



HAL
open science

Explorer les mobilités partagées à l'ère des Technologies de Géolocalisation

Teriitutea Quesnot, Stéphane Roche

► To cite this version:

Teriitutea Quesnot, Stéphane Roche. Explorer les mobilités partagées à l'ère des Technologies de Géolocalisation. Médias situés et mobilités partagées, Hermann, pp.55-75, 2020, 9791037003508. hal-02141723v2

HAL Id: hal-02141723

<https://hal.science/hal-02141723v2>

Submitted on 25 Jun 2020 (v2), last revised 2 Nov 2022 (v3)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Explorer les mobilités partagées à l'ère des Technologies de Géolocalisation

Teriitutea Quesnot ^a et Stéphane Roche ^b

^a LETG Brest, UMR 6554 CNRS, Institut Universitaire Européen de la Mer, Technopôle Brest-Iroise, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France

^b Centre de Recherche en Données et Intelligence Géospatiales, Université Laval, 1055 Avenue du Séminaire, Pavillon Casault, Québec (QC) G1V 0A6, Canada

Résumé. L'apparition des Technologies de Géolocalisation (TdG) a profondément modifié notre rapport à l'espace. Ces dernières influencent singulièrement notre manière de communiquer et de raisonner spatialement. Après avoir brièvement retracé l'avènement des TdG, ce chapitre dresse une typologie inédite des mobilités soutenues par l'usage combiné de ces médias situés et des données géographiques qu'ils mobilisent. Celle-ci est complétée par un exemple concret d'exploitation de données de mobilités contributives à des fins d'identification de points de repère sémantiques.

Mots-clés. Cognition spatiale · Déplacements · Données géosociales · Motilités · Technologies de l'Information Géographique · Points de repère

1. Introduction générale

1.1. Un idéal urbain

Le rapport Brundtland affirme que le développement durable doit « favoriser un état d'harmonie entre les êtres humains et entre l'homme et la nature » (CMED, 1988). Ce positionnement clairement éthique promeut un développement sociétal harmonieux tout en se souciant des générations futures ; et plus particulièrement de l'environnement au sein duquel ces dernières prendront place dans les années à venir. Brundtland tire la sonnette d'alarme en raison des conséquences environnementales désastreuses engendrées par une industrialisation massive, inconsciente et incontrôlée : réchauffement climatique, réduction de la couche ozone et désertification des terres agricoles sont autant d'éléments mis en avant.

Selon l'ONU, les villes accueilleront 60% de la population mondiale d'ici 2030. Cette dynamique d'urbanisation globale massive et rapide s'appuie non seulement sur la croissance (en particulier par densification verticale), mais aussi la naissance de nouvelles agglomérations urbaines. La question se pose de savoir si l'urbanisation croissante globalisée pourra ou non s'inscrire dans une dynamique de développement durable. Le concept de « ville intelligente » (*smart city*) qui a émergé à la fin des années 1990 (Hall, 2000) s'impose comme une alternative aux villes traditionnelles. Les promoteurs de la ville intelligente

insistent en particulier sur le potentiel des technologies et du numérique pour optimiser les infrastructures d'ingénierie urbaine et améliorer l'efficacité des modes de gouvernance urbaine, le tout dans une perspective durable (Roche, 2014).

Les enjeux de mobilité demeurent l'un des six axes de développement majeurs des villes intelligentes (Giffinger *et al.*, 2007). À l'échelle nationale, l'initiative française « Mobilité 3.0¹ » a été lancée précisément dans cette optique. Le livre vert² rédigé à l'occasion des « Rencontres de la mobilité intelligente » de 2016 identifie au total cinq bénéfices qui découleraient d'une mobilité qualifiée d'« intelligente » : (1) une expérience du voyageur plus confortable ; (2) une mobilité plus accessible et plus fiable, donc plus attractive ; (3) une réduction des risques liés à la mobilité ; (4) une réduction de l'impact environnemental ; (5) la création de nouveaux modèles économiques.

Bien qu'aucune définition consensuelle de la ville intelligente n'ait été proposée à ce jour, tout le monde s'accorde à dire que l'amélioration des performances de nos villes (en terme de développement durable) repose en grande partie sur la gestion et l'exploitation efficaces des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et des données qu'elles mobilisent (Chourabi *et al.*, 2012). Comme le souligne à juste titre le collectif d'auteurs à l'origine de ce livre vert, mobilité intelligente et TIC vont de pair. Compte tenu du caractère éminemment géographique des mobilités, la contribution potentielle des Technologies de Géolocalisation (TdG), comme déclinaison spécifique des TIC, à l'amélioration des mobilités urbaines de demain est significative.

1.2. Technologies de Géolocalisation (TdG)

Nous définissons les TdG comme l'ensemble des techniques et des dispositifs permettant d'acquérir et de diffuser de l'information à caractère géographique. Trois événements majeurs et partiellement dé-corrélés ont largement contribué à l'essor des TdG ; à commencer par l'ouverture progressive du *Global Positionning System* (GPS) à la sphère civile à partir des années 1990. Jusqu'alors réservés exclusivement à l'armée des États-Unis, les signaux GPS débridés ont permis une amélioration considérable de l'assistance à la navigation. À l'origine, les premiers systèmes d'aide à la navigation fonctionnaient essentiellement grâce à des capteurs gyroscopiques et géomagnétiques (voir Arai *et al.*, 2015 pour un historique détaillé). Hormis leur précision accrue, les nouveaux systèmes qui exploitent le GPS sont capables de dresser automatiquement un itinéraire et de guider à voix haute l'utilisateur lors de ses déplacements.

En parallèle, l'invention du *World Wide Web* (W3) par Berners-Lee à l'aube des années 1990 révolutionna d'abord notre façon de communiquer. Calquée sur le concept d'hypertexte de Nelson (1965), la première génération du W3 se composait uniquement de fichiers statiques accessibles sur le réseau Internet.

¹ Pour plus d'informations : <https://www.mobilite-intelligente.com> (site consulté pour la dernière fois le 2 juin 2018)

² Disponible en téléchargement libre ici (lien actif au 2 juin 2018) : https://www.mobiliteintelligente.com/system/files/documents/2017/11/Livre_Vert_Mobilite_3-0_-_ATEC_ITS_France-2.pdf

L'interaction se limitait alors à une relation strictement unilatérale entre l'internaute et le serveur web. L'émergence du Web 2.0 (O'Reilly, 2005) donna ensuite l'opportunité aux internautes de passer du statut de simple visiteur (c.-à-d. consulter une page web) à celui de contributeur (c.-à-d. créer du contenu numérique en temps réel). Dans le domaine de la cartographie, la plateforme *OpenStreetMap* (OSM) reste à ce jour l'un des projets les plus aboutis en matière d'Information Géographique Contributive (VGI). Introduit par Goodchild (2007), le concept de VGI - bien connu en Science de l'Information Géographique (*GIScience*) (cf. Egenhofer *et al.*, 2016) - désigne au sens large l'ensemble des données à caractère spatial produites par les citoyens ; qu'ils soient experts ou non.

Le dernier élément que nous souhaitons mettre en lumière n'est autre que la miniaturisation des composants électroniques. Sans elle, la prolifération des appareils intelligents sans fil (smartphones, tablettes, montres connectées, etc.) équipés de capteurs sophistiqués n'aurait effectivement jamais vu le jour. D'ailleurs, la puce GPS figure sans nul doute parmi les composants les plus répandus. Combinée à l'Internet mobile, celle-ci permet à l'utilisateur de se localiser sur une carte sur laquelle figure des données en temps réel (p. ex. le trafic routier) et de partager à tout moment de l'information géolocalisée généralement encapsulée sous la forme d'une balise de coordonnées géographiques (x/y ou latitude/longitude).

En outre, les nombreux travaux du *MIT Senseable City Lab* sur les *Real-Time Cities* ont largement démontré le potentiel offert par l'analyse des jeux de données géolocalisés (p. ex. l'activité des téléphones portables) pour l'étude des dynamiques urbaines (cf. Ratti *et al.*, 2007 ; Reades *et al.*, 2009 ; Roche *et al.*, 2012). Mais depuis quelques années déjà, la recherche s'intéresse de plus près à une nouvelle forme de données géographiques ; produites par les citoyens eux-mêmes, notamment sur les réseaux sociaux géolocalisés comme Facebook, Twitter ou encore Foursquare. Ces « données géosociales » viennent alimenter continuellement une masse d'« Informations Géographiques Ambiantes » pour paraphraser Stefanidis et ses collaborateurs (2013).

1.3. Données géosociales

Les données géosociales appartiennent à la catégorie des *Big Data*. Elles héritent donc de leurs caractéristiques principales. Selon Laney (2001), les données massives possèdent trois caractéristiques fondamentales : elles sont produites en grand nombre (Volume), sans interruption (Vitesse) et sous diverses formes (Variété). Plus récemment, Kitchin (2014) a proposé quatre critères discriminants. D'après lui, les *Big Data* sont (1) exhaustives ($n=all$) ; (2) hyper-détaillées ; (3) relationnelles (c.-à-d. qu'il est possible de les croiser avec d'autres sources de données) ; (4) flexibles (c.-à-d. qu'elles sont aisément modifiables).

Le fait que les données géosociales soient produites massivement et presque sans interruption constitue un atout de taille pour la recherche en *GIScience* (*Sciences de l'information géographique*). Recueillir autant de données spatiales sur un laps de temps aussi court est quasi-impossible avec une approche conventionnelle. Cette masse colossale de données géographiques est produite par un nombre toujours

croissant d'internautes. À l'heure actuelle, la plateforme de *microblogging* Twitter fédère environ 330 millions d'utilisateurs actifs qui génèrent en moyenne 500 millions de Tweets par jour. Le réseau Facebook a quant à lui franchit la barre des 2,5 milliards d'utilisateurs actifs. De son côté, le réseau social géolocalisé Foursquare compte un peu plus de 50 millions d'utilisateurs qui enrichissent³ une base de données recensant 105 millions de lieux à travers le monde. Il s'agit pour l'heure de la base de données géographique la plus complète du web social.

Spécifiquement, les recherches menées sur ces données se résument majoritairement à de l'analyse spatiotemporelle et sémantique (Steiger *et al.*, 2015). Par exemple, Noulas et ses collègues (2011) ont analysé 12 millions de check-ins⁴ Foursquare récoltés sur 679 000 personnes en à peine trois mois. Ils ont ainsi démontré que ces données constituaient des indicateurs inédits pour décrire leurs habitudes quotidiennes (p. ex. se rendre sur leur lieu de travail dans la matinée, sortir déjeuner à midi, côtoyer des parcs et des centres commerciaux en fin de semaine, etc.). Jurdak et ses collègues (2015) sont arrivés à la même conclusion en analysant plus de 6 millions de Tweets géolocalisés.

Dans le même esprit, le projet *Livehoods*⁵ initié par des chercheurs du *Mobile Commerce Lab* de l'Université de Carnegie Mellon s'appuie sur 18 millions de check-ins (Cranshaw et Yano, 2010 ; Cranshaw *et al.*, 2012). L'algorithme qu'ils ont développé permet de calculer des zones de voisinage sur la base d'une distance sociale et géographique (deux lieux A et B géographiquement proches sont considérés comme socialement proches si les usagers de Foursquare ont tendance à publier des check-ins depuis A et B). La pertinence de ces zones de voisinage a été évaluée positivement *via* une enquête menée auprès des habitants de la ville de Pittsburgh. À une échelle plus fine, les travaux de Bawa-Cavia (2011) ont révélé que les lieux urbains qui présentaient une forte activité sur les réseaux sociaux avaient tendance à être regroupés dans l'espace (autocorrélation spatiale).

2. Une typologie des mobilités partagées à l'ère des TdG

Les TdG font désormais partie intégrante de nos mobilités quotidiennes. À titre d'exemple, le recours à des plateformes cartographiques (p. ex. Google Maps, Apple Maps, etc.) pour planifier nos déplacements et les concrétiser *in situ* est devenu monnaie courante (Axon *et al.*, 2012 ; Quesnot, 2016a). Cela est d'autant plus le cas pour les *digital natives* (Prensky, 2001) qui sont nés avec ces technologies et qui n'ont peut-être jamais, pour certains, eu l'occasion de se repérer à partir d'une carte papier (Speake et Axon, 2012 ; Quesnot et Roche, 2020). Cette dernière diffère des plateformes cartographiques à plusieurs niveaux (accessibilité, contenu, dynamisme, etc.). Une distinction est essentielle :

³ Les utilisateurs de la plateforme Foursquare (incluant l'application Swarm) alimentent une base de données de lieux à travers des check-ins, des commentaires, des mentions « J'aime » et des notes.

⁴ Le système de « check-in » a été introduit par les réseaux sociaux géolocalisés ou LBSN (Foursquare/Swarm étant le plus populaire). En publiant un check-in depuis un lieu donné, l'utilisateur déclare s'y trouver à cet instant même.

⁵ Pour plus d'informations : <http://livehoods.org>

alors que la carte papier est un support statique qui regroupe un ensemble d'objets géographiques (bâtiments, rues, cours d'eau, espaces verts, etc.), la plateforme cartographique est interactive, multi-scalaire et porteuse d'informations géographiques diverses, souvent partagées et éphémères (p. ex. un accident de la route, une fermeture de voie, etc.).

En plus d'offrir une assistance à l'utilisateur dans ses déplacements, les plateformes cartographiques optimisent donc les mobilités collectives à partir d'informations remontées en temps-réel par l'ensemble de la communauté d'utilisateurs. Bien évidemment, les TdG ne se résument pas aux plateformes cartographiques, mais cette illustration permet de montrer que la mobilité ne se réduit pas aux déplacements. En effet, celle-ci devrait plutôt être envisagée sous deux angles complémentaires : celui de la mobilité *effective* (c.-à-d. les déplacements concrétisés) et celui de la mobilité *potentielle* - également appelée motilité - ; soit l'ensemble des moyens dont dispose les individus pour réaliser efficacement leurs déplacements (Kaufmann *et al.*, 2004 ; Tabaka, 2009). Déplacements et motilités sont au final rythmés par des projets que l'on peut décomposer en activités ; elles-mêmes sous-tendues par des motivations et des objectifs bien définis (Pinjari et Bhat, 2011). Les mobilités partagées, catalysées par les TdG, se traduisent donc par des relations dialogiques entre ces médias situés, les déplacements collectifs et les motilités individuelles (cf. Figure 1).

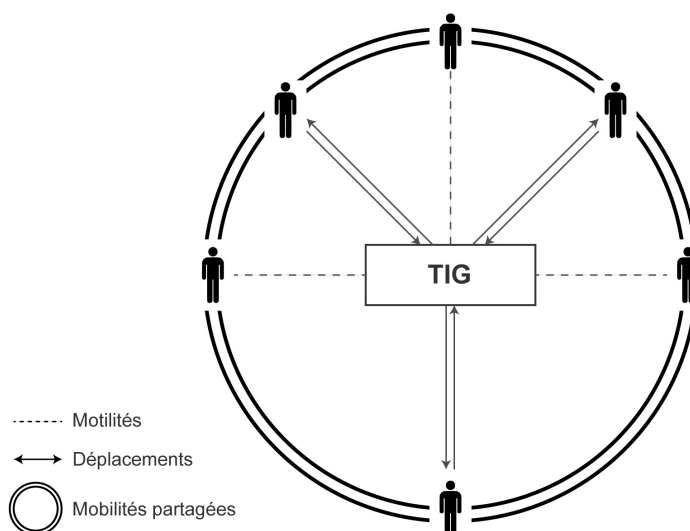


Figure 1. Mobilités partagées à l'aide des TdG.

Partant de cette considération générale, nous cherchons à préciser ces relations à l'aide d'une typologie des mobilités outillées par les TdG, laquelle typologie s'articule à la fois autour des finalités de déplacement et de la nature des motilités sous-jacentes. Deux grandes catégories de mobilités partagées se dégagent : les mobilités *participatives* d'une part, et les mobilités *contributives* de l'autre. L'information partagée dans les mobilités contributives est centrée soit sur des flux, soit sur des activités ; ces deux concepts étant intimement liés (cf. Figure 2).

Plus spécifiquement, la mobilité participative renvoie aux déplacements effectués au sein d'espaces hautement fréquentés ; cette fréquentation est quotidienne, ponctuelle ou cyclique. Ces circulations peuvent être d'ordre professionnel (p. ex. les migrations pendulaires), récréatif (p.ex. des rassemblements lors d'évènements culturels et sportifs) ou bien transitoire (transits dans un aéroport international, etc.). Compte tenu des fortes affluences qu'ils génèrent, ces déplacements nécessitent d'être régulés. C'est précisément dans ce contexte qu'ont progressivement émergé les systèmes de transport intelligents ou ITS (*Intelligent Transport Systems*) dont le carburant principal n'est autre que la donnée géolocalisée récupérée à l'aide de différents dispositifs de capture (Zhang et al., 2012) : puces GPS, capteurs (température, sismique, ultrasons, etc.), LIDAR, caméras et bien d'autres. En captant des informations en temps-réel, les ITS, agiles par essence, permettent aux citoyens d'augmenter considérablement leur potentiel de mobilité et d'ajuster par la même occasion leurs déplacements.

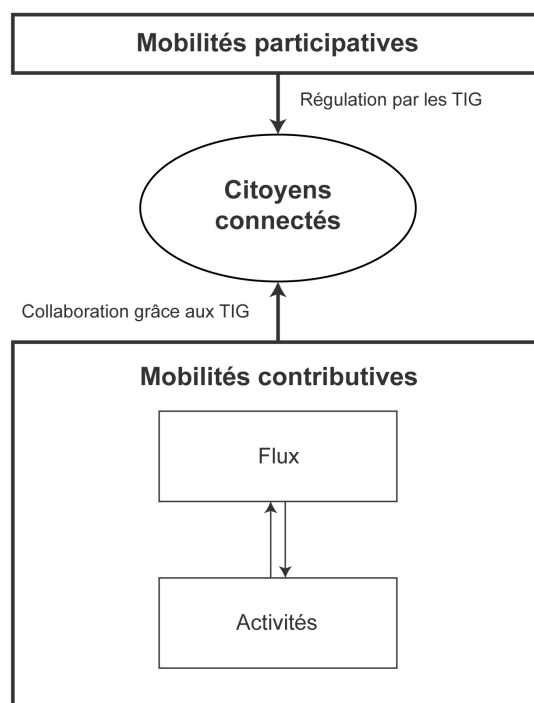


Figure 2. Typologie des mobilités partagées.

Puisqu'elle est adossée à la notion de régulation, la mobilité participative renvoie à une relation de type descendante (*top-down*) impliquant des organismes régulateurs d'une part (État, pouvoirs publics, instances de normalisation, etc.) et les citoyens de l'autre. *A contrario*, la seconde forme de mobilités partagées catégorisée ici relève plutôt d'une approche ascendante (*bottom-up*) où les citoyens opèrent presque en circuit fermé. Plus précisément, les acteurs de la « mobilité contributive axée sur les flux » (MC-F) se servent des TdG pour diffuser l'information géolocalisée qu'ils jugent pertinente pendant leur trajet. L'exemple le plus parlant reste à ce jour celui de l'application de trafic et de navigation communautaire Waze. Les utilisateurs de Waze partagent en continu leur

position géographique afin de contribuer à l'optimisation des déplacements collectifs⁶. Ils sont également invités à signaler tout évènement susceptible d'impacter la navigation des autres voyageurs (accidents, réduction de voies, conditions météorologiques, etc.). Grâce aux itinéraires qu'ils dévoilent publiquement, les sites de covoiturage comme BlablaCar participent également à l'essor des MC-F.

Comme son nom l'indique, la « mobilité contributive basée sur les activités » (MC-A) se fonde sur les activités des contributeurs et non pas sur leurs déplacements en tant que tels. À l'inverse des adeptes de Waze et de BlablaCar, les acteurs de la MC-A n'ont pas réellement conscience de leur implication dans l'optimisation des mobilités. Parce qu'elles relèvent essentiellement d'une forme de communication basée sur les lieux et leurs pratiques (Stock, 2006 ; Quesnot et Roche, 2015a), les données géographiques émanant des plateformes du web social peuvent être analysées afin d'extraire des comportements de mobilités (cf. Noulas et al., 2011 ; Hasan et al., 2013), de déterminer des indices de familiarité spatiale (cf. Quesnot et Roche, 2015bc) et donc des points d'ancrage (Golledge et Spector, 1978). La section suivante propose un exemple concret d'exploitation des données relevant des MC-A.

3. L'identification de points de repère sémantiques en milieu urbain : un exemple d'exploitation des mobilités contributives

Nous sommes de plus en plus confrontés aux ITS et à leurs multiples déclinaisons ; particulièrement en milieu urbain (p. ex. trouver rapidement une place de parking à l'aide de capteurs de présence). L'application Waze et les sites de covoiturage se sont eux-aussi démocratisés. Puisqu'elle ne s'exprime pas explicitement en termes de déplacements, l'information géographique partagée sur le web social n'est pas associée de manière intuitive aux mobilités. La présente section vise à démontrer que ce genre d'information peut en fait être exploité pour identifier des points de repère pertinents, et donc améliorer significativement les déplacements et les motilités de chacun.

3.1. Points de repère et « cartes » cognitives

Les travaux pionniers de Tolman (1948) et de Piaget et Inhelder (1948) ont incité de nombreux chercheurs à focaliser leurs travaux sur la cartographie cognitive. En se concentrant avant tout sur l'apprentissage spatial chez les rats, Tolman suggère à la suite de diverses expérimentations que les rongeurs s'orientent à l'aide d'une « carte mentale » dont les propriétés seraient vraisemblablement similaires aux cartes topographiques. De leur côté, Piaget et Inhelder ont déterminé que la conceptualisation de l'espace chez l'enfant s'effectuait par pallier. Ce dernier passe progressivement d'un espace sensori-moteur (éprouvé essentiellement à partir de son corps) à une représentation de l'espace qualifiée de « topologique » (distinction entre ce qui est « proche » et ce qui est « loin ») puis de « projective » (espace différent de soi-même) et de « métrique » (p. ex. l'espace euclidien).

⁶ À ceci près qu'ils n'ont aucun contrôle et aucune visibilité sur les algorithmes qui orientent par exemple leurs alternatives de déplacement.

En analysant des croquis de villes dessinés à main levée par des habitants de Los Angeles, de Boston et de Jersey City, Lynch (1960) a pu identifier par la suite cinq objets géographiques récurrents : (1) les voies ; (2) les nœuds ; (3) les limites ; (4) les quartiers ; (5) les points de repère. Lynch soutient que la capacité d'une ville à imprégner une image d'elle-même dans l'esprit de ses habitants (« *Imageability* ») dépend essentiellement de la prégnance de ces cinq éléments. C'est notamment sur la base de ces recherches que Siegel et White (1975) ont proposé leur théorie d'acquisition des connaissances spatiales dénommée « Landmarks-Route-Survey » (LRS). Selon les deux chercheurs, nous acquérons une connaissance de l'espace de manière séquentielle (cf. Figure 3). Les points de repère forment un socle à partir duquel nous pouvons dresser nos itinéraires. L'enrichissement progressif de nos connaissances spatiales passe ensuite par la surimposition de nouveaux itinéraires. Ce processus aboutit *in fine* à l'obtention d'une connaissance d'ensemble de l'espace pratiqué (« *Survey* ») que l'on nomme communément « carte cognitive ».

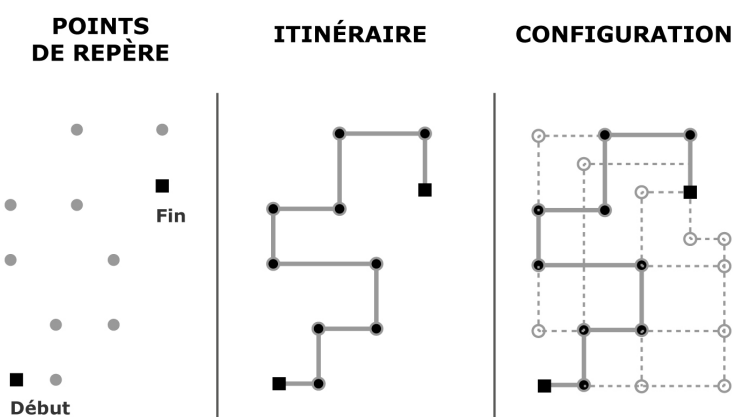


Figure 3. Théorie LRS de Siegel et White 1975 (figure tirée de Quesnot, 2016a).

L'emploi même du mot « carte » laisse à penser que notre représentation mentale de l'espace est encodée sous une forme imagée. Les résultats de l'expérience de l'île fictive conduite par Kosslyn et ses collaborateurs (1978) suggèrent effectivement que nous stockons les relations métriques entre objets géographiques sous la forme d'images. Néanmoins, la thèse « propositionnelle » de l'encodage des connaissances spatiales est également soutenue par d'autres études. Stevens et Coupe (1978) ont par exemple montré que notre mémoire spatiale était hiérarchisée et catégorisée. Dans le même esprit, Hirtle et Mascolo (1986) ont démontré que nous avons une nette tendance à regrouper géographiquement des entités appartenant à une catégorie sémantique voisine (p. ex. un parc et un terrain de golf). De son côté, Tversky (1993) préfère l'expression « assemblages cognitifs » (« *cognitive collages* ») à l'expression « carte cognitive » qu'elle trouve trop réductrice. Selon la psychologue, nos représentations de l'espace ne s'apparentent pas à une carte, mais plutôt à une association d'images « prises » sous différents angles. Quoi qu'il en soit, il est communément admis que les points de repère représentent l'élément cognitif de base de nos représentations mentales de l'espace.

3.2. Le lieu, un concept géographique déterminant

En sciences géomatiques, le concept de « lieu » est dans bien des cas réduit à un point abstrait rattaché à un référentiel spatial particulier et défini par des coordonnées. Souvent confondu avec la localisation - qui correspond plutôt à l'association d'un événement à un repère donné sur une étendue (Lévy, 2003) - le lieu tel qu'il est envisagé en géographie humaine se définit plutôt comme « la plus petite unité spatiale complexe de la société » au sein de laquelle « la distance n'est pas pertinente » (Lévy, 2003 ; Lussault, 2003). Comme le souligne très justement Lussault (2007), si la distance exerce une certaine influence au sein des lieux, celle-ci n'est en revanche pas déterminante en termes de configurations. Autrement dit, les « micro-agencements » qui composent un lieu sont physiquement distants, mais appréhendés selon une réalité spatiale indivisible. Dans ce contexte, l'échelle prime sur la distance, puisque deux lieux distincts peuvent très bien former un seul et même lieu à une échelle différente⁷.

Hormis ces considérations métriques et scalaires, le lieu doit nécessairement être identifiable pour exister. Relph (1976) appréhende cette caractéristique fondamentale du lieu sous deux angles particuliers : l'identité *d'un* lieu (« *identity of place* ») et l'identité *en lien avec* un lieu (« *identity with place* »). La première acception est centrée sur le lieu considéré. L'identité spatiale renvoie ainsi à ses propres attributs qui lui permettent de se distinguer des autres lieux, mais également de s'en « rapprocher ». En effet, deux lieux séparés physiquement par la distance peuvent tout à fait partager des attributs matériels et substantiels (p. ex. un style architectural et une langue). La seconde acception, elle, met plutôt l'accent sur l'identité que se forge un individu vis-à-vis d'un lieu (Acedo et al., 2018). Cette identification résulte d'une pratique du lieu qui peut être à la fois physique (p. ex. une visite) et idéelle (c.-à-d. construite sur la base des représentations individuelles et collectives associées au lieu en question) (Stock, 2006).

Compte tenu de ces éléments, nous pouvons supposer qu'il existe une corrélation entre la pratique soutenue d'un lieu, et sa propension à servir de point de repère (« *landmarkness* » dans la littérature anglo-saxonne) ; autant dans la phase de planification d'un itinéraire que dans sa concrétisation. En s'inspirant des travaux de Sorrows et Hirtle (1999), Raubal et Winter (2002) ont proposé un modèle qui vise à mesurer précisément cette propension. Pour les deux chercheurs, celle-ci est fonction de trois formes de prégnance qui se complètent (cf. Figure 4) : la visibilité du lieu, sa position et sa dimension sémantique (c.-à-d. sa capacité à évoquer du sens chez l'observateur). Plusieurs études ont démontré que nous avons « naturellement » tendance à porter notre attention sur des objets visuellement saillants (Itti, 2007), même dans un contexte de navigation (Denis et al., 2014). Les travaux de Janzen et van Turenout (2004) et ceux de Klippel et Winter (2005) ont par ailleurs démontré que la position était également déterminante dans notre sélection de points de repère. En exploitant notamment des données de mobilités contributives, la recherche de Quesnot (2016a) a

⁷ Lévy (2003) prend pour exemple le Monde qui peut parfois être considéré comme un lieu à part entière.

confirmé que nous utilisons également des points de repère sémantiques pour dresser et suivre des itinéraires.

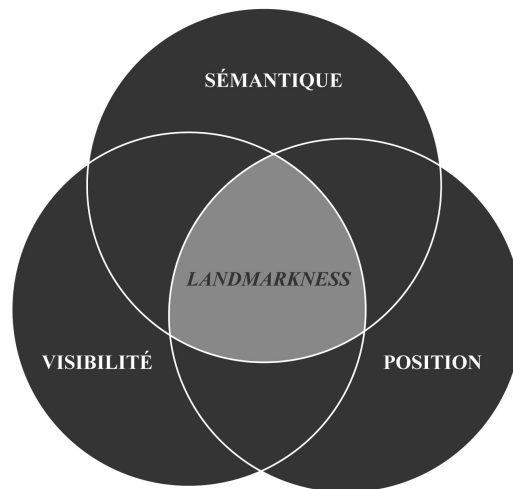


Figure 4. *Landmarkness* (d'après le modèle de Raubal et Winter, 2002).

3.3. Détecter des points de repère sémantiques à l'aide des données géosociales

D'après Richter (2013), les données de *crowdsourcing* représentent (encore) à ce jour la source de données géographiques la plus pertinente pour détecter des points de repère sémantiques. Aux débuts du Web 2.0, Tezuka et Tenaka (2005) proposaient déjà d'explorer les pages HTML afin de déceler les rapports qu'entretiennent les internautes avec les espaces qu'ils fréquentent. Dans cet esprit, les auteurs du présent chapitre ont cherché à exploiter les données partagées sur les plateformes du web social pour évaluer la saillance sémantique des lieux urbains (Quesnot et Roche, 2015b). S'il est vrai que les données géosociales ne peuvent à elles seules contenir toute la subtilité de la spatialité humaine (Quesnot, 2016b), elles n'en demeurent pas moins un indicateur pertinent pour évaluer sommairement les activités générées par les citoyens à différentes échelles temporelles (cf. Noulas *et al.*, 2011).

3.3.1 Avantages et limites des données géosociales pour la mesure de la saillance sémantique

Les données géosociales auxquelles nous faisons allusion ici correspondent à des lieux inscrits dans des bases de données alimentées par des internautes (« *User-Generated Place Database* ») (UGPDs). Chaque enregistrement correspond donc à un lieu, auquel est associé une série d'attributs comme le nombre de check-ins qu'il totalise ou encore la note moyenne qui lui a été attribuée par les internautes. Les UGPDs les plus populaires et les plus exploitées étant celles de Foursquare/Swarm, de Facebook et de Google Places. Nous soutenons que ces bases de données présentent plusieurs avantages pour la mesure de la saillance sémantique des lieux en milieu urbain :

- i. Chaque lieu présent dans une UGPD a été ajouté volontairement par un utilisateur. Les lieux d'une UGPD présentent donc déjà un certain intérêt ;

- qu'il soit individuel ou collectif. Cet acte correspond *de facto* à un filtrage que l'on pourrait qualifier de « sémantique ».
- ii. À la différence des données géolocalisées brutes, les données des UGPD sont systématiquement rattachées à un lieu⁸. Ceci garantit donc une certaine uniformité positionnelle, quelle que soit la précision de l'appareil depuis lequel la publication a été émise.
 - iii. Les check-ins sont également associés à une date de publication (*timestamp*). Il est donc possible de catégoriser les lieux étudiés en fonction de l'activité qu'ils génèrent en journée et en soirée. Il s'agit là d'une possibilité intéressante, car un lieu qui sert de point de repère la journée peut s'avérer un piètre point de repère à la tombée de la nuit (p. ex. s'il est mal éclairé).
 - iv. Les catégories des lieux recensés dans les UGPD ne se limitent pas aux commerces, comme c'est le cas pour le réseau Yelp. Facebook et Foursquare proposent un vaste choix de catégories allant de la salle de cinéma à l'aéroport international en passant par la plage de surf⁹.

Les UGPDs présentent tout de même quelques défauts. Premièrement, ces bases de données géographiques comptent un certain nombre de lieux factices ou imaginaires qu'il est difficile de recenser (Schlieder et Matyas, 2009). Ces derniers ne peuvent bien évidemment pas servir de points de repère. Le deuxième inconvénient réside dans la notion de « jeu d'échelles ». Prenons le cas d'un centre commercial qui inclut plusieurs enseignes commerciales : si les check-ins sont essentiellement publiés depuis ces commerces, ce sont eux qui ressortiront lors de la phase de détection automatique de points de repère. Or, à moins de disposer de panneaux de façade conséquents, ces lieux sont invisibles depuis l'extérieur du centre commercial. Enfin, le dernier inconvénient est lié à la précision de la position du lieu recensé. Typiquement, lorsqu'un lieu est absent d'une UGPD, l'utilisateur a la charge de renseigner sa position, soit à partir de coordonnées, soit à partir d'un fond de carte. Des erreurs de position peuvent donc être commises compromettant *de facto* la fiabilité des points de repère détectés à l'aide des données de cette base. Cet inconvénient doit cependant être nuancé pour le réseau Foursquare, car des « super-utilisateurs » sont censés corriger ce type d'erreur¹⁰.

3.3.2 Comment exploiter concrètement les données géosociales pour détecter des points de repère sémantiques ?

Nous reprenons dans ses grandes lignes l'approche adoptée par Quesnot et Roche (2015b), en proposant également une mise à jour, car les nouvelles conditions d'utilisation de l'API de Foursquare restreignent fortement l'accès aux données de la plateforme. Spécifiquement, les deux chercheurs proposent de calculer la saillance sémantique des lieux urbains à l'aide de deux indicateurs : l'unicité du lieu et l'activité qu'il génère sur les réseaux sociaux que nous qualifierons désormais d'« activité géosociale ».

⁸ Nous renvoyons le lecteur à l'article de Quesnot et Roche (2015a) pour avoir plus de détails sur la distinction entre donnée géolocalisée et donnée de lieu (« *Platinal data* »).

⁹ La liste exhaustive des catégories de lieux de Foursquare est accessible ici : <https://developer.foursquare.com/docs/resources/categories>

¹⁰ Pour plus de détails : <https://fr.foursquare.com/superusers>

En effet, le fait qu'un objet soit unique est déterminant dans le processus de sélection de points de repère (Elias et Sester, 2006). Nous pouvons effectivement supposer, à titre d'exemple, qu'une église entourée de commerces aura tendance à attirer l'œil. Il est donc nécessaire de mesurer au préalable à quel point le lieu considéré se démarque des lieux environnants par sa catégorie ou sa fonction. Aussi, pour une zone donnée A , nous proposons de calculer l'indicateur d'unicité UNQ d'un lieu P sur la base du ratio entre le nombre total de lieux qui, dans le voisinage de P , appartiennent à la même catégorie C , et le nombre total de lieux présents sur A :

$$\forall n, m > 1 : UNQ(p) = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \in C}{\sum_{j=1}^m p_j}$$

où UNQ correspond au score d'unicité, P au lieu et C à la catégorie du lieu

Dès lors, plus UNQ est élevé, plus le niveau d'unicité est faible. Afin de combiner le score d'unicité d'un lieu avec son score d'activité géosociale, nous proposons de normaliser les données de la manière suivante :

$$UNQ(p_i)_{0 \text{ à } 1} = 1 - \left(\frac{UNQ(p_i) - UNQ_{min}}{UNQ_{max} - UNQ_{min}} \right)$$

L'équation suivante résume l'activité géosociale GSA que suscite un lieu P sur Facebook. Initialement, Quesnot et Roche (2015b) proposaient d'utiliser en complément certaines informations renvoyées par l'API de Foursquare comme le nombre total de check-ins et d'utilisateurs uniques associés à un lieu. Ses conditions d'utilisation ont été récemment modifiées et l'accès à ces statistiques est désormais bloquée¹¹. L'API Graph de Facebook, elle, permet toujours d'accéder au nombre de total de check-ins (noté CK plus bas) et de mentions « J'aime » (LK) totalisés par un lieu. Elle renvoie également un autre indicateur utile : le « *talking-about count* » TA qui correspond au nombre de fois où le lieu est mentionné sur le réseau social. En outre, le GSA de Facebook correspond à l'addition de CK , de LK et de TA :

$$GSA(p)_{fb} = CK(p) + LK(p) + TA(p)$$

Comme pour UNQ , nous proposons de normaliser le score GSA :

$$GSA(p_i)_{0 \text{ à } 1} = \frac{GSA(p_i) - GSA_{min}}{GSA_{max} - GSA_{min}}$$

En définitive, la saillance sémantique LSS d'un lieu P correspond à la somme de ses scores UNQ et GSA normalisés :

$$LSS(p) = UNQ(p)_{norm} + GSA(p)_{norm}$$

¹¹ Voir : <https://developer.foursquare.com/docs/announcements#start-up-tier-launch>

3.3.3 Des points de repère mondiaux aux points de repère globaux et locaux de Paris et Montréal

Cette sous-section se propose d'analyser la pertinence des points de repère sémantiques détectés à l'aide des indicateurs UNQ et GSA. Dans cette optique, nous avons exploité des données géographiques recueillies grâce à l'API Graph de Facebook le 18 juin 2018. En guise de point de départ, nous utiliserons la liste des dix points de repère mondiaux dressée par le site internet *Pandotrip*¹². L'objectif ici est double : (1) vérifier l'éventuelle présence du lieu dans la base de données et (2) évaluer l'adéquation de la catégorie à laquelle il est associée.

Point de repère	Catégorie Facebook	Score GSA
Tour Eiffel	<i>Monument</i>	7604844
Opéra de Sydney	<i>Landmark and Historical Place</i>	4153594
<i>Taj Mahal</i>	<i>Landmark and Historical Place</i>	1510639
Pont du <i>Golden Gate</i>	<i>Bridge</i>	1289940
Statue de la Liberté	<i>Historical Place</i>	1281103
Colisée	<i>Landmark and Historical Place</i>	715356
Mont <i>Fuji</i>	<i>Landmark and Historical Place</i>	153864
Christ Rédempteur	<i>Monument</i>	147610
Pyramides de <i>Gizeh</i>	<i>Landmark and Historical Place</i>	82569
Grande muraille de Chine	<i>Monument</i>	5536

Tableau 1. Scores GSA des dix points de repère mondiaux listés par *Pandotrip*.

Comme nous pouvons le constater, tous les points de repère proposés par *Pandotrip* sont présents dans la base de données géographique de Facebook (cf. Tableau 1). Avec son score de 7604844 GSA, la Tour Eiffel devance de loin les autres points de repère sémantiques recensés. Ce résultat est somme toute logique, puisque la France reste la première destination touristique mondiale. A l'opposé, la grande muraille de Chine enregistre un faible score de 5536 GSA ; faiblesse qui met en lumière un élément évident, mais non moins crucial : le reflet de l'activité géosociale d'un lieu est nécessairement influencé par l'accès à l'Internet (mobile) de la zone dans laquelle il est implanté¹³. C'est la raison pour laquelle nous pensons que la détection automatique de points de repère sémantiques à l'aide des données géosociales n'est véritablement optimale qu'en milieu urbain. Pour finir, il apparaît que la moitié des points de repère étudiés est associée à la catégorie « *Landmark and Historical Place* ». S'il est vrai que cette information est parlante, l'usage de la catégorie Facebook ne suffit pas, car nous pouvons observer qu'un point de repère de prédilection comme la Tour Eiffel figure dans la catégorie « *Monument* ».

¹² La liste, accédée pour la dernière fois le 16 juin 2018, est disponible à cette adresse : <https://www.pandotrip.com/top-10-most-recognizable-landmarks-in-the-world-7051/>

¹³ À moins d'opter pour des solutions de contournement (VPN, proxy, etc.), Facebook demeure inaccessible en Chine.

A l'instar de Duckham et ses collègues (2010), nous sommes d'avis de dresser un classement des catégories de lieu hautement susceptibles de servir de points de repère. Ceci dit, il nous semble peu judicieux de faire fi du contexte géographique dans lequel s'inscrit le point de repère identifié. Nous poursuivons donc notre démarche en nous intéressant cette fois-ci aux villes de Paris et de Montréal. Concrètement, nous avons choisi trois points de repère par ville et avons mesuré leurs scores GSA ainsi que ceux des lieux environnants (c.-à-d. situés dans un rayon de 500 mètres). Nous avons ensuite retenu pour chaque zone considérée les trois meilleurs points de repère en termes de GSA. En outre, les points de repère de départ sélectionnés pour la ville de Paris sont (A) la Tour Eiffel, (B) l'Arc de Triomphe et (C) le Musée du Louvre. Nous nous sommes focalisés sur les lieux suivants pour la ville de Montréal : (D) la Biosphère de Montréal, (E) le Stade Olympique de Montréal et (F) la Grande Roue de Montréal.

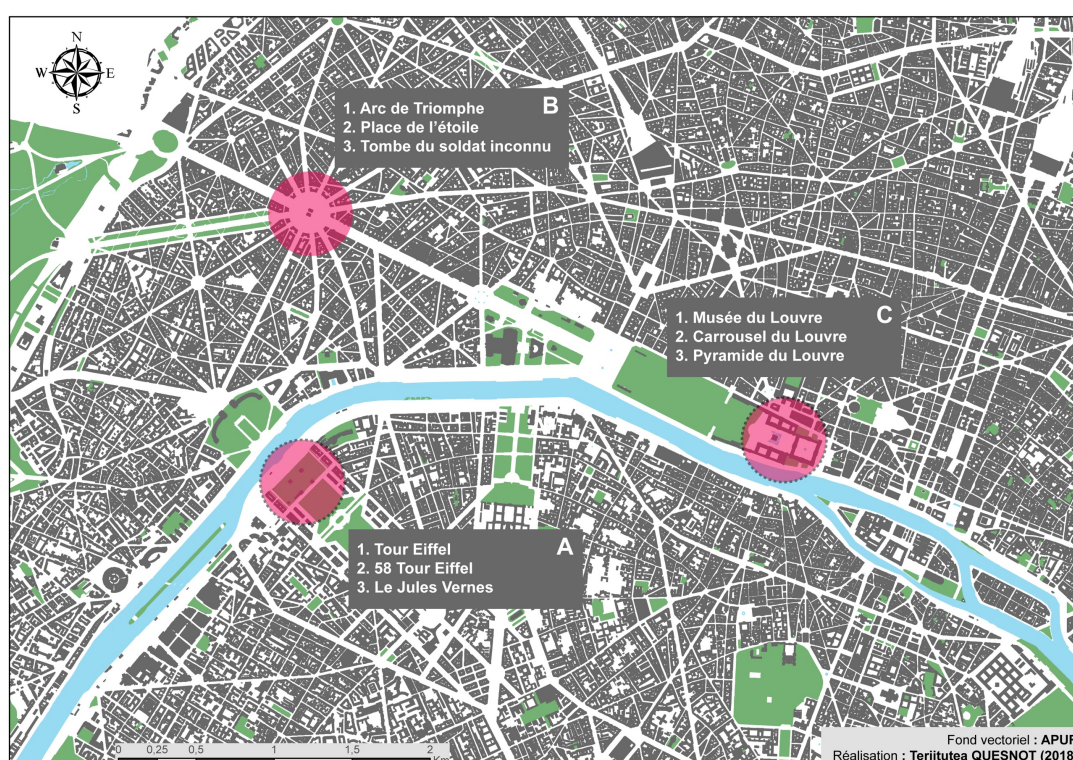


Figure 5. Localisation des points de repère sémantiques sur Paris.

Comme le met en évidence la cinquième figure, les trois points de repère sémantiques de la zone A se structurent autour de la Tour Eiffel. Son score LSS est maximal (2) : comparée aux deux restaurants 58 Tour Eiffel et le Jules Vernes qui totalisent un score GSA inférieur (respectivement 81426 et 2993), la Tour Eiffel se distingue également par sa catégorie (1 Monument *vs.* 2 Restaurant). Le cas de la zone B est intéressant. On constate que grâce à sa catégorie d'appartenance unique (« *Landmark and Historical Place* »), la Place de l'Etoile arrive en tête alors qu'elle totalise un score GSA largement inférieur à celui de l'Arc de Triomphe (410158 contre 8644). Ce classement nous semble malgré tout pertinent. Car si la grande majorité des individus semble publier du contenu géolocalisé à propos de l'Arc de Triomphe, ce monument fait partie intégrante de

la mythique Place de l'Etoile. Sans grande surprise, le Musée du Louvre figure en tête de la zone C. Malgré son nombre total de check-ins plus élevé (91238 vs. 61180), la pyramide du Louvre arrive en dernière position, derrière le centre commercial du Louvre. Le Carrousel du Louvre drainant quant à lui largement plus de mentions « J'aime » (75585 contre 2684 pour la célèbre pyramide de verre). Ce résultat n'est pas sans rappeler la position défendue par Quesnot (2016b) selon laquelle les données géosociales sont d'abord, et avant tout, produites pour générer du profit en proposant du contenu publicitaire personnalisé aux internautes.

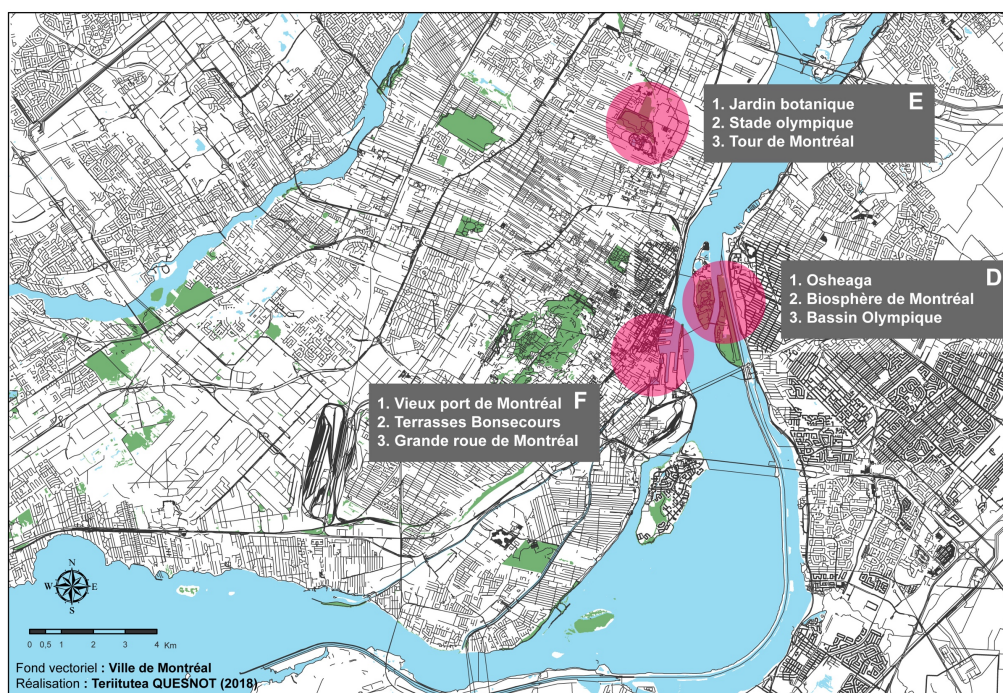


Figure 6. Localisation des points de repère sémantiques sur Montréal.

Du côté de la zone D de la ville de Montréal (cf. Figure 6) et contre toute attente, ce n'est pas un lieu mais une localisation – c.-à-d. un événement associé momentanément à une repère dans l'espace – qui arrive en tête avec un score LSS de 2. Créé en 2006, *Osheaga* est un festival annuel de musique qui se déroule chaque été sur l'île Sainte-Hélène. Actif sur une très courte période de l'année (de l'ordre de quelques jours), cet événement arrive à générer bien plus d'activité géosociale que la Biosphère de Montréal, classée deuxième, et le bassin Olympique. Le cas de la zone E surprend également de prime abord : le Stade Olympique de Montréal et son imposante tour sont nettement effacés par le jardin botanique de Montréal. En réalité, ce lieu est un point de repère sémantique idéal, car en plus de bénéficier d'une renommée internationale, il contraste très clairement avec le tissu urbain qui l'entoure. Dans le même esprit, la grande roue de Montréal ne fait pas le poids face au rayonnement social et culturel du vieux port de Montréal. Tout comme la situation du Carrousel du Louvre et de la pyramide du Louvre, le restaurant Terrasses Bonsecours arrive à générer un score GSA supérieur à celui de la grande roue (92016 contre 13589). En définitive, l'exemple de Montréal est à notre sens plus démonstratif que celui de Paris, car il

montre bien qu'un point de repère sémantique n'est pas nécessairement un point hautement visible. L'importance de la visibilité et de la sémantique dans le choix d'un point de repère par un individu *lambda* dépendra essentiellement de sa familiarité spatiale avec l'environnement parcouru (Quesnot et Roche, 2015c). À titre d'exemple, il serait beaucoup plus pertinent de proposer à un étranger la grande roue de Montréal comme point de repère, plutôt que le restaurant Terrasses Bonsecours uniquement connu des Montréalais et des personnes ayant déjà visité cette ville.

4. Conclusion

Sous l'effet de la dynamique croisée d'une urbanisation massive et de l'âge de la géolocalisation globale, la nature même des mobilités urbaines subit de profondes transformations. Dans ce chapitre, nous avons en particulier distingué différentes catégories de mobilités équipées et partagées, en considérant spécifiquement leurs finalités de déplacement et la nature des motilités sous-jacentes. Ainsi, les mobilités *participatives* se distinguent des mobilités *contributives*. Les premières renvoient typiquement aux déplacements réalisés au sein d'espaces hautement fréquentés, déplacements qui nécessitent d'être régulés eu égard à l'intensité des déplacements ainsi générés. Dans ce contexte, les mobilités participatives relèvent d'une relation de type descendante (*top-down*) entre les organes et gouvernances et les citoyens. Les secondes relèvent davantage d'une approche ascendante (*bottom-up*) dans laquelle les citoyens ont recours aux technologies de géolocalisation de manière à diffuser l'information géolocalisée qu'ils jugent pertinente et caractéristique de leur déplacement.

Ces données qualifiées de données géosociales, caractéristiques des données massives, ouvrent aujourd'hui la voie à la construction de nouveaux indicateurs d'urbanité, mais aussi et surtout, en matière de mobilité, permettent d'envisager la constitution de bases de données de repères spatiaux (*landmarks*) dont la saillance sémantique favoriserait l'aide à la mobilité. Nous avons précisément illustré ce potentiel en proposant une méthode d'analyse des données géosociales (issues de Facebook en particulier) permettant de détecter des points de repère sémantiques. Bien entendu, beaucoup de travail reste à accomplir avant de pouvoir alimenter un système d'aide à la navigation urbaine basé sur des repères sémantiques pertinents. Les travaux de recherche-crédation présentés dans cet ouvrage, consacré aux mobilités partagées et aux médias situés, offrent des perspectives encourageantes pour mieux comprendre la complexité des variables individuelles qui influencent la compréhension des repères sémantiques et donc leur utilité. Plus encore, il y a dans le croisement entre recherche-crédation et recherche une richesse à exploiter pour repenser les mobilités urbaines ; pas seulement dans un soucis d'efficacité et d'optimisation ingénieriale, mais aussi comme levier de nouvelles formes d'urbanités d'avantage centrées sur l'humain.

5. Références bibliographiques

Acedo, A., Painho, M., Casteleyn, S., & Roche, S. (2018). Place and city: Toward urban intelligence. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7, 346.

Arai, M., Nakamura, Y., & Shirakawa, I. (2015). History of development of map-based automotive navigation system 'Honda Electro Gyroator'. In J. Baal-Schem & M. Geselowitz (Eds.), *Proceedings of the 2015 ICOHTEC/IEEE International History of High-Technologies and their Socio-Cultural Contexts Conference* (pp. 1-4): IEEE.

Axon, S., Speake, J., & Crawford, K. (2012). 'At the next junction, turn left': Attitudes towards sat nav use. *Area*, 44(2), 170-177.

Bawa-Cavia, A. (2011). *Sensing the urban : Using location-based social network data in urban analysis*. Paper presented at the Workshop on Pervasive Urban Applications (PURBA), Ninth International Conference on Pervasive Computing, San Francisco, USA.

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., . . . Scholl, H. J. (2012). *Understanding smart cities: An integrative framework*. Paper presented at the Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Sciences.

CMED. (1988). Notre avenir à tous (Rapport Brundtland). In E. d. Fleuve (Ed.). Québec.

Cranshaw, J., Schwartz, R., Hong, J. I., & Sadeh, N. (2012). The livelihoods project: Utilizing social media to understand the dynamics of a city. *Proceedings of the Sixth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media* (pp. 58-65). USA: AAAI Press.

Cranshaw, J., & Yano, T. (2010). *Seeing a home away from the home: Distilling proto-neighborhoods from incidental data with latent topic modeling*. Paper presented at the NIPS Workshop on Computational Social Science and the Wisdom of Crowds.

Denis, M., Mores, C., Gras, D., Gyselinck, V., & Daniel, M.-P. (2014). Is memory for routes enhanced by an environment's richness in visual landmarks? *Spatial Cognition & Computation*, 14(4), 284-305.

Duckham, M., Winter, S., & Robinson, M. (2010). Including landmarks in routing instructions. *Journal of Location Based Services*, 4(1), 28-52.

Egenhofer, M. J., Clarke, K. C., Gao, S., Quesnot, T., Franklin, W. R., Yuan, M., & Coleman, D. (2016). Contributions of GIScience over the past twenty years. In H. Onsrud & W. Kuhn (Eds.), *Advancing Geographic Information Science: The Past and the Next Twenty Years* (pp. 9-34). USA: GSDI Association Press.

Elias, B., & Sester, M. (2006). Incorporating landmarks with quality measures in routing procedures. In M. Raubal, H. J. Miller, A. U. Frank, & M. F. Goodchild (Eds.), *Geographic Information Science 2006, LNCS 4197* (pp. 65-80). Berlin: Springer.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities: Ranking of european medium-sized cities. www.smart-cities.eu/

Golledge, R. G., & Spector, A. N. (1978). Comprehending the urban environment: Theory and practice. *Geographical analysis*, 10(4), 403-426.

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.

Hall, R. E. (2000). *The vision of a smart city*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, France.

Hasan, S., Zhan, X., & Ukkusuri, S. V. (2013). Understanding urban human activity and mobility patterns using large-scale location-based data from online social media *Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing*: ACM.

Hirtle, S. C., & Mascolo, C. (1986). Effect of semantic clustering on the memory of spatial locations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 12, 182-189.

Itti, L. (2007). Visual salience. *Scholarpedia*, 2(9), 3327.

Janzen, G., & van Turenout, M. (2004). Selective neural representation of objects relevant for navigation. *Nat Neurosci*, 7(673-677).

Jurdak, R., Zhao, K., Liu, J., AbouJaoude, M., Cameron, M., & Newth, D. (2015). Understanding human mobility from Twitter. *PLoS ONE*, 10(7), e0131469.

Kaufmann, V., Bergman, M. M., & Joye, D. (2004). Motility: mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4), 745-756.

Kitchin, R. (2014). Big data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1(1), 1-12.

Klippel, A., & Winter, S. (2005). Structural salience of landmarks for route directions. In A. G. Cohn & D. M. Mark (Eds.), *Spatial Information Theory. LNCS, vol. 3693* (pp. 347-362). Heidelberg: Springer.

Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.

Laney, D. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity, and variety. *META Group*.

Lévy, J. (2003). Lieu. In J. Lévy & M. Lussault (Eds.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (pp. 560-561). Paris: Belin.

Lussault, M. (2003). Lieu. In J. Lévy & M. Lussault (Eds.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (pp. 561-563). Paris: Belin.

Lussault, M. (2007). *L'homme spatial : La construction sociale de l'espace humain*. Paris: Seuil.

Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge: MIT Press.

Nelson, T. H. (1965). The hypertext *Proceedings of the World Documentation Federation*.

Noulas, A., Scellato, S., Mascolo, C., & Pontil, M. (2011). An empirical study of geographic user activity patterns in foursquare. In L. A. Adamic, R. A. Baeza-Yates, & S. Counts (Eds.), *Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media* (pp. 570-573). USA: AAAI Press.

O'Reilly, T. (2005). What is web 2.0 : Design patterns and business models for the next generation of software.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.

Pinjari, A. R., & Bhat, C. R. (2011). Activity-based travel demand analysis. In A. de Palma, R. Lindsey, E. Quinet, & R. Vickerman (Eds.), *A Handbook of Transport Economics* (pp. 213-248): Edward Elgar Publishing.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), pp 1-6.

Quesnot, T. (2016a). *La spatialité algorithmique - Apports, limites et réductions de la personnalisation algorithmique dans l'assistance à la navigation et au wayfinding*. (Ph. D. Thesis), Université Laval, Québec.

Quesnot, T. (2016b). L'involution géographique : des données géosociales aux algorithmes. *NETCOM*, 30(3-4), 281-304.

Quesnot, T. & Roche, S. (2020). Trouver son chemin à l'aide d'une plateforme cartographique en ligne : Analyse des usages et des perceptions. *Cybergeo : European Journal of Geography*, <<http://journals.openedition.org/cybergeo/34117>>.

Quesnot, T., & Roche, S. (2015a). Platial or locational data? Toward the characterization of social location sharing. In T. X. Bui, H. Ralph, & J. Sprague (Eds.), *Proceedings of the 48th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1973-1982). Washington, DC: IEEE Computer Society Press.

Quesnot, T., & Roche, S. (2015b). Measure of landmark semantic salience through geosocial data streams. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 1-31.

- Quesnot, T., & Roche, S. (2015c). Quantifying the significance of semantic landmarks in familiar and unfamiliar environments. In S. I. Fabrikant, M. Raubal, M. Bertolotto, C. Davies, S. Freundsuh, & S. Bell (Eds.), *Spatial Information Theory. LNCS, vol. 9368* (pp. 468-489). Switzerland: Springer.
- Ratti, C., Sevtsuk, A., Huang, S., & Pailer, R. (2007). Mobile landscapes: Graz in real time *Location based services and telecartography* (pp. 433-444): Springer.
- Raubal, M., & Winter, S. (2002). Enriching wayfinding instructions with local landmarks. In M. J. Egenhofer & D. M. Mark (Eds.), *Geographic Information Science. LNCS, vol. 2478* (pp. 243-259). Berlin: Springer.
- Reades, J., Calabrese, F., & Ratti, C. (2009). Eigenplaces: Analysing cities using the space-time structure of the mobile phone network. *Environment and Planning B: Planning and Design, 36*(5), 824-836.
- Relph, E. (1976). *Place and placelessness*. Londres: Pion.
- Richter, K.-F. (2013). Prospects and challenges of landmarks in navigation services. In M. Raubal, D. M. Mark, & A. U. Frank (Eds.), *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space* (pp. 83-97). Heidelberg: Springer.
- Roche, S. (2014). Geographic information science I: Why does a smart city need to be spatially enabled? *Progress in Human Geography, 38*(5), 703-711.
- Roche, S., Nabian, K., & Ratti, C. (2012). Are smart cities smart enough ? In G. A. Press (Ed.), *Spatially Enabling Government, Industry and Citizens : Research development and perspectives* (pp. 215-236).
- Schlieder, C., & Matyas, C. (2009). Photographing a city: An analysis of place concepts based on spatial choices. *Spatial Cognition & Computation, 9*(3), 212-228.
- Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large scale environments. In W. H. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 10). New York.
- Sorrows, M. E., & Hirtle, S. C. (1999). The nature of landmarks for real and electronic spaces. In C. Freksa & D. M. Mark (Eds.), *Spatial information theory. LNCS vol. 1661* (pp. 37-50). Berlin: Springer.
- Speake, J., & Axon, S. (2012). "I never use 'maps' anymore": Engaging with sat nav technologies and the implications for cartographic literacy and spatial awareness. *The Cartographic Journal, 49*(4), 326-336.
- Stefanidis, A., Crooks, A., & Radzikowski, J. (2013). Harvesting ambient geospatial information from social media feeds. *GeoJournal, 78*(2), 319-338.
- Steiger, E., Porto de Albuquerque, J., & Zipf, A. (2015). An advanced systematic literature review on spatiotemporal analyses of Twitter data. *Transactions in GIS, 19*(6), 809-834.

Stevens, A., & Coupe, P. (1978). Distortions in judged spatial relations. *Cognitive Psychology*, 10, 422-437.

Stock, M. (2006). Construire l'identité par la pratique des lieux. In A. De Biase & C. Alessandro (Eds.), *Chez nous. Territoires et Identités dans les mondes contemporains* (pp. 142-159). Paris: Editions de la Villette.

Tabaka, K. (2009). *Vers une nouvelle socio-géographie de la mobilité quotidienne. Étude des mobilités quotidiennes des habitants de la région urbaine de Grenoble*. (Ph. D. Thesis), Université Joseph-Fourier - Grenoble I, Grenoble.

Tezuka, T., & Tanaka, K. (2005). Landmark extraction: A web mining approach. In A. G. Cohn & D. M. Mark (Eds.), *Spatial Information Theory. LNCS, vol. 3693* (pp. 379-396). Heidelberg: Springer.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.

Tversky, B. (1993). Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models. In A. U. Frank & I. Campari (Eds.), *Spatial Information Theory. A Theoretical Basis for GIS. LNCS, vol. 716* (pp. 14-24). Berlin: Springer.

Zhang, J., Wang, F.-Y., Wang, K., Lin, W.-H., Xu, X., & Chen, C. (2011). Data-driven intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(4), 1624-1639.