

Identification des zones calmes et diagnostic d'équité environnementale à Montréal

TITRE COURT : Les zones calmes et l'équité environnementale

Déborah Delaunay

Institut national de la recherche scientifique, Centre urbanisation, culture et société

Philippe Apparicio

Institut national de la recherche scientifique, Centre Urbanisation Culture Société

Anne-Marie Séguin

Institut national de la recherche scientifique, Centre Urbanisation, Culture Société

Jérémy Gelb

Institut national de la recherche scientifique, Centre urbanisation Culture Société

Mathieu Carrier

Institut national de la recherche scientifique, Centre urbanisation Culture Société

Adresse de correspondance / Correspondence to : Philippe Apparicio, Laboratoire d'équité environnementale, Institut national de la recherche scientifique, Centre Urbanisation Culture Société, 385, rue Sherbrooke Est, Montréal, QC H2X 1E3. Courriel/Email : philippe.apparicio@ucs.inrs.ca

Les zones calmes sont des espaces de faible niveau de bruit qui peuvent être favorables au ressourcement des populations. L'objectif de cet article est double : identifier des zones calmes sur un territoire de l'île de Montréal et vérifier l'existence d'iniquités environnementales en termes d'accessibilité à ces espaces pour les groupes vulnérables (enfants, aînés, personnes à faible revenu et minorités visibles). À partir d'une méthodologie basée sur les SIG, 2 266 zones calmes ont été identifiées. Les résultats d'un modèle de régression logistique à effets mixtes démontrent globalement l'absence d'iniquités importantes quant à l'accessibilité aux zones calmes pour les groupes de population étudiés. Toutefois, ils révèlent des disparités spatiales importantes en ce qui concerne l'accessibilité aux zones calmes selon les arrondissements et les municipalités à l'étude.

Mots-clés: zone calme, équité environnementale, analyse spatiale, SIG, Montréal

Key Messages:

- 9,6 % du territoire est identifié comme des zones calmes potentielles
- Il y a des disparités spatiales importantes en termes de répartition des zones calmes selon les arrondissements et les municipalités ;
- Il n'y a pas d'iniquités importantes relativement à l'accessibilité aux zones calmes pour les groupes de population étudiés.

Environmental equity in Montreal: The case of quiet urban areas access

Quiet urban areas are places with low noise levels that can help people to support physical and mental wellness. This paper has two objectives: to identify quiet urban areas in Montreal and to check for the presence of environmental inequities in access to such areas for vulnerable groups (children, older people, low-income individuals, and visible minorities). Using a GIS-based methodology, 2,282 quiet urban areas were identified in Montreal. The results of a mixed effects logistic regression model analysis showed that there are no major inequities in access to quiet urban areas for the population groups studied. The analysis did, however, revealed substantial spatial disparities in terms of the distribution of quiet urban areas across the boroughs and municipalities examined.

Keywords: quiet urban area, environmental justice, spatial analysis, GIS, Montreal

Introduction

Les impacts d'une exposition chronique à des niveaux de bruit élevés sur la santé et le bien-être des individus sont aujourd'hui bien connus : risques auditifs, problèmes d'hypertension, maladies cardio-vasculaires, stress psychologique, troubles du sommeil et de l'apprentissage, etc. (WHO 2011 ; Basner et al. 2014). Le trafic routier est souvent cité comme la première source de nuisance sonore (WHO 2011).

Pour lutter contre le bruit en ville, des politiques de gestion de l'environnement sonore ont été mises en place, principalement en Europe, à partir des années 1990 (Luxon et Prasher 2007 ; Murphy et King 2010). Les mesures en question visent principalement à limiter, voire à supprimer, le bruit. On assiste aussi à l'émergence de politiques innovantes visant à prévenir le bruit comme celle concernant les zones calmes. Il s'agit, à travers la préservation et/ou l'aménagement d'espaces, d'offrir le calme plutôt que d'interdire le bruit (Faburel et Gurlot 2008).

En France, les zones calmes correspondent à des espaces protégés par les autorités compétentes en raison de leur faible niveau de bruit et de leurs caractéristiques physiques et fonctionnels favorables au ressourcement des populations (Beaupin et al. 2010). Des études récentes réalisées, notamment en Nouvelle-Zélande et aux Pays-Bas, ont d'ailleurs démontré que les zones calmes ont des effets positifs sur le bien-être et la santé des individus les fréquentant régulièrement (Öhrström et al. 2006) et/ou vivant à proximité (Shepherd et al. 2013). Plus largement, le calme et la nature réduiraient le stress (Alvarsson et al. 2010) et favoriseraient la guérison de certaines maladies (Kaplan 1995). Si la zone calme est un aménagement aux bienfaits avérés, l'accessibilité à ces espaces n'a pas encore été explorée sous l'angle de l'équité environnementale. De plus, à notre connaissance, le concept de zone calme n'a pas encore été mis à l'épreuve en Amérique du Nord.

Dans cet article, notre objectif est de poser un diagnostic d'équité environnementale relativement à l'accessibilité spatiale aux zones calmes dans une partie du territoire de la région de Montréal pour différentes populations vulnérables. Pour ce faire, il s'agit d'abord d'identifier les zones calmes à Montréal et à Montréal-Est, puis de mesurer leur accessibilité pour les quatre groupes de population retenus dans cette étude, soit les enfants, les aînés, les populations à faible revenu et les minorités visibles.

Les zones calmes et l'équité environnementale

L'équité environnementale, le bruit et les populations vulnérables

L'équité environnementale s'intéresse à la répartition spatiale des nuisances (pollution de l'air, bruit, site d'enfouissement, etc.) et des ressources urbaines (parcs, végétation, équipements, etc.), par rapport à la localisation de certains groupes de population vulnérables (Schlosberg 2004 ; Walker 2012).

Ainsi, plusieurs recherches récentes ont tenté de vérifier si certaines populations sont significativement plus exposées à des niveaux de bruit élevés. Ces travaux se sont penchés plus particulièrement sur quatre groupes de population : les enfants et les personnes âgées en raison de leur vulnérabilité physiologique ; les personnes à faible

revenu, les minorités visibles ou les immigrants récents, à cause de leur vulnérabilité socioéconomique (Walker 2012).

En effet, si le bruit a des effets significatifs sur la santé, ces quatre groupes sont particulièrement touchés. Pour les enfants, une exposition à des niveaux de bruit élevés a des conséquences néfastes sur leur développement cognitif (Lopez et al. 2006), affecte leurs capacités de lecture, de compréhension et de mémoire, en plus de générer des stress physique et psychologique et des troubles du sommeil (Evans et al. 2001 ; Murphy et King 2014). Quant aux aînés, leur vulnérabilité les rendrait plus susceptibles de subir les effets négatifs du bruit, notamment la nuit (Muzet 2007). Jusqu'à présent, les études n'ont toutefois pas révélé de situation d'iniquités pour les jeunes et les aînés en termes d'exposition au bruit (Brainard et al. 2004 ; Nega et al. 2013 ; Carrier, Apparicio et Séguin 2016).

Du fait de leurs ressources économiques plus limitées et des phénomènes de ségrégation, les ménages à faible revenu, les minorités visibles et les immigrants récents ont des choix de localisation résidentielle plus limités (Holifield et al. 2018). Par conséquent, ils sont susceptibles de s'installer dans des zones géographiques moins attractives, plus polluées et bruyantes, où la qualité du milieu bâti est moindre (Braubach et Fairburn 2010 ; Cesaroni et al. 2010). De fait, plusieurs études ont démontré qu'ils subissent des iniquités en termes d'exposition au bruit, notamment à Birmingham (Brainard et al. 2004), à Hongkong (Lam et al. 2009), à Minneapolis (Nega et al. 2013) ou encore à Montréal (Carrier, Apparicio et Séguin 2016). Toutefois, il est important de noter que cette observation n'est pas valable dans tous les contextes géographiques. On observe des cas, notamment à Paris et à Marseille, où les plus nantis sont exposés à des niveaux élevés de bruit routier (Havard et al. 2011 ; Bocquier et al. 2013).

Tous ces constats font des nuisances sonores un objet de préoccupation de plus en plus important pour les décideurs publics et qui nécessite la mise en place de mesures favorables à une meilleure équité environnementale. Dans la même veine, on peut comprendre l'intérêt pour l'aménagement et la protection de zones calmes. En témoigne le schéma d'aménagement et de développement de la Ville de Montréal dont l'une des orientations est de favoriser un cadre de vie de qualité dans un environnement où les nuisances sont atténuées – notamment le bruit issu des transports, des industries et activités commerciales (Ville de Montréal 2015).

Le concept de zones calmes

Née en 2002 de la directive européenne 2002/49/CE relative à la gestion du bruit dans l'environnement, la zone calme est définie comme « une zone délimitée par l'autorité compétente qui, par exemple, n'est pas exposée à une valeur L_{den} , ou d'un autre indicateur de bruit approprié, supérieur à une certaine valeur déterminée par l'État membre, quelle que soit la source de bruit considérée » (Parlement européen et le Conseil de l'Union Européenne 2002, 3). La zone calme apparaît comme un concept large, flou et grandement débattu (Aspuru et al. 2016). Ainsi, aucune définition opérationnelle ne fait l'unanimité. Chaque pays membre de l'Union européenne semble avoir ses propres règles pour identifier les zones calmes (European Commission 2015). En outre, pour certains chercheurs, la zone

calme est avant tout une question de perception (Botteldooren et De Coensel 2006 ; Delaitre et al. 2012).

En se basant sur différentes études, plusieurs critères opérationnels de définition peuvent être identifiés : un faible niveau de bruit, une distance minimale aux principaux générateurs de bruit (axes majeurs de circulation, industries, etc.), une superficie minimale ou encore une occupation du sol de faible densité et de qualité (Botteldooren et De Coensel 2006 ; Bartalucci et al. 2014 ; EEA 2014).

Les zones calmes sont décrites dans la littérature comme favorables au ressourcement des populations (Alvarsson et al. 2010 ; Shepherd et al. 2013). Encore faut-il que toutes les populations d'un territoire y aient accès pour profiter de ces effets bénéfiques, ce qui pose la question de l'équité environnementale. À notre connaissance, aucun article scientifique ne propose une étude de la répartition des zones calmes en relation avec la localisation résidentielle des populations vulnérables – physiologiquement ou socioéconomiquement – en milieu urbain. Toutefois, dans une communication à InterNoise en 2010, Battaner-Moro et ses collègues rapportent l'existence d'iniquités environnementales en termes d'accès aux zones calmes pour les groupes socialement et économiquement défavorisés à Southampton (Royaume-Uni). Des études ont aussi mis en évidence qu'en tant que ressources urbaines, les zones calmes contribuent à une augmentation de la valeur foncière dans leurs environs et, ainsi, favoriseraient la création d'iniquités environnementales (Department for Environment Food & Rural Affairs 2011 ; EEA 2014). En effet, les populations ayant de faibles moyens économiques se retrouvaient fréquemment exclues du voisinage d'une zone calme.

Ces considérations nous amènent à formuler la question de recherche suivante : existe-t-il des iniquités environnementales, pour les personnes à faible revenu, celles appartenant aux minorités visibles, les jeunes et les personnes âgées, en matière d'accessibilité aux zones calmes à Montréal ? Plusieurs études récentes portant sur l'équité environnementale menées à Montréal ont montré que les personnes à faible revenu et les minorités visibles ont une plus faible accessibilité à la végétation urbaine (Pham et al. 2012 ; Apparicio et al. 2016) et sont plus exposées à des nuisances comme la pollution atmosphérique et le bruit routier (Carrier et al. 2014 ; Carrier, Apparicio et Séguin 2016). De plus, un article récent présentant un indice global d'équité environnementale à Montréal basé sur plusieurs composantes (pollution, bruit, proximité aux grands axes de circulation, végétation, accès aux parcs, accès aux supermarchés et aux îlots de chaleur) démontre qu'il existe des iniquités pour ces deux groupes, et une situation plus avantageuse pour les enfants et les personnes âgées (Carrier, Apparicio, Kestens, et al. 2016). Par conséquent, on peut formuler des hypothèses similaires pour ces quatre groupes concernant l'accessibilité aux zones calmes à Montréal.

La méthodologie de la recherche

Le territoire d'étude et les données sociodémographiques

Notre étude porte sur un territoire qui comprend 14 arrondissements de la Ville de Montréal et la municipalité de Montréal-Est (Figure 1.e) et regroupe près d'un million et demi

d'habitant sur 273 km², soit respectivement 70 % de la population totale et 55 % de la superficie de l'agglomération de Montréal. Signalons d'emblée que l'étude repose sur une carte de bruit construite par Carrier, Apparicio et Séguin (2016), carte fondée sur la méthode de calcul XPS 31-133 réalisée dans le logiciel LIMA. Celle-ci utilise, notamment, des données sur le trafic datant de 2014 qui sont disponibles uniquement pour le territoire d'étude considéré et non pas pour toute la région de Montréal. Pour une description détaillée de la méthode de calcul du bruit, on pourra consulter le texte cité dans lequel on retrouve la carte.

<Insérer Figure 1 ici >

Les données socioéconomiques pour les quatre groupes étudiés ont été extraites du recensement de Statistique Canada de 2016 au niveau des aires de diffusion (AD), à savoir, le découpage spatial le plus fin pour lequel ces informations sont disponibles (Figure 1). Il est à noter qu'une aire de diffusion comprend de 400 à 700 habitants et qu'elle est habituellement formée de plusieurs îlots de diffusion.

Pour une définition opérationnelle des zones calmes

Il n'existe pas de procédure harmonisée pour identifier les zones calmes, mais une multitude de méthodes hétérogènes (Aspuru et al. 2016). Les approches peuvent être qualitatives (Marry et Defrance 2013), quantitatives (Karvinen et Savola 2004) ou mixtes (Bartalucci et al. 2014).

Trois éléments ont guidé le choix des critères que nous avons retenus pour définir opérationnellement les zones calmes : 1) les dimensions et critères répertoriés dans la littérature, 2) la disponibilité des données pour le territoire étudié et 3) la pertinence des indicateurs retenus quant au terrain d'étude. Dans la littérature, quatre dimensions sont principalement retenues pour définir la zone calme : l'environnement sonore, la forme urbaine, les usages et pratiques et l'environnement social.

Concernant l'environnement sonore, une zone calme est avant tout caractérisée par un niveau sonore de faible intensité, des sources sonores agréables (Faburel et Gourlot 2008) et un contraste sonore avec le milieu environnant. En dessous du seuil de 55 décibels (dB(A)), sur une période de 24 heures, le niveau de gêne est faible (WHO 2011).

D'ailleurs, dans la politique sur le bruit routier du Ministère des transports du Québec (1998, 8) le seuil de 55 dB(A) est préconisé dans les zones sensibles. Ce seuil est habituellement retenu pour identifier ces zones (European Commission 2015).

Relativement aux sources sonores agréables, Alvarsson, Wiens et Nilsson (2010) signalent que les sonorités naturelles contribuent à la perception d'un environnement calme. Pour le cas des villes denses et bruyantes, comme Paris, Duguet et ses co-auteurs (2012) proposent la notion de contraste sonore afin d'identifier localement les zones particulièrement « calmes » par rapport aux espaces environnants. Néanmoins, l'utilisation de ce critère est discutable puisqu'elle entraîne l'exclusion d'espaces à faible intensité sonore qui mériteraient eux aussi d'être protégés. Par conséquent, nous n'avons pas retenu ce critère.

Relativement à la forme urbaine, une zone calme est généralement associée à des espaces publics ouverts, d'une superficie minimale de 100 m² à 100 000 m² qui sont

éloignés des principaux générateurs de bruit (EEA 2016). Selon certains chercheurs (Hokanson et al. 1981), la distance de propagation du bruit dans un environnement sans obstacle est de 300 mètres, ce qui explique pourquoi cette distance est souvent employée lors de l'identification des zones calmes (European Commission 2015). Des tentatives d'identification des zones calmes proposent des critères basés sur la faible densité du milieu bâti (EEA 2014), le caractère végétal et aquatique (Marry et Delabarre 2011 ; Liu et al. 2014) ou encore la valeur patrimoniale des espaces (Waugh et al. 2003). Toutefois, si ces critères étaient toujours considérés dans l'identification des zones calmes, celles-ci se limiteraient aux seuls parcs urbains. Or, le repérage des zones calmes n'a pas pour objectif d'identifier les espaces naturels, mais ceux offrant un environnement sonore de qualité. D'autres espaces, comme des places et des rues piétonnes peuvent correspondre à des zones calmes (Bell et al. 2006 ; Milvoy 2011). Par conséquent, ces critères n'ont pas été retenus.

Concernant les usages et pratiques, une zone calme se distingue par une occupation du sol de faible densité ayant une faible mixité fonctionnelle (EEA 2014) et la présence de mobilier urbain favorable à la détente (Faburel et Gourlot 2008). Cependant, ces facteurs apparaissent restrictifs, car ils cantonnent les zones calmes à des espaces résidentiels ou des parcs. Or, d'autres espaces urbains peuvent être des zones calmes (Bell et al. 2006 ; Milvoy 2011).

Certains auteurs introduisent une dimension sociale en ajoutant comme critère que les zones calmes doivent être des espaces conviviaux, sécuritaires et apaisés (Delaitre et al. 2012). La prise en compte de cette dimension est toutefois difficile en raison de l'absence de données sur ce sujet.

Ainsi, sur la base de la littérature, des critères retenus et des données disponibles, la zone calme correspond, dans cette étude, à la définition opérationnelle suivante : un espace extérieur ouvert et non bâti caractérisé par un niveau de bruit inférieur à 55dB(A), d'une superficie minimum de 1000 m², excluant les fonctions bruyantes – Courbe NEF25 (Noise Exposure Forecast) de l'aéroport de Montréal, voies de chemin de fer et éloignées des générateurs de nuisances, soit, à plus de 300 mètres des autoroutes, des axes ferroviaires et des activités industrielles.

L'identification des zones calmes

Les zones calmes ont été identifiées à l'aide du logiciel ArcGIS et d'un algorithme écrit en python. Quatre sources de données ont été mises à contribution : 1) une carte de bruit déjà existante (Carrier, Apparicio et Séguin 2016), 2) la carte d'occupation du sol produite par la Communauté métropolitaine de Montréal (2016), 3) la carte d'empreintes du bâti au sol de la CMM (2016), 4) le réseau routier d'Adresse Québec (AQ Réseau) et 5) la courbe NEF25 de l'aéroport de Montréal.

Le territoire d'étude a été fractionné en pixels de 10 mètres de côté pour lesquels une moyenne de bruit a été calculée à partir des valeurs de dB(A) de la carte de bruit. Le processus d'identification des zones calmes comprend cinq étapes. Premièrement, tous les pixels caractérisés par un niveau sonore routier supérieur à 55 dB(A) ont été exclus. Deuxièmement, parmi les pixels restants ne sont gardés que ceux correspondant à des espaces ouverts non bâtis, et ce, en utilisant la carte d'empreintes du bâti au sol. Troisièmement, sont éliminés de la sélection tous les pixels situés dans un rayon de 300

mètres autour des générateurs de nuisances (autoroutes urbaines, industries et voies ferroviaires, etc.), localisés à l'aide de la carte d'occupations du sol et du réseau d'Adresse Québec. Quatrièmement, les pixels intersectés par la courbe NEF25 de l'aéroport de Montréal sont exclus de la sélection. Cinquièmement, les pixels restants sont vectorisés et seuls les polygones d'une superficie minimum de 1000 m² sont considérés comme des zones calmes.

Les mesures d'accessibilité aux zones calmes

Le niveau d'accessibilité aux zones calmes (n=2266) est calculé pour chaque AD (n=2295) avec le logiciel ArcGIS (extension Network Analyst). Une matrice de distance réticulaire origines-destinations a été calculée avec comme origines les centroïdes des AD et comme destinations les zones calmes. Il s'agit plus spécifiquement d'une distance exprimée en minute de marche, représentant le temps de déplacement d'un piéton. Pour modéliser ce temps de déplacement, nous utilisons la fonction de Tobler prenant en compte la pente de chaque segment (Apparicio et al. 2017).

Par ailleurs, le calcul de la distance réticulaire s'opère à partir d'objets ponctuels. Dans le cas des zones calmes (polygones), un traitement préalable est nécessaire pour transformer les polygones en points. À l'instar de travaux antérieurs (Apparicio et al. 2010), pour une meilleure précision, on calcule le trajet à partir des points positionnés le long du périmètre des zones calmes et espacés d'une distance de 50 mètres (erreur maximale de 25 mètres).

Parmi les mesures d'accessibilité les plus couramment utilisées dans les études d'accessibilité (Talen et Anselin 1998, Apparicio et al. 2017) nous avons retenu la distance à la zone calme la plus proche. Cette mesure permet d'évaluer la proximité immédiate aux zones calmes, à savoir la distance minimale à parcourir (en minutes) du centroïde de l'AD à la zone calme (ZC) la plus proche à travers le réseau de rues.

Enfin, cette mesure a été convertie en une variable dichotomique : 1 quand l'AD est située à moins de cinq minutes à pied d'une zone calme et 0 lorsqu'elle est positionnée à plus de cinq minutes de marche. Au-delà de cinq minutes de marche, on considère que l'accessibilité aux services de proximité est défavorable. Introduit par Perry (1929), le principe du *Five Minute Walk* est considéré comme la distance maximum pour accéder à des services de proximité à pied. Une telle durée correspond environ à une distance de 300 à 500 mètres selon la vitesse de marche. Il s'agit d'une distance utilisée dans de nombreux travaux sur l'accessibilité à pied en milieu urbain (Aultman-Hall et al. 1997 ; McCormack et al. 2008).

L'évaluation des iniquités environnementales

Une fois l'accessibilité aux zones calmes calculée pour chaque AD, un modèle de régression logistique à effets mixtes est réalisé. Le modèle comprend deux structures : l'une fixe similaire à un modèle classique, l'autre aléatoire introduisant une hiérarchisation des observations (Crawley 2013). Un tel modèle est construit pour évaluer les associations entre le niveau d'accessibilité (variable dépendante dichotomique) aux zones calmes et les quatre groupes de population considérés (variables indépendantes) incorporant la

hiérarchisation induite par les arrondissements et les municipalités, comme effets aléatoires. L'objectif est de tenir compte de la différence systématique de l'accessibilité aux zones calmes par secteurs.

Les résultats

La répartition spatiale des zones calmes à Montréal

La mise en œuvre de notre méthode d'identification des zones calmes a permis de repérer 2 266 zones calmes, couvrant 2 631 hectares du territoire d'étude (9,6 %) (Figure 2.a). Ces zones calmes correspondent à diverses occupations du sol avec une majorité d'espaces verts et d'espaces résidentiels.

Concernant la distribution des zones calmes (ZC) sur le territoire d'étude, elle varie notablement d'un arrondissement à un autre (tableau 1). D'emblée, plus de la moitié des ZC sont localisées dans trois arrondissements : Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles (24,8%), Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce (15,7%) et Ville-Marie (10,8%). Pour l'arrondissement Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, cela s'explique par sa grande superficie (4 255 ha) et sa faible densité d'activités. Concernant l'arrondissement Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce, la part importante de zones calmes s'explique par la présence de deux cimetières sur le Mont-Royal. Pour l'arrondissement de Ville-Marie, cela s'explique principalement par la présence du parc Mont-Royal et du Vieux-Port. Si l'on analyse la proportion de chaque arrondissement couverte par des ZC, on note aussi des disparités importantes. Par exemple, plus du tiers de la superficie de l'arrondissement Outremont (35 %) est couvert par des ZC. À l'autre extrémité, moins de 1 % de la superficie de l'arrondissement du Sud-Ouest est couverte par des ZC.

<Insérer Tableau 1 ici>

L'accessibilité aux zones calmes à Montréal

La durée à parcourir à pied à travers le réseau de rues pour atteindre la ZC la plus proche par aire de diffusion (AD) varie de 0 à 39 minutes (environ 3,3 km). Globalement, la proximité aux ZC s'avère être bonne (moyenne = 3,07 minutes; médiane = 1,7).

Toutefois, cette accessibilité varie notablement sur le territoire (Figure 2.b). Les habitants de nombreux secteurs des arrondissements du Sud-Ouest, de Montréal-Est et d'Hochelaga n'ont pas accès à une zone calme à moins de cinq minutes de marche à travers le réseau de rues, avec des distances souvent supérieures à quinze minutes (Figure 2.b). Ces résultats s'expliquent notamment par le fait que ces arrondissements sont traversés par plusieurs autoroutes urbaines et sont caractérisés par une forte densité d'activités bruyantes (axes majeurs de circulation, activités industrielles, etc.).

À l'inverse, la plupart des AD des arrondissements Outremont, Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce, Ville-Marie, Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles et Rosemont-La-Petite-Patrie ont une très bonne accessibilité aux zones calmes. La proximité à de grands réservoirs de calmes comme le parc du Mont-Royal et le caractère majoritairement résidentiel de ces espaces peuvent expliquer cette forte accessibilité.

< Insérer Figure 2 ici >

Les zones calmes et l'équité environnementale : un accès différencié selon les arrondissements

Les résultats des analyses issues du modèle de régression à effets mixtes permettant de poser un diagnostic d'équité environnementale sont présentés dans le tableau 2. Concernant la qualité d'ajustement des modèles, les R^2 marginal et conditionnel (0,033 et 0,196) soulignent que les effets aléatoires (arrondissement et municipalités) sont bien plus importants que les effets fixes. La valeur élevée du coefficient intraclasse ($ICC = 0,168$) confirme l'importance des effets aléatoires. Concernant la capacité de prédiction du modèle, nous obtenons une concordance de plus de 80 % entre les catégories (0 ou 1) observées et prédites. D'ailleurs, le test de Hosmer-Lemeshow (Harrell, 2001) démontre qu'il n'existe pas de différence significative entre les valeurs observées et prédites ($p = 0,17$).

< Insérer Tableau 2 ici >

Concernant les effets aléatoires significatifs, quatre arrondissements présentent des interceptes élevés : Rosemont–La Petite-Patrie (2,59), Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles (2,35), Ahuntsic–Cartierville (1,59), Mercier–Hochelaga-Maisonneuve (1,59). Dans ces quatre arrondissements privilégiés, la probabilité de base d'une AD d'être à moins de cinq minutes de marche d'une zone calme est respectivement de 72,1 %, 70,2 %, 61,4 % et 61,3 %. À l'inverse, on note que trois arrondissements sont caractérisés par une très faible accessibilité aux zones calmes avec des interceptes et probabilités beaucoup plus faibles : Sud-Ouest (0,17 et 14,6 %), Montréal-Est (0,24 et 19,6 %) et Ville-Marie (0,44 et 30,7 %). La mauvaise accessibilité aux zones calmes dans l'arrondissement Sud-Ouest et à Montréal-Est peut s'expliquer par la forte densité des infrastructures industrielles et autoroutières. Quant à Ville-Marie, les résultats peuvent s'expliquer par la forte densité du milieu bâti et la présence de nombreux axes majeurs.

Concernant les effets fixes pour les quatre groupes à l'étude, tous les coefficients sont significatifs (au seuil de 5 %), à l'exception de celui pour le pourcentage de minorités visibles. Les jeunes et les aînés semblent bénéficier d'une meilleure accessibilité aux ZC. En effet, plus leurs pourcentages respectifs dans la population totale de l'AD augmentent, plus la probabilité que l'AD soit située à moins de cinq minutes de marche d'un ZC augmente ($RC = 1,046$ et $1,297$). À l'inverse, les populations à faible revenu connaissent une légère iniquité quant à leur accessibilité aux zones calmes ($RC = 0,986$).

La discussion des résultats

De faibles iniquités environnementales expliquées par la géographie sociale de l'île de Montréal

Nous avons pu observer des variations significatives de l'accessibilité aux zones calmes selon les arrondissements et municipalités étudiées. Toutefois, le diagnostic sur l'équité environnementale effectué ne révèle pas d'iniquités environnementales majeures en termes d'accessibilité aux zones calmes sur le territoire d'étude pour les groupes concernés par l'étude.

Plusieurs pistes peuvent être avancées pour expliquer l'absence d'iniquité sociale flagrante sur le plan de l'accessibilité aux ZC (Figures 2.b) en observant la répartition géographique de chacun des quatre groupes au sein du territoire étudié (Figures 1.a, 1.b, 1.c et 1.d). Nos résultats ont démontré que les aînés et les enfants connaissent un léger privilège quant à l'accessibilité aux ZC. Cela peut s'expliquer par la progressive dispersion, au cours des dernières décennies, de ces groupes sur le territoire de la région métropolitaine de Montréal vers des espaces périphériques moins denses et donc plus calmes (Apparicio et al. 2010 ; Séguin et al. 2013). Des travaux antérieurs ont aussi démontré que les enfants et les aînés vivent davantage à proximité de la végétation (Apparicio et al. 2010 ; Pham et al. 2013). Or, les zones calmes à Montréal sont principalement des espaces verts. En outre, l'étude de Carrier, Apparicio et Séguin (2016) a montré que les enfants ont tendance à vivre dans des espaces plus éloignés des grands axes de circulation.

Nos résultats ont aussi révélé que les minorités visibles ne font pas face à une situation d'iniquité ou de privilège quant à leur accessibilité aux ZC. Cette inexistence d'iniquité peut surprendre dans la mesure où les personnes appartenant aux minorités visibles sont plutôt concentrées sur le territoire d'étude (Sanguin 1994 ; Leloup 2007). Or, l'examen des Figures 1.d et 2.b permet de constater que les minorités visibles se trouvent concentrées à la fois dans des secteurs mal dotés en ZC (par exemple, la portion sud de Notre-Dame-de-Grâce, le sud de Montréal-Nord, une portion de Ville-Marie), mais aussi dans d'autres zones où l'offre est plus généreuse (par exemple, la portion ouest de Saint-Michel et des secteurs de Saint-Laurent). Par ailleurs, on observe que des secteurs comptant de faibles proportions de minorités visibles offrent une faible accessibilité aux ZC (par exemple, Montréal-Est, des secteurs d'Hochelaga-Maisonneuve et de Ville-Marie). Ainsi, les membres de ce groupe connaissent une accessibilité différenciée selon leur lieu de résidence.

Enfin, l'existence d'une légère iniquité pour les personnes à faible revenu en matière d'accessibilité aux ZC peut être mise en relation avec leur localisation résidentielle qui est relativement dispersée sur l'ensemble du territoire, à l'exception des arrondissements Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, Outremont, Anjou et une portion de Saint-Laurent. Toutefois, on observe quelques concentrations dans des secteurs du Sud-Ouest, de Ville-Marie, de Parc-Extension, de Saint-Michel et d'Hochelaga-Maisonneuve. Plusieurs concentrations se retrouvent dans des quartiers centraux (Langlois et Kitchen 2001 ; Apparicio 2006 ; Ades et al. 2012) où la densité de l'environnement bâti et les infrastructures bruyantes sont plus nombreuses (Carrier, Apparicio et Séguin 2016). Donc, elles offrent une faible accessibilité aux ZC.

Les limites de la recherche

Le territoire couvert par l'étude ne couvre pas complètement l'île de Montréal, faute de données de trafic disponibles. En particulier, il exclut toute la portion ouest de l'île. Si nous avions pu mener la recherche sur l'ensemble de l'île, nos résultats auraient été différents en raison des contrastes plus grands qui auraient pu être observés dans les géographies résidentielles des quatre groupes étudiés. En effet, les proportions de population à faible revenu sont beaucoup moins fortes dans la portion ouest de l'île de Montréal (Apparicio et al. 2007 ; Leloup et al. 2016) et on y observe une forte concentration de familles avec des enfants de moins de 15 ans.

D'un point de vue méthodologique, la définition opérationnelle retenue dans cette étude est quantitative et se fonde sur des données objectives. Elle ne permet pas de considérer la perception de calme par les habitants et, donc, ne prend pas forcément en compte les zones qui sont perçues et vécues comme calmes sur le territoire d'étude. Néanmoins, il importe d'ajouter que ces données sont inexistantes et que leur collecte représenterait un travail extrêmement ardu. En outre, la carte de bruit élaborée précédemment (Carrier, Apparicio et Séguin 2016) repose sur une modélisation du bruit routier uniquement. Autrement dit, les bruits aériens, ferroviaires ou d'autres activités ne sont pas pris en compte. Bien que nous ayons éliminé des zones dans les secteurs potentiellement touchés par les autres nuisances sonores (zone tampon de 300 mètres autour des infrastructures bruyantes comme l'industrie et les voies ferrées), plusieurs zones identifiées comme calmes peuvent être exposées à des niveaux sonores relativement élevés. De plus, notre méthodologie d'identification ne prend pas en compte la temporalité du bruit.

Enfin, le modèle de régression construit ne permet pas de capter les situations d'iniquités locales pour les groupes à l'étude. Pour ce faire, il serait pertinent d'intégrer les coefficients des groupes à titre d'effets aléatoires afin de révéler de potentielles disparités d'accès pour les groupes défavorisés au sein des arrondissements.

Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé un diagnostic d'équité environnementale concernant l'accessibilité aux zones calmes de quatre groupes vulnérables sur les plans physiologique ou socioéconomique, sur une partie du territoire de la région montréalaise. Les résultats ont démontré que, globalement, il n'existe pas d'iniquités flagrantes en termes d'accessibilité aux zones calmes. Pour les enfants et les aînés, les résultats des modèles de régression ont même montré que ces deux groupes bénéficient d'une accessibilité légèrement favorable. Pour les minorités visibles, les résultats ne permettent pas de conclure à une situation favorable ou défavorable en matière d'accessibilité aux zones calmes. À l'inverse, les personnes à faible revenu ont tendance à vivre dans des espaces un peu plus éloignés des zones calmes. S'il existe une faible iniquité pour ce groupe, la situation globale est loin d'être alarmante. De plus, le recours à un modèle à effets mixtes a permis d'illustrer qu'il existe des variations importantes au sujet de l'accessibilité aux ZC selon les arrondissements et les municipalités du territoire d'étude. Trois arrondissements de

Montréal affichent d'ailleurs des niveaux d'accessibilité beaucoup plus faibles : le Sud-Ouest, Montréal-Est et Ville-Marie.

Il importe de rappeler que le diagnostic d'équité environnementale posé dans le cadre de cette étude est basé sur un ensemble spécifique de critères d'identification des zones calmes. Cette recherche constitue une première étape d'opérationnalisation de la définition. D'autres pistes de recherche mériteraient d'être explorées. Comme il n'existe pas de définition précise et unanime des caractéristiques d'une zone calme, le choix des critères opérationnels de définition peut orienter les résultats du diagnostic d'équité environnementale. Par exemple, la diminution ou l'augmentation du critère d'intensité sonore ou bien l'ajout d'un critère fixant un pourcentage minimal de végétation dans la zone calme pourrait influencer les résultats. Ainsi, il serait pertinent d'évaluer dans quelle mesure les choix des critères opérationnels de définition des zones calmes influencent les résultats du diagnostic d'équité environnementale. Pour cela, le recours à des analyses de sensibilité et d'incertitude permettrait d'analyser la variabilité induite par les différents critères sélectionnés pour identifier les zones calmes ainsi que l'influence de ces critères dans l'identification de ces dernières (Sobel 2015).

Au final, il est essentiel de rappeler que la définition des zones calmes peut être aussi appréhendée du point de vue de la perception et de la représentation des habitants (Delaitre et al. 2012). Dans ce travail, nous avons proposé une définition des zones calmes à partir de critères objectifs. Les zones calmes identifiées par l'étude ne correspondent peut-être pas aux perceptions des Montréalais. Ainsi, il serait pertinent d'explorer les dimensions associées au calme selon les habitants afin de les inclure, dans la mesure du possible, dans le processus d'identification des zones calmes.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les évaluateurs anonymes et Marius Thériault pour les commentaires et suggestions qui ont permis d'améliorer cet article. Cette étude a bénéficié du soutien financier de la Chaire de recherche du Canada en équité environnementale et la Ville (950-230813).

Bibliographie

- Ades, J., P. Apparicio et A.-M. Séguin. 2012. Are new patterns of low-income distribution emerging in Canadian metropolitan areas? *The Canadian Geographer/le Géographe Canadien* 56(3): 339–361.
- Alvarsson, J. J., S. Wiens et M.E. Nilsson. 2010. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7(3): 1036–1046.
- Apparicio, P. 2006. L'identification et la qualification des espaces de pauvreté à Montréal. *Cahiers de Géographie du Québec* 50(141): 523–529.
- Apparicio, P., M.-S. Cloutier, A.-M. Séguin et J. Ades. 2010. Accessibilité spatiale aux parcs urbains pour les enfants et injustice environnementale. Exploration du cas montréalais. *Revue Internationale de Géomatique* 20(3): 363–389.

- Apparicio, P., J. Gelb, A.-S. Dubé, S. Kingham, L. Gauvin et É. Robitaille. 2017. The approaches to measuring the potential spatial access to urban health services revisited: distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics* 16(32): 1–24.
- Apparicio, P., A.-M. Séguin et J. Dubé. 2016. Spatial distribution of vegetation in and around city blocks on the Island of Montreal: A double environmental inequity? *Applied Geography* 76: 128–136.
- Apparicio, P., A.-M. Séguin et X. Leloup. 2007. Modélisation spatiale de la pauvreté à Montréal: apport méthodologique de la régression géographiquement pondérée. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien* 51(4): 412–427.
- Aspuru, I., I. Garcia, C. Bartalucci, F. Borchi, M. Carfagni, L. Governi, R. Bellomini, S. Luzzi, H. Wolfert et P. Gaudibert. 2016. A new methodology to select, analyze and manage Quiet Urban Areas defined by the European Directive 2002/49/EC. *Noise Mapping* 3(1): 120–129.
- Aultman-Hall, L., M. Roorda et B.W. Baetz. 1997. Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility. *Journal of Urban Planning and Development* 123(1): 10–17.
- Bartalucci, C., F. Borchi, L. Carfagni, L. Governi, Z. Zonfrillo, I. Aspuru, I. Garcia, et al. 2014. *Guide pour l'identification, la sélection, l'analyse et la gestion des zones calmes en milieu urbain*. Paris : Bruitparif.
- Basner, M., W. Babisch, A. Davis, M. Brink, C. Clark, S. Janssen et S. Stansfeld. 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet* 383(9925): 1325–1332.
- Battaner-Moro, J., C. Barlow et P. Wright. 2010. A quiet area accessibility metric for the Southampton urban agglomeration. Dans *Proceedings of the InterNoise 2010*. Lisbon, Portugal: InterNoise, 1–10.
- Beaupin, D., B. Delage, P. Valentin, G. Faburel, N. Gourlot, G. Roland, E. Gaucher, et al. 2010. Dossier : Les zones calmes, dans le cadre de l'application de la Directive Européenne 2002-49-CE. *Echo Bruit, le magazine de l'environnement sonore* 129 :68.
- Bell, S., A. Montarzino et P. Travlou. 2006. *Green and public space research: Mapping and priorities*. London, UK: Department for Communities and Local Government, Londres, Royaume-Uni.
- Bocquier, A., S. Cortaredona, C. Boutin, A. David, A. Bigot, V. Sciortino, S. Nauleau, J. Gaudart, R. Giorgi et P. Verger. 2013. Is exposure to night-time traffic noise a risk factor for purchase of anxiolytic-hypnotic medication? A cohort study. *The European Journal of Public Health* 24(2): 298–303.
- Botteldooren, D. et B. De Coensel. 2006. Quality assessment of quiet areas: A multi-criteria approach. Dans *Proceedings of the 6th European Conference on Noise Control (Euronoise 2006)*. Tampere, Finland: Euronoise, 1–6.
- Brainard, J. S., A. P. Jones, I. J. Bateman et A. A. Lovett. 2004. Exposure to environmental urban noise pollution in Birmingham, UK. *Urban Studies* 41(13): 2581–2600.
- Braubach, M. et J. Fairburn. 2010. Social inequities in environmental risks associated with housing and residential location—a review of evidence. *European Journal of Public Health* 20(1): 36–42.

- Carrier, M., P. Apparicio, Y. Kestens, A.-M. Séguin, H. Pham, D. Crouse et J. Siemiatycki. 2016a. Application of a Global Environmental Equity Index in Montreal: Diagnostic and further implications. *Annals of the American Association of Geographers* 106(6): 1268–1285.
- Carrier, M., P. Apparicio et A.-M. Séguin. 2016b. Road traffic noise in Montreal and environmental equity: What is the situation for the most vulnerable population groups? *Journal of Transport Geography* 51: 1–8.
- Carrier, M., P. Apparicio, A.-M. Séguin et D. Crouse. 2014. The application of three methods to measure the statistical association between different social groups and the concentration of air pollutants in Montreal: A case of environmental equity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 30: 38–52.
- Cesaroni, G., C. Badaloni, V. Romano, E. Donato, C.A. Perucci et F. Forastiere. 2010. Socioeconomic position and health status of people who live near busy roads: The Rome Longitudinal Study (RoLS). *Environmental health* 9(41): 1–12.
- Crawley, M. J. 2013. *The R book*, 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Delaitre, P., C. Lavandier, R. Dedieu et N. Gey. 2012. Meaning of quiet areas in urban context through people viewpoints. Dans *Proceedings of the Acoustics 2012 Nantes Conference*. Nantes: Acoustics 2012, 205–206.
http://www.conforg.fr/acoustics2012/cdrom/data/abstract_book.pdf.
- Department for Environment Food & Rural Affairs. 2011. *The economic value of quiet areas: Final Report*. London, UK: United Kingdom Department for Environment.
- Duguet, P., F. Mietlicki, R. Da Silva, C. Ribeiro et E. Gaucher. 2012. Implemented comprehensive approach for the identification of quiet areas in the city of Paris. Dans *Proceedings of the InterNoise 2010*. New York, NY: Institute of Noise Control Engineering, 7185–7196.
- EEA (European Environment Agency). 2014. *Good practice on quiet areas*. Luxembourg: European Environment Agency.
- . 2016. *Quiet areas in Europe — The environment unaffected by noise pollution*. In *EEA Report No 14/2016* Luxembourg: Publications Office of the European Union: European Environment Agency.
- European Commission. 2015. *European Commission evaluation of the directive 2002/49/CE, The second implementation review of the END - final report*. Brussels: European Commission.
- Evans, G. W., P. Lercher, M. Meis, H. Ising et W. W. Kofler. 2001. Community noise exposure and stress in children. *The Journal of the Acoustical Society of America* 109(3): 1023–1027.
- Faburel, G. et N. Gourlot. 2008. *Référentiel national pour la définition et la création des zones calmes*. Paris : Ministère Français de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire.
- Havard, S., B. J. Reich, K. Bean et B. Chaix. 2011. Social inequalities in residential exposure to road traffic noise: An environmental justice analysis based on the RECORD cohort study. *Occupational and Environmental Medicine* 68(5): 366–374.
- Hokanson, B., M. Minkoff, S. Nichols et S. Cowart. 1981. *Measures of noise damage costs attributable to motor vehicle travel*. Iowa City: No. 135 Tech. Report.

- Holifield, R., J. Chakraborty et G. Walker. 2018. *The Routledge handbook of Environmental Justice*. New York, NY: Routledge.
- Kaplan, S. 1995. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology* 15(3): 169–182.
- Karvinen, P. A. et A. Savola. 2004. Oases of quietness in the Satakunta region: A pilot study of low-noise areas in Satakunta region. Dans *Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting*, Meriehamn, Finland: 8-10.
- Lam, K.-C., P.-K. Chan, T.-C. Chan, W.-H. Au et W.-C. Hui. 2009. Annoyance response to mixed transportation noise in Hong Kong. *Applied Acoustics* 70(1): 1–10.
- Langlois, A. et P. Kitchen. 2001. Identifying and measuring dimensions of urban deprivation in Montreal: An analysis of the 1996 census data. *Urban Studies* 38(1): 119–139.
- Leloup, X. 2007. Vers la ville pluraliste? Distribution et localisation des minorités visibles à Montréal, Toronto et Vancouver en 2001. *Canadian Journal of Regional Science* 30(2): 1–30
- Leloup, X., F. Desrochers et D. Rose. 2016. *Les travailleurs pauvres dans la RMR de Montréal: profil statistique et distribution spatiale*. Montréal : INRS Centre Urbanisation Culture Société; Centraide du Grand Montréal.
- Liu, J., J. Kang, H. Behm et T. Luo. 2014. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. *Landscape and Urban Planning* 123: 30–40.
- Lopez, A. D., C. D. Mathers, M. Ezzati, D. T. Jamison et C. J. Murray. 2006. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: Systematic analysis of population health data. *The Lancet* 367(9524): 1747–1757.
- Luxon, L. M. et D. Prasher. 2007. *Noise and its effects*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Marry, S. et J. Defrance. 2013. Analysis of the perception and representation of sonic public spaces through on site survey, acoustic indicators and in-depth interviews. *Applied Acoustics* 74(2): 282–292.
- Marry, S. et M. Delabarre. 2011. Naturalité urbaine : l’impact du végétal sur la perception sonore dans les espaces publics. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l’environnement* 11(1). doi : 10.4000/vertigo.10874.
- McCormack, G. R., B. Giles-Corti et M. Bulsara. 2008. The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors. *Preventive Medicine* 46 (1): 33–40.
- Milvoy, A. 2011. *Du diagnostic à la définition des zones calmes*. Rennes, France: AUDIAR.
- Ministère des Transports du Québec. 1998. *Politique sur le bruit routier*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Murphy, E. et E. A. King. 2010. Strategic environmental noise mapping: Methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. *Environment International* 36(3): 290–298.
- . 2014. *Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy*. Burlington, MA: Elsevier.
- Muzet, A. 2007. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews* 11(2): 135–142.

- Nega, T. H., L. Chihara, K. Smith et M. Jayaraman. 2013. Traffic noise and inequality in the twin cities, Minnesota. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 19(3): 601–619.
- Öhrström, E., A. Skånberg, H. Svensson et A. Gidlöf-Gunnarsson. 2006. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration* 295(1): 40–59.
- Parlement européen et le Conseil de l'Union Européenne. 2002. Directive 2002/49/CE du parlement européen et le conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. *Journal officiel des Communautés européennes—Législation* (45) : 1–14.
- Perry, C. 1929. *The neighbourhood unit: From the Regional Survey of New York and its environs, Volume VII: Neighbourhood and community planning*. London, UK: Routledge.
- Pham, T. T. H., P. Apparicio, A.-M. Séguin, S. Landry et M. Gagnon. 2012. Spatial distribution of vegetation in Montreal: An uneven distribution or environmental inequity? *Landscape and Urban Planning* 107(3): 214–224.
- Sanguin, A.-L. 1994. Les diasporas et leurs trajectoires dans les grandes métropoles canadiennes, l'exemple de Montréal. *Norois* 161(1): 111–129.
- Schlosberg, D. 2004. Reconceiving environmental justice: Global movements and political theories. *Environmental Politics* 13(3): 517–540.
- Séguin, A.-M., P. Apparicio et P. Negron. 2013. La répartition de la population âgée dans huit métropoles canadiennes de 1981 à 2006 : un groupe de moins en moins ségrégué. *Cybergeo: European Journal of Geography*. doi: 10.4000/cybergeo.25860.
- Shepherd, D., D. Welch, K. N. Dirks et D. McBride. 2013. Do quiet areas afford greater health-related quality of life than noisy areas? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10(4): 1284–1303.
- Talen, E. et L. Anselin. 1998. Assessing spatial equity: An evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A* 30(4): 595–613.
- Ville de Montréal. 2015. *Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Montréal*. Montréal : agglomération de Montréal.
- Walker, G. 2012. *Environmental justice: Concepts, evidence and politics*. New York, NY: Routledge.
- Waugh, D., S. Durucan, A. Korre, O. Hetherington et B. O'Reilly. 2003. *Environmental quality objectives: Noise in quiet areas, A Synthesis report*. Wexford, Ireland: Environmental Protection Agency.
- WHO (World Health Organization). 2011. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. Bonn, Germany: World Health Organization.

Tableau 1. La répartition des zones calmes dans les arrondissements de Montréal.

	Nombre d'ha de zones calmes	Part de la superficie de l'arrondissement en zones calmes (%)	Part du total des zones calmes à Montréal (en %)
Ahuntsic-Cartierville	224,74	9,26	8,54
Anjou	71,46	5,15	2,72
Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce	413,56	21,07	15,72
Le Plateau-Mont-Royal	16,92	2,08	0,64
Le Sud-Ouest	0,64	0,07	0,02
Mercier-Hochelaga-Maisonneuve	199,73	7,84	7,59
Montréal-Est	1,61	0,13	0,06
Montréal-Nord	69,56	6,35	2,64
Outremont	132,93	34,90	5,05
Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles	653,74	15,36	24,84
Rosemont-La Petite-Patrie	203,74	12,82	7,74
Saint-Laurent	125,86	2,95	4,78
Saint-Léonard	130,77	9,65	4,97
Ville-Marie	284,04	20,54	10,80
Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension	101,96	6,19	3,88
Total	2 631,36	9,63	100,00

Tableau 2. Modèle de régression logistique à effets mixtes (fixes et aléatoires).

	Coef.	Rapport de côte (RC)	Intervalle de confiance du RC (95 %)		<i>p</i>
Constante	0,399	1,490	0,733	3,029	0,260
Moins de 15 ans (%)	0,045*	1,046	1,019	1,074	0,001
65 ans et plus (%)	0,026*	1,297	1,012	1,041	0,000
Population à faible revenu (%)	-0,014*	0,986	0,975	0,998	0,010
Minorités visibles (%)	0,002	1,002	0,994	1,010	0,587
	Intercepte				
	Valeur	Probabilité d'accès aux ZC (%) ^a		Intervalle de confiance (95%)	
Ahuntsic-Cartierville	1,592*	61,420		1,091	2,321
Anjou	1,071	51,714		0,589	1,948
Côte-des-Neiges–Notre-Dame-de-Grâce	1,314	56,785		0,965	1,790
Le Plateau-Mont-Royal	1,026	50,642		0,750	1,403
Le Sud-Ouest	0,170*	14,529		0,106	0,274
Mercier–Hochelaga-Maisonneuve	1,587*	61,345		1,133	2,221
Montréal-Est	0,244*	19,614		0,082	0,728
Montréal-Nord	1,324	56,970		0,857	2,044
Outremont	1,970	66,329		0,825	4,706
Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles	2,351*	70,158		1,464	3,775
Rosemont-La Petite-Patrie	2,589*	72,137		1,758	3,813
Saint-Laurent	1,324	56,970		0,818	2,143
Saint-Léonard	0,766	43,374		0,514	1,140
Ville-Marie	0,442*	30,652		0,310	0,631
Villeray–Saint-Michel-Parc-Extension	0,773	43,598		0,589	1,014
Statistiques d'ajustement du modèle					
AIC du modèle nul	2385				
AIC du modèle complet	2280				
Test de Hosmer-Lemeshow	0,168				
(valeur de <i>p</i>)					
R ² marginal	0,033				
R ² conditionnel	0,196				
ICC	0,168				

* Significatif au seuil de 5 %.

^a Calcul des pourcentages de probabilité : Valeur de l'intercepte / (1+ valeur intercepte) * 100.

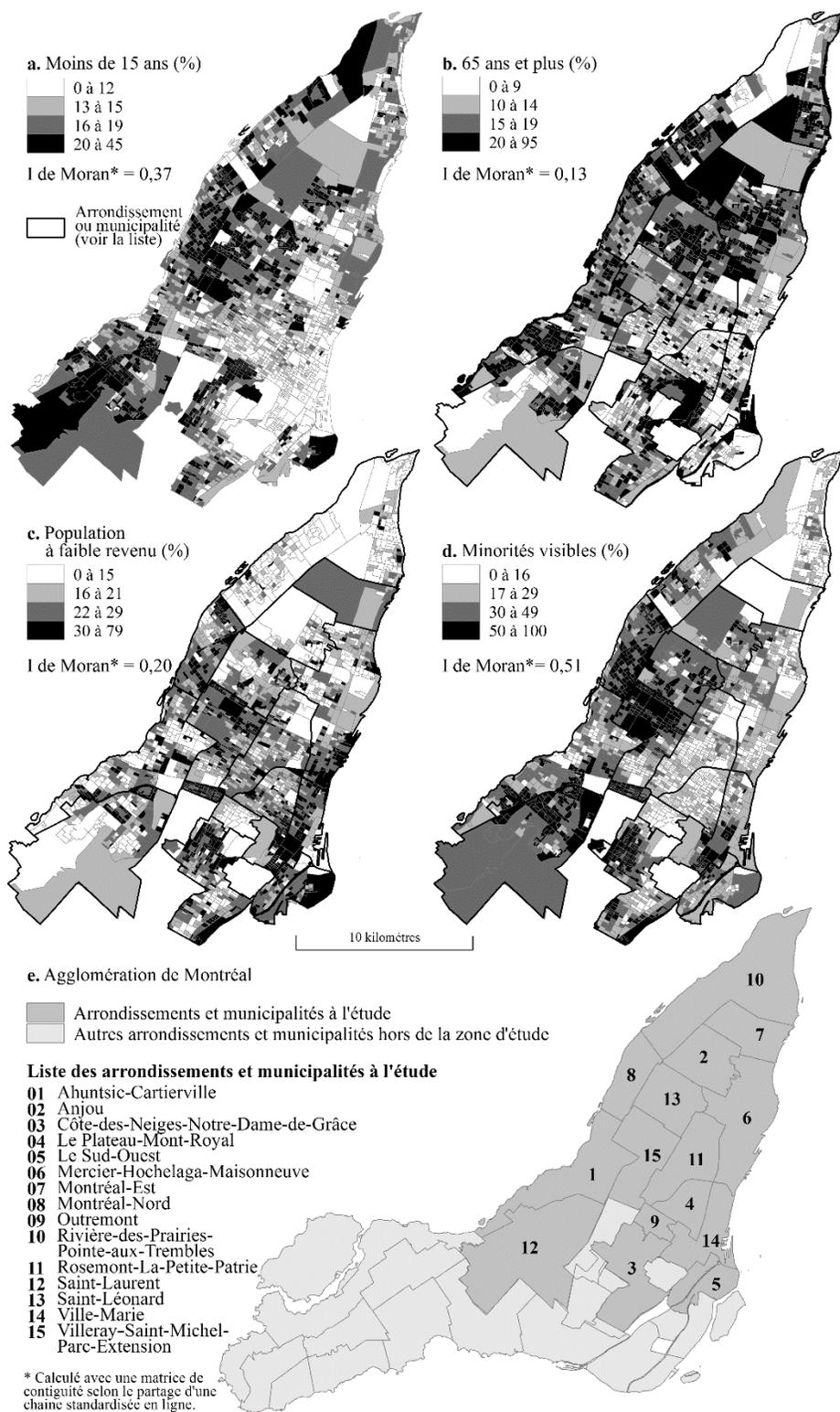


Figure 1. Le territoire d'étude et les données sociodémographiques.

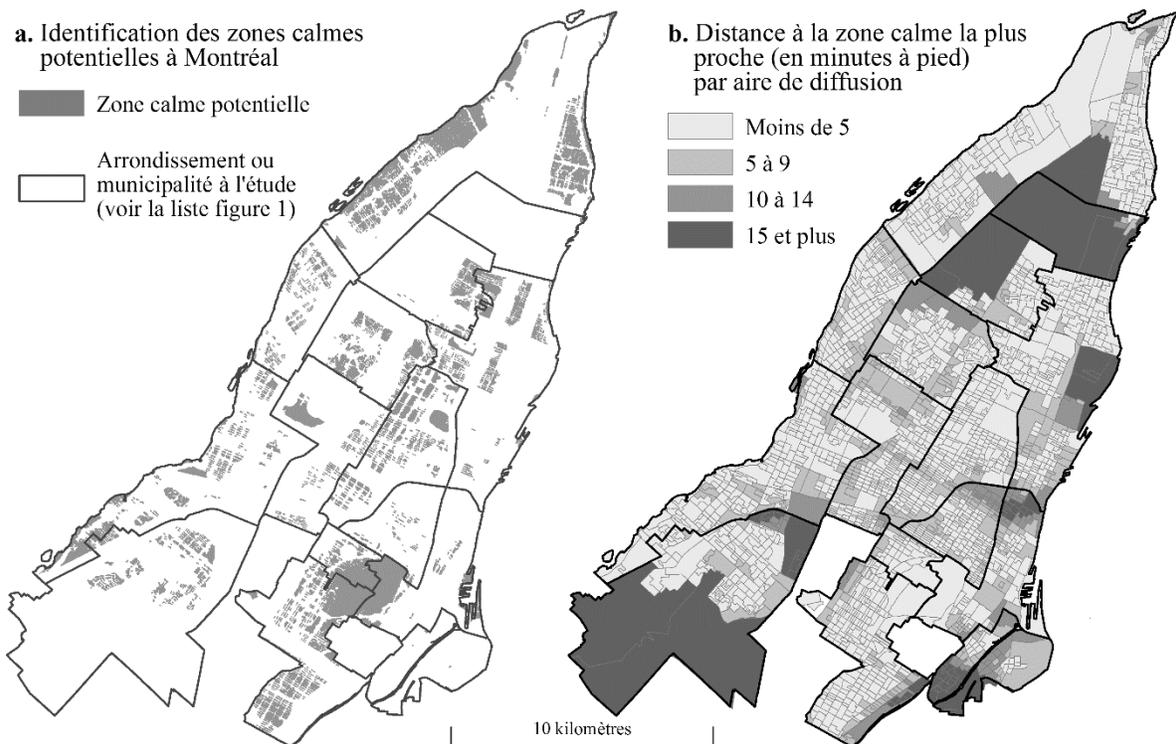


Figure 2. Les zones calmes et l'accessibilité à pied à travers le réseau de rues.