

Géographie des seringues souillées à la traîne à Montréal

Geography of discarded needles in Montreal

Geografía de las jeringas sucias desparramadas en Montreal

Élaine LESAGE-MANN et Philippe APPARICIO

Volume 60, numéro 171, décembre 2016

Version originale soumise en juin 2016. Version révisée reçue en juillet 2017.

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1041222ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1041222ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (imprimé)

1708-8968 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

LESAGE-MANN, É. & APPARICIO, P. (2016). Géographie des seringues souillées à la traîne à Montréal. *Cahiers de géographie du Québec*, 60(171), 551–573.
<https://doi.org/10.7202/1041222ar>

Résumé de l'article

Plusieurs études s'intéressent aux seringues à la traîne, mais elles sont souvent de nature qualitative et portent surtout sur les comportements des utilisateurs de drogues injectables. Pourtant, il serait très pertinent de connaître la localisation des seringues souillées abandonnées afin d'optimiser les programmes de gestion de seringues. L'objectif de cet article est donc de tracer un portrait spatiotemporel des seringues à la traîne dans le quartier montréalais Centre-Sud, entre les années 2010 et 2014. Au plan méthodologique, deux méthodes d'analyse spatiale récentes sont mobilisées : le Network Kernel Density Estimation (NKDE) et le Local Indicators of Network-Constrained Clusters (ILINCS) qui utilisent la distance réticulaire plutôt que la distance euclidienne. Nos résultats montrent qu'il existe plusieurs concentrations importantes de seringues dans le quartier et qu'elles bougent peu durant les cinq années. Ces résultats permettent aussi de constater que l'utilisation de ces nouvelles méthodes d'analyse spatiale (NKDE et ILINCS) est tout à fait appropriée dans le cadre d'événements se déroulant sur des axes routiers et que ces méthodes mériteraient d'être plus largement utilisées en géographie urbaine.

Géographie des seringues souillées à la traîne à Montréal

Geography of discarded needles in Montreal

Geografía de las jeringas sucias desparrramadas en Montreal

Élaine LESAGE-MANN et Philippe APPARICIO
Laboratoire d'équité environnementale (LAEQ)
Centre Urbanisation Culture Société
Institut national de la recherche scientifique
(INRS-UCS)

Elaine.Lesage-mann@ucs.inrs.ca

Philippe.Apparicio@ucs.inrs.ca

Résumé

Plusieurs études s'intéressent aux seringues à la traîne, mais elles sont souvent de nature qualitative et portent surtout sur les comportements des utilisateurs de drogues injectables. Pourtant, il serait très pertinent de connaître la localisation des seringues souillées abandonnées afin d'optimiser les programmes de gestion de seringues. L'objectif de cet article est donc de tracer un portrait spatiotemporel des seringues à la traîne dans le quartier montréalais Centre-Sud, entre les années 2010 et 2014. Au plan méthodologique, deux méthodes d'analyse spatiale récentes sont mobilisées : le Network Kernel Density Estimation (NKDE) et le I Local Indicators of Network-Constrained Clusters (ILINCS) qui utilisent la distance réticulaire plutôt que la distance euclidienne. Nos résultats montrent qu'il existe plusieurs concentrations importantes de seringues dans le quartier et qu'elles bougent peu durant les cinq années. Ces résultats permettent aussi de constater que l'utilisation de ces nouvelles méthodes d'analyse spatiale (NKDE et ILINCS) est tout à fait appropriée dans le cadre d'événements se déroulant sur des axes routiers et que ces méthodes mériteraient d'être plus largement utilisées en géographie urbaine.

Mots-clés

Seringues à la traîne, analyse spatiale, analyse de réseau, Montréal, NKDE, ILINCS.

Abstract

A number of studies analyze the problem of discarded needles, but most of these studies are qualitative and mainly focus on the behaviours of intravenous drug users. However, it would be of considerable interest to determine the location of discarded needles in order to improve syringe management programs. The objective of this article is therefore to provide a spatio-temporal profile of discarded needles in the Centre-Sud neighbourhood of Montreal between 2010 and 2014. Two recent spatial analysis methods are employed: Network Kernel Density Estimation (NKDE) and I Local Indicators of Network-Constrained Clusters (ILINCS), which use network distance rather than Euclidean distance. Our findings reveal the existence of several important hot spots of discarded needles in this neighbourhood, most of which have remained stable over the five years in question. These results also show that the use of these new spatial analysis methods (NKDE and ILINCS) is entirely appropriate in the context of events occurring along street networks and that these methods deserve to be more widely used in urban geography.

Keywords

Discarded needles, spatial analysis, network analysis, Montreal, NKDE, ILINCS.



Resumen

Numerosos estudios incunben las jeringas sucias botadas, son estudios sobre todo cualitativos y conciernen los comportamientos de los consumidores de drogas inyectables. Sería pertinente conocer la localización de tales jeringas para así poder mejorar los programas relativos a su gestión. En este artículo se presenta el retrato espaciotemporal de las jeringas desparramadas en el área de Montreal Centro Sud, entre los años 2010 y 2014. Se emplearon dos últimos métodos de análisis espacial, el *Network Kernel Density Estimation* (NKDE) y el *Local Indicators of Network-Constrained Clusters* (ILINCS) que utilizan la distancia reticular en lugar de la euclidiana. Los resultados muestran la existencia de numerosas concentraciones importantes de jeringas en dicho sector y que a penas cambiaron en los cinco últimos años. Se constató también lo apropiado de la utilización de esos nuevos métodos de análisis espacial (NKDE y ILINCS) dentro de los acontecimientos llevados a cabo en los ejes de carreteras. Tales métodos deberían ser más y mejor utilizados en geografía urbana.

Palabras claves

Jeringas desparramadas, análisis espacial, análisis de la red, Montreal, NKDE, ILINCS.

Introduction

La découverte du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) au début des années 1980 a eu un impact important sur de nombreux enjeux, tels que la gestion des problèmes liés à l'injection de drogues, dans plusieurs pays. Des études menées dans les années 1990 ont démontré qu'une partie importante de la propagation du VIH aux États-Unis était causée par les utilisateurs de drogues injectables (UDI) (Holmberg, 1996). Cette propagation se fait de plusieurs façons : lorsque les UDI réutilisent ou partagent leurs seringues, lorsqu'ils les abandonnent dans des lieux publics où des personnes sont alors exposées à des piqûres accidentelles et lorsqu'ils adoptent des comportements sexuels à risque. En décembre 1997, 35% des adultes américains ayant contracté le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) avaient des comportements liés directement ou indirectement à l'injection de drogues (CDC, 1998). Concernant les piqûres accidentelles, une étude anglaise souligne que le risque serait assez élevé pour l'hépatite B (12 à 31%) et bien plus faible pour l'hépatite C (0,05 à 1,62%) ou pour le VIH (0,003 à 0,05%) (Parkin et Coomber, 2011).

Plusieurs auteurs apportent cependant une nuance importante : les seringues abandonnées peuvent transmettre plusieurs virus, mais le risque d'infection par une seringue souillée reste faible, puisque les virus meurent relativement vite dans l'aiguille (García-Algar et Vall, 1997; Libois *et al.*, 2005). O'Leary et Green (2003) rappellent toutefois que, même si les risques de contracter une maladie sont très faibles, une piqûre accidentelle provoque tout de même des effets psychologiques pouvant être très néfastes pour la victime. De Montigny *et al.* (2010; 2011) signalent aussi une autre catégorie de victimes qui est souvent oubliée, soit les personnes qui ramassent les seringues souillées dans le cadre de leur travail sans pour autant avoir reçu une formation adéquate. Selon un rapport de la santé publique du Québec (Groupe de travail sur la récupération des seringues usagées au Québec, 2005), de 1998 à 2002, sur les 1426 accidents de travail causés par des seringues, 35% concernaient des personnes ne travaillant pas dans le domaine de la santé. Toutefois, la raison qui semble la plus souvent évoquée pour ramasser les seringues à la traîne n'est pas toujours liée à des questions de santé publique. En effet, beaucoup de citoyens et de regroupements populaires luttent contre le phénomène des seringues à la traîne, car il constitue pour eux un signe de rupture sociale grave et d'incivilité (Innes, 2004).

Bref, les raisons sont nombreuses pour justifier une gestion efficace du ramassage des seringues souillées abandonnées dans les lieux publics. Afin d'optimiser l'efficacité des programmes de collecte, il est important de bien connaître l'emplacement des seringues à la traîne. Notre objectif avec cet article est de décrire la géographie des seringues à la traîne dans le quartier Centre-Sud de Montréal, de 2010 à 2014. Dans la première section, nous dresserons un portrait de la situation montréalaise concernant la consommation de drogues injectables et les différents programmes s'y rattachant. Nous aborderons aussi les études relatives à la géographie des seringues. Dans la deuxième section, nous décrirons le jeu de données relatives à la localisation des seringues souillées abandonnées, de 2010 à 2014. Dans la troisième section, nous détaillerons les deux méthodes d'analyse spatiale utilisées, le Network Kernel Density Estimation (NKDE) et le I Local Indicators of Network-Constrained Clusters (ILINCS), en prenant soin de démontrer qu'elles sont tout à fait appropriées pour explorer la distribution spatiale des seringues souillées à la traîne. Finalement, nous présenterons succinctement les résultats pour ensuite les discuter.

Revue de littérature

Portrait de la situation des drogues injectables à Montréal

Selon la Direction de la santé publique de Montréal, il y aurait environ 4000 utilisateurs de drogues injectables à Montréal, soit une population beaucoup moins importante que dans les années 1990, alors qu'elle était estimée à près de 12 000 personnes (Leclerc *et al.*, 2013). Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cette forte diminution, comme le fait que le taux de mortalité ait augmenté, que le taux d'initiation à l'injection ait diminué, que le taux d'abandon de l'injection ait augmenté, que les déplacements entre les régions du Québec se soient modifiés ou que le marché de la drogue ait changé (Leclerc *et al.*, 2013). Le nombre d'injections varie cependant en fonction du type de drogue consommée. En effet, un consommateur de cocaïne peut s'injecter jusqu'à 30 fois par jour alors qu'un consommateur d'héroïne ne s'injectera que deux ou trois fois (De Koninck et Lagrange, 2014). Au plan géographique, les UDI se concentrent majoritairement au centre-ville, dans le quartier Ville-Marie (Leclerc *et al.*, 2007).

En 1989, les directions de santé publique instaurent des programmes d'échange de seringues (Weekes et Cumberland, 2004). Ces programmes visent à fournir aux UDI un endroit physique stable où il est possible d'échanger une seringue souillée contre une seringue stérile. Certains centres ont aussi des unités mobiles (en camion ou à pied) qui font sensiblement le même travail en se déplaçant dans les quartiers plus sensibles. Concrètement, cela permet aux UDI de se procurer gratuitement, ou à faible coût, du matériel d'injection stérile (Groupe de travail sur la récupération des seringues usagées au Québec, 2005).

À la fin des années 1990, la Ville de Montréal installe les premières boîtes de dépôt public pour les seringues souillées sous le pont Jacques-Cartier et au carré Viger, lieux prisés par les toxicomanes (René, 2001). Il s'agit de boîtes métalliques, installées dans des endroits préalablement désignés d'une ville ou d'un quartier, qui sont accessibles 24 heures par jour en plus d'être complètement libres d'accès. En 2016, on en dénombre une soixantaine, et des boîtes sont ajoutées chaque année afin de couvrir un territoire de plus en plus vaste.



En 2006, le ministère de la Santé et des Services sociaux met en place le système intégré de récupération des seringues et des aiguilles usagées (SIRSAU). Ce service offre gratuitement des contenants de récupération de seringues usagées dans plusieurs points de services. Il est possible de s'en procurer dans des pharmacies communautaires, des organismes communautaires, des centres locaux de services communautaires (CLSC), des hôpitaux ainsi que dans certaines cliniques (MSSS, 2015). Les UDI peuvent donc se procurer ces récipients et les retourner une fois remplis afin de s'en procurer de nouveaux.

Concernant les sites d'injection supervisée, Montréal semble vivre des problèmes semblables aux autres métropoles : ces centres étant très controversés, ils sont très difficiles à mettre en place. La plupart du temps, ils offrent du matériel stérile, du personnel soignant en cas de surdose et des informations sur les programmes de traitement de la dépendance. Les UDI doivent y apporter uniquement leur dose, qu'ils auront préalablement achetée. Montréal ouvre actuellement ses premiers sites d'injection supervisée, notamment grâce à la bataille juridique gagnée par le programme Insite de Vancouver. Rappelons que le site d'injection Insite est ouvert depuis 2003, non sans difficultés récurrentes. Il a dû livrer plusieurs batailles judiciaires (surtout avec le gouvernement fédéral conservateur dirigé par Stephen Harper), dont l'une l'a conduit jusqu'en Cour suprême du Canada, qui a alors confirmé le caractère légal de cet organisme le 30 septembre 2011 (Lessard et Morrisette, 2011). Insite a réussi à démontrer qu'il « pouvait sauver des vies, améliorer l'état de santé des usagers, et ce, sans entraîner d'effets négatifs sur le quartier » (Lessard et Morrisette, 2011 : 9). Supprimant ainsi toutes les barrières légales, ce jugement a renforcé la volonté d'autres villes canadiennes, dont Montréal, d'ouvrir un site d'injection.

Toutefois, malgré la mise en place de telles initiatives, de nombreuses seringues sont encore abandonnées dans les endroits publics, ce qui explique la tenue de plusieurs programmes de collecte de seringues par des organismes communautaires.

Géographie et seringues souillées abandonnées en milieu urbain

Plusieurs études ont été effectuées sur les comportements des UDI relativement à l'abandon des seringues. Il s'agit principalement de comprendre quels sont les profils des UDI qui abandonnent ces seringues, mais surtout pourquoi et à quelle fréquence ils le font (Sherman *et al.*, 2004 ; Golub *et al.*, 2005 ; Cleland *et al.*, 2007). On reconnaît que certains lieux sont plus touchés que d'autres par le phénomène sans pour autant faire une analyse détaillée de la répartition spatiale des seringues ou encore des caractéristiques de l'environnement où on en trouve (Green *et al.*, 2003 ; Galea *et al.*, 2005).

Pourtant, il est d'une importance capitale de déterminer ces lieux ainsi que leurs caractéristiques. D'une part, la délimitation de concentrations de seringues souillées permettrait d'optimiser la localisation des programmes de collecte (notamment la localisation des boîtes de dépôt public), mais aussi de rejoindre les populations utilisant ces programmes afin de leur offrir d'autres services. D'autre part, la détermination des caractéristiques de l'environnement urbain favorisant l'abandon de seringues permettrait d'agir localement afin que certains lieux de consommation soient moins attrayants pour les IDU (De Montigny *et al.*, 2011). Green *et al.* (2003) avancent que les UDI recherchent trois conditions dans le choix d'un lieu pour s'injecter de la drogue : 1) éviter d'être repérés, surtout par la police, 2) minimiser le temps entre l'acquisition et l'injection de la drogue et 3) trouver un endroit sécuritaire, propre et tranquille. Ces conditions ont été reprises par d'autres auteurs, notamment De Montigny *et al.* (2011).

Malgré l'importance de connaître la géographie des seringues, à notre connaissance, rares sont les études ayant exploré la distribution spatiale des seringues dans une ville ou un quartier donné. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il est plus difficile d'obtenir des informations relatives à la localisation des seringues à la traîne que sur les accidents de santé ou les crimes, dont la gestion et la structuration des données sont réalisées par les autorités sanitaires ou policières. À notre connaissance, seules deux études menées à Montréal s'inscrivent dans cette perspective (De Montigny *et al.*, 2010; 2011); aucune n'a été recensée ailleurs dans le monde.

Dans un premier article, De Montigny *et al.* (2010) explorent la distribution spatiale des seringues en lien avec celle des boîtes de dépôt public. Les auteurs ont comparé le nombre de seringues abandonnées avant et après l'implantation des boîtes de dépôt public. Leurs résultats les amènent à conclure que l'installation de boîtes est associée à une réduction de 98% des seringues abandonnées dans une zone de 25 m autour de la boîte, de 92% dans une zone de 50 m, de 73% dans une zone de 100 m et de 71% dans une zone de 200 m. Cela corrobore les travaux qualitatifs signalant que les boîtes font diminuer considérablement le nombre de seringues abandonnées. On peut y voir une réelle volonté des utilisateurs de drogues injectables de se défaire de leurs seringues de façon sécuritaire. En effet, puisqu'une zone de 200 m correspond à une marche de deux à trois minutes, les consommateurs doivent donc garder leurs seringues sur eux quelque temps alors qu'il serait bien plus facile de les jeter par terre.

Cet article est donc fort pertinent, car il renforce la littérature scientifique sur l'efficacité des programmes de gestion de seringues les boîtes de dépôt public dans le cas présent, mais cette fois avec des données quantitatives. Notre article diffère toutefois de ces travaux, car il ne vise pas à évaluer l'efficacité d'un programme, mais bien à établir les zones de concentration de seringues. En effet, de Montigny *et al.* (2010) ne comptabilisent pas les agrégats spatiaux des seringues dans le quartier Centre-Sud, ils vérifient si les seringues sont significativement moins présentes autour des boîtes de dépôt.

Dans un deuxième article, De Montigny *et al.* (2011) cherchent à déterminer les caractéristiques de l'environnement urbain associées à la présence de seringues souillées à l'aide d'une régression logistique comprenant 32 variables indépendantes. Parmi les facteurs significatifs, signalons les arrêts et abris d'autobus, les téléphones publics, les entrées de métro, les pharmacies, les prêteurs sur gages et les endroits isolés. Les auteurs concluent alors que la détermination de ces caractéristiques démontre que les UDI s'adaptent et sont influencés par elles lorsqu'ils décident de se débarrasser de leurs seringues. Cela suggère qu'on pourrait intervenir directement sur l'environnement physique afin d'en diminuer l'attrait pour l'abandon de seringues.

Objectif et questions de recherche : dresser un portrait de la géographie des seringues à la traîne dans le quartier Centre-Sud de Montréal

La revue de littérature a permis de montrer que les seringues à la traîne représentent un enjeu de santé publique important. Pourtant, rares sont les études quantitatives qui traitent de la distribution spatiale des seringues. L'objectif de cet article est de tracer un portrait des seringues à la traîne dans le quartier montréalais Centre-Sud entre les années 2010 et 2014. Nos questions de recherche sont formulées ainsi : existe-t-il des concentrations spatiales importantes de seringues à la traîne (points chauds et points froids) dans le quartier Centre-Sud? Ces concentrations varient-elles à travers le temps (2010-2014)?



Données et territoire d'étude

Les données relatives à la localisation des seringues souillées abandonnées entre 2010 et 2014 proviennent de l'organisme communautaire Spectre de rue, situé dans le quartier Centre-Sud de Montréal (figure 1). Il s'agit d'un organisme sans but lucratif ayant pour clientèle cible les UDI. Une de ses tâches principales consiste à parcourir son territoire dans le but de ramasser les seringues à la traîne. Ce territoire d'intervention correspond à un quadrilatère délimité par la rue Sherbrooke, au nord, le fleuve Saint-Laurent, au sud, le boulevard Saint-Laurent, à l'ouest, et la rue Frontenac, à l'est. Les intervenants utilisent un fichier Excel pour comptabiliser les seringues trouvées, mais aussi fournir de l'information sur chacune, notamment sa localisation. Concernant la localisation, les intervenants font une description la plus détaillée possible, par exemple : au coin nord-est de l'intersection des rues A et B, à l'arrière du bâtiment X (numéro civique et nom de rue), à l'entrée sud de la station de métro Z. Cependant, l'information est parfois moins précise, par exemple : dans la ruelle entre les rues A et B au sud de la rue C, en arrière du bar X. Dans ces cas, la collaboration des intervenants de Spectre de rue est déterminante pour améliorer la spatialisation des données.

Au total, le jeu de données comprend 13 560 seringues ramassées par Spectre de rue au cours de ces cinq années (figure 2), et géocodées précisément selon l'adresse civique (43,2%), l'intersection (9,3%), la ruelle (22,9%), un point spécifique (20,4%) ou le parc (4,3%). Il est à noter que 285 observations (2%) n'ont pas pu être géocodées. Les points spécifiques correspondent à des endroits problématiques, mais ne cadrent pas dans les autres catégories. Il s'agit essentiellement de stations de métro et de stationnements.

Il est aussi important de mentionner que les seringues ne sont pas ramassées à la même fréquence au cours de l'année. En général, la période de collecte débute à la fonte des neiges (mars-avril) et se termine aux premières neiges (octobre-novembre), à raison de deux à cinq fois par semaine. Ce sont surtout les conditions météorologiques qui déterminent si une collecte a lieu ou non. L'hiver, aucune sortie n'est faite. Et l'été, il est impossible aux intervenants de parcourir l'ensemble du territoire de desserte à chaque sortie. Spectre de rue privilégie alors les lieux les plus problématiques (certains parcs, rues ou ruelles). L'organisme reçoit aussi des appels de citoyens ou de commerçants lui indiquant un lieu qui nécessiterait une visite, ce qui est fait rapidement. Les trajets varient donc au cours d'une période. Les intervenants peuvent ajouter des lieux à leur ronde, ou même en retirer lorsqu'il n'y trouvent plus de seringues, comme dans le cas où un bâtiment se construit sur un espace vacant.

Une autre limite souvent évoquée dans plusieurs milieux, notamment celui de la criminologie, concerne le chiffre noir. Il s'agit ici de tous les événements n'ayant pas été découverts, pour de multiples raisons (Pires, 1994). Dans le cas des seringues, cela peut s'expliquer de deux façons : les UDI cachent leurs seringues dans l'espace public pour qu'on ne les découvre pas, et les moyens financiers des organismes communautaires ne permettent pas de faire des rondes exhaustives de leur territoire sur une base quotidienne. En outre, même si plusieurs organismes ou acteurs parcourent ce secteur, le quartier est divisé de façon à ce que chaque groupe ait son propre territoire, de sorte qu'il est possible d'affirmer que Spectre de rue collecte la majorité des seringues à la traîne dans ce quadrilatère précis (rue Sherbrooke, fleuve Saint-Laurent, boulevard Saint-Laurent, rue Frontenac). Donc, même s'il est impossible d'avoir un portrait exhaustif de la localisation des seringues, il n'en demeure pas moins que Spectre de rue est l'acteur le plus important du secteur et

que ses données permettent de tracer un portrait géographique des seringues à la traîne dans le quartier Centre-Sud de Montréal. Finalement, d'autres chercheurs qui se sont intéressés à la distribution des seringues à la traîne à Montréal se sont aussi butés à ces limites (De Montigny *et al.*, 2010 ; 2011).

Pour positionner les seringues sur le réseau de rues, nous avons utilisé les données spatiales d'Adresse Québec (produit AQ réseau), auquel nous avons ajouté toutes les ruelles du quartier Centre-Sud dans un logiciel de système d'information géographique (SIG) (ArcMap) en utilisant des fonds de cartes d'images satellitaires ainsi que Google Maps et Street View. Pour les parcs et les points spécifiques, à l'aide de Google Maps, il a été possible de visualiser les chemins que peuvent emprunter les piétons dans ces lieux. Ces chemins ont donc été tracés et reliés au réseau de rues et ruelles.

Figure 1 Quartier montréalais Centre-Sud



Conception: Apparicio et Lesage-Mann, 2016
Source: Géobase de Montréal, 2016

Figure 2 Localisation des seringues à la traîne ramassées entre 2010 et 2014



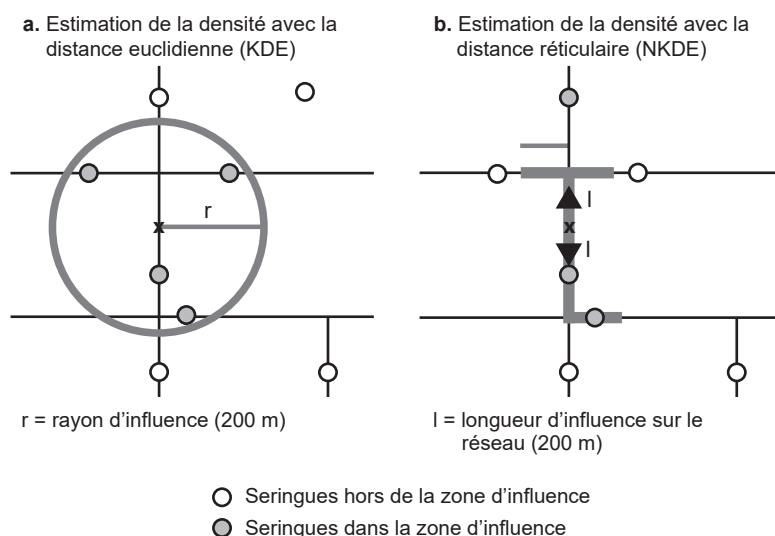
Conception: Apparicio et Lesage-Mann, 2016
Source: Géobase de Montréal, 2016; Spectre de rue, 2010-2014

Méthodes d'analyse spatiale

Plusieurs méthodes d'analyse spatiale permettent d'identifier les concentrations spatiales d'événements ponctuels, notamment les cartes de densité de points, les méthodes d'autocorrélation spatiale locale (basées sur le I de Moran, le c de Geary, les statistiques Gamma, ou encore les statistiques G_i et de Getis et Ord) (Anselin, 1995) ou bien les méthodes de balayage de Kulldorff (1997) et de Tango et Takahashi (2005). Or, ces méthodes sont toutes basées sur la distance euclidienne. Toutefois,

plusieurs chercheurs signalent qu'elles pourraient être modifiées afin de mieux représenter certaines réalités, notamment pour des événements localisés à travers un réseau routier (Xie et Yan 2008; Okabe *et al.*, 2009; Dabin *et al.*, 2013); elles utiliseraient la distance réticulaire plutôt que la distance euclidienne. Il s'agit donc de méthodes qui ne supposent pas une homogénéité de l'espace dans toutes les directions comme le fait la distance euclidienne, car cela ne correspond pas à la réalité d'événements distribués à travers un réseau de rues (Xie et Yan, 2008). Par exemple, Okabe *et al.* (2009) signalent que le fait de recourir à une carte de densité de points basée sur la distance euclidienne avec des événements localisés sur un réseau génère des résultats biaisés comparativement à une densité obtenue à partir de la distance réticulaire puisqu'elle surestime les densités autour des intersections. La figure 3 illustre d'ailleurs ce problème.

Figure 3 Comparaison des approches KDE et NKDE



Conception: Apparicio et Lesage-Mann, 2016
Source: figure adaptée de Xie et Yan (2008: 398)

Bien que ces méthodes aient été développées surtout dans le cadre d'accidents routiers, elles peuvent aussi être utilisées pour tout phénomène se déroulant le long d'axes routiers (Borruso, 2005; Xie et Yan 2008). Étant donné que nous nous intéressons à un phénomène se déroulant principalement sur un réseau de rues (et de ruelles dans notre cas), ces méthodes utilisant la distance réticulaire nous semblent tout à fait appropriées puisqu'elles ne surestiment pas la présence d'incidents, soit de seringues, aux intersections. Nous utiliserons donc deux récentes méthodes d'analyse spatiale utilisant la distance réticulaire: premièrement, le NKDE qui est une extension de la méthode Kernel Density Estimator (KDE) (Xie et Yan, 2008; Okabe *et al.*, 2009; Dabin *et al.*, 2013); deuxièmement, le ILINCS (Yamada et Thill, 2010) qui est une extension des indicateurs locaux de localisation spatial (LISA) basée sur le I de Moran local.



Densité de points le long d'un réseau routier : le NKDE

Le NKDE permet de localiser les agrégats spatiaux à travers un réseau de rues. Concrètement, cette méthode nous permet de situer les concentrations de seringues (points chauds) à travers le réseau de rues et de ruelles du quartier Centre-Sud de Montréal. Cette méthode découle du KDE qui est l'une des techniques les plus populaires en criminologie (Smith et Bruce, 2008). Une des raisons expliquant cette popularité est le fait que la méthode serait relativement facile à comprendre et à mettre en œuvre (Xie et Yan, 2008). Dans une étude visant à comparer plusieurs méthodes pour localiser les points chauds de crimes,¹ Chainey *et al.* (2008) concluent que la technique KDE est la plus appropriée, notamment lorsqu'il s'agit de prédire les futures tendances spatiales de la criminalité.

Le KDE s'applique en quatre étapes. Premièrement, il faut juxtaposer une grille de cellules sur l'espace d'étude, soit souvent une image de pixels de n mètres de côté. Deuxièmement, il faut déterminer le type de noyau qu'on veut utiliser. Ce choix affecte l'effet de décroissance de la distance (Xie et Yan, 2008). Il existe donc plusieurs types de noyaux, les trois plus courants étant les noyaux gaussien, quartique et avec une fonction minimisant la variance (Gibin *et al.*, 2007). Les différences entre ces noyaux sont cependant relativement mineures. En effet, plusieurs auteurs s'entendent généralement pour dire que le choix du rayon a un impact plus grand que le choix du noyau (Silverman, 1986; Bailey et Gatrell, 1995; O'Sullivan et Unwin, 2002; Schabenberger et Gotway, 2004; O'Sullivan et Wong, 2007; Xie et Yan, 2008; Dabin *et al.*, 2013). Troisièmement, pour chaque cellule, il faut juxtaposer une zone de recherche de n mètres de rayon et calculer le nombre de points présents dans cette zone de recherche. Il ne semble pas y avoir de consensus sur la longueur du rayon à utiliser et sur la taille du pixel. Xie et Yan (2008) testent d'ailleurs plusieurs rayons (de 20 à 2000 m), mais ne proposent pas d'approche méthodologique pour définir la valeur optimale du rayon. Quant à Okabe *et al.* (2009), ils ont choisi un rayon de 200 m sans pour autant justifier leur choix. D'autres auteurs comme Dabin *et al.* (2013) ont recours à un semi-variogramme pour tester des rayons de 50 à 150 m (avec un pas de 25 m). Quatrièmement, il faut estimer la densité à partir d'une fonction simple ou Kernel. Pour une fonction simple, on divise le nombre de points présents dans la zone de recherche par la superficie de la zone (πR^2). Pour le KDE, l'estimation de la densité $\lambda(s)$ pour la localisation s s'écrit alors

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\pi r^2} k\left(\frac{d_{is}}{r}\right)$$

r étant le rayon d'influence, k étant l'influence (pondération) du point i situé à une distance d_{is} de la localisation s . La valeur de k est habituellement obtenue avec une fonction Kernel pour estimer le ratio entre d_{is} et r (fonction gaussienne dans le cadre de cet article).

Xie et Yan (2008 : 398) proposent alors une adaptation de l'équation ci-dessus pour calculer la densité à travers un réseau de rues, l'estimation NKDE. Comparativement au KDE où l'on juxtapose une image de pixels de n mètres de côté (10 m par exemple), les tronçons

1 Les auteurs ont choisi quatre des méthodes d'analyse de répartition ponctuelles les plus utilisées : les ellipses spatiales standards, la méthode des quadrats et deux méthodes de localisation des agrégats spatiaux, une dans une maille irrégulière et une dans une maille régulière (KDE).

du réseau de rues sont découpés en lixels de n mètres de longueur (habituellement 10 m). Par la suite, comme pour le KDE, pour chaque lixel, on applique la fonction kernel sur le nombre de points présents à moins d'une distance de n mètres (longueur d'influence) à travers le réseau de rues. Le NKDE prend donc la forme suivante :

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{l} k\left(\frac{d_{is}}{l}\right)$$

d_{is} étant calculé à partir de la distance réticulaire et non de la distance euclidienne comme à l'équation 1 et l correspondant à la longueur d'influence sur le réseau de rues. Pour une description détaillée de l'algorithme, on pourra consulter Okabe *et al.* (2009) et Xie et Yan (2008). À notre connaissance, seuls deux logiciels gratuits permettent de calculer le NKDE, soit SANET (Okabe *et al.*, 2006) et GeoDaNet (Hwang et Winslow, 2012). Pour cet article, nous avons utilisé GeoDaNet.

Afin de calculer le NKDE sur notre jeu de données, le réseau de rues et ruelles a ainsi été divisé en segments de 10 m. Cette opération a été effectuée à l'aide d'un code écrit en Python avec la librairie ArcPy (Toms, 2015). Quant à la longueur d'influence, plusieurs valeurs ont été testées et deux ont été retenues pour nos analyses, soit 100 et 200 m. Finalement, nous avons choisi un noyau gaussien qui donne généralement plus de poids aux observations qui sont très proches (Dabin *et al.*, 2013). Concernant le choix de la longueur d'influence, nous aurions pu tester différentes distances et optimiser avec un semi-variogramme (*Idem*). Nous avons toutefois privilégié des distances de marche relativement courtes de 100 et 200 m.

Points chauds et points froids le long d'un réseau routier : le ILINCS

Bien que le NKDE permette de construire des cartes illustrant tant les points chauds que les points froids d'un phénomène, aucune valeur de *significativité* n'est calculée. Il est alors intéressant d'utiliser d'autres méthodes d'analyse spatiale. De plus, Truong et Somenahalli (2011) expliquent avoir choisi des méthodes d'autocorrélation spatiale plutôt qu'un KDE puisque les résultats peuvent différer selon la fonction et la taille du noyau d'influence.

Il existe plusieurs méthodes pour détecter la présence d'autocorrélation spatiale ; certaines sont globales, d'autres locales. Les méthodes globales permettent de mesurer la présence d'autocorrélation spatiale dans l'ensemble d'un territoire donné. Autrement dit, elles renvoient une valeur mesurant l'autocorrélation spatiale pour l'ensemble du territoire d'étude. Les indicateurs locaux d'autocorrélation spatiale, basés sur le I de Moran, le c de Geary, G_i et G_i^* de Getis et Ord et regroupées sous le terme LISA (Anselin, 1995), font sensiblement le même exercice en mesurant la ressemblance d'une unité avec d'autres entités spatiales adjacentes ou proches. La mesure d'autocorrélation spatiale locale la plus utilisée est sans aucun doute le I de Moran local, qui est simplement une décomposition de l'indice de Moran global (Anselin, 1995 ; Dubé et Legros, 2014) :

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_j - \bar{y}) \text{ pour } i \neq j$$

y_i et y_j étant les valeurs de la variable y pour les entités spatiales i et j , $\bar{y}$ étant la valeur moyenne de la variable y , N étant le nombre d'entités spatiales, w_{ij} étant la valeur de matrice de proximité spatiale entre les entités i et j .



Cette mesure permet aussi de détecter, pour chaque entité spatiale, s'il y a localement une autocorrélation spatiale positive ou négative significative. L'intérêt du *I* de Moran local est qu'il peut facilement être associé avec le diagramme du *I* de Moran proposé par Anselin (1995) permettant d'établir quatre types d'aggrégats significatifs : 1) un secteur avec une valeur forte proche ou adjacente à d'autres entités spatiales avec de fortes valeurs (HH) ; 2) un secteur avec une valeur faible proche ou adjacente à d'autres entités spatiales avec de faibles valeurs (LL) ; 3) un secteur avec une valeur forte proche ou adjacente à d'autres entités spatiales avec de faibles valeurs (HL) ; 4) un secteur avec une valeur faible proche ou adjacente à d'autres entités spatiales avec de fortes valeurs (LH) (Dubé et Legros, 2014).

Comme pour le NKDE, les adaptations des indicateurs LISA consistent à utiliser, soit une matrice de contiguïté basée sur les nœuds des tronçons, soit une matrice de proximité calculée avec la distance réticulaire et non euclidienne. Yamada et Thill (2010 ; 2007) proposent notamment le ILINCS et le GLINCS basés respectivement sur le *I* de Moran et les statistiques de Getis et Ord. Dans le cadre de cet article, nous utiliserons le ILINCS de Moran qui permettra de déterminer quatre types d'aggrégats spatiaux (HH, LL, HL, LH). Yamada et Thill (2010 ; 2007) expliquent que le ILINCS nécessite certaines manipulations. Tout d'abord, bien qu'il soit possible d'appliquer cette méthode directement sur les tronçons du réseau, il est préférable de les fragmenter afin qu'ils aient une longueur relativement similaire, et ce, pour délimiter les aggrégats spatiaux à une échelle plus fine. De plus, Yamada et Thill (2010 ; 2007) recommandent aussi l'utilisation d'une simulation Monte-Carlo pour vérifier le degré de signification. Comme pour le NKDE, GeoDaNet est utilisé pour effectuer les analyses.

Afin de d'utiliser la méthode ILINCS sur notre jeu de données, à l'instar de Yamada et Thill (2010), nous avons fragmenté les tronçons de rues avec une longueur de 100 m. Nous avons cependant ajouté un seuil de tolérance de 5 m, c'est-à-dire que chaque segment plus petit que 5 m se rattache à l'autre segment. Cela fait que certains segments pouvaient dépasser 100 m jusqu'à concurrence de 4,99 m. Par la suite, nous avons calculé le nombre de seringues trouvées sur chacun de ces segments. Les aggrégats spatiaux ont ensuite été définis avec les paramètres suivants : le nombre de seringues (variable d'événements), la longueur du segment en mètres, la statistique de *I* de Moran local, un seuil de distance réticulaire de 200 ou 300 m, et une simulation Monte-Carlo a été effectuée avec 999 permutations. Le seuil de signification de 5% a été retenu. Autrement dit, tous les segments de rue ayant une valeur *P* supérieure à 0,05 ont été considérés comme non significatifs. Notons qu'il n'y a pas de consensus dans la littérature sur la longueur optimale utilisée pour un ILINCS. Dans l'étude de de Montigny *et al.* (2010) portant sur la distribution spatiale des seringues en lien avec celle des boîtes de dépôt public, les auteurs concluent que les utilisateurs de drogue injectable sont enclins à marcher 200 m pour se débarrasser de façon sécuritaire de leurs seringues. Par conséquent, nous avons sélectionné le seuil de 200 m et retenu aussi un seuil supérieur, soit 300 m. Ces deux seuils correspondent à des distances de marche relativement courtes, soit respectivement de deux à trois minutes et de trois à quatre.

Résultats

La densité des seringues abandonnées dans le quartier Centre-Sud

La lecture des figures 4 et 5 révèle que le territoire à l'est de l'avenue de Lorimier ainsi que le Vieux-Port (au sud-ouest) sont exempts de concentrations de seringues souillées sauf quelques rares exceptions. À l'inverse, il est possible de localiser trois principales zones

à forte densité de seringues. La première est un secteur délimité par les rues Sanguinet et Montcalm d'ouest en est, et la rue Sherbrooke et le carré Viger du nord au sud. Il s'agit d'une zone surtout commerciale comprenant de nombreux bars et restaurants. La deuxième zone de forte densité de seringues se situe entre la rue Montcalm, l'avenue de Lorimier, la rue Sherbrooke et le boulevard René-Lévesque Est. Il s'agit ici d'un secteur plus résidentiel. La troisième zone consiste en d'autres secteurs de taille plus réduite, situés sous le pont Jacques-Cartier et aux abords de la rue Notre-Dame Est. Il est aussi possible de constater que ces concentrations de seringues bougent peu au fil des années, surtout concernant ces trois zones principales. Les quelques différences concernent principalement des concentrations moins importantes, surtout à l'est du quartier, qui apparaissent et disparaissent selon les années.

Autrement dit, dans l'ensemble, les concentrations de seringues sont relativement stables. Il est possible de comparer les cartes selon le rayon d'influence choisi (100 et 200 m). Rappelons qu'il n'existe pas de consensus chez les chercheurs pour établir une valeur optimale (Xie et Yan 2008). Dans le cas présent, un rayon de 200 m fait augmenter le nombre de segments de 10 m avec une forte densité de seringues comparativement au rayon de 100 m. Des exemples sont facilement repérables dans les zones situées complètement à l'est ou à l'ouest. Cependant, concernant la zone centrale où se concentrent les tronçons avec le plus de seringues trouvées par segments de 10 m, choisir un rayon de 200 m augmente aussi le nombre de tronçons de 10 m figurant dans le dernier quantile. Cela donne donc moins de détails, comparativement au rayon de 100 m où l'on remarque beaucoup plus de tronçons des quantiles inférieurs. Malgré tout, il n'en demeure pas moins que les résultats des deux seuils sont fort similaires puisque les corrélations de Spearman varient de 0,76 à 0,84 ($P < 0,0001$) pour les cinq années.

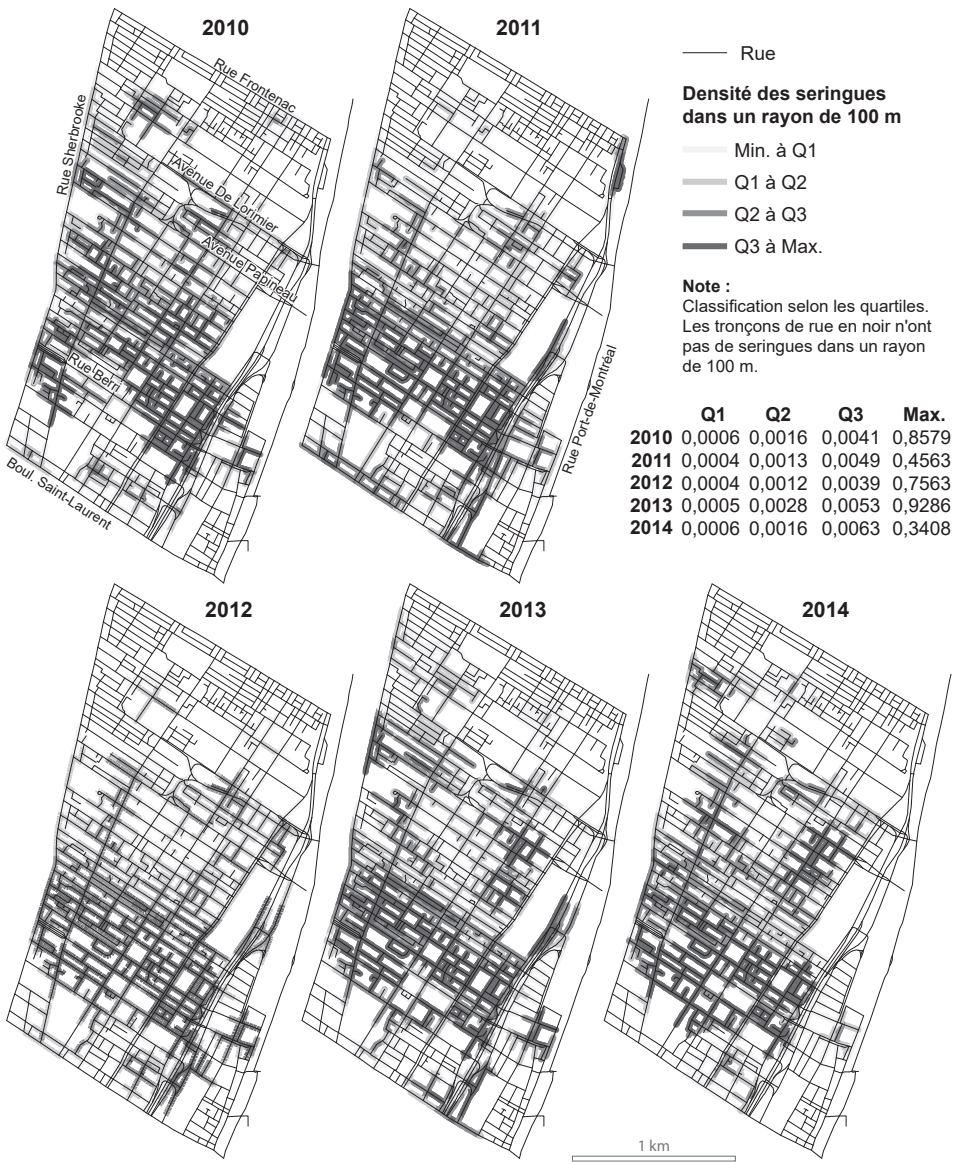
Les agrégats spatiaux de seringues abandonnées dans le quartier Centre-Sud

Les figures 6 et 7 montrent que la partie centrale, soit entre la rue Berri et l'avenue Papineau, la rue Sherbrooke et le boulevard René-Lévesque Est, comprend surtout des segments classifiés non significatifs. Les segments à l'est du territoire d'étude ainsi qu'au Vieux-Port sont classifiés *low-low*, soit des points froids. Quant aux points chauds (*high-high*), ils sont localisés au centre-ouest du territoire. On constate aussi que ces points chauds sont souvent entrecoupés de segments classifiés *low-high*, c'est-à-dire comprenant peu de seringues, mais entourés de segments en comprenant beaucoup plus. Puis, quelques segments classifiés *high-low*, soit comprenant un nombre important de seringues mais à proximité de segments en comprenant peu, sont dispersés à travers tout le quartier Centre-Sud. Comme pour le NKDE, les points chauds et froids de seringues se déplacent très peu entre 2010 et 2014. La différence la plus flagrante concerne les zones de points froids, qui tendent à diminuer avec le temps, surtout avec la matrice réticulaire à une distance de 200 m.

Il est aussi intéressant de comparer les figures 4 et 5, qui illustrent la différence entre une classification des agrégats spatiaux selon une matrice de distance réticulaire de respectivement 200 ou 300 m ou moins. La première différence notable concerne le nombre de segments étant significatifs au seuil de 5% : il y en a toujours plus sauf pour 2010, lorsque c'est la matrice de distance réticulaire de 300 m qui est utilisée. Une autre différence notable s'observe pour les segments classifiés *low-low*, qui sont bien plus nombreux avec une matrice de distance réticulaire de 300 m. Sinon, le nombre de segments faisant partie des trois autres classes (*high-high*, *high-low* et *low-high*) demeure relativement stable, qu'il s'agisse d'une matrice de distance réticulaire de 200 ou de 300 m.

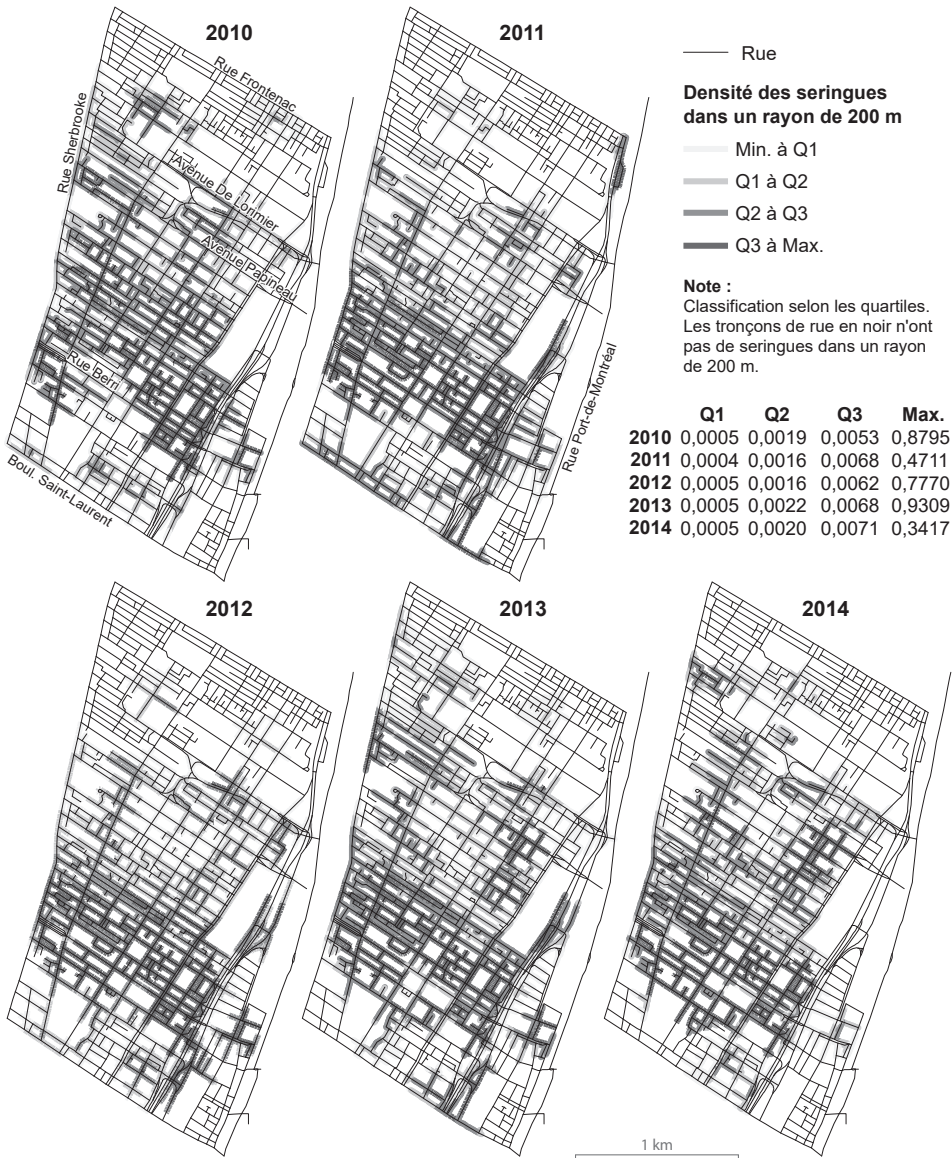


Figure 4 Le NKDE avec un rayon d'influence de 100 mètres pour les années 2010 à 2014



Conception: Apparicio et Lesage-Mann, 2016
Source: Géobase de Montréal, 2016; Spectre de rue, 2010-2014

Figure 5 Le NKDE avec un rayon d'influence de 200 mètres pour les années 2010 à 2014



Conception : Apparicio et Lesage-Mann, 2016
Source : Géobase de Montréal, 2016; Spectre de rue, 2010-2014

Figure 6 Le ILINCS avec une matrice de distance réticulaire de 200 mètres pour les années 2010 à 2014



* Définition des agrégats spatiaux avec un seuil de signification à 5% :
 HH (valeur forte dans un contexte de valeurs fortes), LL (valeur faible dans un contexte de valeurs faibles),
 LH (valeur faible dans un contexte de valeurs fortes), HL (valeur forte dans un contexte de valeurs faibles).

Conception: Apparicio et Lesage-Mann, 2016
 Source: Géobase de Montréal, 2016; Spectre de rue, 2010-2014

Figure 7 Le ILINCS avec une matrice de distance réticulaire de 300 mètres pour les années 2010 à 2014



* Définition des agrégats spatiaux avec un seuil de signification à 5% :

HH (valeur forte dans un contexte de valeurs fortes), LL (valeur faible dans un contexte de valeurs faibles),

LH (valeur faible dans un contexte de valeurs fortes), HL (valeur forte dans un contexte de valeurs faibles).

Conception: Apparcio et Lesage-Mann, 2016

Source: Géobase de Montréal, 2016; Spectre de rue, 2010-2014

La répartition du nombre de segments selon les différents types d'agrégats spatiaux est reportée au tableau 1 pour les années 2010 à 2014, avec des seuils de distance de 200 et 300 m. On observe une variation assez importante du nombre de segments non significatifs, variant de 50,58 % à 89,51 %. Les segments classifiés *low-low* représentent toujours une part plus importante (de 5,99 % à 38,61 %) que les trois autres types d'agrégats spatiaux réunis (HH, LH, HL). Une part importante des segments signifie donc qu'aucune ou peu de seringues y ont été ramassées. À l'inverse, le nombre de segments classifiés comme étant des points chauds est relativement faible, soit de 10 à 46 (0,53 % à 2,44 %). Quant aux segments de type *high-low*, ils représentent moins de 1 % de l'ensemble du jeu de données. Autrement dit, les points chauds sont relativement peu présents sur le territoire d'étude.

Tableau 1 Nombre de segments de rue d'après les différents types d'agrégats spatiaux selon la méthode ILINCS à 200 et 300 m (au seuil de signification de 5%)

ILINCS à 200 m*	2010	2011	2012	2013	2014
HH (point chaud)	10 (0,53)	35 (1,85)	17 (0,90)	14 (0,74)	17 (0,90)
LL (point froid)	677 (35,86)	555 (29,40)	599 (31,73)	289 (15,31)	113 (5,99)
LH	74 (3,92)	109 (5,77)	82 (4,34)	88 (4,66)	60 (3,18)
HL	9 (0,48)	10 (0,53)	4 (0,21)	6 (0,32)	8 (0,42)
Non significatif (P>0,05)	1118 (59,22)	1179 (62,45)	1186 (62,82)	1491 (78,97)	1690 (89,51)
Total	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)
ILINCS à 300 m*	2010	2011	2012	2013	2014
HH (point chaud)	16 (0,85)	46 (2,44)	17 (0,90)	14 (0,74)	24 (1,27)
LL (point froid)	628 (33,26)	729 (38,61)	663 (35,12)	519 (27,49)	483 (25,58)
LH	105 (5,56)	149 (7,89)	114 (6,04)	81 (4,29)	110 (5,83)
HL	9 (0,48)	9 (0,48)	6 (0,32)	5 (0,26)	7 (0,37)
Non significatif (P>0,05)	1130 (59,85)	955 (50,58)	1088 (57,63)	1269 (67,21)	1264 (66,95)
Total	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)	1888 (100,00)

* Les chiffres entre parenthèses indiquent les pourcentages.
Liste des abréviations des agrégats spatiaux avec un seuil de signification à 5% : à HH (high-high) = valeur forte dans un contexte de valeurs fortes ; LL (low-low) = valeur faible dans un contexte de valeurs faibles ; LH (low-high) = valeur faible dans un contexte de valeurs fortes ; HL (high-low) = valeur forte dans un contexte de valeurs faibles.

Conception : Aparicio et Lesage-Mann, 2016

Discussion

Comparativement aux études antérieures sur Montréal (De Montigny, 2010, 2011), nos résultats ont révélé l'existence de trois principales zones à forte densité de seringues, qui sont d'ailleurs relativement stables durant la période : 1) un secteur délimité par les rues Sanguinet et Montcalm, d'ouest en est, et la rue Sherbrooke et le carré Viger, du nord au sud ; 2) sous le pont Jacques-Cartier et 3) aux abords de la rue Notre-Dame Est. Plusieurs éléments peuvent être avancés pour expliquer ces points chauds. D'abord, la majorité des services desservant les UDI se situent principalement dans la partie ouest du territoire d'étude. Tel que signalé par Green *et al.* (2003), les UDI visent toujours à minimiser la distance entre le lieu d'acquisition et le lieu d'injection, ce qui correspond davantage à la partie plus à l'ouest, c'est-à-dire les zones plus commerciales avec une concentration plus importante de bars. À cela s'ajoute la présence de nombreuses ruelles, de parcs, de lots vacants – soit des endroits relativement isolés – comparativement au reste du quartier Centre-Sud. La présence de terrains isolés sous le pont Jacques-Cartier et aux abords de la rue Notre-Dame Est attire aussi de nombreux UDI.

Les résultats présentés ici devraient certainement intéresser les acteurs en santé publique. En effet, l'approche méthodologique développée dans cet article (combinant le NKDE et ILINCS) constitue un outil fort pertinent pour la surveillance en santé publique de la distribution de seringues souillées. Une telle approche pourrait être utilisée à chaque année afin de localiser les agrégats spatiaux, de vérifier s'ils sont stables d'une année à l'autre. Toutefois, la principale contrainte de cette approche est la difficulté de spatialiser précisément les seringues. Par conséquent, notre équipe a conçu et fourni gratuitement à l'organisme Spectre de rue un outil convivial facilitant la collecte et le transfert de données. Concrètement, depuis l'automne 2016, lors des collectes, les intervenants de cet organisme utilisent un téléphone intelligent : les coordonnées X et Y sont alors prises automatiquement par le GPS du téléphone. Les collecteurs remplissent ensuite un court formulaire pour indiquer le nombre de seringues ramassées. Une fois la collecte terminée, les données sont transférées dans une base de données. À moyen terme, si plusieurs organismes et acteurs-clés du milieu utilisaient cet outil, on obtiendrait un portrait plus précis de la localisation des seringues à la traîne dans le quartier, voire dans l'ensemble de la ville de Montréal.

Un autre élément de discussion intéressant concerne la stabilité temporelle des points chauds. Bien qu'ils soient relativement stables durant les cinq années d'observation (2010-2014), il est possible que les points chauds aient connu certaines modifications depuis. En effet, deux endroits prisés par les consommateurs de drogue injectable ont récemment subi des transformations importantes. Il s'agit de la place Émilie-Gamelin, qui a fait l'objet de travaux au début de la saison 2015 pour l'aménagement de terrasses, et le carré Viger, où des travaux ont été réalisés au printemps et à l'été 2016. D'autres événements pourraient aussi modifier la localisation des points chauds à l'avenir, comme les festivités entourant le 375^e de Montréal ainsi que l'ouverture des sites d'injection supervisée, d'où la nécessité d'un outil et d'une approche méthodologique performants et rapides pour détecter les agrégats spatiaux.

D'autres raisons justifient aussi la pertinence de localiser ces agrégats, notamment une optimisation des boîtes de dépôt public. En effet, une meilleure localisation de ces boîtes pourrait également conduire à une diminution des seringues à la traîne et donc à une réduction des risques de transmission de certaines maladies comme le SIDA et les hépatites B et C. De plus, cela contribuerait à réduire le nombre de piqûres accidentelles qui, en plus d'engendrer des coûts, ont des impacts psychologiques sérieux pour les victimes dans l'attente des résultats de leurs tests sanguins. En outre, une diminution des seringues à la traîne améliorerait sans doute l'image des quartiers confrontés à ce problème. Certains secteurs des quartiers touchés connaissent actuellement un processus de *gentrification* amenant des nouveaux arrivants qui ne sont pas nécessairement habitués au problème de la consommation de drogues et des seringues souillées. De plus, la réappropriation de l'espace public par ces résidents, comme dans le cas des ruelles vertes, peut parfois mener à des conflits lorsque des seringues sont trouvées.

Finalement, une meilleure connaissance des agrégats spatiaux et de leur évolution temporelle permettrait de mieux connaître les lieux fréquentés par les UDI, soit une population difficilement joignable, car trop souvent marginalisée. Ainsi, les organismes communautaires pourraient plus facilement leur offrir des services dans la rue, notamment la distribution de matériel stérile.



Conclusion

Le recours à deux méthodes d'analyse spatiale basées sur la distance réticulaire (NKDE et ILINCS) a permis de localiser les agrégats spatiaux des seringues souillées abandonnées dans le quartier Centre-Sud de Montréal. L'utilisation conjointe de ces deux méthodes a aussi permis de montrer leur complémentarité, l'une localisant les fortes densités de seringues (NKDE) et l'autre situant à la fois les points chauds et les points froids significatifs à 5% (ILINCS). Or, jusqu'à présent, ces deux méthodes avaient principalement été utilisées dans le cadre d'études portant sur les accidents routiers. Nos résultats démontrent la pertinence d'y avoir recours pour analyser la distribution spatiale d'événements de santé ou de criminalité en contexte urbain, et ce, surtout dans les quartiers centraux caractérisés par une forte densité du réseau routier. Puisqu'il est désormais aisé de disposer d'un fichier de réseau de rues, il serait par conséquent regrettable de ne pas utiliser ces deux méthodes au lieu des méthodes classiques, moins précises, car basées sur la distance euclidienne. Toutefois, dans le cas de l'analyse de seringues souillées, cela nécessite d'ajouter les ruelles au réseau de rues. Cette étape cruciale, relativement simple à réaliser, permet d'avoir des analyses plus précises.

L'utilisation des méthodes d'analyse spatiale s'est avérée fort pertinente pour décrire la géographie des seringues à la traîne à Montréal, ce qui ouvre la voie à des travaux futurs. Tout d'abord, la densité des seringues souillées obtenue par tronçon de rue avec le NKDE pourrait être introduite comme variable dépendante dans un modèle de régression multiple ou Tobit. Aussi, les catégories d'agrégats obtenues avec la méthode ILINCS (HH, LL, HL, LH et non significatifs) pourraient être introduites dans un modèle de régression logistique multinomiale. Pour ces modèles, à l'instar de De Montigny *et al.* (2011), plusieurs variables indépendantes relatives aux caractéristiques de l'environnement urbain et social permettraient de déterminer celles qui sont les plus associées significativement à une forte densité de seringues ou à la présence d'un point chaud ou froid. Dans d'autres travaux, il conviendrait de mieux comprendre cette géographie en analysant la mobilité des UDI, ses déterminants et ses impacts, en recourant cette fois à des méthodologies qualitatives.

Remerciements

Cet article n'aurait pas été possible sans la collaboration précieuse de l'organisme communautaire Spectre de rue.

Bibliographie

- ANSELIN, Luc (1995) Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, vol. 27, n°2, p. 93-115.
- BAILEY, Trevor C. et GATRELL, Anthony C. (1995) *Interactive spatial data analysis*. Essex, Longman Scientific & Technical.
- BORRUSO, Giuseppe (2005) Network density estimation: Analysis of point patterns over a network. Dans Colletif, *Computational science and its applications – ICCSA 2005*. Berlin, Springer-Verlag, p. 126-132.
- CDC (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION) (1998) *National HIV prevalence surveys. 1997 summary*. Atlanta, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- CHAINEY, Spencer, TOMPSON, Lisa, et UHLIG, Sebastian (2008) The utility of hotspot mapping for predicting spatial patterns of crime. *Security Journal*, vol. 21, n°1, p. 4-28.
- CLELAND, Charles M., DEREN, Sherry, FULLER, Crystal M., BLANEY, Shannon, McMAHON, James M., TORTU, Stephanie, DES JARLAIS, Don C. et VLAHOV, David (2007) Syringe disposal among injection drug users in Harlem and the Bronx during the New York State Expanded Syringe Access Demonstration Program. *Health Education & Behavior*, vol. 34, n°2, p. 390-403.
- DABIN, Davie, DICKENS, Christiane et WOUTERS, Paul (2013) Estimateur de densité à noyau. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, vol. 770, p. 21-31.
- DEKONINCK, Marc et LAGRANGE, Véronique (2014) *Rapport sur la situation de la consommation de drogue par injection à Québec et sur la pertinence d'offrir des services d'injection supervisée*. Québec, Centre de santé et de services sociaux de la Vieille-Capitale.
- DE MONTIGNY, Luc, MOUDON, Anne Vernez, LEIGH, Barbara C. et KIM, Sun-Young (2010) Assessing a drop box programme: A spatial analysis of discarded needles. *International Journal of Drug Policy*, vol. 21, n°3, p. 208-214.
- DE MONTIGNY, Luc, MOUDON, Anne Vernez, LEIGH, Barbara C. et KIM, Sun-Young (2011) A spatial analysis of the physical and social environmental correlates of discarded needles. *Health & Place*, vol. 17, n°3, p. 757-766.
- DUBÉ, Jean et LEGROS, Diego (2014) *Économétrie spatiale appliquée des microdonnées*. Londres, ISTE Editions
- GALEA, Sandro, RUDENSTINE, Sasha et VLAHOV, David (2005) Drug use, misuse, and the urban environment. *Drug and Alcohol Review*, vol. 24, n°2, p. 127-136.
- GARCÍA-ALGAR, Óscar et VALL, Oriol (1997) Hepatitis B virus infection from a needle stick. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, vol. 16, n°11, p. 1099.
- GIBIN, Maurizio, LONGLEY, Paul et ATKINSON, Phil (2007) Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas. *GIScience Research UK Conference*, Maynooth, 11-13 avril 2007.
- GOLUB, Elizabeth T., BARETA, Joseph C., MEHTA, Shruti H., McCALL, Lisa D., VLAHOV, David et STRATHDEE, Steffanie A. (2005) Correlates of unsafe syringe acquisition and disposal among injection drug users in Baltimore, Maryland. *Substance Use and Misuse*, vol. 40, n°12, p. 1751-1764.
- GREEN, Traci, HANKINS, Catherine, PALMER, Darlène, BOIVIN, Jean-François et PLATT, Robert (2003) Ascertaining the need for a supervised injecting facility (SIF): The burden of public injecting in Montreal, Canada. *Journal of Drug Issues*, vol. 33, n°3, p. 713-731.



- GROUPE DE TRAVAUX SUR LA RÉCUPÉRATION DES SERINGUES USAGÉES AU QUÉBEC (2005) *La récupération des seringues et des aiguilles usagées : une responsabilité à partager Canada*. Québec, Directeur des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux.
- HOLMBERG, Scott D. (1996) The estimated prevalence and incidence of HIV in 96 large US metropolitan areas. *American Journal of Public Health*, vol. 86, n°5, p. 642-654.
- HWANG, Myung-Hwas et WINSLOW, Andrew (2012) *User manual for GeoDaNet: Spatial analysis on undirected networks*. Tempe, Arizona State University, GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation, document de travail.
- INNES, Martin (2004) Signal crimes and signal disorders: Notes on deviance as communicative action. *The British Journal of Sociology*, vol. 55, n°3, p. 335-355.
- KULLDORFF, Martin (1997) A spatial scan statistic. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, vol. 26, n°6, p. 1481-1496.
- LECLERC, Pascale, FALL, Aïssatou et MORISSETTE, Carole (2013) *Estimation de la taille et caractérisation de la population utilisatrice de drogues par injection à Montréal*. Montréal, Direction de la santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.
- LECLERC, Pascale, TREMBLAY, Claude et MORISSETTE, Carole (2007) *Monitoring des centres d'accès au matériel stérile d'injection. Rapport régional : avril 2007 à mars 2008*. Montréal, Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.
- LESSARD, Richard et MORRISSETTE, Carole (2011) *Vers un service d'injection supervisée. Rapport de l'étude de faisabilité sur l'implantation d'une offre régionale de services d'injection supervisée à Montréal*. Montréal, Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.
- LIBOIS, Agnès, FUMERO, Emilio F., CASTRO, Pedro, NOMDEDEU, Meritxell, CRUCETA, Anna, GATELL, José Maria et GARCIA, Felipe (2005) Transmission of hepatitis C virus by discarded-needle injury. *Clinical Infectious Diseases*, vol. 41, n°1, p. 129-130.
- O'LEARY, Fenton M. et GREEN, Timothy C. (2003) Community acquired needlestick injuries in non-health care workers presenting to an urban emergency department. *Emergency Medicine Australasia*, vol. 15, n°5-6, p. 434-440.
- O'SULLIVAN, David et UNWIN, David J. (2002) *Geographic information analysis*. Hoboken, John Wiley & Sons.
- O'SULLIVAN, David et WONG, David W. (2007) A surface-based approach to measuring spatial segregation. *Geographical Analysis*, vol. 39, n°2, p. 147-168.
- OKABE, Atsuyuki, OKUNUKI, Kei-ichi et SHIODE, Shino (2006) SANET: A toolbox for spatial analysis on a network. *Geographical Analysis*, vol. 38, n°1, p. 57-66.
- OKABE, Atsuyuki, SATOH, Toshiaki et SUGIHARA, Kokichi (2009) A kernel density estimation method for networks, its computational method and a GIS-based tool. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 23, n°1, p. 7-32.
- PARKIN, Stephen et COOMBER, Ross (2011) Injecting drug user views (and experiences) of drug-related litter bins in public places: A comparative study of qualitative research findings obtained from UK settings. *Health & place*, vol. 17, n°6, p. 1218-1227.
- PIRES, Alvaro P. (1994) La criminalité : enjeux épistémologiques, théoriques et éthiques. Dans Fernand Dumont, Simon Langlois et Yves Martin (dir.) *Traité des problèmes sociaux*. Montréal, Institut québécois de recherche sur la culture, p. 247-277.
- (MSSS) (MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX) (2015) *Système intégré de récupération des seringues et des aiguilles usagées (SIRSAU)*. Québec, Gouvernement du Québec.

- RENÉ, Marie-Claude (2001) *Portrait national de la gestion de l'accès au matériel d'injection et de la récupération des seringues Canada. Rapport d'enquête*. Québec, Institut national de santé publique du Québec.
- SCHABENBERGER, Olivia et GOTWAY, Carol A. (2004) *Statistical methods for spatial data analysis*. Boca Raton, Chapman & Hall/CRC Press.
- SHERMAN, Susan, RUSCH, Melanie et GOLUB, Elizabeth T. (2004) Correlates of safe syringe acquisition and disposal practices among young IDUs: Broadening our notion of risk. *Journal of Drug Issues*, vol. 34, n°4, p. 895-912.
- SILVERMAN, Bernard W. (1986) *Density estimation for statistics and data analysis*. Boca Raton, CRC Press.
- SMITH, Susan C. et BRUCE, Christopher W. (2008) *Crime Stat III: Userbook*. Washington, National Institute of Justice.
- TANGO, Toshiro et TAKAHASHI, Kunihiro (2005) A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters. *International Journal of Health Geographics*, vol. 4, n°1, p. 1-11.
- TOMS, Silas (2015) *ArcPy and ArcGIS – Geospatial analysis with Python*. Birmingham, Packt Publishing.
- TRUONG, Long Tien et SOMENAHALLI, Sekhar V. C. (2011) Using GIS to identify pedestrian-vehicle crash hot spots and unsafe bus stops. *Journal of Public Transportation*, vol. 14, n°1, p. 99-114.
- WEEKES, John et CUMBERLAND, Karen (2004) *FAQ sur les programmes d'échange de seringues*. Ottawa, Centre canadien de lutte contre l'alcoolisme et les toxicomanies.
- XIE, Zhixiao et YAN, Jun (2008) Kernel density estimation of traffic accidents in a network space. *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 32, n°5, p. 396-406.
- YAMADA, Ikuho et THILL, Jean-Claude (2010) Local indicators of network-constrained clusters in spatial patterns represented by a link attribute. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 100, n°2, p. 269-285.
- YAMADA, Ikuho et THILL, Jean-Claude (2007) Local indicators of network-constrained clusters in spatial point patterns. *Geographical Analysis*, vol. 39, n°3, p. 268-292.

