la mise en application des options retenues.

¹ [COVID-19 : Taxi, covoiturage et transport adapté \(1\)](#); [COVID-19 : Transports collectifs \(autobus, trains et métro\) \(2\)](#).

Messages clés

- ▶ À l'instar des autres milieux intérieurs en général, les moyens de transport collectifs et leurs installations afférentes présentent plusieurs facteurs de risque susceptibles de contribuer à la transmission du SRAS-CoV-2, soit une densité élevée d'utilisateurs, un espace restreint, une ventilation parfois inadéquate et une durée de trajet parfois importante.
- ▶ Les informations consultées concernant le risque d'infection par le SRAS-CoV-2 dans les transports collectifs sont actuellement limitées et doivent être interprétées avec prudence, en raison de l'évolution rapide du contexte pandémique, du virus lui-même et de la complexité de l'analyse de l'application des différentes mesures de contrôle par les instances concernées ainsi que par les utilisateurs.
- ▶ Alors qu'aucun mode de transport collectif n'est totalement exempt de risques de transmission, il existe des moyens de contrôle pour les réduire, quel que soit le moyen de transport collectif concerné. Les approches de gestion du risque sont d'autant plus efficaces lorsque des mesures de contrôle strictes sont mises en place et que celles-ci sont bien appliquées par les utilisateurs.
- ▶ Ces différentes mesures de contrôle, notamment l'exclusion des personnes symptomatiques, la distanciation physique, la ventilation adéquate, le respect de l'étiquette respiratoire et le port du masque, doivent être appliquées de façon concomitante afin de réduire les risques de transmission de la COVID-19 dans les transports collectifs.
- ▶ L'atténuation des risques de transmission de la COVID-19 dans un milieu donné dépend de l'implantation, de l'efficacité ainsi que de la diversité des mesures préventives et de contrôle appliquées. Cette atténuation des risques dépend aussi de l'adhésion de l'ensemble des transporteurs et des utilisateurs à ces mêmes mesures.
- ▶ Puisque les transports collectifs — et plus spécialement le transport en commun — constituent une avenue viable, équitable, écologique et favorable pour la santé afin de répondre aux besoins de mobilité des individus et des collectivités, il s'avère essentiel que les organisations concernées mettent en place un ensemble de mesures préventives et de contrôle de la COVID-19 favorisant la sécurité des utilisateurs et le maintien de leur intérêt pour ce mode de déplacement.

Principaux facteurs de risque de transmission de la COVID-19 dans les transports collectifs

De prime abord, les moyens de transport collectifs présentent une série de caractéristiques compatibles avec les milieux intérieurs où des cas de transmission de la COVID-19 ont été documentés. En effet, certains auteurs et organismes rapportent notamment que la présence d'une forte densité d'utilisateurs dans un même espace restreint inadéquatement ventilé pendant une période prolongée peut contribuer à des épisodes de transmission de la COVID-19 (3,4). Dans une moindre mesure, les surfaces et les objets touchés fréquemment par les utilisateurs constituent aussi un vecteur de transmission potentiel de la COVID-19 dans les transports collectifs (3,5). Pour plus de détails sur les modes de transmission de cette maladie, les lecteurs intéressés peuvent se référer aux documents suivants : [Transmission du SRAS-CoV-2 : constats et proposition de terminologie](#) (6), [COVID-19 : Modes de transmission et mesures de prévention et de protection contre les risques, incluant le rôle de la ventilation](#) (3), [COVID-19 : Environnement extérieur](#) (7) et [COVID-19 : Nettoyage et désinfection de surfaces](#) (8).

De plus, puisque chacun des moyens de transport collectifs constitue un environnement distinct présentant ses propres facteurs de risque, il s'avère difficile d'articuler des constats généraux applicables à l'ensemble de ces moyens de transport. Cependant, il est possible de dégager certains enjeux communs qui pourraient avoir une incidence sur la transmission de la COVID-19. Une liste des enjeux soulevés dans la littérature scientifique est présentée au tableau 1.

Tableau 1 Enjeux communs soulevés dans la littérature scientifique concernant la transmission de la COVID-19 dans les transports collectifs

Enjeux soulevés	Précisions	Références
Forte densité et proximité des utilisateurs et du personnel à bord	L'espace restreint à l'intérieur des moyens de transport collectifs et le nombre potentiellement élevé d'utilisateurs, qui peut souvent fluctuer rapidement notamment dans les autobus et les métros, peuvent favoriser les contacts étroits entre les passagers et le personnel.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Birnir (2021); Edwards <i>et al.</i> (2021); Shen <i>et al.</i> (2020); Chen <i>et al.</i> (2021) – (9–12). ▶ Trains : Hu <i>et al.</i> (2020); Severo <i>et al.</i> (2020) – (13,14) ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Milne <i>et al.</i> (2020); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Pandey <i>et al.</i> (2020); Le Page (2020); Toprani <i>et al.</i> (2020) – (15–21) ▶ Navires : Chen <i>et al.</i> (2021); Malone (2020); Xu <i>et al.</i> (2021) – (12,22,23)
Durée du déplacement	L'exposition prolongée dans des environnements intérieurs, tels les moyens de transport collectifs, augmente le risque de transmission du SRAS-CoV-2. Ce facteur de risque est particulièrement important pour les trajets de longue durée, quel que soit le moyen de transport collectif considéré.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Luo <i>et al.</i> (2020); Chen <i>et al.</i> (2021) – (12,24) ▶ Trains : Hu <i>et al.</i> (2020) – (13) ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Milne <i>et al.</i> (2020); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Pandey <i>et al.</i> (2020); Le Page (2020) (15–20) ▶ Navires : Chen <i>et al.</i> (2021) (12)
Ventilation inadéquate	L'absence de ventilation ou l'application d'une ventilation/filtration/climatisation inadéquate pourrait contribuer à la transmission de particules virales causant des maladies respiratoires telles que la COVID-19 dans les moyens de transport collectifs.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Birnir (2021); Dai et Zhao (2020); Shen <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2021) – (9,10,25,26) ▶ Métros et trains : Dai et Zhao (2020); El-Salamony <i>et al.</i> (2021) – (27,28) ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Wang <i>et al.</i> (2021) – (15,17,18,29) ▶ Navires : Almilaji (2021); Stoddard <i>et al.</i> (2020); Xu <i>et al.</i> (2021) – (23,30,31)
Surfaces et objets fréquemment touchés	Différents types de surfaces et d'objets se trouvant dans les moyens de transport collectifs pourraient être contaminés par des particules respiratoires émises par une personne infectée ou des mains souillées.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Birnir (2021); Dai et Zhao (2020); Shen <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2021) – (9,10,25,26) ▶ Métros et trains : Moreno <i>et al.</i> (2021) (32) ▶ Avions : Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021) – (17,18) ▶ Navires : Yamagashi <i>et al.</i> (2021) – (33)

Facteurs de risque propres à chacun des moyens de transport collectifs

Les paragraphes suivants font état, de façon plus détaillée, de certains facteurs de risque propres à chacun des moyens de transport collectifs abordés. Lesdits facteurs sont tirés de la littérature scientifique consultée et viennent compléter les enjeux communs à l'ensemble des moyens étudiés. Ils sont illustrés ci-dessous à l'aide d'exemples concrets issus de la littérature scientifique récente.

Autobus

Les habitacles des autobus (long-courriers et urbains) constituent des milieux où le risque de transmission est principalement modulé par le nombre de passagers, leur proximité relative, la durée du déplacement, l'adhésion ou non aux mesures sanitaires – notamment, l'étiquette respiratoire, le port du masque, l'hygiène des mains – ainsi que par une ventilation adéquate (9–11,24,27). En ce qui concerne ce dernier élément, les autobus climatisés dont la ventilation est insuffisante pourraient présenter un risque de transmission accru selon les calculs effectués par Chen *et al.* (2021) – (12).

Métros

En plus des facteurs de risque communs aux différents moyens de transport, la revue de Baron (2020) a permis de faire ressortir que les particules fines (PM_{2,5}) pouvant se trouver dans l'air intérieur et les infrastructures souterraines de métros pourraient constituer, avec la densité des utilisateurs, un cofacteur de risque (34). Les concentrations de PM_{2,5} peuvent s'avérer beaucoup plus élevées dans les moyens de transport souterrains que dans ceux de surface (34). Plusieurs études publiées jusqu'à ce jour font état d'une association positive, sans causalité démontrée, entre les concentrations de certains polluants de l'air ambiant, comme les particules fines, et les cas de COVID-19 et les décès attribuables à la COVID-19 (35–42)². Pour plus de détails sur le rôle de la pollution de l'air dans l'incidence et la sévérité de la COVID-19, les lecteurs peuvent consulter le document [COVID-19 : Environnement extérieur](#) (7).

Trains

À l'instar du risque engendré par le transport de passagers par autobus et par métro, le risque de transmission de la COVID-19 dans les trains serait également modulé par la durée du trajet (13). En combinant ce facteur avec la densité des passagers et la proximité relative entre ces derniers, le risque moyen de transmission de la maladie entre les passagers d'un train peut augmenter significativement pour chaque heure additionnelle de déplacement. Selon les auteurs de cette étude écopologique, le risque de transmissibilité pourrait augmenter davantage lorsque la durée du voyage excède 4 heures (13).

Avions

En ce qui concerne le milieu de l'aviation, le potentiel de transmission est modulé par les particules infectieuses présentes dans l'air et sur les surfaces de l'espace exigu des aéronefs occupé sur de longues périodes par de nombreux voyageurs près les uns des autres et provenant de différentes régions du monde (15,17–20). Des enjeux similaires ont également été soulevés dans les aéroports. En effet, celles-ci accueillent un nombre important de voyageurs qui transitent par divers postes d'enregistrement et de contrôle de sécurité. Bien qu'ils soient nécessaires, ces postes, de même que les aires d'attente adjacentes, constituent une série d'étapes successives qui doivent être franchies (en attente d'un vol ou à la suite de ce dernier) dans un contexte de proximité avec le personnel ou d'autres voyageurs (15–21). Les déplacements de voyageurs dans les aéronefs de même que dans les aéroports multiplient non seulement les contacts directs entre les individus, mais également les risques de transmission par les nombreuses surfaces potentiellement touchées par ces mêmes individus (16–18). Quoiqu'ils soient difficiles à quantifier, les risques

² Il faut noter que les caractéristiques des installations de transport collectif concernées par ces études diffèrent de celles associées au métro de Montréal et, qu'en ce sens, les résultats de ces études ne sont pas nécessairement transposables au contexte québécois.

de propagation de la COVID-19 par les voyageurs aériens sont reconnus en raison du potentiel de dispersion rapide entre des régions géographiquement éloignées. (17). Plusieurs auteurs rapportent que malgré le nombre important de voyageurs qui optent pour le transport aérien, le risque de transmission serait somme toute relativement faible (15,17,18,20,43). À titre d'exemple, Bielecki *et al.* (2020) indique qu'à l'échelle mondiale, quelques cas de transmission ont été rapportés sur plusieurs millions de voyageurs (18).

Navires de croisière

Comme cela est documenté pour d'autres moyens de transport collectifs, les facteurs de risque dans les navires de croisière sont principalement le grand nombre de personnes (passagers et personnel de bord), la présence de milieux exigus confinés – incluant de nombreux espaces communs (gymnases, boutiques, bars, restaurants, etc.) – ainsi que la durée de l'exposition potentielle – plusieurs jours voire des semaines (22,31,44). Des défis particuliers en termes de ventilation sont aussi mentionnés par certains auteurs comme la recirculation de l'air inadéquatement filtré entre les cabines de passagers ou la ventilation naturelle insuffisante dans certaines sections des navires (30,31). De plus, des contacts étroits entre les passagers et le personnel de bord peuvent faciliter la transmission, surtout lorsque les mesures de prévention et de contrôle ne sont pas respectées par tous, a fortiori par des individus présymptomatiques et asymptomatiques (31,33,45,46).

En somme, les facteurs de risque associés aux transports collectifs semblent être principalement modulés par la densité et la proximité des passagers et du personnel se trouvant dans un espace restreint, la durée du déplacement et la ventilation inadéquate. Quant à la section suivante, elle mentionne les enjeux soulevés par les études de cas de transmission soupçonnés dans les moyens de transport collectifs.

Enjeux à considérer pour les cas de transmission ou d'éclotions survenus dans les moyens de transport collectifs

En marge de certains cas de transmission documentés au cours de la dernière année dans les moyens de transport collectifs, ces derniers ne semblent pas avoir été des lieux d'éclotions de masse comme l'ont été d'autres milieux intérieurs (5,47). Certains cas d'exception ont toutefois été documentés (voir l'éclotion du Diamond Princess décrite ci-dessous ainsi que l'encadré 1). Ce constat découlerait notamment du fait qu'il peut être difficile non seulement de retracer les cas de transmission et les contacts au cours d'un trajet donné, mais aussi de documenter les comportements et les déplacements des passagers dans ce type d'environnement (48).

En fait, comme le souligne Public Health Ontario (PHO), les données probantes portant sur le risque d'infection dans les transports collectifs sont divergentes (5). Ce constat est notamment dû au fait que peu d'études ont porté sur ce type de milieu et que ces études présentaient des devis peu comparables générant des résultats divergents ainsi que des conclusions parfois opposées. Aussi, les premières études produites sur la question portaient davantage sur des voyageurs ne portant pas de masque ou de couvre-visage et se trouvant dans des milieux où les recommandations des organismes compétents n'étaient pas encore bien appliquées. Or, les études plus récentes sont généralement menées dans un tout autre contexte. En effet, comme rapporté par Barbieri *et al.* (2021), les restrictions majeures imposées à l'industrie du transport de même que la mise en place de mesures de contrôle strictes ont mené les passagers à effectuer d'importants changements de comportement (ex. : distanciation physique et port du masque), si bien que le risque de transmission a considérablement diminué (49).

Parmi l'ensemble des cas d'éclosion de COVID-19 du secteur du transport, l'un des plus connus concerne le navire de croisière Diamond Princess – cas d'éclosion survenu au début de l'année 2020. En effet, ce navire a été le théâtre d'une importante flambée de 712 cas positifs sur les 3 711 passagers et membres d'équipage prenant place à bord du bateau (50). Plusieurs études épidémiologiques et de contamination environnementale ainsi que de modélisations ont été réalisées relativement à cette éclosion (23,30,33,50). L'information incomplète sur les passagers et sur le respect des mesures de quarantaine, le temps écoulé avant la prise des échantillons d'air et de surfaces ainsi que les incertitudes relatives aux paramètres utilisés pour les modélisations font en sorte que les conclusions de ces études doivent être analysées avec prudence et discernement. Il est important de souligner que l'éclosion à bord du Diamond Princess est survenue au début de la pandémie avant que les mesures d'atténuation du risque soient correctement déployées, en particulier la réduction des contacts étroits et l'utilisation d'équipement de protection (23,51–53). Il faut également noter que des enjeux similaires ont été soulevés au regard des études sur d'autres éclosions survenues dans d'autres moyens de transport (voir l'encadré 1 ci-dessous).

Encadré 1

Études consultées relatant des éclosions ou des cas documentés dans différents moyens de transport collectifs :

- ▶ Autobus : Birnir (2021); Luo *et al.* (2020); Shen *et al.* (2020); Yasri et Wiwanitkit (2020) – (9,11,24,54).
- ▶ Métros : Baron (2020) – (34).
- ▶ Trains : Hu *et al.* (2020); Severo *et al.* (2020) – (13,14).
- ▶ Avions : Bae *et al.* (2020); Chen *et al.* (2020); Choi *et al.* (2020); Khan *et al.* (2020); Pavli *et al.* (2020); Murphy *et al.* (2020) – (55–60).
- ▶ Navires : Azimi *et al.* (2021); Stoddard *et al.* (2020); Moriarty *et al.* (2020) – (31,50,61)

Bien que le nombre d'éclosions ou de cas survenus soit relativement faible, des moyens généraux et spécifiques d'atténuation du risque infectieux associé à la COVID-19 ont été recensés dans la littérature scientifique. Les deux sections suivantes visent à présenter les facteurs d'atténuation de risque liés à la COVID-19 dans les moyens de transport collectifs.

Atténuation des facteurs de risque de transmission de la COVID-19 dans les transports collectifs

L'atténuation des facteurs de risque de transmission de la COVID-19 dans un milieu intérieur donné (tels les milieux de transport) est tributaire de l'efficacité et de la diversité des mesures préventives ou de contrôle appliquées (4,62,63). À cet effet, certains organismes ont élaboré des cadres de référence théoriques permettant de hiérarchiser les mesures de contrôle les plus souvent appliquées en milieux intérieurs (4,62-66). Toutefois, un certain recoupement de ces mesures demeure inévitable, car certaines d'entre elles peuvent faire référence à plusieurs catégories. Par exemple, une mesure de distanciation physique peut être appliquée par la mise en œuvre de mesures techniques et d'ingénierie ou encore au moyen de mesures administratives (4). Ces différents moyens de prévention et de contrôle de la transmission adaptés pour le SRAS-CoV-2 dans les transports collectifs peuvent ainsi se regrouper dans 4 catégories :

► **La minimisation des contacts et la distanciation physique**

Cette catégorie de mesures de contrôle demeure la plus efficace pour lutter contre la transmission de la COVID-19 selon les principales voies de transmission du virus. Dans le cas du SRAS-CoV-2, la voie prédominante demeure la transmission de personne à personne – gouttelettes et aérosols infectieux, etc. (63,65,66).

► **Les mesures techniques et d'ingénierie**

Ces mesures de contrôle visent à réduire à la source l'exposition aux agents infectieux avant que ceux-ci puissent entrer en contact avec les utilisateurs. Cette catégorie cible ainsi des changements ou des ajustements à la structure physique, aux équipements ou à la disposition d'un espace (63,65,66).

► **Les mesures administratives**

Par l'entremise de règles, de protocoles et de procédures, ces mesures de contrôle visent à limiter les contacts étroits entre les personnes ainsi qu'avec les objets et les surfaces partagés en intervenant sur la façon d'interagir, de travailler ou de socialiser des utilisateurs (63,65).

► **Les mesures individuelles**

Ces mesures de contrôle ont pour but d'éviter l'exposition aux agents infectieux par des mesures de prévention complémentaires à celles déjà mises en place comme le port du masque ou du couvre-visage par exemple (63,65).

Plutôt que d'opter uniquement pour la mise en place de mesures individuelles, plusieurs organismes reconnus, dont l'Agence de santé publique du Canada (ASPC), recommandent d'appliquer plusieurs mesures de prévention et de contrôle de façon concomitante afin d'optimiser le potentiel d'atténuation des risques de transmission (4,62,63). Ainsi, choisir un système de protection impliquant des mesures associées à différentes catégories peut notamment pallier la difficulté à mettre en place ou à maintenir des mesures de minimisation des contacts et de distanciation physique dans certains milieux (4,62,63).

Bien qu'aucun mode de transport collectif ne soit totalement exempt de risque de transmission, il existe des moyens de contrôle concrets pour les réduire, quel que soit le moyen de transport collectif concerné (67). Plusieurs auteurs se sont d'ailleurs penchés sur les façons d'atténuer le risque infectieux dans les différents moyens de transport collectifs. Ces différentes mesures sont mentionnées dans le tableau 2.

Tableau 2 Exemples de mesures de contrôle appliquées dans les transports collectifs pour contrer la transmission du SRAS-CoV-2

Catégories des mesures de contrôle	Exemples de mesures adaptées au transport collectif	Références
Mesures de minimisation des contacts et de distanciation physique	Appliquer des mesures afin de limiter le nombre d'utilisateurs, de réduire la densité de ces derniers et d'augmenter la distanciation physique entre les utilisateurs à l'intérieur des moyens de transport et des installations afférentes comme les gares et les aéroports (ex. : régularisation de la circulation des gens, marquage au sol, condamnation d'un banc sur deux, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Schwartz (2020); Brazell <i>et al.</i> (2021) – (68,69) ▶ Métros et trains : Hu <i>et al.</i> (2020); Schwartz (2020); Kamga et Eickemeyer (2021) – (13,68,70) ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Pandey <i>et al.</i> (2020); Le Page (2020); Wang <i>et al.</i> (2021) – (15,17–20,29)
Mesures techniques et d'ingénierie	Installer des barrières physiques (ex. : panneaux de plexiglas) entre les employés (chauffeurs) et les utilisateurs.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (2020); Schwartz (2020); Kamga et Eickemeyer (2021); Brazell <i>et al.</i> (2021) – (25,68–70) ▶ Avions : Talaat <i>et al.</i> (2021) – (71)
	Optimiser/assurer le bon fonctionnement de la ventilation mécanique ou naturelle en augmentant le débit d'air frais, en assurant la filtration adéquate de l'air recirculé dans les moyens de transport et les infrastructures et en s'assurant que l'ouverture des fenêtres demeure possible si cela est approprié.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Edwards <i>et al.</i> (2021); Schwartz (2020); Zhang <i>et al.</i> (2021); UK Gov (2021) – (10,68,72,73) ▶ Navires : Almilaj (2021); Stoddard <i>et al.</i> (2020); Xu <i>et al.</i> (2021) – (23,30,31)
Mesures administratives	Prévenir l'affluence des utilisateurs dans les infrastructures afférentes (nombre de passagers, fréquence des passages, nombre de sièges disponibles, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Brazell <i>et al.</i> (2021) – (69) ▶ Métros et trains : Hu <i>et al.</i> (2020); Schwartz (2020) – (13,68)
	Mettre à la disposition des utilisateurs des distributeurs de désinfectant (ou autres produits de nettoyage) pour la désinfection des mains à l'entrée des moyens de transport et dans les installations afférentes.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Schwartz (2020), Di Carlo <i>et al.</i> (2020) – (26,68) ▶ Métros et trains : Schwartz (2020) – (68) ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Pandey <i>et al.</i> (2020); Le Page (2020); Wang <i>et al.</i> (2021) – (15,17–20,29)
	Entretien fréquemment les composantes des systèmes de ventilation et nettoyer quotidiennement les surfaces fréquemment touchées.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Schwartz (2020); Di Carlo <i>et al.</i> (2020); Brazell <i>et al.</i> (2021) – (26,68,69) ▶ Métros et trains : Schwartz (2020) – (68) ▶ Avions : Khatib <i>et al.</i> (2020); Pombal <i>et al.</i> (2021) – (15,17) ▶ Navires : Almilaj (2021); Stoddard <i>et al.</i> (2020); Xu <i>et al.</i> (2021); Yamagishi <i>et al.</i> (2021) – (23,30,31,33)

Tableau 2 Exemples de mesures de contrôle appliquées dans les transports collectifs pour contrer la transmission du SRAS-CoV-2 (suite)

Catégories des mesures de contrôle	Exemples de mesures adaptées au transport collectif	Références
Mesures administratives	Adopter des mesures de contrôle sanitaires auprès des passagers (ex. : prise de la température).	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Avions : Pombal <i>et al.</i> (2021); Milne <i>et al.</i> (2020); Khatib <i>et al.</i> (2020); Bielecki <i>et al.</i> (2021); Le Page (2020); Griffin (2020), Pham <i>et al.</i> (2021) – (15–18,20,74,75) ▶ Navires : Malone (2020); Azimi <i>et al.</i> (2021); Stoddard <i>et al.</i> (2020) – (22,31,50)
Mesures individuelles	Porter le masque ou le couvre-visage lors du voyage ainsi que dans les gares et sur les quais d'embarquement et de débarquement.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Autobus : Schwartz (2020) – (68) ▶ Avions : Khan <i>et al.</i> (2020); Wang <i>et al.</i> (2021) – (29,58) ▶ Navires : Azimi <i>et al.</i> (2021); Payne <i>et al.</i> (2020) – (50,76)

Facteurs d'atténuation de risque propres à chacun des moyens de transport collectifs

À l'image de la section sur les facteurs de risque de transmission de la COVID-19, l'application de mesures de contrôle dans les différents moyens de transport collectifs et les infrastructures associées revêt un caractère distinct, car chacun de ces milieux présente des spécificités qui lui sont propres. Ainsi, en complémentarité aux informations présentées au tableau 2, les paragraphes suivants font état de certains facteurs d'atténuation spécifiques rapportés par les auteurs de la littérature scientifique et technique consultée.

Autobus : Afin de réduire les risques associés à la transmission de la COVID-19 dans les autobus (long-courriers et urbains), il est d'abord recommandé de diminuer le nombre de passagers admis à bord du véhicule. En effet, selon l'étude de Chen *et al.* (2020), diminuer de moitié le nombre de passagers contribuerait à la réduction significative des risques de transmission de la COVID-19 (12). Les résultats de cette même étude démontrent aussi une diminution des risques de transmission lorsque la durée du voyage en autobus (interrégional ou urbain) est réduite (12). Ainsi, toujours selon ces auteurs, les risques de transmission semblent faibles lors de déplacements inférieurs à 30 minutes (11). L'application d'une ventilation suffisante, par l'entremise de la ventilation mécanique ou naturelle (par l'ouverture fréquente des portes ou des fenêtres), constitue également un moyen jugé efficace pour réduire la concentration des aérosols en suspension dans l'air (10,26,27,77).

Métros : En ce qui concerne les rames de métro, d'importants débits d'air frais seraient délivrés dans les wagons, alors que l'air recirculé serait généralement filtré afin de limiter l'accumulation de particules, dont les aérosols infectieux (68). Ces mesures doivent également être appliquées aux stations de métro et aux autres infrastructures de transit connexes en raison de la présence potentielle d'autres contaminants tels que les particules fines; l'exposition à ces particules pourrait être associée (sans lien de causalité démontré) à la transmission de la COVID-19 (34,78).

Trains : Afin de réduire les risques de transmission associés à la proximité de différentes personnes dans les transports collectifs lors des trajets de longue durée, il est souhaitable de limiter le nombre de passagers et de maintenir une certaine distance entre eux (13). De plus, l'application d'une ventilation optimisée ainsi que l'utilisation de filtres à haute efficacité dans les systèmes de ventilation mécanique en place limiteraient le temps de résidence des particules et des aérosols dans l'air et leur accumulation potentielle. L'ouverture des portes et des fenêtres (selon le modèle des wagons) aux différentes stations (lorsque le train est à l'arrêt) constituerait un moyen simple d'optimiser la ventilation naturelle d'après certains auteurs (79,80). De plus, selon l'étude effectuée par le UK Railway Technology (2020), le risque de contracter le SRAS-CoV-2 serait significativement réduit si le masque était porté par l'ensemble des passagers prenant place à bord du train ou circulant dans les gares et sur les quais (81).

Avions : Certains auteurs proposent l'application de mesures d'atténuation pour limiter les risques associés à la proximité des passagers à bord des avions, soit avant, pendant et après avoir pris place dans ce moyen de transport. En effet, un service d'embarquement et de débarquement sans contact (incluant la manipulation des bagages) est recommandé dans les aéroports (15,17,82). À ces procédures peuvent notamment s'ajouter la prise de la température corporelle des passagers, la consignation des réponses des passagers à un questionnaire sur les possibles manifestations des symptômes de la COVID-19, la présentation recommandée des résultats d'un test de dépistage récent et, dans certaines situations, l'utilisation de chiens renifleurs pour détecter les symptômes compatibles avec la COVID, etc. (15–18,74,82). Lors d'un vol, certaines compagnies aériennes ont également procédé à des ajustements au service de distribution des aliments et des boissons en plus d'instaurer des mesures de contrôle pour limiter l'accès aux allées et aux toilettes en vue de minimiser les contacts entre les voyageurs ainsi qu'avec les agents de bord (19). En plus de ces mesures, plusieurs auteurs font état de l'efficacité des systèmes de ventilation et de filtration de l'air déjà en place dans les avions de ligne, lesquels permettent le renouvellement complet de l'air de l'habitacle en moins de 5 minutes (15,17,18,20), soit en procurant une ventilation équivalente à environ 12 changements d'air à l'heure (CAH). Pendant les opérations effectuées au sol, des mesures d'aération naturelle et mécanique des cabines devraient être assurées au moins 10 minutes avant l'embarquement des passagers, et ces mesures devraient être maintenues tout au long de l'embarquement et être appliquées de nouveau lors du débarquement (83).

Navires de croisière : Plusieurs auteurs soulèvent l'importance de s'assurer du bon fonctionnement du système de ventilation et de filtration dans les aires intérieures des navires étant occupées par les passagers et le personnel de bord (23,30,31). Il est suggéré d'augmenter, lorsque cela est possible, le débit d'air frais pour diminuer la proportion d'air recirculé entre les cabines et dans les aires communes des navires (23,30). La ventilation naturelle pourrait également être optimisée en maintenant certaines portes et fenêtres (hublots) ouvertes lorsque cela est possible (30). À bord, l'autosurveillance des symptômes par les passagers et le personnel de bord est également recommandée (30). Les armateurs et leur équipage devraient pouvoir disposer de moyens d'isoler, de manière adéquate, les personnes infectées à bord ou de se doter de plans d'évacuation de ces personnes en concertation avec les autorités locales concernées (31). En fonction de la durée du séjour des passagers, il y aurait lieu d'appliquer une période de quarantaine ou une restriction de mobilité individuelle sur terre ou à bord du navire pendant 14 jours, avant ou après l'embarquement (22,31,50).

Mesures de prévention et de gestion de la COVID-19

Alors que la précédente section présentait l'inventaire des mesures d'atténuation des facteurs de risque de transmission de la COVID-19 rapportées dans la littérature scientifique, la présente section fait état des recommandations générales articulées par les organismes canadiens et québécois (provincial et municipal) en matière de gestion de la COVID-19 dans les différents moyens de transport. Il faut noter que contrairement aux éléments présentés ci-dessus, les recommandations générales qui suivent sont sujettes à des changements en fonction de l'évolution de la situation épidémiologique.

Plusieurs organismes gouvernementaux ont émis une série de recommandations concernant les mesures à observer dans les différents moyens de transport à destination de pays étrangers (84–88). Les recommandations s'adressant plus spécifiquement aux utilisateurs comprennent une série de mesures à appliquer lors des étapes précédant les voyages ou les déplacements à bord des différents moyens de transport, dans les aires de services ou les installations publiques les desservant ainsi qu'au retour de ces voyages. L'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), à l'instar d'autres organisations compétentes, formule ses recommandations sur une base évolutive, soit en fonction du niveau de risque présent au Canada ainsi que dans le pays visité (89). Les recommandations à appliquer en tout temps (même hors pandémie) varient en fonction des 4 niveaux de risque suivants³ :

- ▶ **Niveau 1** - Prendre les précautions sanitaires habituelles en voyage; par exemple, appliquer les mesures de protection individuelle de base.
- ▶ **Niveau 2** - Prendre des précautions sanitaires spéciales; par exemple, appliquer des recommandations particulières dans des régions plus touchées.
- ▶ **Niveau 3** - Éviter tout voyage non essentiel si, par exemple, le voyageur est exposé à un risque accru et s'il risque davantage de transmettre la maladie à certains groupes.
- ▶ **Niveau 4** - Éviter tout voyage si, par exemple, il existe un risque accru de transmettre la maladie à l'ensemble de la population.

Lors de la rédaction de la fiche, l'ASPC recommandait à la population canadienne d'éviter tout voyage non essentiel à l'étranger, les voyageurs devant tout de même se déplacer devaient se conformer aux recommandations de santé publique — c'est-à-dire le port du masque médical ou du couvre-visage, l'application de la distanciation physique, le respect de l'hygiène des mains et de l'étiquette respiratoire — ainsi qu'aux consignes sanitaires qui sont parfois contraignantes telles que l'observation d'une période de quarantaine obligatoire par les voyageurs provenant de pays étrangers (90,91). Les utilisateurs de services de transport aérien doivent notamment respecter toutes les exigences relativement à l'embarquement comme faire vérifier leur température corporelle et répondre aux questions sur leur état de santé, et ce, avant tous les vols à destination du Canada et à l'intérieur du pays. (92).

En ce qui a trait aux déplacements intérieurs au Canada, il n'y a aucune exigence fédérale à respecter. Cependant, les provinces et les territoires peuvent imposer des règlements ainsi que des restrictions spécifiques en accord avec le portrait épidémiologique régional (93). Les déplacements entre les villes et les régions d'une même province, qui sont régis par les autorités sanitaires provinciales et territoriales, sont également assujettis à des restrictions évolutives (94,95). En plus de devoir respecter les recommandations de santé publique, les utilisateurs de services de traversier, de services ferroviaires et d'autobus voyageurs peuvent être soumis à une vérification de leur état de santé tout en devant se conformer aux exigences des autorités locales (90). Une série de mesures de contrôle complémentaires doivent également être appliquées par les exploitants afin de minimiser les risques de transmission sur les traversiers ainsi que dans les wagons

³ Niveau 3 en vigueur au Canada lors de la rédaction de la présente fiche d'information.

de train, les autocars, les gares et les infrastructures de services associées; les consignes concernant, par exemple, la consommation de nourriture, l'accès aux toilettes et les déplacements des individus dans ces milieux (91).

Enfin, en ce qui a trait aux services de transport en commun, dont la gestion est en partie sous la responsabilité des villes, ceux-ci sont demeurés et demeurent opérationnels pour permettre, notamment aux travailleurs des services essentiels, de se déplacer (96). Sauf exception⁴, les utilisateurs de ces services doivent obligatoirement porter un couvre-visage ou un masque médical et sont invités à appliquer les mesures de contrôle usuelles (ex : lavage des mains avant et après l'utilisation du transport en commun), à respecter les mesures de distanciation physique et à rester à la maison s'ils présentent des symptômes de la COVID-19. De plus, ils sont invités à faire l'achat de leur titre de transport à l'avance et à modifier leurs horaires habituels de façon à limiter, si possible, l'utilisation de ces services aux heures de pointe (96-98).

Conclusion

Cette revue rapide de la littérature scientifique a permis de constater que la majorité des espaces intérieurs que constituent les habitacles d'avions et d'autobus, les wagons de train ou de métro de même que les aires de services afférents – tels les aéroports, les gares, les stations et les débarcadères – présentent des facteurs de risque communs de transmission de la COVID-19, auxquels s'ajoutent certains facteurs spécifiques. Au début de la pandémie, la survenue de nombreux cas de transmission dans différents moyens de transport collectifs a été documentée. Les données montrent actuellement qu'après l'application de mesures de contrôle strictes et l'adhésion des utilisateurs, le risque de contracter la COVID-19 dans les différents moyens de transport collectifs s'avère faible. Ensemble, ces catégories de mesures de contrôle (minimisation des contacts et distanciation physique, mesures techniques et d'ingénierie, mesures administratives et mesures individuelles) offrent un cadre de gestion multifactoriel du risque infectieux dans le secteur du transport collectif. D'ailleurs, l'application concourante de l'ensemble de ces mesures de prévention est considérée comme la stratégie de gestion la plus efficace pour réduire ce risque, et ce, dans tous les milieux intérieurs. Puisque le transport collectif — et plus spécifiquement le transport en commun — constitue une avenue favorable à la santé (en plus d'être viable, équitable et écologique) pour répondre aux besoins de mobilité des individus et des collectivités, il s'avère important que ces mesures soient appliquées avec rigueur par tous. Quoiqu'elle ait été peu abordée, la communication efficace de ces mesures permet non seulement d'assurer le maintien d'une perception positive de ce type de service, mais également de promouvoir une utilisation aussi large que possible du transport collectif par la population.

⁴ Les enfants de moins de 10 ans, les personnes ayant une condition médicale ne leur permettant pas le port du masque ainsi que celles qui ne sont pas capables de mettre elles-mêmes un masque ou de le retirer ne sont pas visés par cette obligation.

Annexe - Méthodologie : synthèse rapide des connaissances

1. Mise en garde méthodologique institutionnelle

OUI

Si non, pourquoi ? _____

2. Formulation explicite des questions de recherche couvertes ou des objectifs de la synthèse

OUI NON

Si non, pourquoi ? _____

3. Stratégie de recherche documentaire (plus d'une réponse est possible)

a. Utilisation de la veille signalétique institutionnelle quotidienne COVID-19

b. Utilisation d'une veille signalétique institutionnelle ciblée COVID-19 (par ex., CHSLD)

c. Utilisation de la veille signalétique institutionnelle sur la littérature grise

Préciser le type de la veille signalétique (par ex., COVID-19 générale ou prévention/promotion) pour a et b et la période d'examen couverte pour les trois.

d. Établissement d'une stratégie de recherche documentaire spécifique (rétrospective)

Préciser les mots-clés utilisés, les bases de données interrogées (minimalement deux), les sources de littérature grise ainsi que les limites retenues (par ex., langues, date de début et de fin de la période de repérage).

e. Autre

Préciser

Recherche de la littérature grise pour les positions des organismes reconnus

4. Recours à des critères d'inclusion

OUI NON

Si oui, préciser les critères utilisés.

5. Traitement des articles en prépublication

Mention de leur inclusion ou exclusion

Repérage facilité dans le document

Les articles en prépublication ont été traités, mais ne sont pas identifiés comme tels dans le document.

6. Extraction des données

Inclusion de tableaux de preuves

OUI NON

7. Appréciation de la qualité ou du niveau de preuve des articles ou des autres documents inclus

NON (À noter que cette appréciation n'est pas essentielle pour ce type de réponse rapide)

OUI

Si oui, préciser la méthode ou l'approche utilisée.

8. Révision par les pairs (*liste des noms des personnes et de leur provenance à la page de crédits pour b, c et d*) (*plus d'une réponse est possible*)

- a. par les membres du Comité d'experts concerné
- b. par des membres des autres cellules ou comités thématiques COVID-19 de l'INSPQ
- c. par des réviseurs autres de l'INSPQ n'ayant pas participé aux travaux
- d. par des réviseurs externes à l'Institut n'ayant pas participé aux travaux
- e. aucune révision par les pairs

Références

1. Groupe de travail SAT-COVID-19. COVID-19 : Taxi, covoiturage et transport adapté [En ligne]. Québec : Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2020. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2938-recommandations-chauffeurs-taxi-covoiturage-covid-19>
2. Groupe de travail SAT-COVID-19. COVID-19 : Transports collectifs (autobus, trains et métro) [En ligne]. Québec : Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2020. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2949-travailleurs-transports-collectifs-covid19>
3. Institut national de santé publique du Québec [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2021. COVID-19 : Modes de transmission et mesures de prévention et de protection contre les risques, incluant le rôle de la ventilation. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3099-transmission-sras-cov-2-constats-terminologie-covid19>
4. Gouvernement du Canada [En ligne]. Canada : Gouvernement du Canada; 2021. Mesures individuelles et communautaires pour atténuer la propagation de la maladie à COVID-19 au Canada. Disponible : <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/2019-nouveau-coronavirus/professionnels-sante/mesures-sante-publique-utilisees-reduire-covid-19.html>
5. Public Health Ontario. Public transport and COVID-19 – What we know so far [En ligne]. Toronto (Ontario) : Queen’s Printer for Ontario; 2020. Disponible : <https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/covid-wwksf/2020/12/what-we-know-covid-public-transport.pdf?la=en>
6. Anctil G, Caron S, Charest J, Irace-Cima A, Gilca V, Sauvageau C, *et al.* Transmission du SRAS-CoV-2 : constats et proposition de terminologie [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3099-transmission-sras-cov-2-constats-terminologie-covid19>
7. Comité en santé environnementale COVID-19. COVID-19 : Environnement extérieur [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3002-environnement-exterieur-covid19>
8. Comité en santé environnementale COVID-19. COVID-19 : Nettoyage et désinfection de surfaces [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3054-nettoyage-desinfection-surfaces-covid19>
9. Birnir B. Ventilation and the SARS-CoV-2 coronavirus analysis of outbreaks in a restaurant and on a bus in China, and at a call center in South Korea [En ligne]. medRxiv. 2021. Disponible : <https://doi.org/10.1101/2020.09.11.20192997>
10. Edwards NJ, Widrick R, Wilmes J, Breisch B, Gerschevske M, Sullivan J, *et al.* Reducing COVID-19 airborne transmission risks on public transportation buses: an empirical study on aerosol dispersion and control [En ligne]. medRxiv. 2021. Disponible : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.25.21252220v1>
11. Shen Y, Li C, Dong H, Wang Z, Martinez L, Sun Z, *et al.* Community outbreak investigation of SARS-CoV-2 transmission among bus riders in Eastern China [En ligne]. JAMA Intern Med. 2020;180(12):1665-71. Disponible : <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2770172>
12. Chen L, Ban G, Long E, Kalonji G, Cheng Z, Zhang L, *et al.* Estimation of the SARS-CoV-2 transmission probability in confined traffic space and evaluation of the mitigation strategies [En ligne]. Environ Sci Pollut Res. 2021. Disponible : <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13617-y>

13. Hu M, Lin H, Wang J, Xu C, Tatem AJ, Meng B, *et al.* Risk of coronavirus disease 2019 transmission in train passengers: an epidemiological and modelling study [En ligne]. *Clin Infect Dis.* 2020;72(4):603-610. Disponible : <https://academic.oup.com/cid/article/doi/10.1093/cid/ciaa1057/5877944>
14. Severo M, Ribeiro AI, Lucas R, Leao T, Barros H. Urban rail transport and SARS-CoV-2 infections: an ecological study in Lisbon Metropolitan Area [En ligne]. *medRxiv.* 2020. Disponible : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.18.20195776v1>
15. Pombal R, Hosegood I, Powell D. Risk of COVID-19 during air travel. *JAMA.* 2020; 324(17): 1798. Disponible : <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2771435>
16. Milne R J, Delcea C, Cotfas L-A. Airplane boarding methods that reduce risk from COVID-19. *Saf Sci.* 2020;134:105061.
17. Khatib AN, Carvalho A-M, Primavesi R, To K, Poirier V. Navigating the risks of flying during COVID-19: a review for safe air travel [En ligne]. *J Travel Med.* 2020;27(8). Disponible : <https://academic.oup.com/jtm/advance-article/doi/10.1093/jtm/taaa212/5976283>
18. Bielecki M, Patel D, Hinkelbein J, Komorowski M, Kester J, Ebrahim S, *et al.* Air travel and COVID-19 prevention in the pandemic and peri-pandemic period: a narrative review [En ligne]. *Travel Med Infect Dis.* 2021;39:101915. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1477893920304117>
19. Pandey N, Kumar S, Kesar SD, Dandu HR, Ankita, Maurya VK, *et al.* An ophthalmological update for air-travellers during COVID-19. *Travel Med Infect Dis.* 2021;39:101955.
20. Le Page M. How likely are you to catch the coronavirus on a plane? *New Sci.* 2020;247(3297):11.
21. Toprani SM, Scheibler C, Nagel ZD. Interplay between air travel, genome integrity, and COVID-19 risk vis-a-vis flight crew [En ligne]. *Front Public Health.* 2020;8. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7775589/>
22. Malone JD. USS Theodore Roosevelt, COVID-19, and ships: lessons learned. *JAMA Netw Open.* 2020;3(10):e2022095.
23. Xu P, Jia W, Qian H, Xiao S, Miao T, Yen H-L, *et al.* Lack of cross-transmission of SARS-CoV-2 between passenger's cabins on the Diamond Princess cruise ship [En ligne]. *Build Environ.* 2021;198:107839. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8046742/>
24. Luo K, Lei Z, Hai Z, Xiao S, Rui J, Yang H, *et al.* Transmission of SARS-CoV-2 in public transportation vehicles: a case study in Hunan province, China [En ligne]. *Open Forum Infect Dis.* 2020;7(10). Disponible : <https://academic.oup.com/ofid/article/7/10/ofaa430/5905033>
25. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité au travail. Guide de normes sanitaires en milieu de travail pour le secteur du transport interurbain par autobus du Québec – COVID-19 [En ligne]. Québec : Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité au travail; 2020. Disponible : <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/salle-de-presse/covid-19/Documents/DC100-2180-Guide-Transport-Interurbain.pdf>
26. Di Carlo P, Chiacchiaretta P, Sinjari B, Aruffo E, Stuppia L, Laurenzi VD, *et al.* Air and surface measurements of SARS-CoV-2 inside a bus during normal operation. *PLoS ONE.* 2020;15(11):e0235943.

27. Dai H, Zhao B. Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. [En ligne]. *Build Simul.* 2020;13: 1321–27. Disponible : <https://doi.org/10.1007/s12273-020-0703-5>
28. El-Salamony M, Moharam A, Guaily A, Boraey MA. Air change rate effects on the airborne diseases spreading in underground metro wagons [En ligne]. *Environ Sci Pollut Res.* 2021;28:31895–907. Disponible : <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13036-z>
29. Wang Z, Galea ER, Grandison A, Ewer J, Jia F. Inflight transmission of COVID-19 based on experimental aerosol dispersion data [En ligne]. *J Travel Med.* 2021;28(4). Disponible : <https://doi.org/10.1093/jtm/taab023>
30. Almilaji O. Air recirculation role in the spread of COVID-19 onboard the Diamond Princess cruise ship during a quarantine period. *Aerosol Air Qual Res.* 2021;21(4).
31. Stoddard M, Johnson K, White D, Nolan R, Hochberg N, Chakravarty A. COVID-19 isolation and containment strategies for ships: lessons from the USS Theodore Roosevelt outbreak. [En ligne]. *medRxiv.* 2020. Disponible : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.11.05.20226712v1>
32. Moreno T, Pintó RM, Bosch A, Moreno N, Alastuey A, Minguillón MC, *et al.* Tracing surface and airborne SARS-CoV-2 RNA inside public buses and subway trains. *Environ Int.* 2021;147:106326.
33. Yamagishi T, Ohnishi M, Matsunaga N, Kakimoto K, Kamiya H, Okamoto K, *et al.* Environmental sampling for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during a COVID-19 outbreak on the Diamond Princess cruise ship [En ligne]. *J Infect Dis.* 2020; 222(7):1098-1102. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7454703/>
34. Baron YM. Elevated levels of PM_{2.5} in crowded subways of cities with high COVID-19 related mortality. *medRxiv.* 2020.
35. Adhikari A, Yin J. Short-term effects of ambient ozone, PM_{2.5}, and meteorological factors on COVID-19 confirmed cases and deaths in Queens, New York. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(11):4047.
36. Jiang Y, Wu X-J, Guan Y-J. Effect of ambient air pollutants and meteorological variables on COVID-19 incidence. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2020;41(9):1011-15.
37. Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: evidence from China. *Sci Total Environ.* 2020;727:138704.
38. Conticini E, Frediani B, Caro D. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environ Pollut.* 2020;261:114465.
39. Fattorini D, Regoli F. Role of the chronic air pollution levels in the COVID-19 outbreak risk in Italy. *Environ Pollut.* 2020;264:114732.
40. Travaglio M, Yu Y, Popovic R, Selley L, Leal NS, Martins LM. Links between air pollution and COVID-19 in England. *Environ Pollut.* 2021;268, Part A:115859.
41. Frontera A, Cianfanelli L, Vlachos K, Landoni G, Cremona G. Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients: The “double-hit” hypothesis. *J Infect.* 2020;81(2):255-9.
42. Stieb DM, Evans GJ, To TM, Brook JR, Burnett RT. An ecological analysis of long-term exposure to PM_{2.5} and incidence of COVID-19 in Canadian health regions. *Environ Res.* 2020;191:110052.

43. Barnett A, Fleming K. COVID-19 risk among airline passengers: should the middle seat stay empty? medRxiv. 2020.
44. Chen Y-T, Yen Y-F, Yu S-H, Su EC-Y. An examination on the transmission of COVID-19 and the effect of response strategies: a comparative analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(16):5687.
45. Emery JC, Russell TW, Liu Y, Hellewell J, Pearson CA, CMMID COVID-19 Working Group, *et al*. The contribution of asymptomatic SARS-CoV-2 infections to transmission on the Diamond Princess cruise ship. *eLife*. 2020;9:e58699.
46. Alvarado GR, Pierson BC, Teemer ES, Gama HJ, Cole RD, Jang SS. Symptom characterization and outcomes of sailors in isolation after a COVID-19 outbreak on a US aircraft carrier. *JAMA Netw Open*. 2020; 3(10):e2020981.
47. Joselow M. There is little evidence that mass transit poses a risk of coronavirus outbreaks [En ligne]. *Scientific American*. 2020. Disponible : <https://www.scientificamerican.com/article/there-is-little-evidence-that-mass-transit-poses-a-risk-of-coronavirus-outbreaks/>
48. Schive K. How safe is public transportation? COVID-19 Updates; 2021. Disponible : <https://medical.mit.edu/covid-19-updates/2020/09/how-safe-public-transportation>
49. Barbieri DM, Lou B, Passavanti M, Hui C, Hoff I, Lessa DA, *et al*. Impact of COVID-19 pandemic on mobility in ten countries and associated perceived risk for all transport modes. *PLoS One*. 2021;16(2):e0245886.
50. Azimi P, Keshavarz Z, Laurent JGC, Stephens B, Allen JG. Mechanistic transmission modeling of COVID-19 on the Diamond Princess cruise ship demonstrates the importance of aerosol transmission. [En ligne]. *Proc Natl Acad Sci*. 2021;118(8):e2015482118. Disponible : <https://www.pnas.org/content/118/8/e2015482118>
51. Baraniuk C. What the Diamond Princess taught the world about COVID-19 [En ligne]. *BMJ*. 2020; 369. Disponible : <https://www.bmj.com/content/369/bmj.m1632>
52. Liu F, Li X, Zhu G. Using the contact network model and Metropolis-Hastings sampling to reconstruct the COVID-19 spread on the “Diamond Princess”. *Sci Bull*. 2020;65(15):1297-305.
53. Tokuda Y, Sakihama T, Aoki M, Taniguchi K, Deshpande GA, Suzuki S, *et al*. COVID-19 outbreak on the Diamond Princess cruise ship in February 2020. *J Gen Fam Med*. 2020;21(4):95-7.
54. Yasri S, Wiwanitkit V. Public tourist bus, tourist bus driver, and COVID-19 infection: a note [En ligne]. *Int J Prev Med*. 2020;11:82. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7518352/>
55. Bae SH, Shin H, Koo H-Y, Lee SW, Yang JM, Yon DK. Asymptomatic transmission of SARS-CoV-2 on evacuation flight [En ligne]. *Emerg Infect Dis J*. 2020;26(11) : 2705-08. Disponible : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/11/20-3353_article
56. Chen J, He H, Cheng W, Liu Y, Sun Z, Chai C, *et al*. Potential transmission of SARS-CoV-2 on a flight from Singapore to Hangzhou, China: an epidemiological investigation. *Travel Med Infect Dis*. 2020;36:101816.
57. Choi EM, Chu DKW, Cheng PKC, Tsang DNC, Peiris M, Bausch DG, *et al*. In-flight transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 [En ligne]. *Emerg Infect Dis J*. 2020; 26(11): 2713-16. Disponible : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/11/20-3254_article

58. Khan NC, Thai PQ, Quach H-L, Thi N-AH, Dinh PC, Duong TN, *et al.* Transmission of SARS-CoV 2 during long-haul flight. [En ligne]. *Emerg Infect Dis J.* 2020;26(11). Disponible : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/11/20-3299_article
59. Pavli A, Smeti P, Hadjianastasiou S, Theodoridou K, Spilioti, Papadima P, *et al.* In-flight transmission of COVID-19 on flights to Greece: an epidemiological analysis. *Travel Med Infect Dis.* 2020;38:101882.
60. Murphy N, Boland M, Bambury N, Fitzgerald M, Comerford L, Dever N, *et al.* A large national outbreak of COVID-19 linked to air travel, Ireland, summer 2020 [En ligne]. *Eurosurveillance.* 2020; 25(42). Disponible : <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.42.2001624>
61. Moriarty LF, Plucinski MM, Marston BJ, Kurbatova EV, Knust B, Murray EL., *et al.* Public health responses to COVID-19 outbreaks on cruise ships — Worldwide, February–March 2020 [En ligne]. *MMWR.* 2020;69(12): 347-52. Disponible : <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6912e3.htm>
62. Comité sur les infections nosocomiales du Québec. Notions de base en prévention et contrôle des infections : hiérarchie des mesures de contrôle des infections [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2018. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2437>
63. Chen, T. et O’Keeffe, J. La COVID-19 dans les espaces clos – Mesures de désinfection de l’air et des surfaces. Centre de collaboration nationale en santé environnementale; 2020.
64. Centre canadien d’hygiène et de sécurité au travail. Infographie sur la prévention de la COVID-19 en milieu de travail [En ligne]. Hamilton (Ontario) : Centre canadien d’hygiène et de sécurité au travail; 2021. Disponible : <https://www.cchst.ca>
65. Groupe de travail SAT-COVID-19. Hiérarchie des mesures de contrôle en milieu de travail avec une modulation par palier [En ligne]. Québec (Québec) : Institut national de santé publique du Québec. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3022-hierarchie-mesures-contrôle-milieux-travail-covid19>
66. National Institute for Occupational Safety and Health [En ligne]. États-Unis : Centers for Disease Control and Prevention; 2015. Hierarchy of controls. Disponible : <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>
67. Bushwick S, Lewis T, Montañez A. Evaluating COVID risk on planes, trains and automobiles [En ligne]. *Scientific American.* 2020. Disponible : <https://www.scientificamerican.com/article/evaluating-covid-risk-on-planes-trains-and-automobiles2/>
68. Schwartz S. Public transit and COVID-19 pandemic: global research and best practices [En ligne]. *American Public Transportation Association.* 2020. Disponible : https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA_Covid_Best_Practices_09.29.2020.pdf
69. Brazell LR, Stetz S, Hipp A, Taylor S, Stark N, Jensen K, *et al.* Environmental screening for surface SARS-CoV-2 contamination in urban high-touch areas. *medRxiv.* 2021.
70. Kamga C, Eickemeyer P. Slowing the spread of COVID-19: review of “social distancing” interventions deployed by public transit in the United States and Canada. *Transp Policy.* 2021;106:25-36.
71. Talaat K, Abuhegazy M, Mahfoze OA, Anderoglu O, Poroseva SV. Simulation of aerosol transmission on a Boeing 737 airplane with intervention measures for COVID-19 mitigation. *Phys Fluids.* 2021;33(3):033312.

72. GOV.UK [En ligne]. COVID-19: ventilation of indoor spaces to stop the spread of coronavirus. Angleterre : GOV.UK. Disponible : <https://www.gov.uk/government/publications/covid-19-ventilation-of-indoor-spaces-to-stop-the-spread-of-coronavirus>
73. Zhang Z, Han T, Yoo KH, Capecelatro J, Boehman AL, Maki K. Disease transmission through expiratory aerosols on an urban bus. *Phys Fluids*. 2021;33(1):015116.
74. Griffin S. COVID-19: Air travellers should not be considered high risk, says European guidance. *BMJ*. 2020;371:m4746.
75. Pham TQ, Hoang N-A, Quach H-L, Nguyen KC, Colquhoun S, Lambert S, *et al.* Timeliness of contact tracing among flight passengers during the COVID-19 epidemic in Vietnam. *BMC Infect Dis*. 2021;21(1):393.
76. Payne DC, Smith-Jeffcoat SE, Nowak G, Chukwuma U, Geibe JR, Hawkins RJ. SARS-CoV-2 infections and serologic responses from a sample of U.S. Navy Service Members – USS Theodore Roosevelt, April 2020 [En ligne]. *MMWR*. 69(23); 714–21. Disponible : <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6923e4.htm>
77. Sustainable Bus [En ligne]. Coronavirus recommendations: how to use the bus A/C correctly. Milan (Italie): Vado e Torno Edizioni; 2020. Disponible : <https://www.sustainable-bus.com/news/coronavirus-recommendations-how-to-use-the-bus-a-c-correctly/>
78. Van Ryswyk K, Anastasopolos AT, Evans G, Sun L, Sabaliauskas K, Kulka R, *et al.* Metro commuter exposures to particulate air pollution and PM_{2.5} - Associated elements in three canadian cities: the urban transportation exposure study. *Environ Sci Technol*. 2017;51(10):5713-20.
79. European Union Agency for Railways et European Centre for Disease Prevention and Control. COVID-19 Rail Protocol : Recommendations for safe resumption of railway services in Europe [En ligne]. European Union Agency for Railways et European Centre for Disease Prevention and Control; 2020. Disponible : https://www.era.europa.eu/sites/default/files/events-news/docs/covid-19_rail_protocol_en.pdf
80. Sam Schwartz Consulting. Public transit and COVID-19 pandemic: global research and best practices [En ligne]. Sam Schwartz Consulting; 2020. Disponible : https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA_Covid_Best_Practices_09.29.2020.pdf
81. Macola IG. RSSB study reveals trains are safe to use during COVID-19 [En ligne]. *Railway Technology*. 2020. Disponible : <https://www.railway-technology.com/news/rssb-study-reveals-trains-are-safe-to-use-during-covid-19/>
82. Stimac I, Pivac J, Bracic M, Drljaca M. The impact of COVID-19 pandemic on the future airport passenger terminals design [En ligne]. *Int J TRAFFIC Transp Eng*. 2021;11(1):129-142. Disponible : [http://ijtte.com/uploads/2021-01-18/b2dd2cfa-f626-cc75ijtte.2021.11\(1\).08.pdf](http://ijtte.com/uploads/2021-01-18/b2dd2cfa-f626-cc75ijtte.2021.11(1).08.pdf)
83. Airports Council International et International Air Transport Association . Safely restarting aviation - ACI and IATA joint approach. *ACI World*; 2021. Disponible : <https://store.aci.aero/product/safely-restarting-aviation-aci-and-iata-joint-approach/>
84. Voyage.gc.ca [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. COVID-19 : voyage, dépistage, quarantaine et frontières. Disponible : https://voyage.gc.ca/voyage-covid?utm_campaign=hc-sc-phm-21-22&utm_medium=sem&utm_source=ggl&utm_content=ad-text-fr&utm_term=voyage%20covid%20canada&adv=2122-0008&id_campaign=12663300124&id_source=121939415162&id_content=511624189108&gclid=EAlaQobChMI-s7tka2P8AIVyvezCh2aLgSDEAAYASAAEgKGw_D_BwE&gclidsrc=aw.ds

85. Voyage.gc.ca [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. Pandémie de la COVID-19, tous les pays : éviter les voyages non essentiels à l'extérieur du Canada. Disponible : <https://voyage.gc.ca/voyager/sante-securite/conseils-sante-voyageurs/221>
86. Transports Canada. [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. COVID-19 : Information pour les voyageurs à l'intérieur du Canada. Disponible : <https://tc.canada.ca/fr/initiatives/mesures-mises-jour-lignes-directrices-liees-covid-19-emises-transports-canada/covid-19-information-voyageurs-interieur-canada>
87. Travelers' Health [En ligne]. Centers for Disease Control and Prevention; 2021. Vaccines. Medicines. Advice – COVID-19 Travel health information. Disponible : <https://wwwnc.cdc.gov/travel>
88. Emergency – Coronavirus disease (COVID-19) pandemic [En ligne]. World Health Organisation; 2021. Coronavirus disease (COVID-19) travel advice. Disponible : <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/travel-advice>
89. Voyage.gc.ca. [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. Conseils de santé aux voyageurs. Disponible : <https://voyage.gc.ca/voyager/sante-securite/conseils-sante-voyageurs#niveauxrisque>
90. Transports Canada [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2020. COVID-19 : Lignes directrices sur le port du couvre-visage à l'intention des voyageurs et des travailleurs du secteur du transport ferroviaire - Procédures liées au port du couvre-visage. Disponible : <https://tc.canada.ca/fr/initiatives/mesures-mises-jour-lignes-directrices-liees-covid-19-emises-transports-canada/covid-19-lignes-directrices-port-couvre-visage-intention-voyageurs-travailleurs-secteur-transport-ferroviaire-procedures-liees-port-couvre-visage>
91. VIA Rail Canada [En ligne]. VIA Rail Canada; 2021. COVID-19 : Mesures préventives – On va de l'avant avec vous. Disponible : <http://www.viarail.ca/fr/mesures-preventives-COVID-19>
92. Voyage.gc.ca [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. Exigences à remplir avant de prendre un vol à destination ou à l'intérieur du Canada. Disponible : <https://voyage.gc.ca/voyage-covid/voyage-restrictions/voyager-avion>
93. Voyage.gc.ca [En ligne]. Gouvernement du Canada; 2021. Restrictions provinciales et territoriales. Disponible : <https://voyage.gc.ca/voyage-covid/voyage-restrictions/provinces>
94. Québec.ca. [En ligne]. Gouvernement du Québec; 2021. Déplacements entre les régions et les villes dans le contexte de la COVID-19. Disponible : <https://www.quebec.ca/sante/problemes-de-sante/a-z/coronavirus-2019/deplacements-regions-villes-covid19>
95. Ministère des Transports. Gouvernement du Québec; 2021. Mesures mises en place en raison de la pandémie de COVID-19. Disponible : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/Pages/mesures-COVID-19.aspx>
96. Québec.ca [En ligne]. Gouvernement du Québec; 2021. Questions et réponses sur le transport et les déplacements dans le contexte de la COVID-19. Disponible : <https://www.quebec.ca/sante/problemes-de-sante/a-z/coronavirus-2019/reponses-questions-coronavirus-covid19/transport-deplacements-covid-19/>
97. Société de transport de Montréal [En ligne]. Société de transport de Montréal; 2021. Prévention Coronavirus (COVID-19). Disponible : <http://www.stm.info/fr/infos/conseils/comportements-adopter-en-transport-collectif/prevention-coronavirus-covid-19>
98. Réseau de transport de la Capitale [En ligne]. Réseau de transport de la Capitale; 2021. COVID-19. Disponible : <https://www.rtcquebec.ca/covid-19>

COVID-19 : Atténuation des risques de transmission dans les transports collectifs

AUTEURS

Louis-Simon Bolduc, conseiller scientifique
Gabriela Ponce, conseillère scientifique
Patrick Poulin, conseiller scientifique spécialisé
Comité en santé environnementale COVID-19
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

COLLABORATEURS

Caroline Huot, médecin spécialiste
Vicky Huppé, conseillère scientifique
Jean-Marc Leclerc, conseiller scientifique
Stéphane Perron, médecin spécialiste
Stéphanie Potvin, conseillère scientifique
Comité en santé environnementale COVID-19
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

RÉVISEURS

Stéphane Caron, médecin-conseil
Chantal Sauvageau, médecin spécialiste
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Johanne Laguë, adjointe à la programmation scientifique
Éric Robitaille, conseiller scientifique spécialisé
Direction du développement des individus et des communautés
Maud Emmanuelle Labesse, conseillère scientifique
Mathieu Valcke, conseiller scientifique
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

MISE EN PAGE

Katia Raby, agente administrative
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

© Gouvernement du Québec (2021)

N° de publication : 3159

**Institut national
de santé publique**

Québec 