

**Proposition de communication pour les  
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)  
Montréal, 11-13 juin 2019**

**Titre :**

*Lire le temps au travers des lignes de nos villes  
& lire les lignes de nos villes au travers du temps*

Étude de structures et de morphogenèses viaries pour analyser leurs effets sur le territoire.

**Auteur(s) :**

Claire Lagesse

Maître de conférences

Université Bourgogne Franche-Comté | UBFC · UMR 6049 Laboratoire ThéMa

Besançon, France

[claire.lagesse@univ-fcomte.fr](mailto:claire.lagesse@univ-fcomte.fr)

**Mots-clés :**

Réseau routier, Analyse spatio-temporelle, Théorie des graphes, Morphologie urbaine

**Résumé :**

Les villes organiques (en opposition aux villes planifiées) se construisent sur le temps long, par ajouts successifs, s'organisant depuis des traces anciennes pour créer la trame actuelle. Des trois éléments morphologiques qui les composent (bâties, parcelles, voirie), le réseau viaire est celui le moins susceptible de subir des modifications brusques au cours du temps. Il est ajusté par touches ponctuelles, ou bien s'étend sur le paysage environnant. Lorsque sa modification se produit à l'échelle globale, dans une ville, l'événement est suffisamment rare pour acquérir une renommée mondiale, comme celle d'Hausmann à Paris ou de Cerdà à Barcelone au XIXe siècle. Cette croissance structurelle progressive le rend porteur d'information. Les réseaux viaries s'organisent selon une topologie et une topographie qui n'est pas étrangère à la culture et au lieu dans lesquels ils s'incluent. Ils sont issus des choix faits pour prioriser l'accès à certaines parties du territoire.

L'objet de ce travail est de présenter comment l'analyse de la trame viaire nous permet de comprendre les structures, à différentes échelles, de nos villes ; les mobilités qu'elles abritent ; les effets de cette infrastructure, socle de nos mobilités, sur leur territoire ; et d'aider ainsi les aménagements urbains futurs. Nous proposons d'explorer comment la structure viaire peut être révélatrice de l'Histoire de la ville dans laquelle elle se situe, et comment au cours du temps, sa forme influe sur l'organisation du territoire.

La méthode construite pour cela est générique : elle peut s'appliquer à n'importe quelle ville dont on dispose du réseau viaire (donnée largement disponible à l'échelle mondiale sur OpenStreetMap). Elle utilise les outils de la théorie des graphes, appliqués au squelette de nos rues : la géométrie brute du réseau. Celle-ci s'émancipe des largeurs de rues, sens de circulation, limite de vitesse imposée, qui sont des attributs qui peuvent changer au cours du temps. Seule la

géométrie brute est susceptible de conserver dans sa forme l'information des utilisations et choix d'aménagement passés de la ville.

Un graphe est donc créé à partir de cette structure. Les noeuds correspondant aux intersections et les arcs aux tronçons de rues. Afin de permettre une analyse robuste au découpage du réseau<sup>1</sup>, il est nécessaire de construire un objet multi-échelle, capable de capter les différentes échelles d'utilisation de nos villes. Un nouvel objet géographique est construit, en associant entre eux des arcs. La méthode proposée est dans la continuité de celles issues de la syntaxe spatiale (Hillier, 1976, 2007).

Nous avons établi une paramétrisation précise et étudié plusieurs possibilités de construction avant de n'en sélectionner qu'une : la voie est construite à chaque sommet, indépendamment du sens de lecture du réseau, en associant les tronçons les plus alignés, en respectant un angle seuil d'association de 60° (Lagesse, 2015). Cette méthodologie diffère de celle établie par (Porta, 2006), (méthode ICN), par le positionnement aux sommets pour construire l'objet ainsi que par l'angle seuil choisi. La construction de la voie est ainsi indépendante du sens de lecture du graphe.

Nous montrerons comment nous obtenons ainsi un objet multi-échelle, pouvant traverser l'ensemble du graphe ou se limiter à une partie de celui-ci. La voie correspond à la perspective créée, à partir d'un utilisateur positionné sur le réseau, selon un angle seuil de « vision » paramétré avec une ouverture de 120° répartie équitablement autour de la ligne droite (dans le prolongement exact du tronçon du cheminement avant l'intersection).

Au-delà de la caractérisation locale de cet objet, permettant de lire les différents niveaux d'utilisation de la ville, nous développons des indicateurs permettant d'analyser l'influence d'une voie sur l'ensemble de l'espace. Ainsi, nous montrerons comment l'indicateur de centralité de proximité (*closeness*) identifie les voies permettant d'accéder *efficacement* à l'ensemble du réseau. Il permet également de mettre en avant le squelette historique de la ville. En effet, la lecture du réseau viaire proposée par cet indicateur offre un parallèle très intéressant avec l'observation de la croissance des villes. Si nous prenons pour exemple le graphe viaire de Manaus, nous observons que les données du développement de la ville entre 1895 et 2014 correspondent en partie aux résultats de l'indicateur appliqué aux voies : celles dont la valeur de *closeness* est la plus importante correspondent aux quartiers les plus anciens (figure 1).

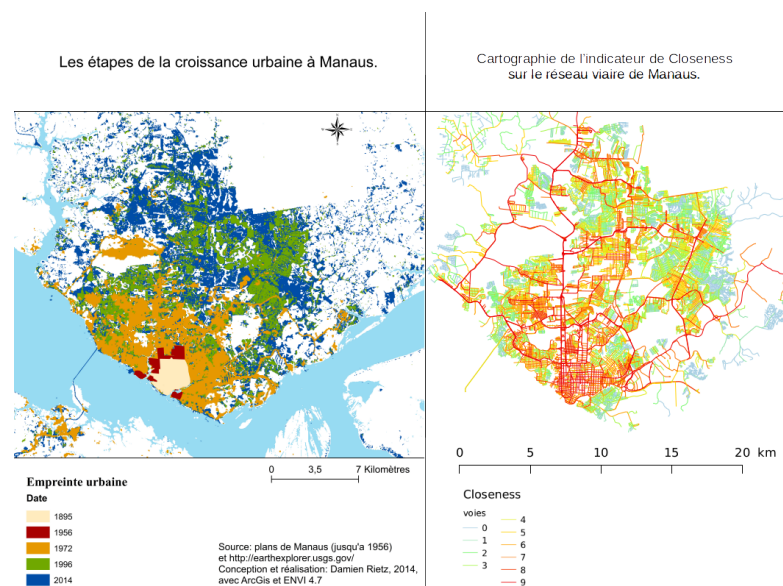


Figure 1 – Parallèle entre la croissance de la ville de Manaus et l'indicateur de closeness.

1 car le réseau viaire est continue sur le territoire et il ne faudrait pas que le choix des frontières du réseau influe sur le résultat lu.

Cette méthodologie d'analyse a ses limites lorsque de grandes structures planifiées s'ajoutent à l'espace urbain, sans forcément avoir de cohérence avec les parties les plus anciennes de la ville (par exemple à Barcelone avec la partie de la ville ajoutée selon les plans de Cerdà).

Au-delà de la caractérisation statique des graphes, nous comparerons des réseaux de différentes dates sur un même territoire. Afin d'en déceler les évolutions structurelles, nous montrerons une méthodologie de quantification des changements, qui s'appuie sur une base de données appelée *panchronique*. Celle-ci a pour particularité de s'appuyer sur des géométries d'emprises identiques tout au long de la période étudiée.

Notre but est de déceler les modifications de proximités topologiques (et ainsi de logiques d'accès) au sein des voies du graphe. Nous observons ainsi, par quantifications successives sur des couples de dates, une *cinématique* d'évolution, naissant de la juxtaposition d'informations statiques. Les changements d'une année sur l'autre à l'intérieur du graphe ont un réel impact sur la proximité entre les objets. Celui-ci ne se révèle pas toujours positif : la densification de certaines zones ou les coupures de certaines structures globales peuvent diminuer la proximité des voies du graphe. Le remodelage permanent de ces graphes n'aboutit donc pas toujours à une amélioration de l'accessibilité globale du territoire. Les tendances de changements entre les couples d'années montrent parfois une prédisposition topologique au développement de certains quartiers.

Étudier la ville à travers les lignes de ses rues ne peut être une démarche isolée, il est nécessaire pour comprendre un espace d'établir une collaboration constante avec les personnes travaillant sur le terrain. Elle nous permet de mieux lire les indicateurs calculés et d'en identifier les limites. Les exemples de villes proposés ont fait l'objet d'échanges pluridisciplinaires nourris.

Ces recherches ouvrent un champ de perspectives lié à l'analyse historique des villes. L'étude de cohérence, croisée avec celle de cinématique des changements, pourra nourrir les travaux portant sur la croissance des villes. Il serait ainsi intéressant d'étudier les variations dans le temps de l'accessibilité du reste du graphe par rapport à une voie, *centrale* (au sens de la *closeness*) dans le graphe le plus ancien. Nous pourrions observer le renforcement de cette centralité, ou au contraire, sa fluctuation. Cela nous permettrait de mieux comprendre les dynamiques temporelles et d'étoffer leur lien avec les cohérences spatiales des territoires. Les échanges pluridisciplinaires seront, encore une fois, primordiaux pour nourrir cette problématique.

## Références

Hillier, B., Leaman, A., Stansall, P., and Bedford, M. (1976). Space syntax. *Environment and Planning B : Planning and Design*, 3(2) :147–185.

Hillier, B. and Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in Planning*, 67(3) :205–230.

Lagesse, C., Bordin, P., and Douady, S. (2015). A spatial multi-scale object to analyze road networks. *Network Science*, 3(01) :156–181.

Porta, S., Crucitti, P., and Latora, V. (2006). The network analysis of urban streets : a dual approach. *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications*, 369(2) :853–866.