





**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC  
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CENTRE – URBANISATION CULTURE SOCIÉTÉ**

**GÉOGRAPHIE DU CANNABIS AU QUÉBEC**

**La culture en avant-plan**

Par

**Véronique CHADILLON-FARINACCI**

Bachelière ès sciences , B.Sc.

Mémoire présenté pour obtenir le grade de

Maître ès sciences, M.Sc.

**Maîtrise en études urbaines**

Programme offert conjointement par l'INRS et l'UQAM

Juillet 2013

Ce mémoire intitulé

# **GÉOGRAPHIE DU CANNABIS AU QUÉBEC**

**La culture en avant-plan**

et présenté par

**Véronique CHADILLON-FARINACCI**

a été évalué par un jury composé de

M. MARTIN BOUCHARD, examinateur externe, Simon Fraser University

M. Richard SHEARMUR, examinateur interne, Centre Urbanisation Culture et Société de  
l'INRS

M. Philippe APPARICIO, directeur de recherche, Centre Urbanisation Culture et Société  
de l'INRS

M. Carlo MORSELLI, codirecteur de recherche, École de criminologie de l'Université de  
Montréal

## RÉSUMÉ

L'objectif du mémoire est de décrire la spatialité des crimes liés au cannabis au Québec en portant une attention particulière à la culture en terre et hydroponique. Le mémoire comprend deux articles qui ont été soumis à des revues avec comité de lecture. Dans le cadre du premier article, nous décrivons les distributions spatiales des crimes des différentes étapes de la chaîne de commodité du cannabis au Québec – production, trafic, consommation –, puis nous les comparons. Dans le cas du second, nous tentons de comprendre les distributions temporelles et spatiales de la culture du cannabis en terre et hydroponique sur près d'une décennie (2001-2009).

### **Résumé du 1<sup>er</sup> article intitulé « Géographie du cannabis au Québec : du producteur au consommateur » (Chapitre 3)**

Dans la dernière décennie, l'analyse spatiale utilisant des SIG a surtout été utilisée pour décrire la répartition des crimes violents et contre la propriété. Par contre, peu d'études se sont intéressées à la répartition des crimes liés aux drogues à l'échelle régionale, surtout dans une perspective de marché et de chaîne des commodités. Notre étude porte sur le marché du cannabis, la drogue la plus consommée au Canada et connue pour être localisée à proximité de ses consommateurs. L'objectif est ici d'identifier ses concentrations spatiales et de comparer les crimes liés à la culture, au trafic et à la possession de 1999 à 2009 à l'aide de données d'arrestation fournies par la Sureté du Québec. Pour ce faire, nous mobilisons les statistiques de balayage de Kulldorff afin d'identifier les agrégats spatiaux pour ces trois types de crimes. Nos résultats indiquent que la culture tend à être l'infraction la plus concentrée spatialement, tandis que le trafic est plus dispersé. Pour ce qui est de la possession de cannabis, ses risques sont globalement plus faibles que les deux autres infractions.

Mots-clés : Analyse spatiale, statistiques de balayage, cannabis, chaîne de commodité, économie régionale

## **Résumé du 2<sup>e</sup> article intitulé « La culture de cannabis au Québec : entre les points chauds et les points froids dans le temps et dans l'espace » (Chapitre 4)**

Qu'elle soit en terre ou hydroponique, la culture du cannabis est un crime connu pour son caractère local. Des caractéristiques telles que le climat de la région et l'équipement nécessaire peuvent influencer l'accessibilité générale ou attirer différents types de délinquants sensibles aux bénéfices potentiels découlant de la plantation. En parallèle, la localisation des cultures, notamment des cultures hydroponiques, suggère une certaine proximité au marché à travers les zones rurales et semi-urbaines, tout en évitant la détection par les forces de l'ordre. Cet article vise à identifier les agrégats temporels et spatiaux de culture du cannabis, incluant ses points chauds et ses points froids, au cours de différentes périodes entre 2001 et 2009 dans la province de Québec, Canada. Nous examinons également la stabilité des agrégats identifiés. L'intérêt de l'étude de la géographie de la criminalité n'est pas récent, mais les points froids sont rarement étudiés en criminologie. En utilisant des arrestations et des données générales de population ainsi que les statistiques d'analyse de Kulldorff, les résultats montrent que la distribution temporelle de la culture du cannabis en terre est très saisonnière et quelque peu variable pour la production hydroponique. Les deux distributions spatiales se montrent stables. Les points chauds pour la culture en terre se situent à proximité de nombreux centres urbains et de la frontière ontarienne. L'apparition d'un nouveau point chaud suggère l'émergence d'une demande américaine de cannabis hydroponique entre 2007 et 2009. La région de Montréal est un point froid récurrent et stable pour les deux méthodes de culture. Pour toutes les périodes, les agrégats de la culture de cannabis en terre sont plus forts que ceux trouvés que ceux de la culture hydroponique. Nous discutons des différences temporelles et spatiales ainsi que des similitudes entre la culture en terre et la culture hydroponique. Le rôle de la métropole est également abordé.

Mots-clés : Analyse spatiale, statistiques de balayage, cannabis, production de drogue, économie régionale

## ABSTRACT

The aim of the master's thesis is to describe the spatiality of cannabis-related crimes in Quebec with particular attention to soil-based and hydroponic cultivation. The document contains two articles that have been submitted to peer-reviewed journals. The first article describes the spatial distribution of cannabis-related crimes in Quebec in regards to its commodity chain - production, trafficking, consumption - and then compares the different steps. In the second article, we try to understand the temporal and spatial distributions of soil-based and hydroponic cannabis cultivation on nearly a decade (2001-2009).

### **Abstract of the first article entitled "Geography of cannabis in Quebec: from producer to consumer" (Chapter 3)**

During the last decade, spatial analysis and GIS have been largely used to explore the spatial distribution of violent and property crimes. In contrast, there have been few studies exploring the geographic aspect of drug-crimes, particularly in a market and commodity chain perspective. The aim of this article is to analyze the spatial distribution of crimes related to cannabis, the most consumed drug in Canada. To do so, we retain cultivation, traffic and possession as the drug-crimes leading to the consumers. Although it is generally accepted in the literature that drug markets tend to be concentrated spatially to the location of their potential clientele, it is unclear whether this trend is rather localized in certain areas, whether rural or urban. The arrest data are provided by the *Sûreté du Québec* (law enforcement) over an eleven year period (1999-2009). To detect purely spatial high incidence areas (i.e. hotspots) for the production, traffic and possession, we used the Kulldorff's spatial scan statistics. Our results indicate that cannabis cultivation tends to be more concentrated spatially offense of all three, while traffic is more dispersed. Regarding cannabis possession, its risks are lower.

Keywords: Spatial analysis, scan statistics, cannabis, commodity chain, regional economy

### **Abstract of the second article entitled "Cannabis cultivation in Quebec : between space-time hotspots and coldspots" (Chapter 4)**

Cannabis cultivation has become increasingly localized, whether through soil-based or hydroponic growing methods. Characteristics such as climate sensitivity and necessary equipment may influence general accessibility or attract different types of offenders based on

potential profits. The localization of crops, especially hydroponic crops, suggests a certain proximity to its market via rural and semi-urban areas while avoiding detection. This article examines the stability of clusters of cannabis cultivation, hotspots, and coldspots between 2001 and 2009 in the province of Quebec, Canada. Studying the geography of crime is not new, but coldspots are rarely documented in drug market research. Using arrests and general population data, as well as Kulldorff's scan statistics, results show that the temporal distribution of cannabis cultivation is highly seasonal for soil-based and somewhat variable for hydroponic production. Stable patterns are found for both spatial distributions. Hotspots for soil-based cultivation are found in proximity to numerous urban centers and the Ontario border. For hydroponic cannabis cultivation, a new hotspot suggests the emergence of an American demand for Quebec cannabis between 2007 and 2009. Curiously, the region surrounding Montreal, Quebec's largest urban centre, is a recurrent and stable coldspot for both methods of cultivation. For all periods, soil-based spatial clusters are stronger than those found in the hydroponic context. We discuss the temporal differences and spatial similarities between soil-based cultivation and hydroponic cultivation. The role of the metropolis is also addressed.

Keywords: Spatial analysis, scan statistics, cannabis, drug production, regional economy

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes m'ont appuyée tout au long de la maîtrise et particulièrement lors de la réalisation de ce mémoire. Je souhaite les remercier en commençant par mon directeur de recherche, Philippe Apparicio, qui m'a encadré avec patience et humour. Je le remercie particulièrement de m'avoir offert l'opportunité de m'intégrer dans cette formidable équipe qu'est le Laboratoire d'Analyse Spatiale et d'Économie Régionale (LASER) – et plus généralement pour m'avoir intégrée au monde de la recherche. Philippe Apparicio m'a également appris à travailler comme personne ne l'a fait auparavant et je le remercie de m'avoir transmis ses méthodes de travail des plus rigoureuses.

Ensuite, j'aimerais remercier mon codirecteur de recherche, Carlo Morselli, qui par son ouverture d'esprit et sa créativité m'a grandement encouragée à explorer un autre domaine d'étude. Il a critiqué mes idées de façon constructive tout en laissant libre cours à mes projets.

Un grand merci à mes collègues du centre Urbanisation Culture et Société de l'INRS. Vous m'avez inspirée à votre manière et parfois même émue par votre humanité.

Encore merci à mes amis qui m'ont parfois demandé de résumer mes travaux dans des moments impromptus – spécialement Maxime Prévost-Desjardins qui m'a suivi et encouragé du début à la fin.

Et les remerciements continuent : à mes familles, Chadillon et Farinacci, incluant Alvaro, Ginette, Jeanne-d'Arc et Liza, qui ont toujours cru que j'allais réussir dans tout ce que j'entreprendrais et qui ont eu la sensibilité de me l'exprimer quand j'en avais besoin.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>xv</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>xv</b>
<b>Liste des abréviations et des sigles</b> .....	<b>xvi</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Revue de littérature et problématique</b> .....	<b>5</b>
1.1. L'analyse spatiale en criminologie .....	5
1.1.1. <i>Brève chronologie de l'analyse spatiale appliquée à la criminologie</i> .....	5
1.1.2. <i>Concepts et mesures d'analyse spatiale en criminologie</i> .....	6
1.2. La production de cannabis : deux types de culture .....	12
1.2.1. <i>Le cannabis en terre</i> .....	13
1.2.2. <i>Le cannabis hydroponique</i> .....	13
1.3. Des caractéristiques communes aux deux types de culture .....	14
1.3.1. <i>Facile et particulièrement « accessible »</i> .....	15
1.3.2. <i>Une activité lucrative</i> .....	16
1.3.3. <i>La culture à proximité de son marché</i> .....	18
1.4. Objectifs, questions et hypothèses de recherche .....	19
1.5. Conclusion .....	21
<b>Chapitre 2 : Méthodologie</b> .....	<b>22</b>
2.1. Les données .....	22
2.1.1. <i>Données de cas</i> .....	22
2.1.2. <i>Données de population</i> .....	24
2.1.3. <i>Données de coordonnées cartésiennes</i> .....	24
2.1.4. <i>Contrôle de l'effet de l'âge et du genre</i> .....	24
2.1.5. <i>Les principales limites des données</i> .....	25
2.2. Méthodes : Les statistiques de balayage de Kulldorff .....	27
2.2.1. <i>Les statistiques de balayage de Kulldorff : Principes de base</i> .....	27
2.2.2. <i>Les principales limites de la méthode</i> .....	29

2.3. Traitement des données .....	30
2.4. Pertinence sociale et scientifique .....	31
2.5. Conclusion .....	31
<b>Chapitre 3 : Géographie du cannabis au Québec : du producteur au consommateur.....</b>	<b>33</b>
3.1. Revue de littérature .....	34
3.1.1. <i>Les crimes liés aux drogues et l'analyse spatiale</i> .....	34
3.1.2. <i>Vers une géographie du marché</i> .....	35
3.1.3. <i>Questions et hypothèses de recherche</i> .....	36
3.2. Méthodologie .....	37
3.2.1. <i>Données</i> .....	37
3.2.2. <i>Bref retour sur les méthodes de détection d'agrégats spatiaux</i> .....	38
3.2.3. <i>Description des statistiques de balayage de Kulldorff</i> .....	39
3.3. Résultats.....	42
3.3.1. <i>Culture</i> .....	42
3.3.2. <i>Trafic et possession</i> .....	43
3.3.3. <i>Comparaison des trois types de crimes</i> .....	45
3.4. Discussion des résultats .....	45
3.4.1. <i>La culture de cannabis : une « production locale »</i> .....	45
3.4.2. <i>Le défi des trafiquants : l'approvisionnement des régions les moins peuplées</i> .....	46
3.4.3. <i>La possession : un phénomène banalisé?</i> .....	47
Conclusion .....	47
<b>Chapitre 4 : Cannabis cultivation in Quebec : between space-time hotspots and coldspots</b> .....	<b>49</b>
4.1. Cultivations and characteristics .....	49
4.2. The market logic behind cannabis cultivation .....	50
4.3. Theoretical background: Von Thünen's land rent theory .....	51
4.4. Clusters as hotspots and coldspots .....	52
4.5. Objective and research questions .....	54

4.6. Data and Methods .....	55
4.7. Statistical Method .....	56
4.7.1. <i>Kulldorff's scan statistics</i> .....	56
4.7.2. <i>Kulldorff's scan statistics processing our data</i> .....	57
4.8. Results.....	58
4.8.1. <i>Understanding the purely temporal distribution of cannabis cultivation</i> .....	58
4.8.2. <i>Comprehending the purely spatial distribution of cannabis cultivation</i> .....	60
4.9. Discussion .....	68
4.9.1. <i>Hotspots showing two types of firms</i> .....	68
4.9.2. <i>All cities are not equal: the "metropolitan effect"</i> .....	69
<b>Chapitre 5 : Discussion</b> .....	<b>71</b>
5.1. Regards sur les crimes liés au cannabis : culture, trafic et possession.....	71
5.1.1. <i>La culture du cannabis au Québec : spécialité régionale</i> .....	71
5.1.2. <i>Le trafic et le défi des régions éloignées</i> .....	72
5.1.3. <i>La possession et sa banalisation</i> .....	73
5.2. Analyse spécifique des cultures de cannabis en terre et hydroponique.....	74
5.2.1. <i>Des dynamiques différentes</i> .....	74
5.2.2. <i>« L'effet métropolitain »</i> .....	77
<b>Conclusion</b> .....	<b>79</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>81</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Caractéristiques mis en relation avec les deux types de culture.....	14
Tableau 1.2 : Hypothèses de recherche mises en relation avec la spatialité et la temporalité selon la méthode de culture .....	20
Tableau 3.1 : Analyse des agrégats spatiaux des crimes liés au cannabis selon le motif de l'arrestation (1999-2009) .....	40
Table 4.1 : Kulldorff's purely temporal analysis for soil-based and hydroponic cultivation.....	57
Table 4.2 : Kulldorff's purely spatial analysis for soil-based cultivation .....	60
Table 4.3 : Kulldorff's purely spatial analysis for hydroponic cultivation.....	63

## LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 : Agrégats spatiaux identifiés par la statistique de Kulldorff pour les trois types crimes liés au cannabis.....	42
Figure 4.1 : Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for both methods of cannabis cultivation for the period including 2001 to 2009 ( $T_{all}$ ) .....	59
Figure 4.2 : Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for soil-based cannabis cultivation for the three subperiods ( $T_1$ , $T_2$ and $T_3$ ).....	61
Figure 4.3 : Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for hydroponic cannabis cultivation for the three subperiods ( $T_1$ , $T_2$ and $T_3$ ).....	64

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES**

GRC	Gendarmerie royale du Canada
MAUP	Modifiable Areal Unit Problem
MIP	Module d'information policière
ONU DC	Office des Nations unies contre la drogue et le crime
SDR	Subdivision de recensement
SIG	Système d'information géographique
SQ	Sûreté du Québec

## INTRODUCTION

Plusieurs rapports produits par l'*Office des Nations unies contre la drogue et le crime* (ONUDC) rapportent que le cannabis est la drogue la plus consommée à travers le monde (ONUDC 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Particulièrement au Canada, on recense que la proportion de personnes qui ont fait usage de cannabis au cours de leur vie a presque doublé en quinze ans, passant de 33,6 % à 61,4 % de 1989 à 2004. À l'heure actuelle, près d'un Canadien sur dix en consomme quotidiennement (Adlaf, Bégin et Sawka 2005). Devant cette importante hausse de la consommation autorévolée, on peut penser que le cannabis est moins stigmatisant lorsque comparé aux autres drogues. Une certaine banalisation de la substance a été portée à l'attention de Brochu et al. (2011) qui ont étudié notamment les opinions au sujet des mesures de répression des crimes liés à la possession de cannabis au Canada. Dans l'ensemble, elles sont jugées excessives, voir ridicules par les consommateurs.

La banalisation du cannabis ne concerne pas uniquement sa possession. Les avis sur la culture de cannabis sont mitigés dans certaines communautés qui admettent des retombées économiques potentielles positives dans leur région (Alain et al. 2011). Certains auteurs se préoccupent de son impact sur les taux d'absentéisme de jeunes Québécois au secondaire, car plusieurs obtiennent une rémunération pour leur travail d'employés de soutien, de spécialistes voire même de mariculteurs-délinquants pendant la période des récoltes en septembre (Alain et al. 2011).

L'ubiquité du cannabis au Canada s'explique partiellement par le fait qu'il s'agit d'une drogue accessible et susceptible de générer des revenus aux délinquants, qu'ils soient trafiquants ou mariculteurs. Nous nous questionnons sur l'existence d'une logique de marché du cannabis. Dans le cadre de ce mémoire, nous abordons la spatialité de la chaîne de commodité du cannabis en particulier sa culture au Québec. Certains auteurs avancent l'idée que le Québec fournisse en partie le reste du Canada, mais surtout les États-Unis qui représentent un plus grand nombre de consommateurs (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010).

Plus généralement, la production de drogues implique une dimension géostratégique. Dans le cas du cannabis, elle comprend une certaine proximité à la demande afin d'une part, d'y répondre le plus efficacement que possible et, d'autre part de minimiser les risques de se faire repérer par d'autres incluant les forces de l'ordre. Cet enjeu de localisation peut être expliqué en d'autres mots à travers la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826) énonçant que la production n'est rentable qu'à une certaine distance du marché. En dehors de cette distance,

soit le coût foncier, soit le coût de transport devient trop élevé. Conséquemment, la production n'est pas rentable. Appliquée à la culture du cannabis, la proximité aux consommateurs implique un rapprochement aux centres urbains dans les zones périurbaines et aux frontières avec d'autres territoires.

Nous proposons d'utiliser principalement les méthodes d'analyses spatiales largement employées en études urbaines et régionales pour **décrire le marché du cannabis au Québec sur près d'une décennie en portant une attention particulière à la culture.**

Il s'agit d'une étude exploratoire<sup>1</sup> et descriptive qui tire sa contribution empirique dans l'analyse de la spatialité des crimes liés au cannabis. Qui plus est, l'étude de la culture en particulier ajoute la dimension temporelle et les points froids qui ont été peu étudiés en criminologie surtout en ce qui a trait des crimes liés aux drogues. Cette étude permettra de mieux informer les décideurs en Sécurité publique des patrons spatiaux et temporels des crimes liés au cannabis. Ces connaissances peuvent s'avérer utiles pour orienter l'allocation régionale des ressources en prévention et en répression. À notre connaissance, cette démarche d'analyses spatiales n'a pas été effectuée ailleurs dans le monde sur ce sujet. Ce premier diagnostic permettra, dans le cadre de travaux futurs, la modélisation spatiale des facteurs favorisant des taux élevés ou faibles de crimes liés au cannabis.

La forme du présent mémoire comprend deux articles qui ont été soumis à des revues avec comité de lecture. Ils figurent à l'endroit où normalement on insère les chapitres des résultats. En ce sens, des éléments de la revue de la littérature et de la méthodologie seront répétés. Le présent mémoire est scindé en cinq sections principales. Le premier chapitre constitue une revue de la littérature, survolant d'abord l'analyse spatiale en criminologie et ensuite la culture du cannabis. La problématique y est également présentée en parallèle et rappelée avec les questions et les objectifs de recherche.

Le deuxième chapitre présente la démarche méthodologique qui a été employée pour la réalisation de cette étude incluant la provenance des données, la méthode et les traitements effectués.

Le troisième chapitre est un article qui a été soumis à la Revue canadienne des sciences régionales. Il s'agit d'un premier article plutôt préparatoire et explique plus amplement la méthode spatiale de Kulldorff. Il traite des crimes liés au cannabis de façon générale.

---

<sup>1</sup> En analyse spatiale, l'analyse exploratoire de données spatiales (*exploratory spatial data analysis*) cherche à identifier les propriétés spatiales des données notamment à travers la détection de patrons spatiaux.

Le quatrième chapitre est également un article, mais il a été rédigé en anglais pour la revue *International Journal of Drug Policy*. Cette publication scientifique est le thème principal du mémoire. Ses résultats sont mis en relation dans le dernier chapitre.

Le cinquième chapitre comprend une discussion synthèse des résultats des deux articles suivis d'une conclusion.



# CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTÉRATURE ET PROBLÉMATIQUE

Pour présenter l'étude, nous dressons d'abord un portrait des travaux qui ont inspiré notre démarche. La revue de la littérature touche à la fois l'objet de recherche, la culture du cannabis, et la perspective avec laquelle il est analysé c'est-à-dire à travers l'analyse spatiale. Nous présentons d'abord l'analyse spatiale en criminologie, suivi de la culture du cannabis au Québec. Ensuite, les deux types de culture sont présentés pour faire état des connaissances qui sous-tendent la problématique de recherche. Nous concluons le présent chapitre avec les objectifs, les questions, et les hypothèses de recherche de l'étude.

## 1.1. L'analyse spatiale en criminologie

Nous présentons une brève chronologie de l'analyse spatiale appliquée à la criminologie. Ensuite, nous exposons des exemples de méthodes fréquemment utilisées pour familiariser le lecteur non initié aux concepts de base en analyse spatiale.

### 1.1.1. Brève chronologie de l'analyse spatiale appliquée à la criminologie

L'analyse spatiale étudie principalement la localisation des phénomènes, leurs regroupements et les liens qui les unissent (ESRI 2000). L'intérêt d'analyser la géographie des crimes n'est pas récent. Les pionniers les plus fréquemment cités, Guerry (1833) et Quételet (1842), ont étudié la distribution de crimes à partir de données des premiers recensements en France et en Belgique. Dans leurs analyses, des attributs environnementaux et sociaux sont évoqués pour expliquer la répartition des crimes. Selon la recension d'Élie et Théorêt (1984 citée dans Élie 1994) peu d'études exploitent la dimension spatiale de la criminalité du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'à l'École de Chicago.

Dans les années 1920, Park et Burgess (1925) ont étudié la structure territoriale des villes. Ils ont élaboré un modèle de cercles concentriques pour illustrer le développement des villes américaines, du quartier central des affaires aux banlieues. Ce modèle a été repris par Shaw et McKay (1942) dans une étude sur la délinquance chez les jeunes qui a démontré qu'elle diminuait avec l'éloignement au centre-ville. Leurs analyses du phénomène ont porté sur les systèmes de valeurs générateurs de tensions qui poussent les jeunes vers la délinquance.

Les chercheurs de l'École de Chicago ont mis de l'avant l'environnement urbain dans l'explication de l'émergence de la criminalité dans des communautés. Ces auteurs abordent surtout les thèmes de l'urbanisation et de la pauvreté (Élie 1994). Ils ont surtout analysé la criminalité dans une perspective macrologique, c'est-à-dire en agrégeant les crimes à des unités géographiques plus étendues telles que les régions, les villes et les quartiers (Eck et Weisburd 1995).

Ensuite, dans les années 1970 et 1980, l'effet de l'espace sur la criminalité est revenu à l'ordre du jour avec le développement de technologies informatiques et méthodologiques qui a prélué les débuts des systèmes d'information géographique (SIG) (Élie 1994; Chainey et Ratcliffe 2005). Ils constituent une façon de saisir et de manipuler les données dont la nature relève de l'espace. On peut alors superposer une ou plusieurs couches de données représentées par des points, des lignes ou des polygones selon l'unité géographique d'analyse (Chainey et Ratcliffe 2005). En parallèle, des pionniers de la criminologie environnementale ont théorisé son rôle en suggérant que la situation géographique de diverses activités sociales et l'aménagement du cadre bâti peuvent avoir un effet sur les taux de criminalité (Brantingham et Brantingham 1981; Cohen et Felson 1979). En ce sens, on convient qu'il est possible de prévenir la commission de délits en modifiant notamment l'environnement qui permet un passage à l'acte (Cusson 2002).

À l'heure actuelle, les études qui analysent spatialement les crimes sont plus empiriques que jamais. Autrement dit, elles s'appuient davantage sur des données concrètes et développent moins de nouvelles réflexions théoriques. L'analyse spatiale est plutôt quantitative, mais mentionnons tout de même son volet qualitatif dans l'exemple des cartes mentales faisant état de l'insécurité des habitants dans un quartier (Tremblay, Cordeau et Kaczorowski 1993). Sinon, la simple cartographie d'événements permet une visualisation claire par exemple, soit des observations directement, soit des taux par région pour un territoire donné (Tango 2010). Reste que les méthodes quantitatives dominent l'étude des phénomènes dans une perspective spatiale. C'est pourquoi nous présentons des exemples concrets de méthodes et leurs mises en application.

### **1.1.2. Concepts et mesures d'analyse spatiale en criminologie**

L'analyse spatiale de la criminalité suggère comme prémisse une organisation des crimes sur le territoire. Le crime ne serait donc pas aléatoirement distribué dans l'espace. Ce principe de base réfère à l'autocorrélation spatiale, habilement évoquée par la première loi de

Tobler : « everything is related to everything else, but near things are more related than distant things (Tobler 1970 : 236). » Plus concrètement, elle réfère à la ressemblance des valeurs suivant leur situation géographique (Aubry et Piégay 2001). L'analyse de l'autocorrélation spatiale permet d'estimer l'organisation d'un phénomène dans l'espace et de déterminer la portée d'un « effet de contagion » (Tita et Radil 2010; Cunty, Fussy et Perez 2007). Des variables positivement autocorrélées auraient donc des valeurs similaires de par leur proximité géographique. Selon ce principe, les observations ne sont pas indépendantes par rapport aux autres (Élie 1994). En isolant l'effet de l'espace sur les variables, on assure ainsi l'indépendance des données (Aubry et Piégay 2001). Il est possible de détecter la présence de l'autocorrélation spatiale en ayant recours à des indicateurs d'autocorrélation spatiale globaux et locaux. Ils la mesurent, soit dans l'ensemble d'un territoire, soit dans les régions d'un territoire<sup>2</sup>. Les méthodes d'identification d'agrégats spatiaux s'attardent plus précisément aux regroupements des valeurs sur le territoire. Enfin, la modélisation spatiale, notamment à travers les modèles autorégressifs, vise à mesurer l'impact de facteurs explicatifs sur un phénomène en y incluant l'effet de l'espace.

#### 1.1.2.1. *Mesures globales et locales*

Les mesures globales estiment la présence d'autocorrélation spatiale dans l'ensemble d'un territoire. Les principales mesures sont l'indice de Moran (I de Moran) (Anselin 1995) et le coefficient de Geary (c de Geary) (Bailey et Gatrell 1995). L'objectif de celles-ci est de synthétiser la ressemblance des valeurs proches les unes des autres en s'attardant au regroupement de ces valeurs et non pas aux agrégats individuels (Waller et Gotway, 2004). Autrement dit, les indicateurs renseignent uniquement sur la tendance des valeurs similaires ou différentes à se regrouper.

Le I de Moran varie de -1 à 1 et le c de Geary, de 0 à  $\infty$ . Dans les deux cas, ces mesures nous indiquent si la distribution du phénomène est autocorrélée positivement, négativement ou nullement sur le territoire à l'étude. La présence d'autocorrélation spatiale positive indique que les espaces à proximité des uns et des autres tendent à avoir des propriétés identiques, tandis que l'autocorrélation spatiale négative révèle que ceux-ci ont tendance à montrer des

---

<sup>2</sup> Rappelons que cette sous-section vise à sensibiliser le chercheur non initié aux concepts de base en analyse spatiale et non de les décrire exhaustivement. Pour plus d'informations sur les méthodes présentées, nous invitons le lecteur à consulter les ouvrages cités.

caractéristiques différentes. L'absence d'autocorrélation spatiale, également appelée « autocorrélation nulle », indique que la distribution spatiale du phénomène est aléatoire.

L'étude de Uberti et Cracolici (2008) a utilisé le I de Moran et le c de Geary pour analyser individuellement les taux pour 100 000 habitants des meurtres, des vols, des fraudes et des extorsions des 103 provinces italiennes pour les années 1999 et 2003. Par exemple, le I de Moran des meurtres en 1999 a une valeur de 0,48 et il est statistiquement significatif ( $p < 0,001$ ). Pour le même crime la même année, le c de Geary a une valeur de 0,54 et il est lui aussi statistiquement significatif ( $p < 0,001$ ). Le I de Moran étant supérieur à 0 et le c de Geary étant inférieur à 1, ces résultats indiquent que les taux pour 100 000 habitants des meurtres sont corrélés positivement en Italie. En d'autres mots, les endroits où les taux sont similaires tendent à être localisés au même endroit. Dans l'ensemble, les auteurs ont démontré la présence d'autocorrélation spatiale positive pour tous ces types de crimes sauf la fraude en 2003, à l'aide des I de Moran et des c de Geary.

Pour établir une mesure locale, c'est-à-dire qui tient compte des variations régionales, de similarité entre les taux d'incidence des régions, il est possible d'utiliser des mesures locales d'autocorrélation spatiale (Waller et Gotway 2004). La principale mesure se nomme l'indice local de Moran (LISA – *Local indicators of spatial association*) (Anselin 1995). Il est construit à partir du nuage de point du I de Moran où l'axe des x représente la valeur de la variable X; et l'axe des y, soit 1) la moyenne de la variable X pour les unités spatiales adjacentes à *i* (dans la cas où une matrice de contiguïté est utilisée), soit la moyenne de la variable X pondérée par la matrice de distance. Le LISA ne teste pas l'autocorrélation positive. Il classifie plutôt quatre types de secteurs lorsqu'ils sont statistiquement significatifs :

- 1) un secteur avec une valeur élevée 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).

L'étude de Uberti et Cracolici (2008) a également employé le LISA pour chacun des taux d'incidence des crimes préalablement énumérés. Les cartes des meurtres en 1999 et en 2003 montrent *grosso modo* des HH au sud du pays et des LL dans le nord. Ce résultat signifie, par

exemple, qu'en 1999 en Sicile et en Sardaigne, les provinces avec des taux élevés de meurtre pour 100 000 habitants sont à proximité d'autres provinces avec des taux élevés. En somme, les HH pour les crimes violents sont surtout situés dans le sud du pays, alors que ceux pour les crimes contre la propriété le sont dans le nord. Pour ce qui est les LL, les auteurs observent le phénomène inverse.

#### 1.1.2.2. *Identification des agrégats spatiaux*

D'autres méthodes ont pour objectif spécifique de détecter des agrégats spatiaux. En criminologie, on parle surtout de « point chaud » qui est un concept sans définition universellement acceptée (Chainey et Ratcliffe 2005; Harries 1999). Sherman (1995) a tenté de le définir comme suit : « small places in which the occurrence of crime is so frequent that it is highly predictable, at least over a one year period (p.36). » Fait intéressant, il n'y a pas de seuil universel chiffré pour déterminer ce qui est un point chaud de ce qui ne l'est pas (Chainey et Ratcliffe 2005; Sabel et Löytönen 2004). Il se fixe à la discrétion des chercheurs et selon la méthode utilisée. Nous offrons donc une définition du concept inspirée des travaux de Chainey et Ratcliffe (2005). Un point chaud est alors une concentration d'événements criminels spatiale ou temporelle située dans une portion de l'ensemble de la période ou du territoire à l'étude. Sabel et Löytönen (2004) ont décrit les trois méthodes les plus fréquemment utilisées pour identifier des agrégats locaux en santé : 1) les méthodes d'Openshaw et 2) de Kulldorff ainsi que 3) les densités estimées par la méthode du kernel.

Également appelé *Openshaw's Geographical Analysis Machine (GAM)*, cette méthode exploratoire détecte des agrégats spatiaux à travers une fenêtre circulaire qui compte le nombre d'observations et le nombre de personnes à risque. Dans le cas de l'étude d'une maladie, la population à risque peut être le nombre de personnes à risque de l'attraper (Openshaw et al. 1988a). Lorsque le cercle est statistiquement significatif, il est tracé et retenu par le GAM, soit une application qui est téléchargeable gratuitement sur internet.

La méthode de Kulldorff (1997) agit avec un principe similaire, car l'identification des agrégats s'effectue à travers le balayage spatial et temporel d'un territoire et d'une période donnés. Cette méthode repère donc les agrégats en fonction d'une population à risque. Elle a l'avantage sur les autres méthodes de pouvoir tenir compte des dimensions spatiales et temporelles du phénomène tout en assignant une p-valeur et un indicateur d'intensité aux agrégats identifiés. Il

s'agit de la méthode qui a été choisie pour l'étude. Nous en reparlons plus amplement dans le chapitre méthodologique.

Les densités estimées par la méthode du kernel détectent les endroits où l'on peut observer une concentration d'événements à travers la juxtaposition d'une grille de cellules sur l'espace d'étude. Une fonction kernel estime la densité sans p-valeur. Celle-ci va pondérer les points par rapport à la proximité aux centres de la cellule. En d'autres mots, il s'agit d'une fonction mobile en trois dimensions selon un seuil donné. Elle pondère la zone selon sa distance aux événements (Sabel et Löytönen 2004). Pour la mettre en œuvre, il est possible d'utiliser un outil dans ArcMap dédié à cette méthode (ESRI 2011).

Outre les méthodes de détection des agrégats spatiaux, il est aussi possible de modéliser spatialement un phénomène, c'est-à-dire d'inclure l'effet de l'espace à des facteurs explicatifs dans un modèle de régression.

### 1.1.2.3. Modélisation spatiale

Contrairement aux autres types de méthodes préalablement présentés, la modélisation spatiale tente d'expliquer l'organisation et les variations d'un phénomène sur un territoire donné. Elle introduit des facteurs explicatifs en y incorporant l'effet de l'autocorrélation spatiale. Elle s'apparente aux statistiques multivariées dont on reconnaît normalement la régression linéaire multiple. La modélisation spatiale pallie une importante limite de la régression linéaire multiple : l'erreur écologique qui ignore totalement l'effet de l'espace (LeSage 1997). L'erreur écologique réfère à la généralisation des observations d'un phénomène sur un individu. Par exemple, si les caractéristiques d'un quartier sont influencées par leur situation géographique au sein de la ville, il est erroné de conclure que les quartiers d'une ville exhibent toutes les caractéristiques de l'ensemble de la ville. Pour remédier à ce problème, les modèles autorégressifs (*spatial lag* et *spatial error*) et les modèles géographiquement pondérés (GWR) offrent des avenues intéressantes pour modéliser un phénomène.

Les modèles autorégressifs mesurent l'impact des variables indépendantes en prenant en considération l'effet de l'espace, soit comme variable indépendante<sup>3</sup>, soit comme termes d'erreur<sup>4</sup> (Chainey et Ratcliffe 2005; Tita et Radil 2010). En d'autres mots, la régression linéaire tient compte de l'autocorrélation spatiale dans son modèle (Chi et Zhu 2008). Dans les deux

---

<sup>3</sup> Il s'agit des « modèles à termes spatialement décalés » ou *spatial lag*.

<sup>4</sup> Également appelé « modèle d'erreur spatiale » ou *spatial error*.

cas, parce qu'ils incluent l'effet de l'espace, ils estiment avec plus de précision les coefficients de régression (LeSage 1997). Les modèles autorégressifs sont quand même très utilisés en criminologie. À titre d'exemple, l'étude de Desmond, Kikuchi et Morgan (2010) a investigué l'effet de la présence de congrégations religieuses<sup>5</sup> dans les secteurs de recensement sur les taux moyens de huit types de crimes<sup>6</sup> pour 1 000 ménages à Indianapolis de 2000 à 2005. Les variables contrôles sont constituées d'indicateurs d'hétérogénéité, de stabilité résidentielle et de défavorisation. Les auteurs ont également créé deux variables contrôle de densité pour les secteurs de recensement situés dans le centre-ville. Un modèle à termes spatialement décalés (*spatial lag*) a été utilisé. Par exemple, la valeur du terme spatialement décalé du taux moyen des cambriolages résidentiels pour 1 000 ménages est de 0,71 et la relation est spatialement significative ( $p < 0,01$ ). Ainsi, l'effet de l'espace explique près de 0,71 % de la variation d'un pour cent du taux moyen des cambriolages résidentiels pour 1 000 ménages. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que l'effet de l'espace varie en fonction du type de crime, mais qu'il est significatif dans tous les cas.

Une autre façon de modéliser les phénomènes en tenant compte de l'effet de l'espace s'effectue à travers les modèles géographiquement pondérés (GWR). Ils analysent localement l'association statistiquement significative entre la variable dépendante et les variables indépendantes (Fotheringham, Brunson et Charlton 1998). La GWR produit une équation de régression pour chaque entité spatiale. Succinctement, pour chaque entité spatiale, il s'agit de sélectionner les entités spatiales environnantes et de calculer une équation de régression en pondérant les entités spatiales en fonction de leur proximité<sup>7</sup>. La visualisation des résultats s'effectue de deux façons à travers les valeurs locales de T (Apparicio, Séguin et Leloup 2007). D'abord, la cartographie des valeurs de T pour chacune des variables du modèle permet de constater à quels endroits l'effet d'une seule variable entretient une relation statistiquement significative avec le phénomène étudié. Puis, en cartographiant les valeurs locales de  $R^2$ , on peut visualiser où le modèle fonctionne. Cette méthode est plutôt exploratoire, car on ne peut pas vérifier les postulats d'utilisation d'une régression linéaire multiple pour chacun des secteurs faisant partie de l'ensemble du territoire à l'étude (Shearmur et al. 2007; Jetz, Rahbek et Lichstein 2005).

---

<sup>5</sup> Ces groupes religieux incluent les protestants, les protestants *mainline*, les protestants afro-américains, les catholiques, les autres affiliations et les groupes civiquement impliqués.

<sup>6</sup> Les crimes étudiés incluent les meurtres, les cambriolages, les voies de fait graves, les voies de fait simples, les vols de véhicule, les vols résidentiels, les vols commerciaux et les larcins.

<sup>7</sup> Plus l'entité spatiale est proche, plus elle joue un rôle important (plus la pondération est importante) dans la détermination de l'équation locale.

Cette méthode a été mobilisée par Malczewski et Poetz (2005) qui ont utilisé des données policières de 1998 à 2001 pour analyser le lien entre la structure spatiale des cambriolages résidentiels de la ville de London en Ontario et les caractéristiques socio-économiques des quartiers. Les auteurs ont relevé notamment que la valeur des propriétés et le pourcentage des habitations multifamiliales augmentaient significativement le risque d'être victime d'un cambriolage dans certaines portions de la municipalité.

À la lumière de ce bref survol des concepts et mesures en analyse spatiale, nous abordons maintenant la culture du cannabis et ses caractéristiques.

## **1.2. La production de cannabis : deux types de culture**

Selon la Loi sur règlementant certaines drogues et autres substances (ministère de la Justice Canada 1996), la production consiste à :

- a) la fabrication, la synthèse ou tout autre moyen altérant ses propriétés physiques ou chimiques;
- b) la culture, la multiplication ou la récolte de la substance ou d'un organisme vivant dont il peut être extrait ou provenir de toute autre façon.

Dans le cas de la culture du cannabis, la peine maximale est l'emprisonnement pendant sept ans.

Bien qu'en théorie toutes les drogues peuvent être importées, la culture locale comporte l'avantage d'éviter l'étape du passage à la frontière et de réduire par la même occasion les risques de se faire prendre (Caulkins 1995; Decorte 2010). Elle a aussi l'avantage d'être à proximité des consommateurs par rapport à une production effectuée à l'extérieur des frontières de la destination finale (Decorte 2010). Deux façons de produire du cannabis ont été documentées jusqu'à maintenant : en terre et hydroponique. Leurs avantages et leurs inconvénients respectifs sont exposés afin de montrer l'importance de les analyser séparément, lorsque cela est possible.

### **1.2.1. Le cannabis en terre**

La culture du cannabis en terre s'effectue dans un sol le plus souvent *extra-muros* par exemple dans des forêts, des parcs nationaux, des terrains agricoles privés (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Gendarmerie royale du Canada 2000; Partelow 2008; Plecas et Diplock 2007). L'instigateur d'une plantation ne correspond pas toujours aux propriétaires de la terre sur laquelle elle a lieu. En ce sens, il est possible que des agriculteurs « hébergent » à leur insu des plantations de cannabis. Parfois, ils obtiennent une rente en échange de leur silence (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Gendarmerie royale du Canada 2000).

Le principal avantage du cannabis en terre réside dans son abordabilité relative puisqu'elle requiert des ressources financières minimales. En contrepartie, les sites *extra-muros* sont plus facilement détectables par les autorités qui procéderont aux saisies des plants (Bouchard 2007), et par les autres compétiteurs du marché qui peuvent piller ou endommager le site (Eck et Gersh 2000; Caulkins 1995; Wilkins et Casswell 2003).

Devant les conséquences du fait d'être détecté, plusieurs stratégies sont employées par les mariculteurs *extra-muros* afin d'amoinrir les risques : modifications de l'apparence et camouflage des plants (Morrison 1997; Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010), division du terrain de la production en petits lots (Wilkins et Casswell 2003), installation de moyens de défense des plantations tels que des chiens de garde, de clôtures électriques et autres traquenards (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Plecas et Diplock 2007). Malgré ces précautions, la culture *extra-muros* demeure plus visible que la culture *intra-muros* (Wilkins et Casswell 2003; Bouchard 2007). C'est pourquoi certains producteurs extérieurs pourraient être tentés de déplacer leurs opérations à l'intérieur, voire de convertir leur culture du cannabis en terre en cannabis hydroponique (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Decorte 2010).

### **1.2.2. Le cannabis hydroponique**

La culture du cannabis hydroponique consiste à remplacer la terre par un substrat, le plus souvent des billes d'argile ou de la laine de roche où sont irrigués les plants avec une solution d'engrais. La plantation est exclusivement *intra-muros*, soit à l'intérieur d'un bâtiment. La culture hydroponique permet de pallier aux conditions climatiques difficiles, car elle s'effectue à tout moment dans l'année (Weisheit 1993; Plecas et Diplock 2007). La température et la luminosité sont contrôlées afin d'avoir un maximum de plants de meilleure qualité (Decorte

2010). La culture du cannabis hydroponique se démarque par la sophistication de ses installations et des soins constants apportés aux plantes.

Certains auteurs relatent que le cannabis hydroponique permet une plus grande flexibilité de localisation. Elle serait plus souvent portée à s'effectuer dans des maisons comme l'affirme l'étude de Plecas et Diplock (2007) où la majorité des sites de production intérieure rapportés par la police albertaine de 1997 à 2004 était située dans des maisons (80 %) versus une très faible proportion dans des appartements (10 %).

La culture hydroponique comporte des désavantages majeurs de risques d'incendies (Plecas et Diplock 2007) et de contamination fongique du bâtiment (D'Halewyn 2006). Cependant, l'incidence de ces désavantages n'a pas été inventoriée dans la littérature, donc il est impossible d'en connaître la portée et l'occurrence.

L'étude de Bouchard (2007) fait valoir que les risques d'arrestation sont plus élevés pour la culture hydroponique. Même si la détection est plus difficile lorsque la plantation est située *intra-muros*, lorsqu'elle a lieu, il est plus probable que son instigateur se trouve sur les lieux pour l'entretien ou parce qu'il y réside.

### 1.3. Des caractéristiques communes aux deux types de culture

Bien que le cannabis en terre et le cannabis hydroponique comportent tous deux des attributs différents, la culture du cannabis en général a trois principales caractéristiques qui font en sorte qu'elle se démarque par rapport à celles des autres drogues. Elle est accessible, lucrative et près de son marché. Les caractéristiques décrites sont modulables en fonction du type de culture, en terre ou hydroponique, plus amplement expliqué dans les sous-sections qui suivent en référence au Tableau 1.1.

**Tableau 1.1** Caractéristiques mis en relation avec les deux types de culture

Caractéristiques relevées dans les écrits	Types de culture	
	Culture en terre	Culture hydroponique
Accessible	+	-
Lucrative	-	+
Près de son marché	-	+

### 1.3.1. Facile et particulièrement « accessible »

La culture du cannabis en général est une activité dont la connaissance et le matériel nécessaires sont particulièrement faciles d'accès, surtout comparativement aux autres drogues (Morrison 1997). L'émergence de revues spécialisées et de sites internet s'ajoute au traditionnel bouche-à-oreille dans le partage des connaissances à ce sujet (Decorte 2010). Également, le matériel nécessaire pour s'adonner à cette activité se retrouve dans presque n'importe quels magasins d'horticulture et de jardinage (Wilkins et Casswell 2003; Bouchard et Dion 2009).

Devant la facilité à s'initier à la culture du cannabis, le mariculteur potentiel devra considérer s'il a les installations nécessaires pour s'adonner au type de culture qu'il choisit. Par exemple, s'il s'agit de culture du cannabis en terre, l'opération sera certainement plus simple à effectuer et le capital d'investissement sera moindre, contrairement au cannabis hydroponique qui nécessite l'aménagement d'une serre. Ainsi, plusieurs facteurs devront être pris en compte dont les capitaux disponibles à investir en équipement, le rendement et la qualité voulus de la culture et les risques de détection et d'arrestation (Wilkins et Casswell 2003; Bouchard 2007; Bouchard, Alain et Nguyen 2009; Bouchard et Dion 2009). **L'accessibilité de la culture du cannabis est plus qu'évidente surtout dans le cas du cannabis en terre.**

La facilité d'accès aux connaissances et au matériel requis pour initier une plantation peut être mise en lien avec la théorie du choix rationnel. Elle consiste à considérer que le crime est l'effet d'une prise de décision consciente qui maximise les bénéfices qui en résultent (O'Grady 2011). Plus précisément, la théorie des activités routinières développées par Felson et Cohen (1979) apporte une piste de réflexion intéressante, lorsqu'appliquée à la culture du cannabis.

La convergence des trois éléments (c.-à-d. un délinquant motivé, une cible attrayante et l'absence de gardiens en capacité d'agir) peut certainement être rapportée au sujet du mémoire. Le délinquant motivé doit avoir la capacité de réaliser son crime. L'accessibilité joue un rôle important, car on peut facilement réunir les ressources nécessaires pour le faire. L'accessibilité peut être mise en lien avec la cible attrayante. Effectivement, l'endroit de la plantation dépend de l'aménagement des lieux et des autres facteurs mentionnés précédemment. Bien que la culture du cannabis soit un crime sans victime directe, la « cible » réfère à l'endroit nécessaire et son exploitation. Elle permet ou non la commission du crime.

### 1.3.2. Une activité lucrative

La recherche de profit est un des éléments constituant les typologies des producteurs de cannabis (Weisheit 1991; Hough et al. 2003). Sur le caractère lucratif dans la culture du cannabis, la Gendarmerie royale du Canada (GRC) affirme qu'une grande proportion du cannabis canadien serait produite au Québec dans le but de l'exporter aux États-Unis (Gendarmerie royale du Canada 2000, 2009, 2005, 2006, 2007, 2008). Cette activité lucrative serait tellement répandue au Québec que l'étude de Bouchard, Alain et Nguyen (2009) expose un grand taux d'absentéisme dans les écoles secondaires dans le temps des récoltes du cannabis en terre en automne.

Des auteurs soupçonnent l'implication de groupes criminels organisés, attirés par le potentiel de revenus qui s'y rattache (Wilkins et Casswell 2003; Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Weisheit 2011). Malm et Tita (2006) soulèvent que les activités de culture du cannabis initiées par des groupes criminels organisés seraient plus sujets à des effets de déplacement des sites afin de réduire les risques de détection. Au Québec, on rapporte que les Hell's Angels seraient à l'origine de serres hydroponiques dont certains seraient situés sur le territoire de la communauté urbaine de Montréal (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010).

La principale critique adressée à la thèse de l'implication du crime organisé est l'absence d'étude concrète sur l'importance et la portée de leur présence dans ce marché (Wilkins et Casswell 2003). Son accessibilité et son caractère lucratif laissent présager la présence d'autres acteurs. La rentabilité d'une plantation dépend du type de culture et de la taille de la plantation. Conséquemment, elle peut être très variable, donc il ne faut pas trop rapidement évoquer l'implication du crime organisé.

Eck et Gersh (2000) ont analysé la structure du marché de la drogue à partir d'enquêtes relatives au trafic de crack, de cocaïne, d'héroïne et de cannabis pour vérifier leur degré de hiérarchisation, pensée souvent entretenue par les films et les médias. Ils ont conclu qu'elle serait plutôt constituée de plusieurs groupes décentralisés. Il semblerait que ce secteur d'activité est plutôt constitué de producteurs indépendants (Tremblay, Bouchard et Petit 2009; Cocklin, Walker et Blunden 1999).

La portée de l'implication du crime organisé demeure donc nébuleuse. Des auteurs soulèvent que l'attention exagérée accordée aux groupes criminels organisés pourrait minimiser la place des mariculteurs à petite échelle (Wilkins et Casswell 2003; Decorte 2010). Tremblay, Bouchard

et Petit (2009) affirment plutôt que, bien qu'ils soient peu nombreux, les délinquants affiliés au crime organisé exercent une influence économique considérable sur le marché

D'autres auteurs ont plutôt cadré le caractère lucratif de la culture du cannabis dans une optique de « prime de subsistance ». Les activités de culture du cannabis seraient plus importantes lors de périodes économiques difficiles (Hafley et Tewksbury 1996; Weisheit 2011; Cocklin, Walker et Blunden 1999). Certes, elles peuvent faire office d'alternatives pour survivre à la pauvreté en augmentant le pouvoir d'achat des mariculteurs (Cocklin, Walker et Blunden 1999). Weisheit (1991) appelle ces mariculteurs les « pragmatiques » puisque les revenus engendrés par cette activité suscitent leur intérêt pour des raisons pratiques, par exemple pour pallier à la perte de leur emploi.

Nous convenons que les deux types de culture attirent des délinquants différents en lien avec l'investissement de base requis, le potentiel de revenu qui y être associé de même que les motivations des mariculteurs. Même si elle requiert l'achat d'équipement sophistiqué et plus coûteux, la culture hydroponique obtient un meilleur rendement ne s'exprimant pas à la quantité de cannabis commercialisable par plant, mais notamment en lien avec la vitesse avec laquelle on peut obtenir la récolte. Les conditions de production jouent un rôle non négligeable dans cette efficacité. Bouchard (2008) a estimé le ratio d'onces par plant à 1,9 pour le cannabis en terre extérieur, 1,3 pour le cannabis en terre intérieur et 1,1 pour le cannabis hydroponique alors que le nombre de plantations par année est de 1,0 pour le cannabis en terre extérieur, 2,6 pour le cannabis en terre intérieur et 3,6 pour le cannabis hydroponique. En ce sens, **la culture hydroponique est plus efficace que la culture en terre.**

Les revenus tirés de la culture du cannabis, comme la plupart des crimes contre les biens, rappellent la théorie des tensions qui tente d'expliquer le non-respect des règles. Selon Merton (1938), nos envies sont prescrites par notre culture à travers des règles et des idées. Dans notre cas, elles seraient orientées vers la richesse matérielle qui privilégie, du côté des délinquants les « normes-moyens » sur les « normes-but ». Pour résoudre une « tension » à se conformer, ils vont opter pour des moyens alternatifs pour accéder le but désiré. Lorsque la criminalité est le moyen choisi, l'adaptation prend la forme de l'innovation. Avoir recours à la culture du cannabis pour générer des revenus s'insère alors dans une démarche d'innovation.

### 1.3.3. La culture à proximité de son marché

L'endroit pour établir une plantation de cannabis pourrait être influencé par sa situation géographique, surtout considérant le risque de détection est moindre pour le cannabis hydroponique alors que le risque d'arrestation l'est pour le cannabis en terre (Bouchard 2007).

Le cannabis serait habituellement produit dans les régions rurales (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Wilkins et Casswell 2003) où les « gens du coin » seraient protégés par leur communauté (Hafley et Tewksbury 1996).

Les plantations de cannabis ne peuvent toutefois être trop éloignées des centres urbains, bassin de consommateurs solide. Selon Rengert, Chakravorty, Bole et Henderson (2000), les marchés de drogues ont avantage à se concentrer spatialement en fonction de la proximité des consommateurs : « Good locations allow access, attract large numbers of customers, and increase the potential sales (...) (Ghosh et McLafferty 1987) » (traduction libre de Ghosh et McLafferty, 1987 cités dans Rengert et al., 2000 : 226). Bouchard, Beauregard et Kalacska (2011) mentionnent que la grande majorité (94%) des sites de culture extérieurs sont en moyenne à moins de 125 mètres d'un chemin. On peut alors penser que le mariculteur averti choisira stratégiquement l'emplacement de son site en minimisant son effort et en maximisant ses rendements. Dans cette étude, les auteurs ont exclu la proximité aux centres urbains, chose que nous mettons de l'avant dans la présente étude en analysant le phénomène dans une perspective locale et non globale.

Concernant la culture du cannabis en Amérique du Nord, la plupart des auteurs s'entendent pour dire qu'elle est majoritairement régionale et non transnationale contrairement aux drogues dures comme l'héroïne et la cocaïne : 72,5 % des échanges mondiaux de marijuana ont lieu sur le même continent et 57,5 % dans la même région (Boivin 2011). Le rôle des centres urbains est aussi mis de l'avant par Plecas et Diplock (2007) qui ont observé que de 1997 à 2004, la région métropolitaine de Calgary constituait près de la moitié (42 %) des cas portés à l'attention des corps policiers relatifs à la culture du cannabis pour la province de l'Alberta. Le marché est donc local et aurait avantage à opérer près des villes.

La proximité aux régions urbaines contient son lot d'avantages. Elle permet d'effectuer des économies d'échelle en lien avec les coûts de transport (Wilkins et Casswell 2003). Le cannabis hydroponique donne spécifiquement la possibilité de s'installer aux abords des villes, car la nature de ses installations le permet. Il peut être produit n'importe où et est peu visible.

**Pour ce qui est du cannabis en terre, Tremblay, Bouchard et Petit (2009) résument que la consommation de cannabis est un marché régional et les régions rurales et semi-urbaines présentent des opportunités à moindre risque pour les entrepreneurs.**

La localisation de la culture du cannabis suscite de nombreux débats dans la littérature scientifique, mais tous conviennent qu'elle entretient une proximité relative de son marché de consommateurs : les centres urbains (Cocklin, Walker et Blunden 1999). La proximité relative au marché de consommateur concorde donc avec la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826). Originellement conçue pour les activités agricoles, elle stipule que la production ne vaut la peine qu'à une certaine distance du marché. En dehors de cette distance, en proximité ou en éloignement, le coût de la terre ou de transport devient trop élevé. Dans l'étude des crimes, les notions de risque de détection et d'arrestation devront être ajoutées à ces coûts (Reuter 1985). Conséquemment, il faut gérer le fait à la fois proche et loin de son marché. Le défi consiste alors à trouver la distance optimale.

En somme, la proximité potentielle de la culture du cannabis à son marché est la caractéristique qui semble le plus différencier spatialement le cannabis en terre du cannabis hydroponique. Pourtant, nous n'avons pas recensé d'analyse spatiale quantitative du phénomène.

#### **1.4. Objectifs, questions et hypothèses de recherche**

À la lumière des études recensées, l'objectif principal du mémoire est surtout empirique. L'organisation spatiale des crimes a déjà été étudiée, mais plus rarement pour ce qui est des crimes liés à la drogue (Sudakin et Power 2009; Desmond, Kikuchi et Morgan 2010; Uberti et Cracolici 2008; Malczewski et Poetz 2005). Dans l'ensemble, la localisation de la culture du cannabis suscite des débats même si on s'entend sur une proximité relative aux villes, son marché de consommateurs (Cocklin, Walker et Blunden 1999). Elle concorde avec la théorie de la rente foncière (Von Thünen 1826), mais n'a jamais été attestée empiriquement. De par ses risques d'arrestation et de détection différents, la proximité potentielle de la culture du cannabis à son marché est la caractéristique qui semble le plus différencier spatialement les deux types de culture.

L'objectif principal est de **décrire la spatialité des crimes liés au cannabis sur le territoire québécois en portant une attention particulière à la culture**. Plus encore, nous cherchons à comprendre la distribution spatiale et temporelle des crimes liés à la culture en terre et à la culture hydroponique au Québec pour ensuite vérifier si elles sont stables. Le mémoire s'articule

donc autour de la question suivante : existe-t-il des concentrations spatiales et temporelles statistiquement significatives de culture du cannabis au Québec ?

Nos hypothèses ont été illustrées dans le Tableau 1.2. Nous pensons que les deux types de culture auront des patrons spatiaux et temporels bien différents. La culture en terre subit l'effet des contraintes climatiques ce qui l'empêchera d'être répandue à travers le Québec et tout au long de l'année. Par conséquent, elle sera située en milieu plus rural où le climat le permet par rapport à la culture hydroponique, mais tout de même à proximité de certains centres urbains. Pour ce qui est du cannabis hydroponique, il s'avère plus dispendieux à initier ce qui peut limiter son expansion dans la province. Cependant, il pourra être à proximité de Montréal et des frontières à l'Ontario et aux États-Unis en plus de pouvoir avoir lieu toute l'année. Sa tendance temporelle sera plutôt instable, au gré des interventions policières.

Les différences entre les deux méthodes de culture pourront être analysées dans leur tendance temporelle respective tout en sachant que la saison des récoltes rend le cannabis en terre particulièrement « visible » auprès des médias (Radio-Canada 2012, 2010).

**Tableau 1.2.** Hypothèses de recherche mises en relation avec la spatialité et la temporalité selon la méthode de culture

Spatialité et temporalité	Types de culture	
	Culture en terre	Culture hydroponique
Proximité aux centres urbains et des frontières avec les États-Unis	-	+
Stabilité temporelle	+	-

## 1.5. Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons discuté des principales méthodes d'analyse spatiale et de la culture du cannabis. Nous avons mis en évidence que la spatialité et la temporalité de ce phénomène criminel pouvaient être influencées par la méthode de culture. Au cours du présent mémoire, nous analyserons la distribution spatiale et temporelle des crimes liés à la culture en terre et à la culture hydroponique au Québec. Avant d'entamer l'analyse, nous décrivons la stratégie méthodologique utilisée au chapitre suivant.

## **CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE**

La plupart des études en criminologie s'intéressent aux endroits susceptibles d'attirer la criminalité comme les points chauds, mais peu d'entre elles s'intéressent au phénomène inverse, c'est-à-dire aux endroits qui rebutent le passage à l'acte délinquant. Ils pourraient pourtant nous donner des indices quant aux éléments régionaux dissuasifs. Certains endroits pourraient être moins propices à la commission de certains crimes. En ce sens, explorer la culture du cannabis au Québec à travers ses points chauds et ses points froids assure une compréhension globale du phénomène. Dans ce second chapitre, nous présentons nos données, ainsi que la principale méthode utilisée dans le cadre du mémoire, soit les statistiques de balayage de Kulldorff (1997) qui sont utilisées pour analyser les distributions de crimes liés au cannabis au Québec. Pour comprendre comment nous nous sommes pris pour répondre à nos objectifs et questions de recherche, nous présentons les principes de base de notre approche méthodologique et nous discutons de cas applicatifs au champ de la criminologie. Puis, nous concluons avec la pertinence scientifique et sociale de la présente étude.

### **2.1. Les données**

Trois types de données ont été utilisés dans le cadre du présent mémoire. Il s'agit de données de cas, de population et de coordonnées cartésiennes. La variable pour contrôler l'effet de l'âge et du sexe qui a été utilisé dans le second article est présentée de même que les limites de l'ensemble des données.

#### **2.1.1. Données de cas**

Les données avec lesquelles les deux analyses ont été effectuées proviennent du module d'information policière (MIP). Il s'agit d'une base de données qui comprend les arrestations pour tous les crimes survenus sur le territoire québécois par l'ensemble des corps policiers excluant la Gendarmerie royale du Canada (GRC) et la police des villes de Gatineau et de Québec. Ces observations constituent des événements pour lesquels les forces de l'ordre ont construit une preuve suffisamment étoffée pour que les individus arrêtés soient accusés. Ceux-ci n'ont toutefois pas été nécessairement condamnés. Les données du MIP sont quand

même parfaitement utilisables dans le cadre du présent mémoire. Bouchard (2007) a notamment fait usage de données d'arrestation pour estimer la population de producteurs de cannabis au Québec.

La portion du MIP qui nous a été fournie par la Sûreté du Québec (SQ) représente l'ensemble des arrestations en lien avec le cannabis survenues entre 1999 et 2009, et ce, pour toute la province de Québec. La dernière année, 2009, rassemble les données les plus récentes au moment où l'accès aux cas a été délivré.

Pour le premier article qui comprend les données entre 1999 et 2009, nous avons retenu les arrestations incluant les identifiants suivant : culture<sup>8</sup> (n = 18 650), trafic (n = 25 067) et possession (n = 71 296). Quant au deuxième article qui inclut les cas entre 2001 et 2009, nous avons retenu les arrestations incluant les identifiants suivant : culture en terre (n = 13 002) et culture hydroponique (n = 2 904).

Pour des fins de confidentialité, le jeu de données a été anonymisé avant de nous être remis. Par conséquent, le nom et le prénom des individus ont été retirés. Pour près de la moitié des arrestations, le code postal du lieu où le crime a été commis est fourni, mais cela n'a pas été suffisant pour que l'ancrage spatial soit défini selon cette unité. Nous aurions perdu un trop grand nombre d'observations. Nous avons donc uniquement retenu les subdivisions de recensement (SDR), c'est-à-dire une échelle géographique qui correspond aux municipalités.

Dans tous les cas, la date exacte de l'arrestation, incluant le jour, le mois et l'année, était fournie par la base de données. Pour le premier article, nous avons conservé les mois et les années pour chacune des 11 années. Dans le deuxième article, nous avons conservé uniquement les mois et les années 2001 à 2009 pour diviser la période en trois sous-périodes de temps identiques. Cette opération nous a permis de vérifier la stabilité temporelle des agrégats spatiaux. Les plantations extérieures croissent du printemps jusqu'à la fin de l'été (Potter 2006) et la récolte s'effectue en automne (Bouchard, Alain et Nguyen 2009). Le fait de tenir compte des mois des arrestations pourrait, par exemple, faire ressortir des pointes avant et pendant la période des récoltes extérieures puisqu'il y a matière à saisies du côté des policiers. Conserver les mois d'arrestations alourdit le traitement des données, mais permet de vérifier avec précision les tendances temporelles, particulièrement pour la culture du cannabis en terre.

Le jeu de données contient un maximum de quatre chefs d'accusation par observation qui sont classés en ordre d'importance par rapport à l'événement. Nous avons gardé les deux plus

---

<sup>8</sup> Nous avons fait la somme des arrestations pour culture en terre et pour culture hydroponique pour englober la culture de cannabis en général.

sérieux comme l'a fait Bouchard (2007) dans son étude voulant estimer le nombre de producteurs de cannabis au Québec à l'aide d'une méthode *capture-recapture*.

### **2.1.2. Données de population**

Les statistiques de balayage de Kulldorff requièrent une « population à risque », car les arrestations sont comparées à un groupe contrôle afin de calculer des taux d'incidence de crime pour 100 000 habitants. Des données issues des recensements de 2001 et de 2006 ont été utilisées dans le premier article. Nous avons retenu la population au niveau des SDR, soit le nombre de Québécois de 15 ans et plus dont la résidence habituelle se retrouve sur le territoire québécois. En 2001, la population était de 5 945 375 personnes alors qu'en 2006, elle était de 6 294 220.

Dans le deuxième article, nous avons utilisé des données de l'Institut de la statistique du Québec. Les Québécois âgés de 15 à 79 ans pour chacune des années de 2001 et 2009 font alors office de population à risque. Sur ces neuf années, la population de 15 à 79 ans varie de 5 874 565 à 6 285 250 Québécois.

### **2.1.3. Données de coordonnées cartésiennes**

Tel que mentionné précédemment, le jeu de données nous fournissait la SDR pour chacune des arrestations. Elles ont été appariées aux coordonnées des municipalités du Québec selon le découpage de 2006 dans un système d'information géographique (SIG). Parce que le fichier de population est différent dans les deux articles, le nombre total de SDR retenu l'est également. Dans le premier article, nous avons retenu 1175 SDR (c.-à-d. municipalités ou territoires équivalents), et dans le deuxième, 1287 SDR.

### **2.1.4. Contrôle de l'effet de l'âge et du genre**

Dans le deuxième article, nous avons contrôlé l'effet de l'âge et du genre de la population à risque, et ce, pour deux raisons. Premièrement, les hommes sont plus enclins à commettre des délits que les femmes, même pour ce qui est de la culture du cannabis (Plecas et Diplock 2007; Alain et al. 2011; Bouchard, Alain et Nguyen 2009). Deuxièmement, l'âge est le

facteur explicatif par excellence de la criminalité (Hirschi et Gottfredson 1983) et il est courant en criminologie d'en isoler les effets. Les hommes et les femmes ont alors été divisés selon les 13 groupes d'âge suivant : de 15 à 19 ans, de 20 à 24 ans, de 25 à 29 ans, de 30 à 34 ans, de 35 à 39 ans, de 40 à 44 ans, de 45 à 49 ans, de 50 à 54 ans, de 55 à 59 ans, de 60 à 64 ans, de 65 à 69, de 70 à 75 et de 75 à 79 ans. Cet effet de contrôle s'est effectué dans le fichier de cas et dans le fichier de population.

### **2.1.5. Les principales limites des données**

Il convient de mentionner les limites des données que nous utilisons dans le cadre du présent mémoire. Elles concernent particulièrement les données de cas. Effectivement, les arrestations constituent uniquement les cas ayant été découverts par la police (Brame, Turner et Paternoster 2010). Par conséquent, les délinquants « habiles » qui ne se sont pas fait prendre ne font pas partie de notre échantillon, car ils ne se sont pas fait arrêter.

Également, les données d'arrestations dont nous disposons excluent celles effectuées par la GRC, corps policier fédéral. L'impact de ces cas manquants est toutefois minime, puisque les interventions réalisées par la GRC au Québec concernent surtout la contrefaçon de monnaie, le trafic et l'exportation de drogues dures, le terrorisme ainsi que certains homicides et crimes sexuels. En matière de cannabis, ce sont avant tout les corps policiers municipaux et la SQ qui ont le mandat d'agir en la matière. Nous pourrions donc penser que ces pertes sont négligeables.

Les données des services de Police des villes de Gatineau et de Québec sont également manquantes. Malheureusement, il s'agit de deux des dix centres urbains de la province. Ces cas manquants ont inévitablement un certain impact sur les taux d'incidence à ces endroits. Nous pensons que cet effet est négligeable, car la SQ a tout de même effectué un nombre d'arrestations dans ces villes. Toutefois, nous pouvons supposer une sous-estimation des taux d'incidence dans ces deux municipalités, puisque le dénombrement des arrestations à ces endroits n'est pas exhaustif. Cette limite sera rappelée et discutée dans les articles.

Une autre limite commune lorsqu'on utilise des données policières vient du fait qu'elles sont assujetties à l'intensité de ses activités incluant des programmes et des opérations spéciales (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Brock et Walker 2005). Nous savons que les forces de l'ordre dont les arrestations sont incluses dans nos données disposent de programmes qui ciblent spécifiquement la culture du cannabis.

L'opération « Cisaille » menée par la police provinciale du Québec depuis 1999 intervient de concert avec d'autres corps policiers locaux pour repérer les lieux de culture et effectuer des saisies de plants afin d'en limiter l'expansion (Sûreté du Québec 2008). Elle vise à la fois les plantations de cannabis en terre et de cannabis hydroponique. Les policiers dépendent toutefois la plupart du temps de la collaboration de citoyens pour intervenir (Plecas et Diplock 2007). Conséquemment, nous pourrions penser que ce programme hausse le nombre d'arrestations dans certaines régions où les résidents ont plus tendance à dénoncer les mariculteurs.

De plus, nous assumons que plus il y a d'arrestations dans une SDR, plus les activités de culture du cannabis sont intenses, peu importe le nombre de plants. Les arrestations concernées peuvent toucher des plantations d'un extrême à l'autre : moins de 20 plants et plus de 100 plants. Cette donnée ne nous était pas disponible. On ne sait donc pas si les données touchent davantage un type de mariculteur par rapport à un autre. Enfin, l'appellation mentionne le type de culture (« cannabis en terre » et « cannabis hydroponique ») sans spécifier si la plantation était *intra-* ou *extra-muros*. Ceci limite l'interprétation des résultats, car tous les mariculteurs sont traités également dans notre échantillon.

L'utilisation de données issues du recensement comporte également des limites. Dans les recensements, Statistique Canada (2001) rapporte que des erreurs de couverture ont eu lieu pendant la collecte des données.

Une autre limite concerne l'unité géographique choisie, les SDR (Brame, Turner et Paternoster 2010). Elle limite l'interprétation des résultats orientée vers des tendances régionales qui ne permet pas, par exemple, une analyse plus fine des changements à l'intérieur des municipalités. Les données agrégées renvoient au *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP), une limite connue en analyse spatiale (Fotheringham et Wong 1991; Jelinski et Wu 1996). Il concerne d'une part un problème d'échelle, car plus les données sont agrégées à un grand territoire, moins la variation du phénomène d'un secteur à un autre est importante. D'autre part, le MAUP est un problème de découpage qui peut faire varier les résultats.

Du MAUP découle un problème lié à la géographie même du Québec. Les SDR sont plus abondamment plus nombreuses et de taille plus réduite le long du fleuve Saint-Laurent alors que des zones isolées comprennent des SDR de taille plus grandes et moins densément peuplées. Il s'agit d'une limite avec laquelle les études qui se penchent sur ce type de territoire font face. Notons aussi que la méthodologie utilisée dans le cadre du présent mémoire a été mobilisée par d'autres chercheurs pour le Québec (Nguï et al. 2013) ou d'autres territoire comparables comme l'Australie (Qi et al. 2012).

## 2.2. Méthodes : Les statistiques de balayage de Kulldorff

Les statistiques de balayage de Kulldorff sont utilisées pour identifier des points chauds (*hotspots*) et de froids (*coldspots*) sur un territoire (Anselin, Griffiths et Tita 2008). Elles déterminent le caractère aléatoire de la distribution d'un phénomène dans l'espace. Dans notre cas, il s'agit d'arrestations pour des crimes liés au cannabis. Le présent texte vise à expliquer certaines notions relatives aux statistiques de Kulldorff, une méthode de statistiques de balayage (Kulldorff 2010). Nous en présentons donc les principes de base suivis de quelques exemples d'application. Rappelons que la méthode est amplement décrite dans le premier article présenté au Chapitre 3.

### 2.2.1. Les statistiques de balayage de Kulldorff : Principes de base

Dans le cadre de notre étude, les statistiques de balayage de Kulldorff visent à vérifier si le taux d'incidence des arrestations pour des crimes liés au cannabis est significativement plus élevé ou plus faible à l'intérieur d'un regroupement de SDR adjacente par rapport au reste du territoire québécois. Pour ce faire, il faut disposer de trois fichiers : 1) un fichier des cas<sup>9</sup>; 2) un fichier de la population<sup>10</sup>; 3) les coordonnées cartésiennes (x, y) associés aux centroïdes des SDR. À l'aide de ces trois types de fichiers, il est possible d'utiliser la méthode de Kulldorff avec le logiciel gratuit SaTScan version 9.1.1 (Kulldorff et Information Management Services 2011).

En principe, les statistiques de Kulldorff balayent les observations appariées au centroïde des SDR à l'intérieur de fenêtres de balayage de forme circulaire ou elliptique de tailles différentes. Jugé plus précis (Kulldorff et al. 2006), le balayage avec les ellipses implique que les axes mineurs et majeurs ainsi que l'angle de rotation varient en fonction de la proportion de la population localisée à l'intérieur de la fenêtre. Chaque fenêtre est un agrégat spatial potentiel lors du balayage. Le seul maximal duquel une fenêtre peut inclure les observations est fixé à 50 % de la population totale.

---

<sup>9</sup> Dans le premier article, le fichier de cas est le nombre d'arrestations pour des crimes de culture, de trafic et de possession de cannabis par mois pour les années 1999 à 2009 pour chacune des SDR. Pour le deuxième article, il inclut le nombre d'arrestations pour culture en terre et pour culture hydroponique par mois selon une période ( $T_{all} = 2001$  à 2009) et trois sous-périodes ( $T_1 = 2001$  à 2003;  $T_2 = 2004$  à 2006;  $T_3 = 2007$  à 2009).

<sup>10</sup> Nous avons utilisé les données des recensements de 2001 et 2006 qui incluent le nombre de Québécois âgés de 15 ans et plus par SDR pour constituer le fichier de population du premier article. Puis, dans le deuxième article, nous avons plutôt utilisé des données de l'Institut de la statistique du Québec jugées plus précises. Il s'agissait des Québécois âgés de 15 à 79 ans pour chacune des années de 2001 et 2009.

Pour chaque fenêtre de balayage créée, la méthode de Kulldorff tente de rejeter l'hypothèse nulle qui stipule que les cas attendus dans la fenêtre sont proportionnels à la taille de la population dénombrée. Sous la loi de Poisson utilisée pour dessiner la courbe d'événements rares dans un intervalle de temps donné, Kulldorff utilise une fonction de vraisemblance qu'on appelle le « test du ratio de vraisemblance » pour comparer les fréquences observées et attendues comme suit :

$$LR = \left( \frac{c}{E[c]} \right)^c \left( \frac{C - c}{C - E[c]} \right)^{C-c} I() \quad (1)$$

Où  $C$  représente le nombre total d'arrestations dans l'ensemble du Québec,  $c$  est le nombre d'arrestations dans la fenêtre de balayage,  $I()$  = Fonction indicatrice<sup>11</sup> et  $E[c]$  est le nombre d'arrestations attendu dans la fenêtre, selon l'hypothèse nulle stipulant une distribution aléatoire, calculée comme suit :

$$E[c] = t * C / T$$

Pour déterminer si la valeur obtenue du ratio de vraisemblance (LR) est significative, le test du ratio de ressemblance est répété avec des distributions aléatoires générées à partir de simulations de Monte-Carlo. La p-valeur est assignée en comparant le rang maximal de vraisemblance du lot de données à l'étude avec la plus haute vraisemblance des lots de données aléatoires.

$$p = R / (1 + n)$$

Où  $R$  est le rang de la valeur de LR et  $n$  est le nombre d'itérations<sup>12</sup>. Bien entendu, plus les nombres d'itérations et d'observations sont élevés, plus les résultats seront robustes. Disposées en ordre décroissant, les valeurs du test du ratio de vraisemblance plus élevées que celles des itérations aléatoires rejettent l'hypothèse nulle. Les valeurs du ratio de vraisemblance avec les valeurs de  $p$  les plus fortes constituent les agrégats principaux et secondaires. Il s'agit des observations les moins susceptibles d'être dues au hasard.

Pour chaque agrégat spatial identifié, les statistiques suivantes reportées par SaTScan sont : le nombre de municipalités incluses dans l'agrégat, les nombres de crimes observés et attendus, le taux d'incidence dans l'agrégat (soit le nombre crimes pour 100 000 habitants de 15 ans

---

<sup>11</sup> Lorsque le balayage cherche uniquement des points chauds,  $I() = 1$  et lorsqu'il y a plus de cas qu'attendus sous l'hypothèse nulle ( $I() = 0$ ). Le contraire s'applique dans la recherche de points froids. Pour à la fois les clusters chauds et les clusters froids,  $I() = 1$  pour toutes les fenêtres.

<sup>12</sup> Si la valeur du LR observé arrive au premier rang, il a la plus forte valeur, donc  $p$  sera égal à  $p = 1 / (1 + 999) = 0,001$ . Avec 9999 itérations  $p = 0,0001$ .

plus), la valeur du ratio de vraisemblance et la p-valeur qui lui est associée, et finalement le risque relatif (RR). Le RR correspond dans notre étude au rapport entre la probabilité d'être arrêté à l'intérieur du l'agrégat sur celle dans le reste du territoire d'étude. En d'autres termes, il s'agit du rapport entre les taux d'incidence dans l'agrégat et ceux dans le reste de la province.

Les statistiques de Kulldorff sont surtout utilisées en épidémiologie pour détecter les agrégats spatiaux de différents types de cancers ou encore de maladies infectieuses (Kulldorff et al. 1998; Cooper et al. 2008; DeChello et Sheehan 2007; Huang et al. 2010; Klassen, Kulldorff et Curriero 2005). Elle a toutefois été utilisée à quelques reprises en criminologie. Par exemple, Ceccato et Haining (2004) se sont attardés à la criminalité frontalière avant et après la construction du détroit d'Öresund, un pont séparant le Danemark de la Suède. À l'aide de données policières, les auteurs ont analysé les ratios standardisés d'une série d'infractions<sup>13</sup>. Les résultats indiquent qu'aucun agrégat d'observations n'a été détecté à proximité du pont d'Öresund ou d'une zone secondaire après sa construction.

Une seule étude a utilisé les statistiques de Kulldorff exclusivement en lien avec des crimes liés aux drogues. Il s'agit de l'étude de Sudakin et Power (2009) qui a abordé les changements régionaux et temporels des incidents liés aux méthamphétamines dans l'état de l'Oregon aux États-Unis. Les données proviennent de quatre sources incluant le *Oregon Poison Control Center* de 2001 à 2005, le *Oregon Narcotics Enforcement Association* de 2003 à 2007, le *Oregon State Police (Medical Examiner Division)* de 2001 à 2005 et le *Hazardous Substance Emergency Events Surveillance System* de 1998 à 2005. Les diverses sources de données ont mené à l'analyse des incidents de consommation abusive et de production de méthamphétamines. Les résultats ont fait valoir cinq comtés ayant des agrégats statistiquement significatifs avec plus d'une source de données. Les endroits où des agrégats d'observations avaient été détectés étaient à la fois situés en milieu urbain et rural.

### **2.2.2. Les principales limites de la méthode**

Les statistiques de Kulldorff, comme toutes les méthodes, comportent certaines limites. Mentionnons d'emblée que les résultats peuvent être influencés par la superposition des ellipses et la détermination préalable de paramètres comme la taille maximale de leurs rayons (Anselin et al. 2009; Sabel et Löytönen 2004). Elle implique une part d'arbitraire dans l'établissement des

---

<sup>13</sup> Ces infractions incluent vol à la tire, vandalisme, harcèlement, vol de véhicules, cambriolage, crimes liés à la drogue, assaut, vol à l'intérieur des véhicules, crime contre l'ordre public, violence conjugale et fraude.

paramètres (Kulldorff 1997). De plus, l'interprétation des résultats s'en tient à la description des agrégats une fois qu'ils ont été localisés. Puis, les statistiques de balayage ont tendance à détecter des agrégats plus gros qu'ils ne le sont réellement, car ils doivent entrer à l'intérieur de la fenêtre de balayage (Tango 2010).

### **2.3. Traitement des données**

SaTScan n'a pas de module de gestion de bases de données ou encore de géocodage. L'utilisation d'autres programmes est préalablement nécessaire lorsqu'on veut utiliser les statistiques de balayage de Kulldorff (Block 2007). Nous avons donc structuré les données à l'aide de SAS version 9.2 (SAS Institute Inc.).

Dans le premier article, chaque année a été balayée en fonction des arrestations par mois par SDR à la recherche de points chauds uniquement pour les crimes de possession, de trafic et de culture du 1999 à 2009.

Dans le deuxième article, nous étions à la recherche des points chauds et des points froids spatiaux et temporels d'arrestations pour culture du cannabis en terre et hydroponique. Nous avons effectué une analyse purement temporelle par mois en prenant chaque année individuellement pour les deux types de culture pour pouvoir repérer les possibles tendances saisonnières. Ensuite, nous avons effectué une analyse purement spatiale par mois par sous-période. La première sous-période inclut les mois entre les années 2001 et 2003, la deuxième, de 2004 à 2006 et la troisième, de 2007 à 2009. Une analyse globale a tenu compte de l'ensemble de la période d'étude, soit de 2001 à 2009.

Dans les deux cas, la fenêtre de balayage spatial a pris la forme d'une ellipse. Ainsi, les agrégats identifiés sont spatialement plus précis. La forme, l'angle et l'excentricité sont pris en compte (Kulldorff et al. 2006). Le nombre d'itérations de Monte Carlo a été fixé à 9 999 simulations. Les autres paramètres ont été laissés par défaut. En ce sens, la fenêtre de balayage général permet un agrégat d'une dimension maximale de la moitié de la population à risque et de la période de temps étudié. Ce paramètre laissé par défaut n'a pas eu d'incidence sur nos résultats. À titre d'exemple, pour les résultats du premier article, la population à l'intérieur des agrégats représente en moyenne 6,78% de la population totale pour la culture, 13,72% pour le trafic et 24,12% pour la possession simple. Dans tous les cas, les résultats ont été cartographiés dans ArcMap (ESRI 2011).

## **2.4. Pertinence sociale et scientifique**

Puisque les crimes ne sont pas distribués aléatoirement dans le temps et dans l'espace, la présente recherche permet de cibler les éléments géographiques qui motivent les délinquants à cultiver le cannabis. L'analyse des points froids nous informe du contraire : peu étudiés, ils nous indiquent les endroits où des éléments géographiques révulsent la criminalité. Par conséquent, la recherche peut informer les administrateurs de politiques en matière de sécurité publique et par le fait même guider les ressources vers certaines régions (Eck 2005).

Le mémoire veut aussi documenter le phénomène dans une perspective régionale tout en tenant compte du rôle des villes de la province. Cependant, bien que le programme « Cisaille » demande la collaboration des agriculteurs pour dénoncer la présence de plants de cannabis sur leurs terres (Sûreté du Québec 2008), la façon dont le programme s'adapte aux réalités urbaines n'est pas claire. Pourtant, les corps policiers mettent en évidence le rôle des banlieues montréalaises où les serres hydroponiques fourmilleraient (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010).

Pour ce qui est de la pertinence scientifique, l'étude fait le pont entre deux disciplines, soit la criminologie et la géographie. Effectivement, peu d'études en criminologie traitent de l'analyse spatiale, surtout en matière de stupéfiants et de production de drogues. Un manque de connaissances est soulevé à cet égard. Du côté de la géographie, le thème de la criminalité est peu traité par cette discipline. Nous contribuons à ce nouveau champ d'application en utilisant des perspectives d'analyse et des concepts des deux disciplines.

## **2.5. Conclusion**

Nous avons présenté l'approche méthodologique préconisée, c'est-à-dire les SIG et l'analyse spatiale à travers plus exactement les statistiques de balayage de Kulldorff, qui serviront à répondre à nos objectifs et questions de recherche. Nous avons commencé par une présentation des données utilisées et des outils. Brièvement, nous avons aussi présenté le traitement et l'analyse de l'information qui permettent les sorties du logiciel avant de déterminer avec la pertinence sociale et scientifique de l'étude.

Dans les chapitres qui suivent, nous allons présenter nos résultats de recherche qui est en fait une copie de deux articles qui ont été soumis respectivement dans les revues *Revue*

*canadienne des sciences régionales* et *The International Journal on Drug Policy*. Il est possible que des éléments plus amplement expliqués dans la revue de la littérature et dans la méthodologie soient répétés.

## **CHAPITRE 3 : GÉOGRAPHIE DU CANNABIS AU QUÉBEC : DU PRODUCTEUR AU CONSOMMATEUR**

L'analyse spatiale appliquée à l'étude des crimes s'inscrit dans le courant de la criminologie environnementale qui analyse comment l'environnement influence le passage à l'acte délinquant (Brantingham et Brantingham 1990). Or, depuis les vingt dernières années, l'analyse spatiale du phénomène criminel se veut de plus en plus populaire en raison du développement de nouvelles méthodes et outils intégrés dans les systèmes d'information géographique (SIG) (Chainey et Ratcliffe 2005). Cet engouement n'est pas surprenant puisqu'ils permettent notamment de décrire comment le crime s'organise spatialement à travers l'identification d'agrégats spatiaux.

Parmi les études mobilisant les SIG pour analyser la répartition spatiale des crimes, certaines méthodes se focalisent sur toute une série de crimes regroupés, le plus souvent, en crimes violents et en crimes contre la propriété (Savoie, Bédard et Collins 2006; Hooghe et al. 2011; Leitner et al. 2011). D'autres se limitent à un crime particulier, que ce soit par exemple les cambriolages (Johnson et al. 2007; Townsley, Homel et Chaseling 2000) ou encore les homicides (Ceccato 2005). Par contre, étonnamment, très peu d'études s'intéressent à l'analyse spatiale des crimes liés aux drogues, excepté les travaux de Feidler et al. (2008) et de Sudakin et Power (2009) sur la répartition des crimes liés aux méthamphétamines dans respectivement les états du Dakota du Nord et de l'Oregon. En outre, en contexte canadien, aucune étude de ce type n'a été répertoriée, notamment pour le cannabis qui demeure pourtant la drogue la plus consommée au pays (Adlaf, Bégin et Sawka 2005). Il nous semble donc pertinent d'explorer la géographie des crimes liés au cannabis, particulièrement au Québec. Nous tenterons ainsi d'identifier les concentrations spatiales de crimes liés au cannabis en prenant soin de séparer les étapes de la chaîne de commodité, à travers les crimes relatifs à la culture, le trafic et la possession simple.

### 3.1. Revue de littérature

#### 3.1.1. Les crimes liés aux drogues et l'analyse spatiale

La majorité des études quantitatives portant sur la criminalité liée aux drogues abordent la question des substances sous l'angle de thèmes connexes tels que les gangs de rue (Taniguchi, Ratcliffe et Taylor 2011), la violence (Lum 2011), l'impact d'un programme de présence policière accrue (Lawton, Taylor et Luongo 2005) ou encore la santé publique (Smithson et al. 2004; Sudakin et Power 2009). De plus, leur territoire d'étude se limite aussi le plus souvent à une métropole donnée. Feidler et al. (2008) sous-entendent que la géographie de la production d'une drogue est influencée par sa chaîne de commodité d'où l'importance de prendre en compte toutes les étapes : de la production d'un bien à sa consommation. Dans le cas du marché du cannabis, ces étapes correspondent à la production, qu'elle soit en terre ou hydroponique, la vente et la distribution regroupées habituellement sur le terme de trafic et finalement, à la consommation.

À titre d'exemple, bien que fort intéressante, l'étude de McCord et Ratcliffe (2007) fusionne des données relatives au trafic et à la possession en vue de trafic de stupéfiants afin d'identifier les « marchés extérieurs de drogues » (*outdoor drug markets*) c'est-à-dire les endroits où l'on observe des transactions liées aux drogues dans l'espace public à Philadelphie, et ce, sans retenir les crimes liés à la production ou à la possession simple. Il est généralement admis dans la littérature que les marchés de drogues ont tendance à être concentrés spatialement (Lawton, Taylor et Luongo 2005). Autrement dit, certains espaces se « spécialisent » dans les crimes liés aux drogues et leurs localisations tendent à être à proximité de la clientèle potentielle (Rengert et al. 2000). Bien qu'aucune étude n'ait été publiée ces dernières années sur les concentrations spatiales de la criminalité liées au cannabis au Canada et au Québec, plusieurs constats méritent toutefois d'être avancés relativement aux trois étapes de la chaîne de commodité.

Concernant la culture du cannabis en Amérique du Nord, la plupart des auteurs s'entendent pour dire qu'elle est majoritairement régionale, c'est-à-dire qu'elle s'effectue surtout à l'intérieur des frontières d'un pays, et non à l'échelle transnationale comme l'héroïne et la cocaïne : 72,5% des échanges mondiaux de marijuana ont lieu sur le même continent et 57,5% dans la même région (Boivin 2011). Deux éléments concourent à cet état de fait. D'une part, la plante peut croître un peu partout dans le monde puisqu'elle s'adapte à des conditions climatiques fort diverses (voir Potter (2006) pour une recension détaillée sur le sujet). D'autre part, la culture de

cannabis est très accessible comparativement aux autres drogues (Morrison 1997). En effet, l'émergence de revues spécialisées et de sites internet s'ajoute au traditionnel bouche-à-oreille dans le partage des connaissances quant à la culture (Decorte 2010). Finalement, il est possible de retrouver le matériel nécessaire dans presque n'importe quel magasin de jardinage ou encore des magasins hydroponiques (Bouchard et Dion 2009).

Concernant le trafic, les articles intégrant une dimension spatiale ou régionale sont plutôt rares dans la mesure où le trafic est principalement analysé en milieu urbain (McCord et Ratcliffe 2007; Lawton, Taylor et Luongo 2005). La plupart des pays industrialisés sont à la fois des pays producteurs et consommateurs (Boivin 2011). Enfin, le cannabis est effectivement la substance illicite la plus consommée, particulièrement par les jeunes, les hommes et les chômeurs (Beck, Legleye et Spilka 2007). Au Canada, la tendance montre qu'elle est croissante, le pourcentage de consommateurs autorévélés étant passé de 6,5% à 14,1% de 1989 à 2004 (Beauregard et al., 2010 citant Adlaf, Bégin et Sakwa, 2005). Toutefois, on ne sait pas si cette tendance est plutôt localisée dans certaines régions, qu'elles soient rurales ou urbaines.

### **3.1.2. Vers une géographie du marché**

Ces premiers constats nous amènent à nous questionner sur l'existence d'une logique de marché du cannabis. D'entrée de jeu, il est certain que la concentration spatiale d'un marché de drogues local implique une proximité relative aux clients : « *Good locations allow access, attract large numbers of customers, and increase the potential sales* » (Ghosh & McLafferty, 1987: 2). Ainsi, la localisation de la production de cannabis suscite des débats dans la littérature scientifique, mais tous conviennent qu'elle entretient une proximité relative aux centres urbains qui constituent un nombre intéressant de consommateurs (Cocklin, Walker et Blunden 1999). En ce sens, la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826) pourrait s'appliquer au marché du cannabis : la production n'est rentable qu'à une certaine distance du marché. En dehors de cette distance, le coût du foncier ou de transport devient trop élevé; tout en sachant que la distance parcourue augmente implicitement le risque de détection et d'arrestation (Morselli, Turcotte et Tenti 2010).

Selon plusieurs études qualitatives, le cannabis serait produit dans les régions rurales (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Wilkins et Casswell 2003). Les centres urbains auraient toutefois un rôle-clé, car ils représentent un bon nombre de clients potentiels. Plecas et Diplock (2007) ont observé qu'entre 1997 et 2004, la région métropolitaine de Calgary constituait 42% des cas de

production de cannabis de la province de l'Alberta ayant été rapportés aux forces policières. En outre, pour les producteurs de cannabis, la localisation vers les zones périurbaines est avantageuse à plusieurs égards (Tremblay, Bouchard et Petit 2009). Elle permet tout d'abord de minimiser les coûts de transport (Wilkins et Casswell 2003). En ce sens, la production de cannabis aurait lieu dans les zones rurales ou périurbaines tandis que le trafic consisterait au transport et à la vente de la marchandise vers les consommateurs.

### **3.1.3. Questions et hypothèses de recherche**

À la lumière de cette revue de littérature, l'objectif premier de l'article est avant tout empirique. Il s'agit de décrire les distributions spatiales des crimes des différentes étapes de la chaîne de commodité du cannabis au Québec – production, trafic, consommation –, puis de les comparer. Plus précisément, la recherche s'articule autour des questions suivantes : existe-t-il des concentrations spatiales statistiquement significatives des crimes liés au cannabis au Québec ? Le cas échéant, sont-elles différentes selon les différentes étapes de la chaîne de commodité ?

Première hypothèse, nous pensons que la distribution spatiale des arrestations liées à la culture de cannabis se distingue de celles liées au trafic et à la possession. Bien qu'en théorie le cannabis puisse être cultivé dans l'ensemble du territoire québécois, en se référant à la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826), les sites de production doivent être relativement proches des bassins de consommateurs potentiels. Par conséquent, il est probable qu'il existe des concentrations spatiales à proximité des centres urbains, voire des frontières de l'Ontario et des États-Unis à des fins d'exportation (Gendarmerie royale du Canada 2008).

Deuxième hypothèse, il est probable que la distribution des arrestations liées au trafic soit comparable à celle de la possession, car il s'agit des deux types de crimes les plus proches des consommateurs. De plus, le trafic représente l'étape intermédiaire entre la production et la consommation, soit le lien entre le début et la fin de la chaîne de commodité. Par conséquent, pour atteindre un maximum de consommateurs, la distribution spatiale des arrestations des crimes liés au trafic risque d'être plus étendue que celle de la culture.

Bien que descriptive, cette étude apportera un éclairage nouveau sur la géographie régionale du cannabis puisque la spatialité de cette substance n'a pas été, à notre connaissance, étudiée durant les dernières années tant au Québec que plus généralement en Amérique du Nord. Il

s'agit d'une première analyse exploratoire qui peut informer les gestionnaires en sécurité publique sur les patrons spatiaux du phénomène à l'échelle régionale.

## **3.2. Méthodologie**

### **3.2.1. Données**

Dans le cas de cette étude, nous nous intéressons du cannabis « herbal » comme le fait Boivin (2011), donc sous sa forme non transformée excluant ainsi ses produits dérivés tels que le haschisch. Les arrestations relatives aux crimes liés au cannabis sont utilisées comme proxy pour mesurer l'intensité des crimes qui y sont liés, puisqu'un crime peut avoir lieu sans qu'il y ait pour autant arrestation. Pour ce faire, nous avons obtenu les données du module d'information policière (MIP) qui comprend les arrestations de tous les crimes survenues sur le territoire québécois entre 1999 et 2009 et effectuées par l'ensemble des corps policiers, sauf la police des villes de Gatineau et de Québec ainsi que la Gendarmerie royale du Canada (GRC). Relativement aux étapes de la chaîne de commodité, nous avons donc retenu uniquement les arrestations des crimes liés à la culture (n = 18 650), au trafic (n = 25 067) et à la possession (n = 71 296) de cannabis dans la base du MIP qui concernaient uniquement le premier et le deuxième chef d'accusation<sup>14</sup> comme l'a fait Bouchard (2007). Ainsi, la culture fait référence à l'étape de la production, le trafic à celle de la vente et de la distribution et la possession à celle de la consommation.

La base de données inclut la date et le lieu de l'arrestation à partir desquels nous avons directement extrait le mois et l'année ainsi que la subdivision de recensement (SDR, c.-à-d. la municipalité ou l'équivalent selon Statistique Canada (2012)) où le crime a été commis. Notons toutefois qu'aucune information sur la quantité saisie par événement n'était disponible. Nous avons également dû choisir une « population à risque » afin de contrôler la surreprésentation des phénomènes étudiés. Pour ce faire, les effectifs de 15 ans et plus au niveau des SDR ont été extraits des recensements de 2001 et 2006 de Statistique Canada. Les municipalités de 2001 (n=1350) ont été agrégées en fonction de celles de 2006 (n=1175) afin d'avoir le même nombre d'observations pour les deux années de recensement.

---

<sup>14</sup> Ces chefs d'accusation sont les motifs sur lesquels se fondent les arrestations par ordre de gravité des crimes.

D'emblée, il convient d'identifier quelques limites quant à l'utilisation des données policières. La première, certes la plus évidente, renvoie au fameux chiffre noir souvent évoqué en criminologie (Pirès 1994). Il s'agit des cas n'ayant pas été découverts par la police qui ne sont pas pris en compte (Brame, Turner et Paternoster 2010); les délinquants « habiles » ne font pas partie des cas observés. De plus, l'utilisation de données policières est tributaire de l'intensité des activités des forces de l'ordre à travers des opérations ou des programmes spéciaux visant certains délits à certains endroits ou certaines périodes de temps (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Brock et Walker 2005; Cocklin, Walker et Blunden 1999). Nous savons également que la Sûreté du Québec est dotée d'un programme qui cible spécifiquement la culture de cannabis (Sûreté du Québec 2008) contrairement au trafic et la possession. Il s'agit donc d'une autre limite de nos données.

### **3.2.2. Bref retour sur les méthodes de détection d'agrégats spatiaux**

Afin de décrire la répartition d'événements localisés dans l'espace, plusieurs méthodes sont disponibles. Sans pour autant dresser une liste exhaustive, il convient toutefois de discuter brièvement des principales méthodes, et ce, afin de justifier le choix des statistiques de balayage de Kulldorff utilisées dans le cadre de cette étude. Selon Lawson (2004), ces méthodes spatiales peuvent être regroupés en trois catégories répondant à des objectifs différents : 1) la cartographie des taux d'incidence d'événements, 2) les méthodes de détection des agrégats spatiaux d'événements (*spatial clusters* ou encore *hot spots* en anglais) et finalement, 3) les méthodes d'analyse écologique, relevant de la modélisation spatiale, visant à analyser la distribution des événements avec des facteurs explicatifs. En lien avec nos objectifs et questions de recherche, nous nous inscrivons dans le second courant afin d'une part, de vérifier si les trois types de crimes liés au cannabis sont concentrés dans l'espace et d'autre part, d'identifier les agrégats spatiaux, soit des aires géographiques où l'on observe un plus fort taux d'incidence de crimes que dans le reste du territoire québécois.

Parmi les méthodes de détection des agrégats spatiaux, on distingue habituellement celles s'appliquant à des données ponctuelles – chaque événement a ainsi des coordonnées géographiques (x,y) –, de celles s'appliquant données de comptage par secteur géographique (quartier, municipalité, etc.).

Pour identifier les concentrations de cas localisés sous forme ponctuelle, plusieurs méthodes ont été proposées ces dernières décennies. Parmi les plus courantes, mentionnons l'analyse

centrographique, les méthodes de statistique exploratoire de classification appliquées sur les coordonnées (x,y) (méthodes hiérarchiques sur le plus proche voisin ou k-means), implémentées d'ailleurs dans le logiciel CrimeStat (Levine 2006); ou encore, le *Geographical analysis machine* (GAM) proposé par Openshaw et al. (1987)<sup>15</sup>. Puisque nos données sont ancrées au niveau des subdivisions de recensement, il nous était impossible d'y recourir. De plus, bien que fort intéressantes, la principale critique formulée à ce type de méthodes est qu'elles ne tiennent pas compte d'une population à risque. Autrement dit, les événements de crimes risquent de se concentrer inévitablement dans les zones les plus peuplées du territoire à l'étude : dans les villes si l'analyse est réalisée à l'échelle régionale ou dans les quartiers centraux si l'analyse est réalisée à l'échelle métropolitaine.

Par contre, les méthodes de détection des clusters spatiaux pour des données de comptage par secteur géographique permettent de tenir compte d'une population à risque et de calculer ainsi des taux d'incidence – nombre de crimes pour 100 000 habitants par exemple – pour chacun des agrégats identifiés. Parmi ces méthodes de balayage, citons notamment une version du GAM d'Openshaw pour des données agrégées (Openshaw et al. 1988) et celles proposées par Besag et Newell (1991), Turnbull et al. (1990), de même que les statistiques de balayage de Kulldorff avec *SaTScan* (1997) et la méthode de Tango et Takahashi avec *FlexScan* (2005)<sup>16</sup>. Plusieurs études récentes ont montré que les méthodes de balayage les plus performantes sont celles de Kulldorff et de *FlexScan* (Tango 2010; Goujon-Bellec et al. 2011; Costa et Kulldorff 2009). Dans le cadre de cet article, nous avons privilégié celles de Kulldorff largement utilisées en épidémiologie.

### 3.2.3. Description des statistiques de balayage de Kulldorff

Afin d'identifier les zones où les taux d'incidence de crimes relatifs à la culture, au trafic et à la possession simple de cannabis sont significativement plus forts au Québec, nous avons recours aux statistiques de balayage proposées par Kulldorff (2006) mises en œuvre dans le logiciel gratuit SaTScan version 9.1.1 (Kulldorff et Information Management Services 2011).

Appliqué à notre jeu de données, le principe de base de la méthode est assez simple. Tout d'abord, il faut disposer de trois fichiers : 1) un fichier des cas, soit le nombre de crimes par mois

---

<sup>15</sup> Pour une description détaillée de ces différentes méthodes, on pourra consulter le chapitre 6 de l'ouvrage de Waller et Gotway (2004) intitulé *Spatial clusters of health events: point data for cases and controls*.

<sup>16</sup> Pour une description détaillée de ces méthodes, on pourra consulter le chapitre 7 de l'ouvrage de Waller et Gotway (2004) intitulé *Spatial clustering of health events : regional count data*; ou bien le chapitre 5 de l'ouvrage de Tango (2010) intitulé *Statistical methods for disease clustering*.

pour les années 1999 à 2009 et pour chacune des SDR; 2) un fichier de la population de 15 ans et plus par SDR pour les recensements de 2001 et 2006; 3) les coordonnées cartésiennes (x,y) pour les centroïdes des SDR. La structuration de ces fichiers a été réalisée dans SAS version 9.2 (SAS Institute Inc.). Pour chaque centroïde, il s'agit de passer des fenêtres de balayage de tailles différentes qui peuvent être circulaires ou elliptiques. Dans le cas d'un cercle, on fait varier le rayon de 0 à un maximum en fonction de la proportion de la population localisée à l'intérieur de la fenêtre. Dans le cas d'une ellipse, les longueurs des axes majeurs et mineurs et l'angle de rotation de la fenêtre varient. Généralement, le seuil maximal est fixé à 50% de la population totale de l'ensemble de l'espace d'étude localisé dans la fenêtre de balayage. Pour cette analyse, nous avons choisi une fenêtre elliptique jugée plus précise (Kulldorff et al. 2006).

Pour chaque fenêtre de balayage ainsi créée, il s'agit de vérifier l'hypothèse que le taux d'incidence (nombre de crimes pour 100 000 personnes de 15 ans et plus) est significativement plus élevé dans la fenêtre comparativement au reste du territoire. Pour ce faire, sous la loi de Poisson, Kulldorff utilise une fonction de vraisemblance qui compare les fréquences observées et attendues comme suit :

$$LR = \left( \frac{c}{E[c]} \right)^c \left( \frac{C-c}{C-E[c]} \right)^{D-d}$$

Où  $C$  représente le nombre total de crimes dans l'ensemble du Québec,  $c$  est le nombre de crimes dans la fenêtre de balayage, et  $E[c]$  est le nombre de crimes attendus dans la fenêtre, selon l'hypothèse nulle stipulant une distribution aléatoire, calculé comme suit :

$$E[c] = t * C / T$$

Où  $t$  et  $T$  représentant respectivement la population de 15 ans et plus dans la fenêtre de balayage et dans l'ensemble du Québec. Pour déterminer si la valeur obtenue du ratio de vraisemblance (LR) est significative, elle est comparée aux valeurs de LR obtenues pour 999 ou 9999 distributions aléatoires générées à partir de simulations Monte-Carlo. Puis, la valeur  $p$  pour le LR observé est calculée à partir son rang par rapport à celles obtenues avec les distributions aléatoires :

$$p = R / (1 + n)$$

Où  $R$  est le rang LR et  $n$  est le nombre d'itérations<sup>17</sup>. Pour chaque centroïde, on retiendra la valeur du ratio de vraisemblance avec la valeur de  $p$  la plus forte. Pour l'ensemble du territoire, la méthode va reporter ainsi deux types d'agrégats : l'agrégat spatial principal (*most likely cluster* en anglais) et les agrégats secondaires ordonnés en fonction des valeurs de LR.

Pour chaque agrégat spatial identifié, les statistiques suivantes sont reportées par SaTScan : le nombre de municipalités incluses dans l'agrégat, les nombres de crimes observés et attendus, le taux d'incidence dans l'agrégat (soit le nombre crimes pour 100 000 habitants de 15 ans plus), la valeur du ratio de vraisemblance (LR) et celle de  $p$  qui lui est associé, et finalement le risque relatif (RR). Cette dernière statistique correspond au rapport entre la probabilité d'être arrêté à l'intérieur de l'agrégat sur celle dans le reste du territoire d'étude. Autrement dit, il s'agit du rapport entre les taux d'incidence dans l'agrégat et dans le reste de la province. En ce sens, le risque relatif s'interprète comme un rapport de cote.

Dans le logiciel SaTScan, les paramètres ont été fixés comme suit : analyse purement spatiale avec une détection des taux d'incidence élevés uniquement, l'utilisation d'une fenêtre elliptique et 9999 réplifications Monte-Carlo<sup>18</sup>. Une fois les analyses réalisées dans SaTScan, les fichiers ont été exportés dans ArcGIS pour cartographier les résultats.

Finalement, mentionnons que l'utilisation des statistiques de balayage de Kulldorff est très répandue en épidémiologie pour détecter les agrégats spatiaux de différents types de cancers ou encore de maladies infectieuses (Kulldorff et al. 1998; Cooper et al. 2008; DeChello et Sheehan 2007; Huang et al. 2010; Klassen, Kulldorff et Curriero 2005). Récemment, des criminologues ont aussi eu recours à cette méthode pour décrire la répartition de différents types de crimes. Ainsi, Nakaya et Yano (2010) la mobilisent pour identifier les concentrations spatiotemporelles des vols à la tire à Kyoto en 2003-2004. Quant à Ceccato et Haining (2004), ils cherchent à détecter les agrégats spatiaux de différents types de crimes contre la personne et la propriété proche d'un pont récemment construit reliant le Danemark et de la Suède. Notons qu'une seule étude utilisant les statistiques de balayage de Kulldorff exclusivement en lien avec des crimes liés à la drogue a été répertoriée. Sudakin et Power (2009) analysent les agrégats spatiotemporels des incidents liés aux méthamphétamines en Oregon et démontrent ainsi la présence d'agrégats à la fois en milieu urbain et rural.

---

<sup>17</sup> En guise d'exemple, si la valeur du LR observée arrive au premier rang comparativement à celles des LR issues des 999 itérations – autrement dit, il aurait la plus forte valeur –,  $p$  sera égal à  $p = 1 / (1 + 999) = 0,001$ . Avec 9999 itérations  $p = 0,0001$ .

<sup>18</sup> Par souci de simplification et par manque d'espace, nous ne décrirons pas en détail les différentes étapes de structuration des données dans SAS et de manipulation dans SaTScan. Le lecteur pourra se référer à la documentation du logiciel SaTScan ou encore au tutoriel proposé récemment par Block (2007).

### 3.3. Résultats

Les statistiques de balayage Kulldorff ont été réalisées séparément pour chacun des trois types de crimes. Au final, trois agrégats sont détectés pour la culture contre deux et cinq pour le trafic et la possession. Ils sont tous statistiquement significatifs ( $p < 0,001$ ). Les résultats sont reportés au tableau 3.1 tandis que la cartographie des agrégats est disponible à la figure 1.

**Tableau 3.1** Analyse des agrégats spatiaux des crimes liés au cannabis selon le motif de l'arrestation (1999-2009)

Numéro de l'agrégat <sup>a</sup>	Culture			Trafic	
	1	2	3	1	2
Municipalités incluses	125	223	25	881	36
Cas observés	3 524	3 511	1 474	15 937	959
Cas attendus	670	1 982	940	11 847	600
Cas par année pour 100 000 hab.	145,3	48,9	43,3	50,0	59,4
Risque relatif	6,25	1,95	1,62	1,95	1,62
Valeur de P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Numéro de l'agrégat <sup>a</sup>	Possession				
	1	2	3	4	5
Municipalités incluses	505	85	6	4	1
Cas observés	41 497	4 530	756	724	2 462
Cas attendus	31 337	3 171	513	530	2 199
Cas par année pour 100 000 hab.	139,9	150,9	155,5	144,2	118,3
Risque relatif	1,78	1,46	1,48	1,37	1,12
Valeur de P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0006

<sup>a</sup> Le premier est l'agrégat principal tandis que les autres sont des agrégats secondaires.

#### 3.3.1. Culture

L'agrégat principal des crimes reliés à la culture de cannabis regroupe 125 SDR situées dans les régions de l'Outaouais, des Laurentides et de Lanaudière, auxquelles s'ajoute une SDR de la Mauricie. Pour cet agrégat, le taux d'incidence est très élevé, soit 145 cas par année pour 100 000 habitants avec un risque relatif (RR) 6,25 fois plus élevé par rapport au reste de la province. Il s'agit du risque relatif le plus élevé de tous les agrégats identifiés, tous types de crimes reliés au cannabis confondus. À la lecture de la figure 1, il est clair que cet agrégat

principal est localisé au nord de la métropole la plus peuplée du Québec (Montréal). Cela confirme notre hypothèse de départ formulée selon la théorie de Von Thünen (1826), à savoir que les concentrations de sites de production doivent être relativement proches des grands bassins de consommateurs potentiels, soit des centres urbains.

Suivent ensuite deux agrégats secondaires comprenant respectivement 223 et 25 SDR, des taux d'incidence de 48,9 et de 43,3 et des risques relatifs (1,95 et 1,62) plus faibles. L'un part de la frontière des États-Unis jusqu'à la Capitale-Nationale en passant par les régions de la Montérégie, de l'Estrie et du Centre-du-Québec (figure 1.a). Quant au second, il est localisé sur la Rive-Nord de Montréal, principalement dans la partie sud des régions des Laurentides et de Lanaudière.

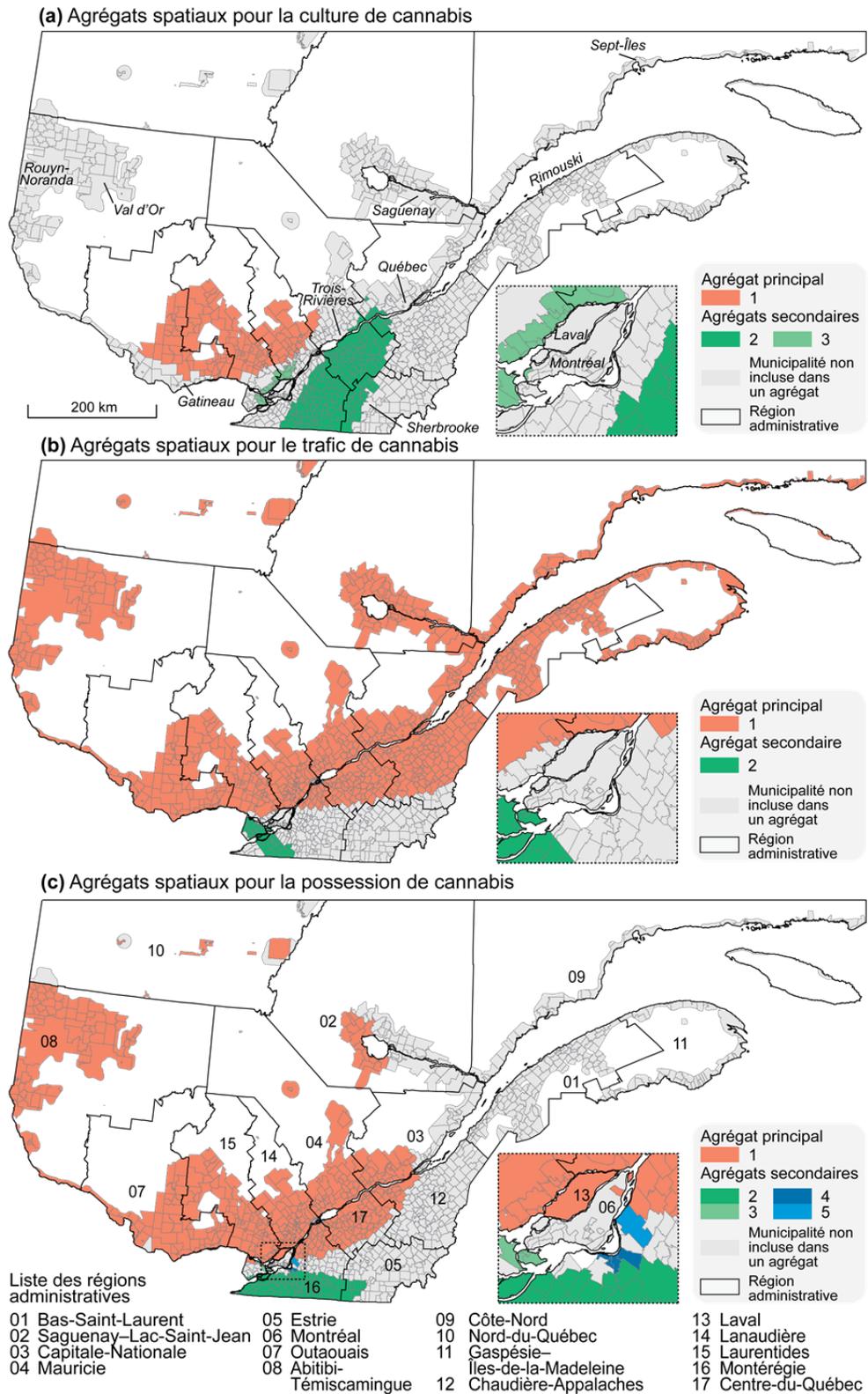
### **3.3.2. Trafic et possession**

L'agrégat principal pour le trafic est très étendu avec 881 subdivisions de recensement (SDR) présentes dans presque toutes les régions exceptées l'Estrie, Montréal et Laval (figure 1.b). Il est même présent dans le Nord-du-Québec. Pour cet agrégat, le taux d'incidence d'arrestations pour trafic de cannabis est 50 cas par année pour 100 000 habitants, avec un risque relatif de 95% (RR=1,95) plus élevé que le reste de la province. Puis, 36 SDR, localisées exclusivement en Montérégie, forment l'agrégat secondaire avec un risque relatif de 1,62.

La possession semble se démarquer des deux premiers types de crimes puisque cinq agrégats spatiaux sont identifiés avec toutefois des risques plus faibles que pour les autres crimes : 1,78 pour l'agrégat principal, et de 1,46 à 1,12 pour les agrégats secondaires.

Fait intéressant, le premier agrégat secondaire est localisé dans la partie sud de la Montérégie proche de la frontière américaine (85 SDR). Viennent ensuite trois agrégats de taille bien plus réduite sur la Rive-Sud de Montréal : six SDR près de Vaudreuil-Dorion, quatre SDR autour de Saint-Constant et finalement, un agrégat formé uniquement de la ville de Longueuil (agrégats 3 à 5, tableau 3.1 et figure 1.c). Pour cette dernière, le risque relatif est uniquement de 12 pourcents plus élevé que dans le reste de la province.

**Figure 3.1** Agrégats spatiaux identifiés par la statistique de Kulldorff pour les trois types crimes liés au cannabis



### **3.3.3. Comparaison des trois types de crimes**

D'entrée de jeu, la culture du cannabis est bien plus agrégée spatialement que le trafic et la possession simple. D'une part, le nombre de SDR comprises dans un agrégat spatial, qu'il soit principal ou secondaire, est plus limité (373 contre respectivement 917 et 601 pour le trafic et la possession). D'autre part, les risques relatifs pour les agrégats sont globalement plus élevés pour la culture, surtout pour l'agrégat principal (6,25 contre 1,95 et 1,78 pour les deux autres types de crimes). Autre élément intéressant, géographiquement, les agrégats principaux du trafic et de la possession sont assez similaires bien que celui de la possession soit moins étendu puisqu'il n'englobe pas les SDR de l'est et du nord du Québec. Cela confirme notre hypothèse que la distribution spatiale du trafic, agissant comme intermédiaire entre la production et la consommation, tend forcément à se rapprocher de celle des consommateurs, tout en étant plus étendue puisqu'elle rejoint l'ensemble des consommateurs incluant les régions où il n'y a pas nécessairement une forte concentration spatiale de consommateurs potentiels.

## **3.4. Discussion des résultats**

L'analyse avait pour but de décrire et comparer les agrégats spatiaux des différentes étapes de la chaîne de commodité du cannabis au Québec. En ce sens, les résultats issus des statistiques de balayage de Kulldorff permettent de dégager des réflexions intéressantes concernant les trois types de crimes liés au cannabis qui ont été étudiés.

### **3.4.1. La culture de cannabis : une « production locale »**

La culture de cannabis montre un patron spatial plus concentré que le trafic et la possession simple. Cette observation pourrait indiquer qu'il s'agit du crime qui requiert le plus une « spécialisation » par rapport aux autres. Effectivement, il nécessite un site fixe qui demande un certain entretien.

La théorie des activités routinières énonce que pour commettre un crime, trois conditions sont simultanément requises : un délinquant motivé, une cible attrayante et l'incapacité des gardiens d'agir (Cohen et Felson 1979). Dans le cas de la culture de cannabis qui est un crime sans victime directe, la cible pourrait constituer la convergence des conditions matérielles et des

connaissances pour que l'infraction soit réalisée. Dans le cas des connaissances, nous avons déjà recensé leur facilité d'accès à travers les sites Internet et le bouche-à-oreille (Decorte 2010). En ce qui concerne les conditions matérielles, elles sont d'autant plus cruciales faute de quoi le passage à l'acte sera impossible. Pour cultiver le cannabis, il faut un lieu physique impliquant deux éléments : l'absence de mobilité du site – ou autrement dit, un site fixe – et un investissement financier de base pour acquérir le matériel nécessaire à l'entretien de la plantation qu'elle soit en terre ou hydroponique. Un site fixe demande une certaine proximité du domicile, en raison de l'entretien que nécessitent les plantations. Nos résultats corroborent ainsi ceux de Malm et al. (2008) en Colombie-Britannique qui ont démontré que la distance moyenne entre les résidences des associés d'un réseau de culture de cannabis est relativement courte des lieux de plantation (6,37 kilomètres). En ce sens, le crime de culture est celui qui demande le plus de préparation au niveau de l'environnement physique. Ceci pourrait expliquer pourquoi ses agrégats couvrent une superficie plus réduite tout en ayant les risques relatifs les plus élevés en comparaison avec le trafic et la possession simple.

De plus, la culture est l'étape de la chaîne de commodité la plus éloignée du consommateur. Toutefois, il serait tout avantageux de la rapprocher de son marché. En ce sens, les agrégats se situent de façon stratégique, soit à proximité de cinq villes québécoises importantes (Gatineau, Montréal, Laval, Trois-Rivières et Sherbrooke) et également de la frontière américaine. Or, certains auteurs avancent l'idée que le Québec fournisse en partie le reste du Canada et les États-Unis (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010). Cette localisation est parfaitement compatible avec un système de distribution de type *hub-and-spoke*, soit d'un système de réseautage hiérarchique efficace qui implique des points de transbordements centraux qui mènent à d'autres (Rodrigue, Comtois et Slack 2006). Les observations relatives au trafic en confirment l'application.

### **3.4.2. Le défi des trafiquants : l'approvisionnement des régions les moins peuplées**

Le trafic a la particularité d'avoir un agrégat principal très différent des agrégats de culture, car il comprend un très grand nombre de municipalités. Par définition, le trafic implique la vente, mais également l'administration, le don, le transport, l'expédition et la livraison de stupéfiants (ministère de la Justice Canada 1985). En ce sens, il s'agit de l'infraction que nous avons associée au transport et à la distribution dans la chaîne de commodité du cannabis.

Dans les endroits moins denses et plus difficiles à atteindre, comme le Nord-du-Québec et les régions périphériques, les trafiquants doivent tout de même répondre à la demande et rejoindre les consommateurs. La distance pose alors un problème d'exposition et de visibilité indirecte pour les trafiquants, car il est plus probable que les transactions requièrent la mobilisation d'un réseau de contacts à travers le territoire (Morselli, Turcotte et Tenti 2010). En ce sens, plus la drogue change de main, plus elle peut parcourir de distance, mais plus les risques d'arrestation sont élevés. En termes d'économie régionale, une des conditions pour la réalisation du commerce interrégional est que le coût de transport entre les régions n'annule pas les gains (Polèse et Shearmur 2009); pour compenser le risque accru, les prix seront plus élevés.

### **3.4.3. La possession : un phénomène banalisé?**

Les risques relatifs issus des statistiques de balayage de Kulldorff sont de plus en plus faibles à mesure que l'on se rapproche du consommateur et qu'on s'éloigne du producteur. En considérant la possession simple comme une mesure intermédiaire pour la consommation, nous nous exposons au risque qu'elle ne concorde pas tout à fait à la demande réelle. Dans nos résultats, la distribution spatiale des crimes liés à la possession semble très différente de celle de la culture, et uniquement un peu plus concentrée que celle du trafic.

Elle est l'infraction la moins grave des trois, puisque sa peine maximale est de cinq ans d'emprisonnement si la quantité dépasse trente grammes (ministère de la Justice Canada 1996). On pourrait alors penser à une certaine banalisation de l'usage du cannabis : les consommateurs semblent être un peu partout et les risques d'arrestation à l'intérieur des points chauds sont bien moins élevés que pour les deux autres types de crimes.

## **Conclusion**

Dans le cadre de cette étude, il s'agissait d'analyser et de comparer la distribution des crimes relatifs aux trois étapes de la chaîne de commodité du cannabis (production, trafic et consommation), et ce, en ayant recours aux statistiques de balayage de Kulldorff. Les résultats sont éclairants à plusieurs égards.

D'une part, ils ont démontré que la culture de cannabis est le crime le plus concentré spatialement par rapport au trafic et à la possession. À titre de rappel, il a été possible

d'identifier une zone au nord de la région métropolitaine de Montréal avec un fort taux d'incidence d'arrestations liées à la culture de cannabis : 145,3 cas pour 100 000 habitants contre uniquement 27,6 pour l'ensemble du Québec. Rappelons aussi que parmi les agrégats spatiaux identifiés, les risques relatifs sont bien plus élevés pour la culture comparativement aux deux autres types de crimes analysés. D'autre part, les statistiques de balayage de Kulldorff représentent ainsi à nos yeux un outil méthodologique intéressant de la détection des agrégats spatiaux liés aux crimes, qui à notre connaissance, n'avait été pas encore appliqué à des données de criminalité au Québec, voire au Canada. Or, la connaissance de ces agrégats spatiaux, surtout pour la culture et le trafic du cannabis, n'est pas sans intérêt pour les gestionnaires en sécurité publique, notamment en termes d'allocation des ressources à l'échelle régionale destinées à limiter et prévenir la production et le trafic de cannabis au Québec.

La présente étude comporte toutefois quelques limites qu'il convient de rapporter. Elle n'a pas pris en considération les variations temporelles sur le territoire québécois. Il serait intéressant de les analyser pour vérifier si les agrégats spatiaux identifiés sont stables durant la période, en divisant cette dernière en sous-périodes. Pour ce faire, l'amélioration de la population contrôle serait de mise pour qu'elle tienne compte des variations de la population entre les années de recensement. De plus, il serait intéressant d'analyser plus en profondeur les étapes de la chaîne de commodité du cannabis, en considérant entre autres les facteurs qui pourraient favoriser ou défavoriser leurs patrons de localisation. Ils seront toutefois bien difficiles à opérationnaliser, car très peu d'études abordent le sujet, même en ce qui concerne la recherche qualitative. Le recours à la modélisation spatiale des agrégats spatiaux en intégrant des variables géographiques relatives à la proximité aux villes et au réseau de transport, mais aussi des indicateurs socioéconomiques (taux de chômage, éducation et revenu) est une piste de recherche que nous nous devons aussi d'explorer dans des travaux futurs.

## CHAPITRE 4 : CANNABIS CULTIVATION IN QUEBEC : BETWEEN SPACE-TIME HOTSPOTS AND COLDSPOTS

This article applies a new framework for understanding the spatial and temporal distributions of cannabis cultivation in Quebec, while differentiating soil-based and hydroponic methods. As suggested by Potter, Bouchard et Decorte (2011), cannabis cultivation has three historic phases including firstly traditional growing and consumption which still takes place today in the Moroccan rife (Afsahi 2011). Secondly, developing countries have begun to supply developed countries. The current phase involves that some developed countries are sufficiently providing to their interior market and export to larger ones. Significant changes in supply were carried out with the expansion of hydroponic technologies enabling local cultivation and avoiding detection at customs. Specifically in North America, most cannabis transactions are made at a local level. Indeed, 72.5% of worldwide cannabis trade takes place within the same continent and 57.5% within the same region (Boivin 2011). Cannabis production has become increasingly local in industrialized countries. It distinguishes itself from other types of drugs (e.g., cocaine and heroin) particularly for this reason. Moreover, it has other features that vary with the methods of production: whether soil-based or hydroponic.

### 4.1. Cultivations and characteristics

Soil-based cannabis farming generally occurs extra-muros in places such as forests, national parks or private agricultural lands (D'Entremont Partelow 2008; Cocklin, Walker et Blunden 1999; Plecas et Diplock 2007). Sensitive to seasonal changes, the harvest takes place in the end of the summer and in early fall. Hydroponic cultivation, in contrast, requires more sophisticated installations controlling light levels, temperature and nutrient supplies. Grown directly in water, the plant produces a better quality product in larger quantities (Decorte 2010). Such plantation takes place exclusively *intra-muros*. This method can be done at any moment of the year without being constrained by the uncertainty caused by an unstable or unfavorable climate (Weisheit 1993; Plecas et Diplock 2007).

In parallel, cannabis cultivation in general is an activity where both knowledge and equipment are easily accessible (Morrison 1997), mostly through specialized magazines and websites (Decorte 2010) as well as in gardening stores (Bouchard et Dion 2009). We argue that the

accessibility will be greater with the soil-based method because knowledge and equipment are not as important in comparison with hydroponic cultivation.

We also suspect that both methods attract different offenders, as suggested in typologies that differentiate profit from non-profit motives (Weisheit 1992; Hough et al. 2003). Non-profit oriented cannabis producer would prefer to maintain small-scale crops, justified through personal consumption, hobbies, ideology and avoidance of organized crime (Hakkarainen et Perälä 2011). They voluntarily withdraw from the cannabis market. Profit-oriented cannabis cultivation attracts either criminal organizations looking for large profit (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Weisheit 2011) or independent producers (Tremblay, Bouchard et Petit 2009; Cocklin, Walker et Blunden 1999), including those seeking supplementary income to compensate for economic difficulties (Cocklin, Walker et Blunden 1999). The argument about the involvement of organized crime in cannabis production, however, is lacking empirical support (Hafley et Tewksbury 1996; Wilkins et Casswell 2003). The sounder approach would be to avoid the organized crime assumption and assess the features that are most likely to represent a tendency toward cannabis cultivation with market logic in general. The differences between both methods of cultivation, accessibility and types of offenders lead us to address the issue of cannabis geographical market logic and its stability.

## **4.2. The market logic behind cannabis cultivation**

As Ghosh et McLafferty (1987) expressed: “good locations allow access, attract large numbers of customers, and increase the potential sales (...) (cited by Rengert et al., 2000: 226)”. Analyzing cannabis cultivation through its location strategies implies that we must consider market proximity. Some authors put forward a relative closeness to urban centers (Cocklin, Walker et Blunden 1999) while others emphasize on its rural quality (Wilkins et Casswell 2003).

An essential element in the study of markets is the commodity chain which refers to a set of steps actualized by organizations or individuals directly involved in the flows of goods and services from a source to a customer (Mentzer et al. 2001). Cultivation would be the equivalent to a production step of herbal cannabis the final product. The flows described by Mentzer et al. (2001) imply that each step is linked with the following and the preceding one. Cannabis cultivation is linked to its distribution and sale. Authors (in press) raised the hypothesis of a hub-and-spoke distribution system between cannabis traffic and cultivation where central transshipment points would lead to others to cover a broader territory (Rodrigue, Comtois et Slack

2006). The issue of localization of cannabis production becomes crucial because it must take into account two things: 1) customers readily reachable and 2) the ones that are further away (Authors, in press).

But as with accessibility methods, differences in the *modus operandi* of cannabis cultivation may imply differences in geographical patterns. Soil-based cannabis farming has a higher risk of detection by either law enforcement or by competitors, while hydroponic cultivation has a higher risk of arrest (Bouchard 2007). Hydroponic cultivation allows settling in the outskirts of cities. Tremblay, Bouchard et Petit (2009) suggest that rural and semi-urban areas would be good geographical opportunities for soil-based cannabis producers. In sum, the potential spatial proximity of cannabis cultivation to its market appears to be one of the characteristics which differentiates soil-based and hydroponic cultivation. The potential location related to the market is a key component in the distribution of economic activities in an area.

### **4.3. Theoretical background: Von Thünen's land rent theory**

According to Polèse et Shearmur (2009), economic models of land use and location of agricultural activities are intertwined concepts. Both starts from the premise that land functions are spatially competing with each other. By locating in a particular place, one demonstrates an advantage over the other potential uses. Spatial dynamics of economic activities puts forward the idea of land rent which original theory dates back to the early nineteenth century (Von Thünen 1826).

Land rent theory attempts to answer the following question: What will be produced, and where? To find out, we must consider the conditions of production including yield per unit area ( $r$ ), market price per unit of product ( $p$ ), production costs per unit of product ( $c$ ), transportation costs ( $T$ ), unit of account per unit of product and per unit distance ( $T$ ) and distance to market ( $m$ ) where the product is sold to customers.

$$R = r(p - c) - r * T * m$$

Land rent ( $R$ ) refers to additional revenues not attributable to extra effort from the producer but only on the land location. Under these conditions, production remains profitable at a certain distance from the market. Beyond this distance, the cost of either land or transportation becomes too high (Polèse et Shearmur 2009).

In other words, the producer seeks to maximize the profitability of his land. To do so, he recognizes the important impact of the transportation costs that can be adjusted according to its location (Sinclair 1967). The profit decreases when the distance to the market is high. Thus, the land rent is the maximum value a producer can pay for the land, without losing money.

Von Thünen's theory of land rent is based on a context of an isolated state surrounded by wildernesses where the site is flat without rivers or mountains and where soil quality and climate are homogeneous (Polèse et Shearmur 2009). Von Thünen calculates the cost of transportation through straight distance from where the product is sold. We agree that these conditions are difficult to achieve particularly in the North American's industrialized context.

In the study of crime, risks of detection and arrest induced by the distance are added to the costs discussed by Von Thünen (1826). In fact, according to Reuter (1983), distance draws the attention of law enforcement and possible competitors. The geographic expansion of criminal groups occurs only in certain situations: 1) supply and demand opportunities and 2) systematic impunity within the market. In this case only, the distance implies less problematic exposure (Tremblay, Cusson et Morselli 1998). Otherwise, the challenge is to find the optimal distance for the firm location and the product transportation. The theory of land rent and hotspots identification are useful for identifying the areas where cannabis cultivation is profitable. They are also useful for coldspots to detect the location of the market, or areas where cannabis production is not profitable.

Von Thünen's land rent theory (1826) has been used in an article which analyzed the effects of casino gambling on real estate values. According to Buck et al. (1991), crime depresses property values. The study does not consider crime as a good or service, but rather as an explanatory variable. We analyze cannabis cultivation clustering as part of a commodity chain.

#### **4.4. Clusters as hotspots and coldspots**

Despite the lack of a universally accepted definition of a hotspot (Chainey et Ratcliffe 2005; Harries 1999), Sherman (1995) made an attempt by defining them as "small places in which the occurrence of crime is so frequent that it is highly predictable, at least over a one year period" (p.36). Nevertheless, hotspots are defined according to thresholds that depend on the cluster identification method.

Among the methods to detect locally spatial clusters, we find scanning methods. Openshaw's Geographical Analysis Machine (GAM) (1988) scans circles of different radii and counts the number of cases and "population at risk" to search for potential spatial clusters. This type of method is encouraged when the observations are sparse (Sabel et Löytönen 2004). The main criticism addressed to the GAM is the "multiple testing problem" where autocorrelated circles can overlap. Then, Turnbull's Cluster Evaluation Permutation Procedure (CEPP) (1990) consists of the absorption of the nearest adjacent regions during the scan. Each time, the population inside the window remains the same so that the case distribution stays uniform. The CEPP gives the highest number of cases in a window, but the multiple testing problem remains with this method as well. Furthermore, Besag and Newell's version (1991) of scan statistics sets a number of cases to reach while scanning, instead of a population. More recently, Kulldorff's scan statistics (1997; Kulldorff et al. 2006) makes the scanning window variable according to a population reaching a predefined threshold.

In criminology, spatial hotspots hold a prominent place in the literature (Ceccato et Haining 2004; Levine 2006). More recently, authors have agreed on the importance of including the temporality simultaneously whenever possible but more often than not, these dimensions are considered separately (Cusimano et al. 2010). Methods for measuring temporal clustering include Naus' scan test (1965) which searches for the highest number of cases observed in an interval of given time within in the entire time period. Kulldorff (1997) also made a temporal version of his scan's spatial statistics, where a most likely hotspot is searched for in an interval divided into subintervals.

Whether temporal or spatial, hotspots are a concentration of criminal events (Chainey et Ratcliffe 2005). More precisely, it is a statistically significant over-representation of cases over time or space in a subperiod or subregion over the whole study period or area. We could define coldspots as the exact opposite. Yet, coldspots are not well documented in criminological literature. Their theoretical contribution is poorly defined, possibly because different methods assessing their presence already exist in other fields such as health sciences (Kulldorff et al. 1998). We believe a coldspot is a subconcentration of criminal events spatially or temporally located in a portion of the whole period or study area. The relevance of the study of coldspots lies in an overall understanding of the phenomenon especially when addressing its stability. For example, they allow to check if a police operation actually destabilized cannabis producers by reducing the incidence rate in a former hotspot by comparing it to the rest of the territory. In this sense, when talking about clusters, we include spatial and temporal hotspots and coldspots.

The contribution of hotspots and coldspots in the study of cannabis cultivation is vast. Very few spatial and temporal quantitative analysis have been conducted on drug-crimes, and even less on drug production in industrialized countries. Before engaging in the possible explanations as others have done with other crimes, cluster detection allows a first diagnosis. The spatial and temporal analysis can inform public safety leaders about the phenomenon's stability in order for them to allocate resources. At the same time, the study can possibly confirm empirical elements relative to the location of activities of cannabis cultivation alleged in the previously outlined literature (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Wilkins et Casswell 2003; Tremblay, Bouchard et Petit 2009).

Regarding coldspots more specifically, they gives us a complementary understanding of the phenomena and helps identify areas where protective mechanisms influence rational choices of offenders (Cohen & Felson, 1979). Hotspots and coldspots are implicitly weighted according to law enforcement interventions. Police forces' primary objective is to eradicate cannabis cultivation (Sûreté du Québec 2008). Clusters instability in a region might underlie the effectiveness of a police intervention or resilience if a hotspot returns.

#### **4.5. Objective and research questions**

The main objective of the article is to understand the temporal and spatial distribution of cannabis cultivation in Quebec and their stability over a nine-year period (2001-2009). The main inquiry focuses upon the emergence of hotspots and coldspots in the province. We think that temporal clustering will greatly depend on the method of cultivation; Quebec climate prevents *extra-muros* soil-based cannabis cultivation to occur throughout the year. Soil-based cultivation will have seasonal hotspots around summer and early fall because crops are more visible if not ready to harvest. Coldspots will occur in winter. We do not expect temporal stability for hydroponics. Concerning spatial clusters, we would expect hotspots to be relatively close to urban centers through rural and semi-urban areas in the case of soil-based cultivation, whereas semi-urban and urban environments for hydroponics. Indeed, soil-based cannabis cultivation mainly occurs *extra-muros* which increases its visibility. More discreet, hydroponic cultivation takes place inside buildings. The risk of detection is reduced and allows greater proximity to the urban centers. The US border and the province of Ontario are also strategic locations for the exterior market. These areas represent more populous territories than the province of Quebec

where cannabis offenses may be punished more severely. They allow cannabis producers and traffickers in the present context of globalization to expand their market if still profitable.

#### 4.6. Data and Methods

The study relies on arrest data for cannabis cultivation-related crimes extracted from the *Module d'information policière* (MIP). The data set includes arrests for crimes that occurred in Quebec between 2001 and 2009<sup>19</sup>. As in a recent study conducted by Bouchard (2007), we kept the arrests which concerned the first and the second most serious charges for soil-based (n = 13,002) and hydroponic (n = 2,904) cannabis cultivation. The database contained the date, from which we kept the month and the year, and also the census subdivision (CSD) (also known as the municipality or its equivalent) where the crime was committed. The age and the sex of the arrestees were also kept<sup>20</sup>.

Our data also includes a control population or “population at risk” to which the arrests are compared and from which an incidence rate per 100,000 inhabitants is calculated. We extracted the population data of the 15 to 79 year olds sorted by gender from the *Institut de la statistique du Quebec* (ISQ) for each year between 2001 and 2009. The total population varies from 5,874,565 to 6,285,250 inhabitants, depending on the year. Therefore, for soil-based cultivation, the average annual rate is 23.8 arrests per 100,000 inhabitants. Hydroponic cultivation has a lower average rate of 5.3 arrests per 100,000 inhabitants.

The geographical data consists of cartesian coordinates (x, y). We paired the arrests and population data to the CSD centroid. The study area contains 1,287 CSDs with populations. Surely, they vary substantially in terms of population and geographical dispersion (mean = 2,356.26, SD = 20,548.86). Depending on the year and the age group, the population between 15 and 79 years old in a CSD can be up to 685,770 inhabitants. The CSD include various municipality equivalents. In Quebec, the majority of the population is located along the St. Lawrence River, in the south where the CSDs are smaller and denser. In the northern regions of the province, the CSDs are less populated and more sprawled.

---

<sup>19</sup> Our data excludes arrests made by Gatineau and Quebec City municipal police agencies.

<sup>20</sup> Age was controlled through the following age groups : 15 to 19 years old, 20 to 24 years old, 25 to 29 years old, 30 to 34 years old, 35 to 39 years old, 40 to 44 years old, 45 to 49 years old, 50 to 54 years old, 55 to 59 years old, 60 to 64 years old, 65 to 69 years old, 70 to 74 years old and 75 to 79 years old.

## 4.7. Statistical Method

In order to understand the spatial and temporal distributions of cannabis cultivation in Quebec, we aim to detect clusters and to compare its patterns according to its cultivation method. It is possible to have recourse to a variety of methods. We use Kulldorff's scan statistics operating SaTScan, a free downloadable program.

### 4.7.1. Kulldorff's scan statistics

Kulldorff's scan statistics is a local cluster detection method that has the advantages of identifying statistically significant spatial and temporal clusters as well as assigning them a relative risk (RR) (Kulldorff, 1997). Cluster detection is controlled by using a population at risk (Sabel et Löytönen 2004). In other words, populated areas that were likely to have a higher number of arrests are modulated according to an incidence rate (number of cases per 100,000 units of population at risk).

For a spatial analysis, the test brushes the study area through circular or elliptical windows. The test is performed from the centroid of a given region and repeats itself until the radius reaches half of the population at risk within the window. When the window has an elliptical form, the major and minor axes as well as the angle of the ellipse varies to reach the population threshold (Kulldorff et al. 2006). A purely temporal version implies that the windows of subperiods scan the whole period.

For each elliptical scan window, Kulldorff's scan statistics verify the alternative hypothesis that states the incidence rate is either significantly higher or lower in the window compared to the rest of the territory. To do this, a likelihood function compares the observed and expected cases as such:

$$LR = \left( \frac{c}{E[c]} \right)^c \left( \frac{C-c}{C-E[c]} \right)^{D-d}$$

Where  $C$  represents the total number of crimes across Quebec and  $c$  is the number of crimes within the scan window.  $E[c]$  is the expected number of crime in the window, according to the null hypothesis that stipulates a random distribution calculated as such:

$$E[c] = t * C/T$$

Where  $t$  and  $T$  represent the population at risk within the scan window and across Quebec. To determine whether the value obtained from the likelihood ratio (LR) is significant, it is compared to the values of LR obtained from 9,999 random distributions generated with Monte Carlo simulations. Then, the p-value for the observed LR is calculated from its relative rank ( $R$ ) to those obtained with random distributions:

$$p = R/(1+n)$$

Where  $n$  is the number of Monte Carlo simulations. For each CSD centroid, the test keeps the LR values with the highest p-values. The highest one of all is named the *most likely cluster* (MLC) and the others following, the secondary clusters. The output contains for each cluster: the numbers of CSDs included in the cluster, the number of crimes observed and expected, the incidence rate inside the cluster, the LR value and its p-value as well as the relative risk (RR). The latter is the ratio between the probabilities of being arrested inside the cluster in comparison to the rest of the province. The RR can be interpreted as *how much more common the phenomena is inside the scan window* compared to the entire study area, period or subperiod (RR < 1: coldspot; RR > 1: hotspot).

Kulldorff's scan statistics have been quite popular in epidemiology to detect cancers (DeChello et Sheehan 2007; Dietz et al. 2011; Klassen, Kulldorff et Curriero 2005) and other infectious diseases (Cooper et al. 2008). Nevertheless, few studies have used Kulldorff's scan statistics to analyze violent and property crimes (Ceccato et Haining 2004) and even less with drug-crimes. Sudakin et Power (2009) have exceptionally used it with variations in methamphetamine-related incidents in Oregon.

#### **4.7.2. Kulldorff's scan statistics processing our data**

For the analysis, we structured three types of files based on the original data set: 1) a case file that includes the number of soil-based or hydroponic cultivation crimes for each CSD per month; 2) a population file that include inhabitants between 15 and 79 years old sorted by gender per CSD and 3) a file that contains cartesian coordinates (x,y) for each CSD's centroid according to the 2006's geographic boundaries. This assured comparability of the results. For the purely temporal analysis, we ran the test for each year. We had nine case files, nine population files and one coordinate file.

For the purely spatial analysis, we performed the test by dividing the analysis according to the period ( $T_{All}$ ) and the subperiods including 2001 to 2003 ( $T_1$ ), 2004 to 2006 ( $T_2$ ) and 2007 to 2009 ( $T_3$ ). We could then evaluate the overall spatial stability during these three subperiods. We had four case files, four population files and one coordinate file. The data from the MIP and the ISQ files were structured with SAS version 9.2 (SAS Institute Inc.). SaTScan parameters were fixed as such: detection of high or low rates, elliptical window and 9,999 Monte-Carlo replications. Outputs were exported in ArcGIS to map the results (ESRI 2011).

Some authors mentioned the importance of simultaneously integrating spatial and the temporal dimension (Cusimano et al. 2010). Whereas a robbery can be executed in less than a minute (Cusson, Cordeau et Boisvert 1994), knowing the ideal moment for crime to be committed is relevant for law enforcement in being aware of this window of opportunity. We did not see the interest in our case to do so. In the first place, cannabis cultivation takes time to gather equipment and to grow the crop. The beginning and end of this crime is difficult to determine. There is uncertainty in knowing which day, what time and where the crime took place, because it is difficult to define precisely these dimensions. Secondly, our spatial units and cases are pre-aggregated for confidentiality issues. It is also irrelevant to know what month in a specific city does cannabis cultivation occurs in a retrospective cluster detection analysis. This data is too precise to identify broader areas that are profitable for cannabis farmers. This explains why we separate the temporal and spatial analysis.

## **4.8. Results**

### **4.8.1. Understanding the purely temporal distribution of cannabis cultivation**

The objective of the article is to understand the temporal distribution of cannabis production and verify its stability. We considered the entire study period between 2001 and 2009 where each year was analyzed individually (see Table 4.1).

#### 4.8.1.1. Soil-based cultivation

Purely temporal analysis aims to understand the temporality of cannabis cultivation (see Table 4.1). For soil-based cultivation, we see an actual stability over time according the hotspots' time frames and the RR. For example, there is a purely temporal hot cluster from May to September 2001 where 1,124 arrests were made. The expected cases (779 arrests) are lower than the observed ones. The incidence rate during that time frame is 38 arrests per 100,000 inhabitants. Finally, the relative risk indicates that from May to September, there are 2.62 more chances of getting arrested for soil-based cultivation in comparison to the rest of the time period (January to April and October to December). Therefore, this time frame is a purely temporal hot cluster.

**Table 4.1** Kulldorff's purely temporal analysis for soil-based and hydroponic cultivation

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
<b>Soil-based cultivation</b>										
Time frame (month)	May-Sept.	Sept.	Sept.	June-Sept.	May-Oct.	Sept.	May-Oct.	May-Sept.	Nov.-Dec.	
Observed cases	1,124	275	319	843	1,065	356	977	650	33	
Expected cases	779	121	125	529	805	132	719	484	182	
Annual cases / 100,000	38.0	56.6	65.2	42.0	34.9	71.0	31.5	24.9	3.1	
Relative Risk <sup>a</sup>	2.62	2.55	2.97	2.26	1.97	2.70	2.14	1.78	0.16	
<b>Hydroponic cultivation</b>										
Time frame (month)	Sept.-Oct.	Aug.-Nov.	July-Aug.	Mar.-Apr.	Mar.-May	Aug.	July-Aug.	Jan.-Feb.	Feb.-June	
Observed cases	125	92	29	76	154	12	26	53	117	
Expected cases	83	132	58	51	97	26	40	40	80	
Annual cases / 100,000	12.7	4.7	2.9	7.6	10.1	2.3	2.5	5.2	4.5	
Relative Risk <sup>a</sup>	1.69	0.60	0.45	1.64	1.97	0.44	0.61	1.42	2.15	

The only coldspot that has been detected falls during the winter of 2009. There are 33 observed arrests in that time frame and 182 expected ones. The incidence rate is the lowest for that type of cultivation: 3.1 per 100,000 inhabitants. The relative risk indicates the *coldness* of the cluster. Another way to say it is that there is an 84% lower chance to get arrested between November and December in comparison to the rest of the time period (January to October).

Otherwise, three out of nine years have a cluster only covering the month of September. In 2002, 2003 and 2006, the MLC represents more or less 20% of all arrests for their respective year. The years 2003 and 2006 have the first and the second highest RR (2.97 and 2.70) of all years. Also, the year 2002 has the fourth highest (2.55).

Not surprisingly, purely temporal hotspots occur in majority between May and October. September is surely a month where temporal hotspots are concentrated. It corresponds to the planting and harvesting season.

#### *4.8.1.2. Hydroponic cultivation*

Like its counterpart, hydroponic cultivation seems somewhat stable over time according to the time frame. There are more coldspots, but we can attribute that to the small number of cases. The strongest hotspots are between February and June 2009 with 117 arrests and a RR of 2.15 and between March and May 2005 with 154 arrests and a RR of 1.97. At these moments, the incidence rate was more or less two times higher than during the rest of the year. The strongest coldspot was in August 2006 with 12 arrests and a RR of 0.44 and between July and August 2003 with 29 arrests and a RR of 0.45. At these moments, the incidence rate was almost two times lower than during the rest of the year. It is surely possible to plant and harvest hydroponic cannabis all year long as mentioned in the literature. This result could be due to the smaller number of observations in comparison to soil-based cultivation. We also observe that the RR for hydroponics cultivation is lower than its soil-based counterpart.

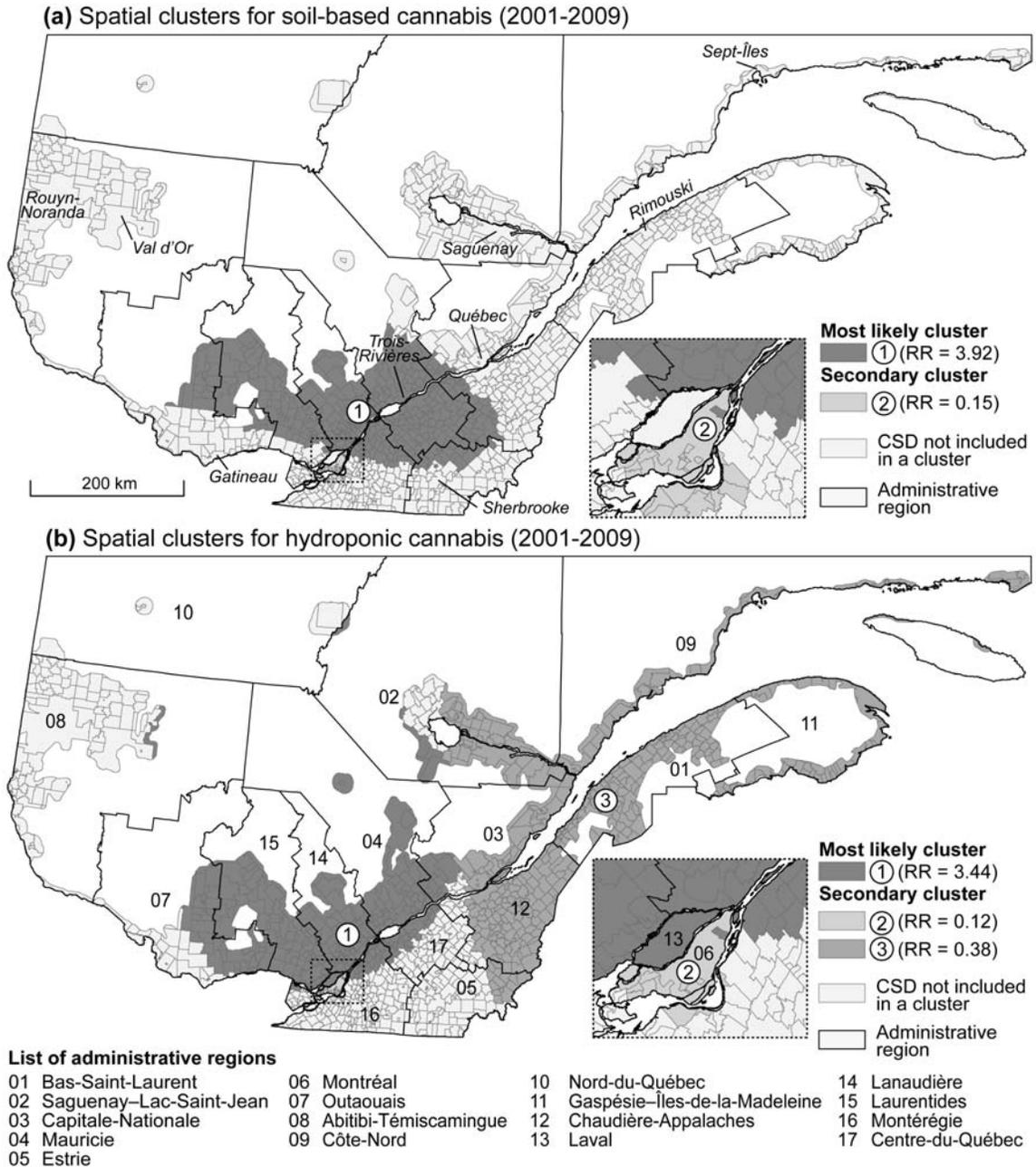
Purely temporal hotspots as well as coldspots occur at all moments of the year. For both types of cultivation, results of temporal trends were consistent with the intuition raised previously. Soil-based hotspots are seasonal and whereas hydroponic cultivation occurs at any time of the year.

#### **4.8.2. Comprehending the purely spatial distribution of cannabis cultivation**

The second objective of the article is to understand the spatial distribution of cannabis production and verify its stability. We considered four studied subperiods between 2001 and 2009 ( $T_1$  as from 2001 to 2003,  $T_2$  as from 2004 to 2006 and  $T_3$  from 2007 to 2009), the fourth being the whole study period ( $T_{All}$  from 2001 to 2009). Mapping (see Figure 4.1, 4.2 and 4.3) was performed according to the ecumene, the inhabited land including work areas, to facilitate

visualization. This way, large CSDs do not have a disproportionate visual importance in comparison with others.

**Figure 4.1** Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for both methods of cannabis cultivation for the period including 2001 to 2009 ( $T_{all}$ )



#### 4.8.2.1. Soil-based cultivation

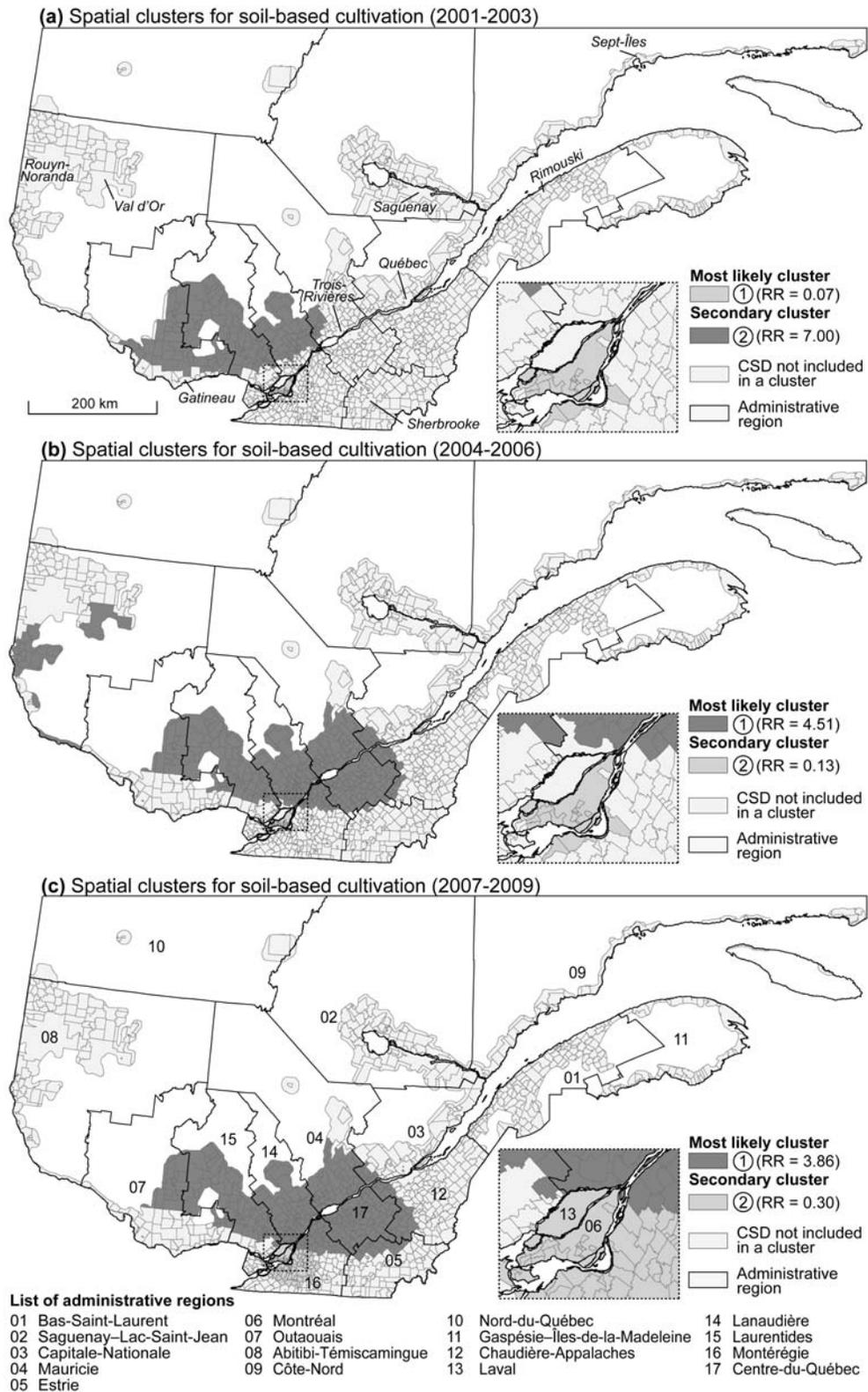
All the subperiods contain at least one hotspot and one coldspot (see Figure 4.2 and Table 4.2) for soil-based cultivation. To facilitate the interpretation of the table, we present the period ( $T_{all}$ ) then highlight the similarities and differences with the three subperiods ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ ).

**Table 4.2** Kulldorff's purely spatial analysis for soil-based cultivation

Analysis		Cluster						
Period	Location	ID	Type	Loc*	Cases	Exp*	Annual cases / 100,000	RR*
2001-2009 ( $T_{all}$ )	Lac-Santé (NO)	1	M*	396	6,250	2,484	59.9	3.92
	Montreal-Ouest (V)	2	S*	24	756	3,787	4.8	0.15
2001-2003 ( $T_1$ )	Côte-Saint-Luc (V)	1	M	17	123	1,280	2.5	0.07
	Nomingue (MÉ)	2	S	158	1,027	182	144.6	7.00
2004-2006 ( $T_2$ )	Saint-Anne-du-Lac (MÉ)	1	M	372	2,141	728	77.6	4.51
	Côte-Saint-Luc (V)	2	S	17	221	1,336	4.4	0.13
2007-2009 ( $T_3$ )	Lac-Santé (NO)	1	M	376	1,733	690	49.4	3.86
	Candiac (V)	2	S	79	682	1,577	8.5	0.30

\* Loc: Number of locations included. M: Most likely cluster. S: Secondary cluster. Exp: Expected cases. RR: Relative risk within the cluster compared with the rest of the province. LLR: log likelihood ratio. P: p-value. Only the cluster with a significant p-value (at the 0.0001 level) are reported.

**Figure 4.2** Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for soil-based cannabis cultivation for the three subperiods ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ )



The MLC for the whole period has 396 CSDs, where its centroid is situated at Lac-Santé, an unorganized territory. In Quebec, unorganized territories are sparsely populated areas not within local municipalities. There are nearly a hundred territories in the province which meet this criteria and they are managed by Regional Municipalities in county or higher administrative levels. The purely hot spatial cluster has 2,484 expected cases and 6,250 observed cases. It includes 48.07% of the total number of arrests for soil-based cultivation and 30.70% of the total number of CSDs. Its relative risk indicated that in the locations affected, there are 3.92 more chances to get arrested for soil-based cannabis cultivation in comparison to elsewhere in the province. This hotspot is the largest of all and is geographically similar to the ones in the other studied subperiods. Its most concentrated version occurs in  $T_1$  (158 CSDs and  $RR=7.00$ ) where the hotspot is a secondary cluster.

The secondary cluster contains 24 CSDs. Its center is located in Montreal-West, a city part of the Montreal Island. The purely cold spatial cluster has 3,787 expected cases and 756 observed cases. Its relative risk is 0.15: the chances of arrest in the coldspot is 85% lower than in the CSDs beyond the coldspot. The incidence rate in this coldspot is 4.8 arrests per 100,000 inhabitants. It includes the Island of Montreal and its southern shore. We observe its intense proximity to the hotspot. In  $T_1$ , a similar area becomes the MLC with less CSDs and arrests as well as a lower RR ( $RR=0.07$ ). Its most sparse version (79 CSDs and  $RR=0.30$ ) occurs in  $T_3$ .

Soil-based cultivation seems spatially stable over the three subperiods. We observe a proximity to urban centers such as Montreal, Trois-Rivières, Sherbrooke and even the Ontario border. This observation somewhat supports the hypothesis of the key role supported by urban centers and other market representations such as borders.

Montreal is a recurrent coldspot for all the subperiods: it is certainly inconvenient to cultivate soil-based cannabis in the city. The population is more densely distributed so the visibility is even higher. In this sense, Montreal is definitely not a place where we can expect soil-based cannabis farming. Cannabis cultivation also requires a fixed site following minimally one plant cycle. The non-spontaneous aspect of the activity makes the issue of detection even more important in a high-risk location. This result is not surprising, but it is still interesting because there are no other coldspot for this method of cultivation.

#### 4.8.2.2. Hydroponic cultivation

All the subperiods for hydroponics contain minimally one hotspot and two coldspots. They correspond roughly to the same regions except in  $T_3$  where a second hotspot emerges (see Figure 4.3 and Table 4.3).

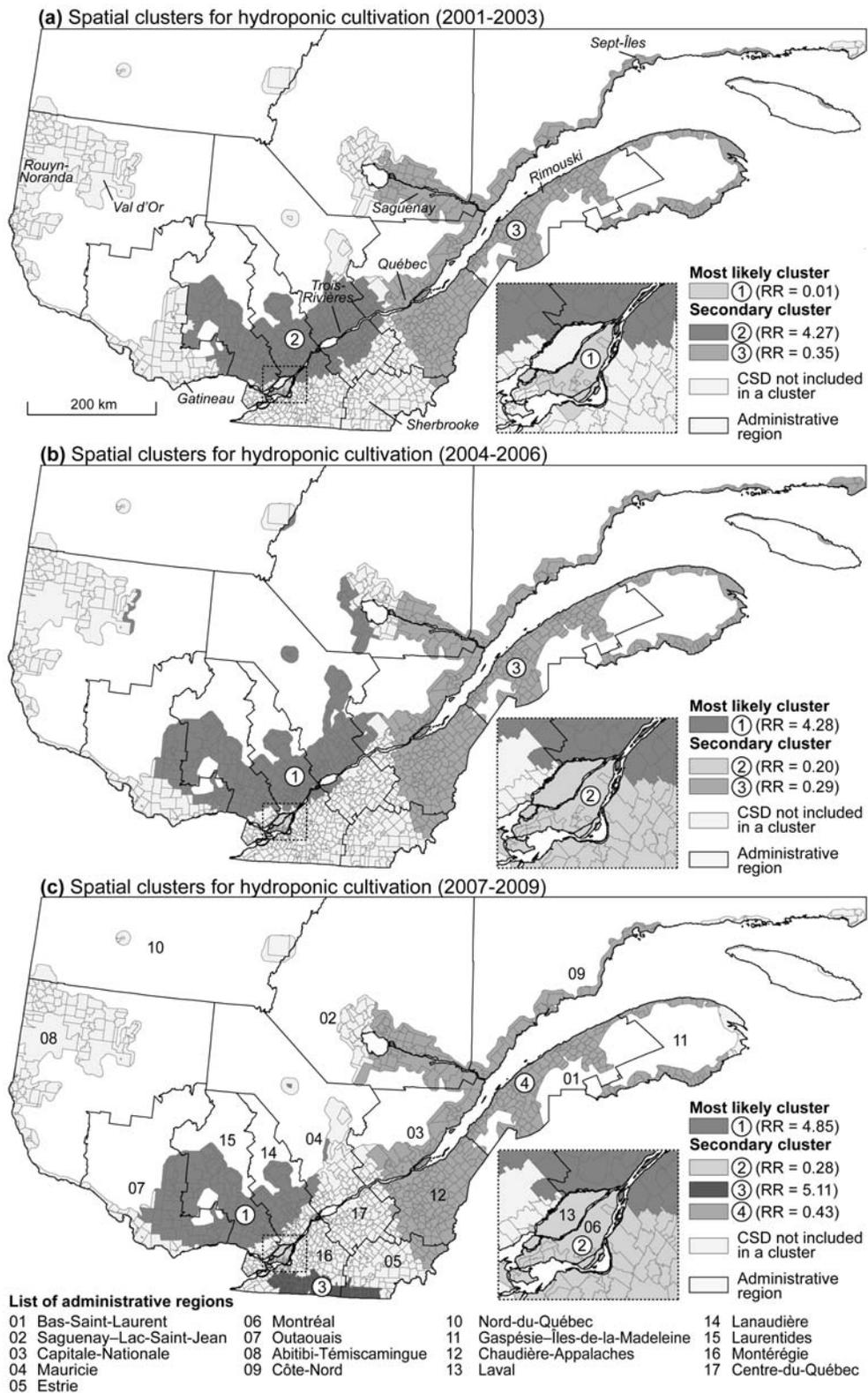
**Table 4.3** Kulldorff's purely spatial analysis for hydroponic cultivation

Analysis		Cluster						
Period	Location	ID	Type	Loc*	Cases	Exp*	Annual cases / 100,000	RR*
2001-2009 ( $T_{all}$ )	Baie-Atibenne (NO)	1	M*	337	1,467	665	11.7	3.44
	Côte-Saint-Luc (V)	2	S*	15	124	774	0.9	0.12
	Rivière-Saint-Jean (NO)	3	S	451	265	612	2.3	0.38
2001-2003 ( $T_1$ )	Mont-Royal (V)	1	M	13	1	322	0.02	0.01
	Saint-Zénon (MÉ)	2	S	289	543	192	19.7	4.27
	Matapédia (PE)	3	S	409	102	255	2.8	0.35
2004-2006 ( $T_2$ )	Lac-Cabasta (NO)	1	M	262	347	11	17.3	4.28
	Mont-Royal (V)	2	S	19	88	326	1.5	0.20
	L'Île-d'Anticosti (MÉ)	3	S	425	69	204	1.9	0.29
2007-2009 ( $T_3$ )	Lac-Douaire (NO)	1	M	171	141	35	14.5	4.85
	Côte-Saint-Luc (V)	2	S	21	79	219	1.3	0.28
	Abercorn (VL)	3	S	57	46	10	17.4	5.11
	Saint-Narcisse-de-Rimouski (PE)	4	S	435	68	139	1.8	0.43

\* Loc: Number of locations included. M: Most likely cluster. S: Secondary cluster. Exp: Expected cases. RR: Relative risk within the cluster compared with the rest of the province. LLR: log likelihood ratio. P: p-value. Only the cluster with a significant p-value (at the 0.0001 level) are reported.

For the entire period ( $T_{all}$ ), the MLC is a hotspot containing 337 CSDs and 1,467 arrests. Its RR indicates that the incidence rate is 344% higher in this area (RR=3.44) compared to the rest of the study area. It includes half (50.5%) of the total number of arrests for hydroponic cultivation and 26.1% of the total number of CSDs. This hotspot sprawls up north compared to the one for soil-based. It also includes Laval, a city adjacent to Montreal. It is more concentrated yet far from the metropolis version which occurs in  $T_3$  (RR=4.85).

**Figure 4.3** Spatial clusters identified by the Kulldorff statistic for hydroponic cannabis cultivation for the three subperiods ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ )



Addressing Montreal, the secondary cluster is a coldspot of 15 CSDs and 124 arrests. Its RR indicates that the incidence rate is 88% lower in this area ( $RR=0.12$ ) compared to the rest of the study area. The incidence rate in this coldspot is 0.9 arrests per 100,000 inhabitants. It includes the Island of Montreal and part of its South shore cities. During  $T_2$ , it includes the North and the South shores. We observe its intense proximity to the hotspot. In the first subperiod ( $T_1$ ), the coldspot is a MLC in where the RR is 99% lower than in the rest of the province ( $RR=0.01$ ).

The second secondary cluster is also a coldspot of 451 CSDs and 265 arrests. Its RR indicates that the incidence rate is 62% lower in this area ( $RR=0.38$ ) compared to the rest of the study area. The incidence rate in this coldspot is 2.3 arrests per 100,000 inhabitants. It includes sparsely populated area east of the territory.

During the third subperiod ( $T_3$ ), a second hotspot arises as the second secondary cluster. It is composed of 57 CSDs and 46 arrests. Its RR indicates that the incidence rate is 511% higher in this area ( $RR=5.11$ ) in comparison to the rest of the study area. It is the most intense hotspot of all for hydroponic cultivation. It includes 1.3% of the total number of arrests for hydroponic cultivation and 4.4% of the total number of CSDs. It is located along the American border in the southern regions of the province.

Thus, hydroponic cultivation seems also fairly stable geographically over the subperiods except for  $T_3$  where a new hotspot emerges. Hydroponic cultivation maintains a number of similarities with soil-based cultivation regarding the proximity to urban centers. Moreover, Montreal itself is a recurrent coldspot for all the subperiods for both types of cultivations. The intensive *intra-muros* feature of hydroponic cultivation does not seem to act as a strong incentive to be closer to urban centers in comparison with soil-based cultivation.

The coldspots located east of the territory where it is remote and sparsely populated is a novelty in our results so far. This observation is not surprising: it is surely not logical to aim for efficiency in terms of cannabis cultivation methods when too far away from the market. Incidentally, a prerequisite for interregional trade is that the cost of transport between regions does not negate the gains (Polèse et Shearmur 2009). While the cost of land is lower in remote areas because of its greater distance to the market, the transportation costs would increase so that they would cancel the profits.

## 4.9. Discussion

Results show both types of cannabis cultivation as distinct. Also, we discuss the metropolis, a symbol of the consumers' market as an important coldspot in both cases.

### 4.9.1. Hotspots showing two types of firms

At first sight, the results are not surprising: soil-based cultivation's temporal hotspot occurs in the end of the Summer. This is consistent with a study conducted by Bouchard, Alain et Nguyen (2009) which refers to the harvest period as so intensive that high school students partly compose the crop workforce in some regions. Spatially speaking, we agree that the affected areas in the hotspot are mainly on the North shore (mainly in Outaouais, Laurentides, Lanaudière and Mauricie). Soil-based cannabis cultivation is seasonal and somewhat stable throughout time.

Concerning hydroponic cultivation, it is also not surprising that its temporal hotspots and coldspots occur at various times. Hydroponics' spatial pattern includes some administrative regions located farther north than the ones concerned by soil-based. Parts of Saguenay–Lac-Saint-Jean and Abitibi-Témiscamingue are included in the hotspots. This is consistent with its *intra-muros* feature that permits to surpass harsher climates. Also, a second hotspot is notable near the US and the Ontarian borders in the third subperiod ( $T_3$ ). In short, hydroponic cultivation does not vary according to seasons and shows stability through the subperiods.

In the literature review, we mentioned that hydroponic cultivation may be the most efficient way to produce cannabis, attracting offenders aware of this feature. The coldspot situated in the Eastern part of Quebec would reinforce this concern. Those regions are neither well populated nor geostrategically placed near an exterior market. Those regions would be out of the optimal distance according to Von Thünen (1826) because production is not profitable in both cases: too close from the market and too far from it. When too close, land is too expensive and detection risks are too high. When too far, transportation exposes to additional costs and exposure. At the same time, there is no apparent need to be efficient in producing large quantities of cannabis in remote regions. For similar reasons, hydroponic cultivation hotspots also appear near the Ontario and US borders, which could provide an emergent exterior market according to law enforcement (Gendarmerie royale du Canada 2008). These borders can be understood as

transit platforms for a hierarchical distribution system also known as “hub-and-spoke” (Rodrigue, Comtois et Slack 2006) to reach more demand.

Hotspots for both cultivation types are roughly located in the same areas, although hydroponic cultivation is more flexible. Spatial cluster identification underscores the areas providing the optimal profitability for cannabis cultivation improving location and transport as said by Von Thünen (1826). Cluster identification concretely assesses those areas. This could be also construed as the compromise between security and efficiency for offenders (Morselli, Giguère et Petit 2007). It would be interesting to explore explanatory factors specific to those optimal areas.

Also, we see that soil-based cultivation differs drastically from hydroponics when analyzing their purely temporal patterns. We might ask whether it is possible to explore cultivation methods within the market. Some authors analyzed crime in an occupational perspective (Letkemann 1973; Bouchard et Nguyen 2011; Cullen et Link 1980). We wonder how to position cannabis cultivation in this perspective on the basis of the identification of their respective hotspots. Because of the investment and time required for the growth of a crop (A. Malm, Nash et Vickovic 2011), we might think this activity as a vocational one, especially with hydroponics. The establishment of a cannabis hydroponic crop requires a greater financial investment and a fixed, permanent and accessible site for maintenance. Accordingly, hydroponic cultivation requires a deeper commitment. It would be relevant to see whether both types of cultivation are complementary when, for example, soil-based is out of season or whether they are in constant competition. To respond to this, it should be verified whether these methods of cultivation aim towards different regional markets, including foreign markets.

#### **4.9.2. All cities are not equal: the “metropolitan effect”**

The results also show an interesting observation: Montreal as an important and stable coldspot across time and methods of cannabis cultivation while very close to hotspots. For both types of cultivation, when considering the entire period, a part of the Island of Montreal and its suburbs is included in the hotspot. It is necessary to moderate this observation because the shape of the scanning window limits Kulldorff’s statistics by scanning too broadly. Still, we noted the extreme proximity of all hotspots with Montreal’s coldspot, which is hard to interpret.

The role of the immediate suburbs of the metropolis is also unclear. Some parts are included in a hotspot and others in Montreal’s coldspot. Literature mentioned the possible key role of cities and semi-urban environments because they represent a large number of consumers (Tremblay,

Bouchard et Petit 2009; Cocklin, Walker et Blunden 1999). Like we said before and according to Von Thünen (1826), Montreal is the market, so land is too expensive and detection risks are too high. This result is not observed within other cities of Quebec. This could also be explained by the fact that the province of Quebec has only one metropolis. The key role of urban centers changes. The city has to be denser and important in relation to the entire territory.

This study has some limitations. We do not claim to predict the establishment of hotspots or coldspots of cannabis cultivation. Kulldorff's scan statistics are sensitive to outliers, parameters are fixed arbitrarily (e.g. time precision, population at risk, maximum cluster size and spatial window shape) and there are no set guidelines provided by the documentation (Anselin et al. 2009). Also, Kulldorff's scan statistics are not adapted to detect clusters different from the scan windows (Sabel et Löytönen 2004; Goujon-Bellec et al. 2011). Therefore, Kulldorff's method shows larger clusters than in reality (Tango 2010; Goujon-Bellec et al. 2011).

This article presented a first diagnostic of cluster identification of cannabis cultivation in Quebec over a little less than a decade. We raised interesting questions such as the role of Montreal and the comparison of both types of cultivation. The use of spatial modeling, which could incorporate variables such as geographical proximity to cities, would be interesting to explore in future work.

## CHAPITRE 5 : DISCUSSION

Faisant suite à la présentation et à l'analyse des résultats, la discussion vise une interprétation plus élaborée des conclusions tirées des articles à la lumière de la littérature. En analysant la spatialité des crimes liés au cannabis, plusieurs réflexions émergent. Elles portent notamment sur les particularités de chacun des crimes liés au cannabis, mais également des différences entre les deux types de culture et du rôle des centres urbains et des frontières. Des voies de recherche à explorer sont discutées en parallèle. Nous concluons le présent chapitre avec les limites des deux articles.

### 5.1. Regards sur les crimes liés au cannabis : culture, trafic et possession

Le premier article soumis et sous presse à la *Revue canadienne des sciences régionales* décrit et compare les points chauds des différentes étapes de la chaîne de commodité du cannabis au Québec sur 11 ans. Il permet de constater que les trois crimes – culture, trafic et possession – qui ont été étudiés ont des caractéristiques distinctes issues de leurs patrons spatiaux respectifs.

#### 5.1.1. La culture du cannabis au Québec : spécialité régionale

Deux éléments tirés des résultats du premier article nous laissent penser que la culture du cannabis relève d'une spécialisation régionale. D'une part, les agrégats spatiaux pour le crime de culture du cannabis montrent des risques relatifs généralement plus élevés que ceux pour trafic et pour possession simple. D'autre part, le nombre de municipalités à l'intérieur des points chauds du crime de culture est plus faible que pour les autres crimes étudiés.

Il n'est pas étonnant que la culture requière davantage une « spécialisation » par rapport aux autres crimes issus de la chaîne des commodités étudiée. La culture du cannabis, contrairement au trafic et à la possession, nécessite un site fixe qui demande un certain entretien et un plus grand engagement en termes de temps et d'argent de la part des mariculteurs (Malm, Nash et Vickvic 2011). L'utilisation d'un site fixe est une des conditions *sine qua non* pour que l'infraction soit réalisée. À cela s'ajoutent les connaissances dont leur facilité d'accès a déjà été recensée à travers les sites Internet et le bouche-à-oreille (Decorte 2010).

Les conditions matérielles sont d'autant plus cruciales à rassembler faute de quoi le passage à l'acte sera impossible. Le lieu physique de culture du cannabis implique deux éléments : un site fixe et un investissement financier de base pour acquérir le matériel nécessaire à l'entretien de la plantation qu'elle soit en terre ou hydroponique. Le crime de culture est celui qui demande le plus de préparation au niveau de l'environnement physique, mais également au moment où la plantation est opérationnelle. Une fois la plantation démarrée, le mariculteur poursuit ses opérations suivant le cycle de la plante.

Suivant la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826), les agrégats spatiaux sont, en principe, à une distance optimale du marché pour jauger les coûts fonciers et de transport. La spécialisation régionale de la culture du cannabis est conséquente avec cette prémisse, car ses agrégats spatiaux couvrent une superficie plus réduite tout en ayant les risques relatifs les plus élevés en comparaison avec le trafic et la possession simple.

Même si la culture est l'étape de la chaîne de commodité la plus éloignée du consommateur, son positionnement géographique est crucial, car les enjeux de détection sont importants dans les marchés illicites (Reuter 1985). Les agrégats se situent en ce sens de façon stratégique, soit à proximité de cinq villes québécoises importantes incluant Gatineau, Montréal, Laval, Trois-Rivières et Sherbrooke et également de la frontière américaine. L'intérêt des frontières vient avec l'approvisionnement vers des marchés à l'extérieur du Québec. Certains auteurs avancent l'idée que la belle province fournisse en partie le reste du Canada et les États-Unis (Beauregard, Brochu et Gagné-Tardif 2010; Hurley, West et Ehleringer 2010).

### **5.1.2. Le trafic et le défi des régions éloignées**

Le trafic a la particularité d'avoir un agrégat principal différent des agrégats de culture, car il comprend un très grand nombre de municipalités. Effectivement, il comprendrait près de 7 fois plus d'emplacements : 881 municipalités par rapport à 125 pour la culture. Par définition, le trafic implique la vente, mais également l'administration, le don, le transport, l'expédition et la livraison de stupéfiants (ministère de la Justice Canada 1985). En ce sens, il s'agit de l'infraction que nous avons associée au transport et à la distribution dans la chaîne de commodité du cannabis.

En étudiant les crimes liés au cannabis dans une perspective de chaîne de commodité, nous considérons les liens entre les différentes étapes. Conséquemment, nous observons que la spécialisation régionale de la culture du cannabis est compatible avec le patron spatial du trafic

selon un système de distribution de type *hub-and-spoke*. Il s'agit d'un système de réseautage hiérarchique qui implique un ou plusieurs points de transbordements centraux (*hub*) qui mènent à d'autres (*spoke*) (Rodrigue, Comtois et Slack 2006). Entre d'autres mots, un *hub* est un endroit de transbordement où est fédéré le transport de la marchandise. Il permet de créer un maximum de connexions potentielles. La localisation de ces points de transbordement est cruciale, car on cherche principalement à réduire les coûts de transport totaux (Arnold et al. 2001).

La grande étendue de l'agrégat principal du trafic nous apparaît alors logique. Dans les endroits moins denses et plus éloignés, les trafiquants doivent tout de même répondre à la demande et rejoindre les consommateurs. En termes d'économie régionale, une des conditions pour la réalisation du commerce interrégional est que le coût de transport entre les régions n'annule pas les gains (Polèse et Shearmur 2009). Alors que les régions éloignées et peu peuplées couvrent une grande proportion du territoire québécois, la distance pose un problème d'exposition et de visibilité pour les trafiquants, car la mobilisation d'un réseau de contacts s'effectue à travers tout le territoire (Morselli, Turcotte et Tenti 2010). En résumé, plus la drogue change de main, plus elle peut parcourir de distance, mais plus les risques d'arrestation sont élevés. Pour gérer les risques de détection et les coûts liés au transport, un système *hub-and-spoke* est idéal et on peut le constater en observant les agrégats spatiaux de la culture (*hub*) ainsi que ceux du trafic (*spoke*).

### **5.1.3. La possession et sa banalisation**

Les agrégats spatiaux de la possession de cannabis nous amènent à croire qu'elle n'est pas spécialement concentrée dans l'espace. Ses risques relatifs sont plus faibles que pour les crimes de culture et de trafic à mesure que l'on se rapproche du consommateur et qu'on s'éloigne du producteur. L'étude de Bouchard et Tremblay (2005) confirme cette observation en estimant que les trafiquants de cannabis avaient dix fois plus de risque de se faire arrêter que leurs clients. Effectivement, on peut penser qu'un producteur va fournir la demande de plus d'une personne. Les petits producteurs qui s'autosuffisent sont exclus de cette prémisse.

Dans le cadre de l'étude, nous avons considéré la possession simple comme un indicateur intermédiaire pour mesurer la consommation. En faisant cela, nous nous exposons au risque qu'elle ne concorde pas tout à fait à la demande réelle dans la province. Dans nos résultats, la distribution spatiale des crimes liés à la possession se montre très différente de celle de la culture, et uniquement un peu plus concentrée que celle du trafic. Ce résultat surprenant indique

que les consommateurs sont un peu partout et les risques d'arrestation à l'intérieur des points chauds sont plus faibles que pour les deux autres types de crimes. Nous pensons que sa dispersion sous-tend l'accessibilité du cannabis aux consommateurs. Bref, on peut s'en procurer facilement un peu partout à travers la province et les risques de se faire arrêter ne sont pas particulièrement élevés dans une région par rapport à une autre.

Nous en concluons que la possession simple de cannabis est banalisée et que les données ne correspondent pas précisément aux tendances réelles. De plus, elle est l'infraction la moins grave des trois, puisque sa peine maximale est de cinq ans d'emprisonnement si la quantité dépasse trente grammes (ministère de la Justice Canada 1996).

## **5.2. Analyse spécifique des cultures de cannabis en terre et hydroponique**

Le deuxième article soumis dans *The International Journal on Drug Policy* analyse la géographie des cultures du cannabis en terre et hydroponique au Québec sur 9 ans. À la différence du précédent article, les points froids sont inclus dans la recherche d'agrégats et la dimension temporelle introduite. Les résultats démontrent que, sans surprise, les deux méthodes de production ont des taux d'incidence temporels et spatiaux supérieurs à la moyenne différents. Des réflexions relatives aux dynamiques du marché sont soulevées. Nous discutons des ressemblances et des différences des deux méthodes de culture et du rôle d'avant-plan de la métropole également le symbole d'un grand bassin de consommateurs.

### **5.2.1. Des dynamiques différentes**

À première vue, les résultats issus de l'analyse temporelle sont peu surprenants. Pour ce qui est de la culture du cannabis en terre, les points chauds ont lieu en été particulièrement au mois de septembre. Ce résultat confirme des observations issues de l'étude qualitative de Bouchard, Alain et Nguyen (2009) qui mentionne que la période des récoltes de culture en terre est si demandante à la fin de l'été dans certaines régions rurales du Québec que des étudiants au secondaire prêtent main-forte aux mariculteurs en échange d'une rémunération. Les points chauds de la culture en terre comprennent les régions de l'Outaouais, des Laurentides, de Lanaudière et de la Mauricie. Des portions de régions de la rive sud au fleuve Saint-Laurent ne sont pas incluses dans la première sous-période ( $T_1$ ) alors qu'elles le sont dans les autres sous-

périodes ( $T_2$  et  $T_3$ ). La culture en terre semble donc assez stable dans le temps, même si elle demeure très saisonnière.

Concernant la culture hydroponique, l'analyse temporelle montre aussi des résultats peu étonnants. Les points chauds et les points froids ont lieu un peu n'importe quand durant les années étudiées. Pour ce qui est des patrons spatiaux, nous convenons que dans l'ensemble, la culture hydroponique ressemble à quelques nuances près à la culture en terre. Des régions administratives situées plus au nord de la province sont incluses à l'intérieur des points chauds. Des portions des régions du Saguenay—Lac-Saint-Jean et de l'Abitibi-Témiscamingue en font partie. Cette observation est cohérente avec le fait que la culture hydroponique doit s'effectuer *intra-muros* pour éviter que le climat froid aille un effet sur la plantation. En établissant une serre, on évite ainsi ce problème et s'installer au nord de la province ne compromet plus la culture. De plus, lors de la troisième sous-période ( $T_3$ ), un autre point chaud (Abercorn, VL) s'ajoute près des frontières avec les États-Unis et de la province de l'Ontario. Ce nouvel agrégat pourrait mettre de l'avant l'émergence du marché américain. Il est plus intense ( $RR = 5.11$ ) que les autres points chauds pour la culture hydroponique de toutes les sous-périodes. De plus, ceux-ci ont des risques relatifs stables au fil du temps ( $RR = 4.27$  pour  $T_1$ ,  $RR = 4.28$  pour  $T_2$ ,  $RR = 4.85$  pour  $T_3$ ). L'importance de la production de cannabis québécois pour les marchés extérieurs a été signalée par les forces de l'ordre (Gendarmerie royale du Canada 2008). Selon Hurley, West et Ehleringer (2010) la vente et la distribution de cannabis aux États-Unis sont spécifiques pour chaque région, mais le cannabis originaire du Mexique et du Canada est apparemment largement disponible. Les frontières américaines pourraient faire office de plateforme de transit d'un système de distribution de type *hub-and-spoke* (Rodrigue, Comtois et Slack 2006) qui a été mentionné dans le premier article comme pour atteindre les régions du nord du Québec. Même si les risques d'arrestation sont plus élevés avec la culture hydroponique (Bouchard 2007), le marché américain implique une revente impliquant un prix possiblement plus élevé qu'il le serait au Québec. De façon plus générale, l'identification d'agrégats spatiaux a mis en évidence les zones de rentabilité foncière optimale pour la culture du cannabis. Ces régions maximisent la distance au marché et les coûts de transport (Von Thünen 1826; Polèse et Shearmur 2009). En bref, la culture hydroponique ne varie pas selon les saisons et montre une relative stabilité à travers les sous-périodes. Nous remarquons l'émergence d'un marché extérieur dont il serait intéressant de suivre l'évolution.

Les résultats de l'analyse spatiale de la culture du cannabis hydroponique ont également montré la présence d'un point froid dans l'est de la province observable pour toutes les sous-périodes

(Matapédia, PE pour T<sub>1</sub>; L'Île-d'Anticosti, MÉ pour T<sub>2</sub>; Saint-Narcisse-de-Rimouski, PE pour T<sub>3</sub>). Dans la revue de la littérature, nous avons mentionné que la culture hydroponique était la méthode de culture la plus efficace, car elle pouvait produire une plus grande quantité de plants de meilleure qualité (Decorte 2010). Cette méthode est alors plus susceptible d'attirer des délinquants « entrepreneurs » conscients de l'efficacité et du potentiel de revenu de cette méthode. Le point froid situé à l'est de la province met en évidence cette piste de réflexion. Ces régions sont peu peuplées et elles ne sont pas spécialement bien situées par rapport aux marchés intérieurs et extérieurs, car elles sont loin des centres urbains et des frontières. Elles seraient donc à l'extérieur de la distance optimale de Von Thünen (1826) et la production ne serait pas profitable à ces endroits. Ce résultat met en évidence l'applicabilité actuelle de la théorie de la rente foncière. Des auteurs en criminologie ont mentionné la distance et le transport comme engendrant des coûts, cette fois-ci non pas financiers, mais de détection par les forces de l'ordre (Reuter 1985; Morselli, Turcotte et Tenti 2010). Les points froids de la culture hydroponique de l'est du Québec montrent qu'il n'est pas efficace de cultiver le cannabis dans les régions éloignées dans une optique de rentabilité.

La culture en terre diffère définitivement de la culture hydroponique en termes de distributions temporelles. Toutefois, les points chauds pour les deux méthodes de culture incluent *grosso modo* les mêmes régions, même si la culture hydroponique montre plus de flexibilité. Ces régions semblent bénéficier de la localisation optimale en accommodant les coûts et les risques de se faire prendre. Il serait intéressant d'étudier les facteurs qui pourraient expliquer plus amplement pourquoi ces régions sont des emplacements optimaux pour la culture du cannabis. Certains auteurs ont analysé la criminalité dans une perspective d'occupation professionnelle (Letkemann 1973; Bouchard et Nguyen 2011; Cullen et Link 1980). L'investissement requis en temps et en argent est substantiel (Malm, Nash et Vickovic 2011), alors nous pourrions associer la culture du cannabis à une activité vocationnelle particulièrement pour ce qui est la culture hydroponique. Elle demande davantage de ressources financières en plus d'un site fixe et accessible pour l'entretien de la plantation. Ainsi, la culture hydroponique requiert un engagement plus sérieux. Nous pourrions également nous questionner sur la façon dont se positionnent la culture en terre et la culture hydroponique du cannabis l'une par rapport à l'autre. Bouchard et Dion (2009) ont soulevé la question d'un possible phénomène de conversion du cannabis en terre vers le cannabis hydroponique suite au développement technologique dans les années 2000. À la lumière de nos résultats, nous ne pouvons pas appuyer cette hypothèse, car les RR et les SDR situées à l'intérieur des points chauds des deux méthodes demeurent relativement stables dans le temps.

### 5.2.2. « L'effet métropolitain »

L'ensemble de nos résultats présente une observation intéressante concernant la région de Montréal que nous déclinons en quatre points : 1) un point froid ayant un RR extrêmement faible 2) stable dans le temps 3) peu importe la méthode de culture et 4) à proximité de points chauds. Le rôle de la métropole n'est pas clair. C'est pourquoi nous nommons cette observation « l'effet métropolitain ». Tel que dit précédemment et selon la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826), Montréal serait le marché par excellence, alors bien que les distances de transport sont amoindries, les coûts fonciers et les risques de détection sont trop élevés et font ainsi obstacle à la rentabilité des plantations. Ce résultat n'est pas observable pour d'autres villes du Québec. Rappelons que les arrestations de deux des dix plus grandes villes de la province (Québec et Gatineau) ne sont pas comptabilisées en totalité dans la base de données dont nous disposons pour effectuer l'étude. Si les données avaient été complètes, nous aurions peut-être eu des résultats différents. Cependant, nos présents résultats nous laissent croire que non. S'il nous manquait autant de cas, cela voudrait dire que Gatineau pourrait déjà ressortir en point froid ce qui n'est pas le cas. Quant à la ville de Québec, elle est systématiquement incluse dans les points froids de la culture du cannabis hydroponique à l'est du Québec. Autrement dit, Québec est dans le point froid qualifié « d'inefficace » pour les mariculteurs hydroponiques. Ainsi, le manque de données a peu d'impact sur notre « l'effet métropolitain ».

La littérature scientifique mentionnait le possible rôle-clé des villes, car elles représentent des bassins de consommateurs intéressants (Cocklin, Walker et Blunden 1999; Tremblay, Bouchard et Petit 2009). À la lumière de nos résultats, ces villes se doivent d'être d'une certaine taille faute de quoi, elles ne seront pas considérées comme étant un marché à proprement dit. Il serait intéressant de refaire la même étude sur un territoire ayant plus d'une métropole, comme en Nouvelle-Angleterre ou encore au Canada plus généralement, afin de vérifier si « l'effet métropolitain » est spécifique au Québec ou si nous pourrions l'observer ailleurs.

Autre point intéressant relatif à l'effet « métropolitain », le rôle des banlieues n'est pas clair. Certaines sont incluses dans des points chauds, et d'autres dans des points froids. Il serait intéressant d'explorer plus amplement ce qui différencie les banlieues incluses dans un point chaud des banlieues incluses dans un point froid. La littérature scientifique n'était pas très étayée à ce sujet.

Les articles qui ont été soumis à des revues avec comité de lecture comportent toutefois quelques limites qu'il convient de rapporter. Les données d'arrestation dont nous disposons

constituent uniquement les cas découverts par la police excluant des portions provenant des services de police des villes de Québec et de Gatineau. En ce sens, si dans une région les résidents sont plus tolérants à l'égard de la culture du cannabis, elle ne ressortirait pas dans nos résultats. Également, la méthode de détection des agrégats spatiaux et temporels est connue pour identifier des zones plus étendues, car la fenêtre de balayage a une forme inflexible elliptique.

## CONCLUSION

Dans ce mémoire, nous avons pour objectif de décrire la spatialité des crimes liés au cannabis sur le territoire québécois en portant une attention particulière à la culture. Le cadre théorique dans lequel nos données ont été analysées s'inscrit dans la tradition d'économie régionale avec la théorie de la rente foncière de Von Thünen (1826). Il met de l'avant les concepts de la distance au marché et du transport. Ce cadre nous a permis de bien analyser les points chauds et les points froids spatiaux et temporels de crimes liés au cannabis. Les statistiques de balayage de Kulldorff représentent à nos yeux un outil méthodologique intéressant de la détection des agrégats liés aux crimes, qui à notre connaissance, n'avait été pas encore appliqué à des données de criminalité au Québec, voire au Canada. Or, cette information, surtout pour la culture et le trafic du cannabis, n'est pas sans intérêt pour les gestionnaires en sécurité publique, notamment en termes d'allocation des ressources à l'échelle régionale destinées à limiter et prévenir la production et le trafic de cannabis au Québec. Elle permet également de cibler les régions où la chaîne de commodité du cannabis est particulièrement ubiquitaire. De cette façon, les facteurs explicatifs spécifiques à ces régions pourraient alors être investigués avec plus de précision qu'avec une étude globale.

Nous nous sommes attardés en premier lieu à la distribution purement spatiale des crimes relatifs aux trois étapes de la chaîne de commodité du cannabis (production, trafic et consommation) au Québec. Il a été possible de conclure que la culture du cannabis est le crime le plus concentré spatialement par rapport au trafic et à la possession. Rappelons aussi que parmi les agrégats identifiés, les risques relatifs sont bien plus élevés pour la culture comparativement aux deux autres types de crimes analysés.

En deuxième lieu, nous nous sommes penchés plus spécifiquement sur les distributions spatiales et temporelles des deux méthodes de culture du cannabis au Québec sur près d'une décennie (2001-2009). Nous avons soulevé des questions intéressantes quant à la différenciation des deux méthodes et aux ressemblances géographiques de leurs patrons spatiaux et à leur évolution dans le temps. L'introduction des points froids a permis de déceler l'est du Québec comme zone jugée inintéressante pour les mariculteurs et la métropole comme représentation ultime du marché québécois. Désigné « l'effet métropolitain », la proximité entre les points froids et les points dans les environs de Montréal est un résultat frappant qui mérite d'être davantage étudié. Il serait tout aussi intéressant de modéliser les facteurs expliquant pourquoi certaines SDR se retrouvent dans un point chaud ou un point froid et d'autres pas. Le

recours à la modélisation spatiale des agrégats spatiaux en intégrant des variables géographiques relatives à la proximité aux villes et au réseau de transport, mais aussi des indicateurs socioéconomiques (taux de chômage, éducation et revenu) est une piste de recherche que nous nous devons aussi d'explorer dans des travaux futurs. Les dynamiques entre les régions pourraient alors être davantage mises en évidence.

Nous ne proclamons prédire où et quand des points chauds ou froids s'établiront dans le futur. Nos articles constituent un diagnostic exploratoire dans l'identification des endroits où la culture du cannabis est plus intense que la moyenne du territoire québécois. En somme, les études élaborées dans ce mémoire offrent une ouverture intéressante vers l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) et de l'analyse spatiale en criminologie.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adlaf, E. M., P. Bégin et E. Sawka. 2005. *Enquête sur les toxicomanies au Canada (ETC): Une enquête nationale sur la consommation d'alcool et d'autres drogues par les Canadiens: La prévalence de l'usage et les méfaits. Rapport détaillé*. Ottawa: Centre canadien de lutte contre l'alcoolisme et les toxicomanies (CCLAT).
- Afsahi, K. 2011. « Cannabis Cultivation in the Moroccan Rif. » In *World Wide Weed. Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*, sous la dir. de T. Decorte, G. R. Potter et M. Bouchard, 39-56. Burlington: Ashgate.
- Alain, M., M. Bouchard, H. Nguyen et K. Desbiens. 2011. « Les impacts sociaux de la culture de cannabis dans les champs d'une région rurale du Québec: entre la banalisation du phénomène et la dégradation du tissu social. » *Drogues, santé et société* Article de transfert des connaissances (non-thématique).
- Anselin, L. 1995. « Local indicators of spatial association - LISA. » *Geographical Analysis* 27 (2): 93-115. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0029507498&partnerID=40&md5=b9c5d43cc592892bc32df9928fb3728a>.
- Anselin, L., E. Griffiths et G. Tita. 2008. « Crime mapping and hot spot analysis. » In *Environmental Criminology and Crime Analysis*, sous la dir. de R. Wortley et L. Mazerolle. Portland: Willan Publishing.
- Anselin, L., W. D. Meyer, L. A. Whalley et M. Savoie. 2009. *Actionable Cultural Understanding for Support to Tactical Operations (ACUSTO)*. Washington: Constructing Engineering research Laboratory (CERL).
- 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.
- Arnold, P., D. Peeters, I. Thomas et H. Marchand. 2001. « Pour une localisation optimale des centres de transbordement intermodaux entre réseaux de transport. » *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien* 45 (3): 427-436.
- Aubry, P. et H. Piégay. 2001. « Pratique de l'analyse de l'autocorrélation spatiale en géomorphologie : définitions opératoires et tests. » *Géographie physique et Quaternaire* 55 (2): 111-129.
- Bailey, T. C. et A. C. Gatrell. 1995. *Interactive spatial data analysis*. New York: Longman Scientific & Technical.

- Beauregard, V., S. Brochu et X. Gagné-Tardif. 2010. « La culture de cannabis au Québec: un état de la situation. » *Revue internationale de criminologie et de police technique scientifique* 63 (2): 86-99.
- Beck, F. , S. Legleye et S. Spilka. 2007. « Consommation et surconsommation de cannabis : apports et limites de l'épidémiologie. » *Psychotropes* 13 (1): 9-32.
- Besag, J. et J. Newell. 1991. « The detection of cluster in rare diseases. » *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 154: 143-155.
- Block, R. 2007. « Software Review: Scanning for Clusters in Space and Time. A Tutorial Review of SaTScan. » *Social Science Computer Review* 25 (2): 272-278.
- Boivin, R. 2011. « Le monde à l'envers : Analyse de la structure du trafic transnational de drogues illicites. » École de criminologie, Université de Montréal.
- Bouchard, M. 2007. « A Capture–Recapture Model to Estimate the Size of Criminal Populations and the Risks of Detection in a Marijuana Cultivation Industry. » *Journal of Quantitative Criminology* 23: 221-241.
- . 2008. « Towards a realistic method to estimate cannabis production in industrialized countries. » *Contemporary Drug Problems* 35: 291-320.
- Bouchard, M., M. Alain et H. Nguyen. 2009. « Convenient labour: The prevalence and nature of youth involvement in the cannabis cultivation industry. » *International Journal of Drug Policy* 20: 467-474.
- Bouchard, M., E. Beauregard et M. Kalacska. 2011. « Journey to Grow: Linking Process to Outcome in Target Site Selection for Cannabis Cultivation. » *Journal of Research in Crime and Delinquency*. doi: 10.1177/0022427811418001.
- Bouchard, M. et C. B. Dion. 2009. « Growers and Facilitators: Probing the Role of Entrepreneurs in the Development of the Cannabis Cultivation Industry. » *Journal of Small Business and Entrepreneurship* 22 (1): 25-38.
- Bouchard, M. et H. Nguyen. 2011. « Professional or amateurs? Revisiting the notion of professional crime in the context of cannabis cultivation. » In *World Wide Weed: Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*, sous la dir. de T. Decorte, G. Potter et M. Bouchard, 109-126. London: Ashgate.
- Bouchard, M. et P. Tremblay. 2005. « Risks of Arrest Across Drug Markets: A Capture-Recapture Analysis of "Hidden" Dealer and User Populations. » *Journal of Drug Issues* 34 (4): 733-754.

- Brame, R., M. G. Turner et R. Paternoster. 2010. « Chapter 14: Missing Data Problems in Criminological Research. » In *Handbook of Quantitative Criminology*, sous la dir. de A. R. Piquero et D. Weisburd. New York: Springer.
- Brantingham, P. J. et P. L. Brantingham. 1981. *Environmental Criminology*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- . 1990. *Environmental Criminology*. Prospect Heights: Waveland Press.
- Brochu, S., C. Duff, M. Asbridge et P. G. Erickson. 2011. « “There's what's on Paper and then there's What Happens, out on the Sidewalk”: Cannabis Users Knowledge and Opinions of Canadian Drug Laws » *Journal of Drug Issues* 41 (1): 95-115.
- Brock, D. et D. Walker. 2005. « Rural Policing and the Drug Problem: An Examination of the Influence of Major Metropolitan Areas on Drug Offending in Surrounding Rural Communities. » *The Police Journal* 78: 129-146.
- Buck, A. J., J. Deutsch, S. Hakim, U. Spiegel et J. Weinblatt. 1991. « A Von Thünen Model of Crime, Casinos and Property Values in New Jersey. » *Urban Studies* 28 (5): 673-686.
- Caulkins, J. P. 1995. « Domestic Geographic Variation in Illicit Drug Prices. » *Journal of Urban Economics* 37: 38-56.
- Ceccato, V. 2005. « Homicide in São Paulo, Brazil: Assessing spatial-temporal and weather variations. » *Journal of Environmental Psychology* 25 (3): 307-321.  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-28244476456&partnerID=40&md5=f007b342e4df7314c3a8dd0d9304e6c2>.
- Ceccato, V. et R. Haining. 2004. « Crime in Border Regions: The Scandinavian Case of Öresund, 1998-2001. » *Annals of the Association of American Geographers* 94 (4): 807-826. <http://www.jstor.org/stable/3694099>.
- Chainey, S. et J. Ratcliffe. 2005. *GIS and Crime Mapping*. Cornwall: John Wiley & Sons.
- Chi, G. et J. Zhu. 2008. « Spatial regression models for demographic analysis. » *Population Research and Policy Review* 27 (1): 17-42.  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-38049043440&partnerID=40&md5=f79c0983788928d0da0fae5a301dd063>.
- Cocklin, C., L. Walker et G. Blunden. 1999. « Cannabis Highs and Lows: Sustaining and Dislocating Rural Communities in Northland, New Zealand. » *Journal of Rural Studies* 15 (3): 241-255.

- Cohen, Lawrence E. et Marcus Felson. 1979. « Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. » *American Sociological Review* 44 (4): 588-608.  
<http://www.jstor.org/stable/2094589>.
- Cooper, D. L., G. E. Smith, M. Regan, S. Large et P. P. Groenewegen. 2008. « Tracking the spatial diffusion of influenza and norovirus using telehealth data: a spatiotemporal analysis of syndromic data. » *BMC medicine* 6: 16. doi: 10.1186/1741-7015-6-16.
- Costa, M.A. et M. Kulldorff. 2009. « Applications of spatial scan statistics: a review. » In *Scan statistics*, sous la dir. de J. Glaz, V Pozdnyakov et S. Wallenstein. Boston: Birkhäuser.
- Cullen, F. T. et B. G. Link. 1980. « Crime as an occupation. A new look. » *Criminology* 18 (3): 399-410.
- Cunty, C., F. Fussy et P. Perez. 2007. « Géocriminologie, quand la cartographie permet aux géographes d'investir la criminologie. » *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne]* 378. <http://cybergeo.revues.org/7058>.
- Cusimano, M., S. Marshall, C. Rinner, D. Jiang et M. Chipman. 2010. « Patterns of urban violent injury: a spatio-temporal analysis. » *PloS one* 5 (1).  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77952522926&partnerID=40&md5=3ac27e897935f8ff0eb46e48ec38564e>.
- Cusson, M. 2002. *Prévenir la délinquance. Les méthodes efficaces*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Cusson, M., G. Cordeau et R. Boisvert. 1994. « Le crime du point de vue de l'analyse stratégique. » In *Traité de criminologie empirique*, sous la dir. de D. Szabo et M. Leblanc, 91-112. Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal.
- D'Entremont Partelow, C. 2008. « Using GIS to depict resource risk from probable cannabis cultivation sites. » Department of Geography, San Jose State University.
- D'Halewyn, M.-A. 2006. « Contamination des maisons utilisées pour la culture de marijuana par les moisissures. » *Bulletin d'information en santé environnementale de l'Institut national de santé publique du Québec* 17 (6): 6-10.
- DeChello, L. M. et T. J. Sheehan. 2007. « Spatial analysis of colorectal cancer incidence and proportion of late-stage in Massachusetts residents: 1995-1998. » *International journal of health geographics* 6: 20. Research Support, N.I.H., Extramural. doi: 10.1186/1476-072X-6-20.
- Decorte, T. 2010. « The case for small-scale domestic cannabis cultivation » *International Journal of Drug Policy* 21: 271-275.

- Desmond, S. A., G. Kikuchi et K. H. Morgan. 2010. « Congregations and Crime: Is the Spatial Distribution of Congregations Associated with Neighborhood Crime Rates? » *Journal for the Scientific Study of Religion* 49 (1): 37-55. doi: 10.1111/j.1468-5906.2009.01491.x.
- Dietz, N. A., R. Sherman, J. Mackinnon, L. Fleming, K. L. Arheart, B. Wohler et D. J. Lee. 2011. « Toward the identification of communities with increased tobacco-associated cancer burden: Application of spatial modeling techniques. » *Journal of carcinogenesis* 10: 22. doi: 10.4103/1477-3163.85184.
- Eck, J. E. 2005. « Chapter 1: Crime Hot Spots: What They Are, Why We Have Them, and How to Map Them. » In *Mapping Crime: Understanding Hot Spots*, sous la dir. de J. E. Eck, S. Chainey, J. G. Cameron, M. Leitner et R. E. Wilson, 70. Washington: National Institute of Justice.
- Eck, J. E. et J. S. Gersh. 2000. « Drug Trafficking as a Cottage Industry. » *Crime Prevention Studies* 241-271.
- Eck, J. E. et D. L. Weisburd. 1995. « Crime Places in Crime Theory. » In *Crime and Place*, sous la dir. de J. E. Eck et D. L. Weisburd. New York: Criminal Justice Press.  
[http://www.popcenter.org/library/CrimePrevention/Volume\\_04/01-EckWeisburd.pdf](http://www.popcenter.org/library/CrimePrevention/Volume_04/01-EckWeisburd.pdf).
- Élie, D. 1994. « Analyse spatiale et criminologie. » *Criminologie* 27 (1): 7-21.
- ESRI. 2000. *Dictionary of GIS Terminology*. Redland, California: The ESRI Press.
- . 2011. *ArcGIS Desktop: Release 10*. Redlands (CA): Environmental Systems Research Institute.
- Feidler, A., R. Mayzer, K. Romig et D. Munski. 2008. « Spatial Patterns Of Methamphetamine In North Dakota. » *The Geographical Bulletin* 49: 33-46.
- Fotheringham, S. A., C. Brunsdon et M. Charlton. 1998. « Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis. » *Environment and Planning A* 30 (6): 1905-1927.
- Fotheringham, S. A. et D. W. S. Wong. 1991. « The Modifiable Areal Unit Problem in Multivariate Statistical Analysis. » *Environment and planning A* 23: 1025-1044.
- Gendarmerie royale du Canada. 2000. *Situation au Canada - Drogues illicites*. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.
- . 2005. *Rapport sur la situation des drogues illicites au Canada*. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.

- . 2006. Rapport sur la situation des drogues illicites au Canada. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.
- . 2007. Rapport sur la situation des drogues illicites au Canada. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.
- . 2008. Rapport sur la situation des drogues illicites au Canada. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.
- . 2009. Rapport sur la situation des drogues illicites au Canada. sous la dir. de Renseignements criminels. Ottawa.
- Ghosh, A. et S. L. McLafferty. 1987. *Location strategies for retail and service firms*. Lexington: Lexington Books.
- Goujon-Bellec, S., C. Demoury, A. Guyot-Goubin, D. Hémon et J. Clavel. 2011. « Detection of clusters of a rare disease over a large territory: performance of cluster detection methods. » *International Journal of Health Geographics* 10 (53): 1-12.
- Guerry, A. M. 1833. « Essai sur la statistique morale en France. » *Westminister Review* 18: 357.
- Hafley, S. R. et R. Tewksbury. 1996. « Reefer Madness in Bluegrass County: Community Structure and Roles in the Rural Kentucky Marijuana Industry. » *Journal of Crime and Justice* 19 (1): 75-94.
- Hakkarainen, P. et J. Perälä. 2011. « With a little Help from my Friends – Justifications of Small-Scale Cannabis Growers. » In *World Wide Weed. Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*, sous la dir. de T. Decorte, G. Potter et M. Bouchard, 75-90. London: Ashgate.
- Harries, K. 1999. *Mapping Crime: Principle and Practice*. Washington (DC): U.S. Department of Justice.
- Hirschi, T. et M. Gottfredson. 1983. « Age and the Explanation of Crime. » *American Journal of Sociology* 89 (3): 552-584.
- Hooghe, M., B. Vanhoutte, W. Hardyns et T. Bircan. 2011. « Unemployment, inequality, poverty and crime: Spatial distribution patterns of criminal acts in Belgium, 2001-06. » *British Journal of Criminology* 51 (1): 1-20. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78751478278&partnerID=40&md5=38edbe77b83ed1fecbffe2f6e04939c4>.
- Hough, M., H. Warburton, B. Few, T. May, L. Man, J. Witton et P. J. Turnbull. 2003. *A growing market: The domestic cultivation of cannabis*. Layerthorpe: National Addiction Center.

- Huang, S. S., D. S. Yokoe, J. Stelling, H. Placzek, M. Kulldorff, K. Kleinman, T. F. O'Brien, M. S. Calderwood, J. Vostok, J. Dunn et R. Platt. 2010. « Automated detection of infectious disease outbreaks in hospitals: a retrospective cohort study. » *PLoS medicine* 7 (2): 1-10. Research Support, N.I.H., Extramural. doi: 10.1371/journal.pmed.1000238.
- Hurley, J. M., J. B. West et J. R. Ehleringer. 2010. « Tracing retail cannabis in the United States: Geographic origin and cultivation patterns » *International Journal of Drug Policy* 21: 222-228.
- Jelinski, D. E. et J. Wu. 1996. « The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. » *Landscape Ecology* 11 (3): 129-140.
- Jetz, W., C. Rahbek et J. W. Lichstein. 2005. « Local and global approaches to spatial data analysis in ecology. » *Global Ecology and Biogeography* 14: 97-98.
- Johnson, Shane, Wim Bernasco, Kate Bowers, Henk Elffers, Jerry Ratcliffe, George Rengert et Michael Townsley. 2007. « Space–Time Patterns of Risk: A Cross National Assessment of Residential Burglary Victimization. » *Journal of Quantitative Criminology* 23 (3): 201-219. doi: 10.1007/s10940-007-9025-3.
- Klassen, A. C., M. Kulldorff et F. Curriero. 2005. « Geographical clustering of prostate cancer grade and stage at diagnosis, before and after adjustment for risk factors. » *International journal of health geographics* 4 (1): 1. doi: 10.1186/1476-072X-4-1.
- Kulldorff, M. 1997. « A Spatial Scan Statistic. » *Communications in Statistics - Theory and Methods* 26 (6): 1481-1496.
- . 2010. *SaTScan User Guide*. Consulté le 25 mars 2011. [http://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/Current%20Version:%20SaTScan%20v9.1.1%20released%20March%209%202011.?todo=process\\_userguide\\_download](http://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/Current%20Version:%20SaTScan%20v9.1.1%20released%20March%209%202011.?todo=process_userguide_download).
- Kulldorff, M., W. F. Athas, E. J. Feuer, B. A. Miller et C. R. Key. 1998. « Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. » *American Journal of Public Health* 88 (9): 1377-1380. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0031665918&partnerID=40&md5=0c46bf2fcd38cbb53f9154d5bb21eef>.
- Kulldorff, M., L. Huang, L. Pickle et L. Duczmal. 2006. « An elliptic spatial scan statistic. » *Statistics in Medicine* 25: 3929-3943.
- Kulldorff, M. et Information Management Services. 2011. SaTScan™ v9.1.1: Software for the spatial and space-time scan statistics. [www.satscan.org](http://www.satscan.org).
- Lawson, A. B. 2004. « Disease mapping: basics approaches and new developments. » In *GIS and public health practice*, sous la dir. de R. Maheswaran et M. Craglia, 31-50. Boca Raton (Floride): CRC Press.

- Lawton, Brian A., Ralph B. Taylor et Anthony J. Luongo. 2005. « Police Officers on Drug Corners in Philadelphia, Drug Crime, and Violent Crime: Intended, Diffusion, and Displacement Impacts. » *Justice Quarterly* 22 (4): 427 - 451.  
<http://www.informaworld.com/10.1080/07418820500364619>.
- Leitner, M., M. Barnett, J. Kent et T. Barnett. 2011. « The Impact of Hurricane Katrina on Reported Crimes in Louisiana: A Spatial and Temporal Analysis. » *The Professional Geographer* 93 (2): 244-261.
- LeSage, J. P. 1997. « Regression analysis of spatial data. » *Journal of Regional Analysis and Policy* 27 (2): 83-94.
- Letskemann, P. 1973. *Crime as work*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Halls.
- Levine, N. 2006. « Crime mapping and the crimestat program. » *Geographical Analysis* 38 (1): 41-56. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33645912334&partnerID=40&md5=63bab782ac1283cf7628d2c6b15b8b13>.
- Lum, C. 2011. « Violence, Drug Markets and Racial Composition: Challenging Stereotypes through Spatial Analysis. » *Urban Studies Journal Limited*: 1-18.
- Malczewski, J. et A. Poetz. 2005. « Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London, Ontario: Global and Local Regression Analysis. » *The Professional Geographer* 57 (4): 516-529.
- Malm, A. E., J. B. Kinney et N. R. Pollard. 2008. « Social Network and Distance Correlates of Criminal Associates Involved in Illicit Drug Production. » *Security Journal* 21: 77-94.
- Malm, A. E. et G. E. Tita. 2006. « A Spatial Analysis of Green Teams: A Tactical Response to Marijuana Production in British Columbia. » *Policy Sciences* 39 (4): 361-377.  
<http://www.jstor.org/stable/25474310>.
- Malm, A., R. Nash et S. Vickovic. 2011. « Co-offending Networks in Cannabis Cultivation. » In *World Wide Weed: Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*, sous la dir. de T. Decorte, G. Potter et M. Bouchard, 127-144. London: Ashgate.
- McCord, E. S. et J. H. Ratcliffe. 2007. « A Micro-Spatial Analysis of the Demographic and Criminogenic Environment of Drug Markets in Philadelphia. » *The Australian and New Zealand Journal of Criminology* 40 (1): 43-63.
- Mentzer, J. T., W. DeWitt, J. S. Keebler, S. Min, N. W. Nix, C. D. Smith et Z. G. Zacharia. 2001. « Defining supply chain management. » *Journal of Business Logistics* 22 (2): 1-25.
- Merton, R. K. 1938. « Social Structure and Anomie. » *American Sociological Review* 3: 672-682.

ministère de la Justice Canada. 1985. Code criminel.

———. 1996. Loi réglementant certaines drogues et autres substances.

Morrison, S. 1997. « The dynamics of illicit drugs production: Future sources and threats. »  
*Crime, Law & Social Change* 27: 121-138.

Morselli, C., C. Giguère et K. Petit. 2007. « The efficiency/security trade-off in criminal networks.  
» *Social Networks* 29 (1): 143-153.

Morselli, C., M. Turcotte et V. Tenti. 2010. « The mobility of criminal groups. » *Global Crime* 12  
(3): 165-188.

Nakaya, T. et K. Yano. 2010. « Visualising Crime Clusters in a Space-time Cube: An Exploratory  
Data-analysis Approach Using Space-time Kernel Density Estimation and Scan  
Statistics. » *Transactions in GIS* 14 (3): 223-239. doi: 10.1111/j.1467-  
9671.2010.01194.x.

Naus, J. I. 1965. « The distribution of the size of the maximum cluster of points on a line. Journal  
of the American. » *Statistical Association* 60 (532-538).

Ngui, A. N., P. Apparicio, M.-J. Fleury, A. Lesage, J.-P. Grégoire, J. Moisan et A. Vanasse.  
2013. « Spatio-temporal clustering of the incidence of schizophrenia in Quebec, Canada  
from 2004 to 2007. » *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology* 6: 37-47.

O'Grady, W. 2011. *Crime in Canadian Context*, 2nd. Don Mills: Oxford University Press.

ONUDD. 2003. *Tendances mondiales des drogues illicites*. Vienne: Nations Unies.

———. 2004. *Rapport mondial sur les drogues*. Vienne: Nations Unies.

———. 2005. *Rapport mondial sur les drogues*. Vienne: Nations Unies.

———. 2006. *Rapport mondial sur les drogues*. Vienne: Nations Unies.

———. 2007. *Rapport mondial sur les drogues*. Vienne: Nations Unies.

———. 2008. *Rapport mondial sur les drogues*. Vienne: Nations Unies.

Openshaw, S, M Charlton, C. Wymer et AW Craft. 1987. « A Mark 1 Geographical analysis  
machine for the automated analysis of point data sets. » *International Journal of  
Geographical Information Systems* 1 (4): 335-358.

- Openshaw, S., M. E. Charlton, A. W. Craft et J. M. Birch. 1988. « Investigation of leukemia clusters by use of a geographical analysis machine. » *The Lancet* 331 (272-273).
- Park, R. E. et E. W. Burgess. 1925. *The City*. Chicago: University of Chicago Press.
- Partelow, C. d'Entremont. 2008. « Using GIS to depict resource rish from probable cannabis cultivation sites. » Department of Geography, San Jose State University.
- Pirès, A. 1994. « La criminalité : enjeux épistémologiques, théoriques et éthiques. » In *Traité des problèmes sociaux*, sous la dir. de F. Dumont, S. Langlois et Y. Martin, Chapitre 12: 247-277. Montréal: Institut québécois de recherche sur la culture.
- Plecas, D. et J. Diplock. 2007. *Marihuana Growing Operations in Alberta 1997 - 2003*: Centre for Criminal Justice Research.
- Polèse, M. et R. Shearmur. 2009. *Économie urbaine et régionale. Introduction à la géographie économique*, 3e édition. Paris: Economica.
- Potter, G. R. 2006. « Weed, Need and Greed: Domestic Marijuana Production and the UK Cannabis Market. » Department of Law, University of Sheffield.
- Potter, G. R., M. Bouchard et T. Decorte. 2011. « The Globalization of Cannabis Cultivation. » In *World Wide Weed. Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*, sous la dir. de T. Decorte, G. R. Potter et M. Bouchard, 1-22. Burlington: Ashgate.
- Qi, X., W. Hu, A. Page et S. Tong. 2012. « Spatial clusters of suicide in Australia. » *BMC Psychiatry* 12 (86): 1-11.
- Quételet, A. 1842. *A Treatise on Man*. Edinburgh: Chambers.
- Radio-Canada. 2010. *L'opération Cisaille continue*. <http://www.radio-canada.ca/regions/est-quebec/2010/09/16/004-cannabis-plants-saisie.shtml>.
- . 2012. *Importante saisie de cannabis en Mauricie et au Centre-du-Québec*. <http://www.radio-canada.ca/regions/mauricie/2012/07/04/003-operation-bouture-mauricie-centre-du-quebec.shtml>.
- Rengert, G., S. Chakravorty, T. Bole et K. Henderson. 2000. « A Geographic Analysis of Illegal Drug Markets. » *Crime Prevention Studies* 11: 219-239.
- Reuter, P. 1983. *Disorganized Crime: The Economics of the Invisible Hand*. Cambridge: MIT Press.

- . 1985. *The Organization of Illegal Markets: An Economic Analysis*. Washington, DC: National Institute of Justice.
- Rodrigue, J.-P., C. Comtois et B. Slack. 2006. *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- Sabel, C. E. et M. Löytönen. 2004. « Clustering of Disease. » In *GIS in Public Health Practice*, sous la dir. de R. Maheswaran et M. Craglia, 51-67. Boca Raton: CRC Press.
- SAS Institute Inc. SAS version 9.2. sous la dir. de North Carolina Cary, USA,.  
<http://www.sas.com/>.
- Savoie, J., F. Bédard et K. Collins. 2006. *Neighbourhood characteristics and the distribution of crime on the Island of Montréal*. Ottawa.
- Shaw, C. R. et H. D. McKay. 1942. *Juvenile Delinquency and Urban Areas*. Chicago: University of Chicago Press.
- Shearmur, R., P. Apparicio, P. Lizion et M. Polèse. 2007. « Space, Time, and Local Employment Growth: An Application of Spatial Regression Analysis. » *Growth and Change* 38 (4): 696-722.
- Sherman, L. W. 1995. « Hot Spots of Crime and Criminal Careers of Places. » In *Crime and Place*, sous la dir. de J. E. Eck et D. Weisburd, 35-52. Monsey (New York): Criminal Justice Press.
- Sinclair, R. 1967. « Von Thunen and Urban Sprawl. » *Annals of the Association of American Geographers* 57 (1): 72-87.
- Smithson, M., M. McFadden, S. E. Mwesigye et T. Casey. 2004. « The impact of illicit drug supply reduction on health and social outcomes: The heroin shortage in the Australian Capital Territory. » *Addiction* 99 (3): 340-348.  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-1542407027&partnerID=40&md5=b62be21fd636a10ed3a0956c2c886f90>.
- Statistique Canada. 2001. *Rapport technique du recensement de 2001*. Ottawa. Consulté le 19 juin 2012.  
[http://www12.statcan.gc.ca/francais/census01/Products/Reference/tech\\_rep/coverage/index.cfm](http://www12.statcan.gc.ca/francais/census01/Products/Reference/tech_rep/coverage/index.cfm).
- . 2012. *Dictionnaire du recensement. Année de recensement 2011*. Ottawa: Ministre de l'Industrie.  
[http://geodepot.statcan.ca/Diss2006/Reference/COGG/LongDescription\\_f.jsp?GEO\\_LEV=EL=10&REFCODE=10&TYPE=L](http://geodepot.statcan.ca/Diss2006/Reference/COGG/LongDescription_f.jsp?GEO_LEV=EL=10&REFCODE=10&TYPE=L).

- Sudakin, D. et L. E. Power. 2009. « Regional and temporal variation in methamphetamine-related incidents: applications of spatial and temporal scan statistics. » *Clinical Toxicology* 47 (3): 243-247. doi: doi:10.1080/15563650802516160.
- Sûreté du Québec. 2008. *Le programme Cisaille*. Consulté le 15 février 2011. <http://www.sq.gouv.qc.ca/prevenir-la-criminalite/programmes/programme-cisaille.jsp>.
- Tango, T. 2010. *Statistical methods for disease clustering*. New York: Springer.
- Tango, T. et K. Takahashi. 2005. « A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters. » *International Journal of Geographical Information Systems* 18: 1-11.
- Taniguchi, T. A. , J. H. Ratcliffe et R. B. Taylor. 2011. « Gang Set Space, Drug Markets, and Crime around Drug Corners in Camden. » *Journal of Research in Crime and Delinquency* 48: 327-363.
- Tita, G. E. et S. M. Radil. 2010. « Chapter 6: Spatial Regression Models in Criminology: Modeling Social Processes in the Spatial Weights Matrix. » In *Handbook of Quantitative Criminology*, sous la dir. de A. R. Piquero et D. Weisburd. New York: Springer.
- Tobler, W. 1970. « A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. » *Economic Geography* 46: 234-240.
- Townsley, M., R. Homel et J. Chaseling. 2000. « Repeat burglary victimisation: Spatial and temporal patterns. » *Australian and New Zealand Journal of Criminology* 33 (1): 37-63. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-23044517619&partnerID=40&md5=c66f4112a8d568cbaec57e13b4abc9fe>.
- Tremblay, P., M. Bouchard et S. Petit. 2009. « The size and influence of a criminal organization: a criminal achievement perspective. » *Global Crime* 10 (1): 24-40.
- Tremblay, P., G. Cordeau et J. Kaczorowski. 1993. « Cartes mentales, écologie criminelle et sentiment d'insécurité des femmes en milieu urbain : une enquête pilote. » *Revue canadienne de criminologie* 35 (1): 1-18.
- Tremblay, P., M. Cusson et C. Morselli. 1998. « Market Offenses and Limits to Growth. » *Crime, Law, and Social Change* 29: 311-330.
- Turnbull, B. W., E. J. Iwano, W. S. Burnett, H. L. Howe et L. C. Clark. 1990. « Monitoring for clusters of disease: Application to leukemia in upstate New York. » *American Journal of Epidemiology* 132 (1): 136-143.
- Uberti, T. E. et M. F. Cracolici. 2008. *Geographical Distribution of Crime in Italian Provinces: A Spatial Econometric Analysis*. sous la dir. de Fondazione Eni Enrico Mattei. Milan.

- Von Thünen, J. H. 1826. *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie (The Isolated State)*. Hambourg: maison d'édition non identifiée.
- Waller, L.A. et C.A. Gotway. 2004. *Applied spatial statistics for public health data*. Hoboken (New Jersey): Wiley.
- Weisheit, R. A. 1991. « The Intangible Rewards From Crime: The Case of Domestic Marijuana Cultivation. » *Crime & Delinquency* 37 (4): 506-527.
- . 1992. *Domestic marijuana: a neglected industry*. New York: Greenwood Press.
- . 1993. « Studying Drugs in Rural Areas: Notes from the Field. » *Journal of Research in Crime and Delinquency* 30 (2): 213-232.
- . 2011. « Cannabis Cultivation in the United States. » In *World Wide Weed: The Globalisation and Localisation of Cannabis Cultivation*, sous la dir. de T. Decorte, G. R. Potter et M. Bouchard.
- Wilkins, C. et S. Casswell. 2003. « Organized crime in cannabis cultivation in New Zealand: an economic analysis. » *Contemporary Drug Problems* 30: 757-777.