

Bruit des avions et équité environnementale à Montréal: une comparaison des indicateurs de bruit et une analyse des impacts de la Covid-19.

18^e Colloque de la Relève VRM

Audrin, Thomas

Doctorant en études urbaines

Centre Urbanisation Culture Société

Institut National de la Recherche Scientifique

Directeurs de recherche : Philippe Apparicio et Anne-Marie Séguin

Adresse courriel : thomas.audrin@ucs.inrs.ca

Le bruit aérien est considéré comme la nuisance la plus dérangeante comparativement aux bruits routier et ferroviaire (Miedema and Oudshoorn, 2001). Ses impacts sur la santé sont désormais bien connus : gêne et stress psychologique (Stansfeld and Matheson, 2003), troubles du sommeil (Basner et al., 2017), difficultés cognitives accrues (Clark et al., 2012) et même des risques d'hypertension artérielle et de maladies cardiovasculaires (Correia et al., 2013). Ces dernières années, la hausse continue du trafic aérien et des conséquences qui en découlent en termes d'émissions polluantes sur la santé et la qualité de vie suscitent de vives inquiétudes de la part des riverains (Baudin et al., 2018; Van den Berg et al., 2015). Toutefois, à la fin 2019, la situation a radicalement changé avec l'épidémie mondiale du virus SRAS-CoV-2 (maladie COVID-19) qui a eu un énorme impact sur le transport aérien (Suau-Sanchez et al., 2020). Les mesures de confinement, la fermeture des frontières et les restrictions de voyage établies dans de nombreux pays dans le but de freiner la propagation du virus de la COVID-19 ont entravé les déplacements et entraîné une chute drastique du trafic aérien de passagers. En 2020, le trafic régulier mondial de passagers (internationaux et nationaux) a baissé de 60% comparativement à 2019 (OACI, 2021). Cette chute brutale du trafic aérien de passagers s'accompagne naturellement d'une baisse des émissions sonores. Par exemple, en France, pendant le premier confinement (mars à mai 2020), la diminution des niveaux sonores liée à la baisse du trafic aérien autour des principaux aéroports internationaux de Paris (Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Orly) ont atteint jusqu'à 30 dB(A) certaines semaines (résultats issus de stations de mesure de bruit aérien) (Bruitparif, 2020).

La littérature en équité environnementale, qui se rapporte à la distribution ou au partage des éléments bénéfiques (ressources) et des éléments négatifs (sources de risque) par rapport à la localisation de groupes populationnels particuliers (définis selon l'âge, le revenu ou de l'appartenance ethnique), a démontré que certains groupes de population subissent dans plusieurs villes nord-américaines et européennes une exposition disproportionnée à des niveaux de bruit aérien élevés dans leur milieu résidentiel. Il s'agit des ménages à faible revenu et des minorités visibles (Audrin et al., 2019; Ogneva-Himmelberger and Cooperman, 2010; Sobotta et al., 2007). D'autres études arrivent à des résultats contradictoires où les ménages les mieux nantis sont surexposés au bruit aérien (Audrin et al., 2019; Kruize et al., 2007). En ce qui a trait aux populations vulnérables d'un point de vue physiologique telles que les personnes âgées et les enfants, peu d'études n'a considéré ces deux groupes de la population dans leur milieu résidentiel. L'étude de Audrin et al. (2019) portant uniquement sur le bruit aérien montre que les enfants de moins de 15 ans sont légèrement en situation d'iniquité dans les métropoles de Vancouver et de Toronto, tandis qu'aucune iniquité n'a été relevée pour les personnes âgées. Signalons que la quasi-totalité de ces études utilise des données transversales, pourtant les niveaux sonores autour d'un aéroport peuvent considérablement changer avec le temps. L'étude de Ogneva-Himmelberger and Cooperman (2010) à Boston est l'une des rares études longitudinales sur le bruit aérien et l'équité environnementale. Les résultats de cette recherche révèlent que les niveaux de bruit ont diminué entre 1990 et 2000 autour de l'aéroport international de Boston Logan. En conséquence, le nombre de personnes affectées par le bruit aérien a baissé entre ces deux périodes ce qui a eu un impact sur le diagnostic d'équité environnementale. Finalement, dans la littérature peu d'attention a été donnée sur l'utilisation de plusieurs indicateurs de bruit aérien. Néanmoins, il a été démontré que l'estimation des populations affectées par des niveaux de bruit aérien élevés peut différer d'un indicateur à l'autre (Smargiassi et al., 2014).

L'objectif principal de cette recherche est de vérifier si le portait des populations exposées au bruit aérien dans la région métropolitaine de Montréal a changé drastiquement avant et pendant la COVID-19 en fonction de l'utilisation de quatre indicateurs d'exposition au bruit des avions.

Méthodologie

Le territoire d'étude est la seconde plus grande région métropolitaine de recensement (RMR) au Canada, soit Montréal avec 4,10 millions d'habitants (Statistique Canada, 2016). La RMR de Montréal comprend l'aéroport international Montréal-Trudeau qui est le quatrième plus grand aéroport au Canada en termes de trafic aérien et de passagers après les aéroports internationaux de Toronto, Vancouver et Calgary. Il est situé au sud-ouest de l'île de Montréal dans la municipalité de Dorval. À l'instar de plusieurs travaux récents en équité environnementale à Montréal (Carrier et al., 2016; Delaunay et al., 2019; Houde et al., 2018; Potvin et al., 2019), quatre groupes de population sont retenus dans le cadre de cette étude : les personnes à faible revenu, les membres des minorités visibles, les enfants (moins de 15 ans) et les personnes âgées (65 ans et plus). Poser un diagnostic précis d'équité environnementale pour un groupe donné requiert une analyse à une échelle spatiale fine. Nous privilégions donc l'îlot de diffusion (ID). Nous avons calculé les effectifs et les pourcentages pour ces quatre groupes de population dans l'ensemble des îlots urbains selon une méthode d'attribution développée par Pham et al. (2012).

Pour prédire les niveaux de bruit aérien à l'aéroport de Montréal-Trudeau, nous utilisons comme modèle de bruit l'application web IMPACT version 3.36.A (EUROCONTROL, 2020). Les données d'entrées du modèle (ex. trajectoires de vol) sont récupérées sur un site web de suiveur de vol (Flightradar24). Les prédictions de bruit ont été réalisées durant deux journées parmi les plus achalandées de l'été 2019 et 2020 avec des décollages s'effectuant principalement en direction de l'est de l'île de Montréal vers des secteurs résidentiels densément peuplés. Ces deux jours sont supposés être représentatifs des pires journées de l'année en termes d'émission de bruit aérien. Trois indicateurs énergétiques d'exposition au bruit des avions (L_{den} , L_{dn} et $L_{Aeq, 24h}$) (contours de 50, 55 et 60 dB(A)) et un indicateur événementiel (L_{Amax}) (contours de 65 à 90 dB(A) avec intervalle de 5 dB(A)) sont modélisés. Les contours de bruit de chaque indicateur sont extraits au format *shapefile* pour un traitement dans un SIG (QGIS 3.16).

Afin de poser un diagnostic précis d'équité environnementale, il convient d'estimer les populations potentiellement impactées par le bruit aérien, soit celles qui résident dans les différents contours de bruit aérien. À cette fin, nous utilisons la technique de cartographie

dasymétrique (*Dasymetric Mapping*). Cette technique précise consiste à découper les îlots à partir des contours de bruit en gardant uniquement la partie résidentielle de chaque îlot (par exemple, à partir d'une carte d'occupation du sol), puis à estimer les populations affectées en multipliant les effectifs résidant dans l'îlot par la proportion de la superficie résidentielle de l'îlot comprise dans la zone de bruit. Cette technique a été mise en œuvre dans un SIG (QGIS 3.16).

Finalement, pour vérifier l'existence d'iniquité environnementale à l'égard du bruit aérien avant et pendant la pandémie de COVID-19 et ceux en fonction de quatre indicateurs d'exposition au bruit, nous construisons trente modèles de régression logistique soit respectivement quinze modèles pour l'année 2019 et quinze modèles pour l'année 2020 (un modèle de régression pour chaque niveau de bruit, soit trois modèles pour chacun des indicateurs $L_{Aeq, 24h}$, L_{den} , L_{dn} et six modèles pour l'indicateur L_{Amax}). Les analyses sont réalisées dans le logiciel R version 4.0.5 (R Core Team, 2013).

Résultats

Les cartes de contours de bruit des quatre indicateurs indiquent une très forte diminution des niveaux de bruit aérien entre 2019 et 2020 autour de l'aéroport international Montréal-Trudeau. Par exemple, les superficies des contours de bruit L_{den} 55 dB(A), L_{dn} 55 dB(A), $L_{Aeq, 24h}$ 55 dB(A) et L_{Amax} 65 dB(A) ont baissé respectivement d'environ 77%, 70%, 66% et 39%. Les superficies des contours de bruit des quatre indicateurs étant plus faibles en 2020, en raison d'un trafic aérien moins important, il n'est donc pas étonnant d'y retrouver des effectifs de population plus limités par rapport à 2019. Ainsi, on relève une diminution des populations exposées au bruit aérien de 78%, 83%, 85% et 36% respectivement pour les contours de bruit L_{den} 55 dB(A), L_{dn} 55 dB(A), $L_{Aeq, 24h}$ 55 dB(A) et L_{Amax} 65 dB(A). Ces résultats révèlent une différence dans les estimations des populations affectées par le bruit aérien selon le type d'indicateur utilisé.

Les résultats des trente modèles de régression logistique révèlent des situations d'iniquités différenciées selon le type d'indicateur utilisé. Pour les indicateurs énergétiques d'exposition au bruit des avions (L_{den} , L_{dn} et $L_{Aeq, 24h}$), la situation ne change pas entre 2019 et 2020. À un seuil de significativité de 0,05, nous observons une iniquité, quoiqu'assez peu marquée, pour les enfants (hormis pour l'indicateur $L_{Aeq, 24h}$), les

personnes âgées de 65 ans et plus et les minorités visibles alors que les personnes à faible revenu sont dans une situation avantageuse. À l'inverse, pour l'indicateur événementiel d'exposition au bruit des avions (L_{Amax}), la situation est plus inéquitable pour les personnes à faible revenu, tandis que la situation se dégrade entre 2019 et 2020 uniquement pour les enfants.

Discussion et conclusion

Les résultats de cette étude révèlent que les estimations des populations affectées par des niveaux de bruit aérien élevés autour de l'aéroport Montréal-Trudeau peuvent différer d'un indicateur à l'autre. Nos résultats corroborent ceux de Smargiassi et al. (2014) à Montréal. En ce qui a trait de notre analyse longitudinale du bruit aérien, nous constatons une forte diminution du nombre de personnes exposées au bruit aérien en 2020 comparativement à 2019. Sans surprise, cela s'explique par la chute brutale du trafic aérien causée par la pandémie de COVID-19 qui s'est traduite par une baisse drastique des niveaux de bruit aérien autour de l'aéroport de Montréal-Trudeau. En revanche, la situation en termes d'iniquité environnementale à l'égard des personnes à faible revenu, des membres des minorités visibles, des enfants et des aînés quant au niveau de bruit aérien mesuré dans leur milieu résidentiel a peu changé en 2020 par rapport à 2019 à l'exception de l'indicateur événementiel L_{Amax} où la situation est différente pour les enfants et les personnes à faible revenu. Ces résultats contradictoires n'ont jamais été relevés dans la littérature. Cette différence peut s'expliquer, en partie, par le fait que la mesure L_{Amax} ne prend en compte que les niveaux maximums de bruit, il est donc très sensible à chaque événement de vol contrairement aux indicateurs énergétiques qui ne prennent en compte que le cumul de bruit sur une période donnée (Pretto et al., 2020).

Les recherches futures devraient prêter attention non seulement à l'usage de différentes mesures lorsque l'on pose un diagnostic d'équité environnementale à l'égard du bruit aérien, mais aussi à la façon dont les niveaux de bruit changent au fil du temps. Dans ce contexte, la mise à jour de façon régulière des contours de bruit pourrait être pertinente pour évaluer précisément l'impact sonore. Cela est particulièrement utile lorsqu'il y a des événements exceptionnels (par exemple, la pandémie de COVID-19, fermeture d'une piste, etc.) qui peuvent fortement influencer les niveaux de bruit aérien à un aéroport.

Bibliographie

Audrin, T., Apparicio, P., Séguin, A.M., Gelb, J., 2019. Bruit aérien et équité environnementale dans les quatre plus grandes métropoles canadiennes. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*.

Basner, M., Clark, C., Hansell, A., Hileman, J.I., Janssen, S., Shepherd, K., Sparrow, V., 2017. Aviation noise impacts: state of the science. *Noise & Health* 19(87), 41.

Baudin, C., Lefèvre, M., Laumon, B., Evrard, A.-S., 2018. The effects of annoyance due to aircraft noise on psychological distress: the results of the DEBATS study in France. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique* 66, S387.

Bruitparif, 2020. Les effets du confinement sur le bruit en Île-de-France.

Carrier, M., Apparicio, P., Séguin, A.-M., 2016. Road traffic noise geography during the night in Montreal: An environmental equity assessment. *The Canadian Geographer / Le Géographe Canadien* 60(3), 394-405.

Clark, C., Crombie, R., Head, J., Van Kamp, I., Van Kempen, E., Stansfeld, S.A., 2012. Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? A secondary analysis of the United Kingdom sample from the RANCH project. *American Journal of Epidemiology* 176(4), 327-337.

Correia, A.W., Peters, J.L., Levy, J.I., Melly, S., Dominici, F., 2013. Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study. *BMJ* 347, f5561.

Delaunay, D., Apparicio, P., Séguin, A.M., Gelb, J., Carrier, M., 2019. L'identification des zones calmes et un diagnostic d'équité environnementale à Montréal. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*.

EUROCONTROL, 2020. Integrated aircraft noise and emissions modelling platform (IMPACT).

Flightradar24.

Houde, M., Apparicio, P., Séguin, A.-M., 2018. A ride for whom: Has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada? *Journal of Transport Geography* 68, 9-21.

Kruize, H., Driessen, P.P., Glasbergen, P., van Egmond, K.N., 2007. Environmental equity and the role of public policy: experiences in the Rijnmond region. *Environmental management* 40(4), 578-595.

Miedema, H.M., Oudshoorn, C.G., 2001. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives* 109(4), 409.

OACI, 2021. Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis., Montreal.

Ogneva-Himmelberger, Y., Cooperman, B., 2010. Spatio-temporal Analysis of Noise Pollution near Boston Logan Airport: Who Carries the Cost? *Urban Studies* 47(1), 169-182.

Pham, T.-T.-H., Apparicio, P., Seguin, A.-M., Landry, S., Gagnon, M., 2012. Spatial distribution of vegetation in Montreal: An uneven distribution or environmental inequity? *Landscape and urban planning* 107(3), 214-224.

Potvin, S., Apparicio, P., Séguin, A.-M., 2019. The spatial distribution of noise barriers in Montreal: A barrier to achieve environmental equity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 72, 83-97.

Pretto, M., Giannattasio, P., De Gennaro, M., Zanon, A., Kuehnelt, H., 2020. Forecasts of future scenarios for airport noise based on collection and processing of web data. *European Transport Research Review* 12(1), 1-14.

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.

Smargiassi, A., Plante, C., Perron, S., Tétreault, L.F., Goudreau, S., King, N., Drouin, L., 2014. Avis de santé publique sur les risques sanitaires associés au bruit des mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Direction de santé publique

(DSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal a accepté d'évaluer, en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), p. 48.

Sobotta, R.R., Campbell, H.E., Owens, B.J., 2007. Aviation noise and environmental justice: The barrio barrier. *Journal of Regional Science* 47(1), 125-154.

Stansfeld, S.A., Matheson, M.P., 2003. Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin* 68(1), 243-257.

Statistique Canada, 2016. Recensement de la population 2016.

Suau-Sanchez, P., Voltés-Dorta, A., Cugueró-Escofet, N., 2020. An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it? *Journal of Transport Geography*.

Van den Berg, F., Verhagen, C., Uitenbroek, D., 2015. The relation between self-reported worry and annoyance from air and road traffic. *International journal of environmental research and public health* 12(3), 2486-2500.