



**HAL**  
open science

# Mesurer l'évolution de l'accessibilité à l'aide des "espaces-temps d'action": l'exemple de Bogotá entre 1993 et 2009

Florent Demoraes, Vincent Gouëset, Mégane Bouquet

## ► To cite this version:

Florent Demoraes, Vincent Gouëset, Mégane Bouquet. Mesurer l'évolution de l'accessibilité à l'aide des "espaces-temps d'action": l'exemple de Bogotá entre 1993 et 2009. *Cybergeo: Revue européenne de géographie / European journal of geography*, 2019, Cartographie, Imagerie, SIG, 10.4000/cybergeo.33638 . hal-02417488

**HAL Id: hal-02417488**

**<https://hal.science/hal-02417488v1>**

Submitted on 18 Dec 2019

**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.



---

## Mesurer l'évolution de l'accessibilité à l'aide des "espaces-temps d'action" : l'exemple de Bogotá entre 1993 et 2009

*Assessing changes in accessibility using "space-time of action": the example of Bogotá between 1993 and 2009*

*Medir la evolución de la accesibilidad a través de los "espacios-tiempo de acción": el ejemplo de Bogotá entre 1993 y 2009*

**Florent Demoraes, Vincent Gouëset et Mégane Bouquet**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/33638>

DOI : 10.4000/cybergeo.33638

ISSN : 1278-3366

### Éditeur

UMR 8504 Géographie-cités

Ce document vous est offert par Université Rennes 2



### Référence électronique

Florent Demoraes, Vincent Gouëset et Mégane Bouquet, « Mesurer l'évolution de l'accessibilité à l'aide des "espaces-temps d'action" : l'exemple de Bogotá entre 1993 et 2009 », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, document 926, mis en ligne le 17 décembre 2019, consulté le 18 décembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/33638> ; DOI : 10.4000/cybergeo.33638

---

Ce document a été généré automatiquement le 18 décembre 2019.



La revue *Cybergeo* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transposé.

---

# Mesurer l'évolution de l'accessibilité à l'aide des "espaces-temps d'action" : l'exemple de Bogotá entre 1993 et 2009

*Assessing changes in accessibility using "space-time of action": the example of Bogotá between 1993 and 2009*

*Medir la evolución de la accesibilidad a través de los "espacios-tiempo de acción": el ejemplo de Bogotá entre 1993 y 2009*

Florent Demoraes, Vincent Gouëset et Mégane Bouquet

---

*Remerciements : Françoise Dureau (UMR MIGRINTER) et Guillaume Le Roux (INED, Équipe Mobilité, logement et entourage)*

## 1. Introduction : les analyses conjointes des déplacements au sein des ménages et l'évolution des pratiques de mobilité au regard des transformations urbaines

- 1 De nombreux travaux relevant notamment de la psychologie environnementale, de la sociologie, de la démographie ou de la géographie montrent l'intérêt d'observer en parallèle les mobilités des individus au sein des ménages. En effet, les déplacements quotidiens ont comme origine un domicile partagé, dont la localisation influence les pratiques de mobilité de chacun des membres du ménage. Certains peuvent se retrouver favorisés au détriment des autres, en termes de distance parcourue au quotidien ou de temps de trajets, dans la mesure où les modes et horaires de déplacement des uns influencent le plus souvent ceux des autres (Pratt, Hanson, 1991 ; Singell, Lillydahl, 1986 ; Aguiléra *et al.*, 2010). En France, on peut mentionner à titre

d'exemple les travaux de Berger et Beaucire (2002) sur les arbitrages des ménages d'Ile-de-France relatifs à leurs mobilités résidentielles et à leurs navettes, ou les travaux de Jouffe *et al.* (2015) sur les tactiques et projets des ménages pauvres en périphérie parisienne pour faire face aux inégalités de mobilité. On recense également l'étude de Massot et Proulhac (2010) sur le lien entre modes de vie et mobilités des actifs en Ile-de-France. En Amérique latine, Pérez López et Capron (2018) étudient à Mexico les arrangements et négociations au sein des familles concernant l'utilisation de la voiture. De leur côté, Gouëset *et al.* (2014, p. 289-293) décrivent à Bogotá la combinaison des navettes des conjoints corésidents suivant leurs revenus, ainsi que la combinaison des modes de transport utilisés par ces mêmes conjoints pour se rendre au travail.

- 2 Toujours au sein de la cellule familiale, d'autres chercheurs analysent les mobilités quotidiennes conjointes des parents et de leurs enfants, ces derniers étant économiquement dépendants des premiers et tributaires de la localisation résidentielle des adultes. Suivant l'âge retenu des enfants, les recherches traitent aussi bien de l'interdépendance spatiotemporelle des trajectoires adultes/enfants que de l'autonomisation des déplacements des enfants par rapport à leurs parents (Depeau, Ramadier, 2005), et ce, tant dans le cadre des navettes quotidiennes (McDonald, 2008 ; Tigar McLaren, 2018 ; Fyhri *et al.*, 2011) que dans le cadre des déplacements effectués sur le temps libre ou pour les loisirs (Depeau *et al.*, 2017). Dans de nombreux pays, comme c'est le cas en France avec l'existence de la carte scolaire, les mobilités des enfants du primaire et du secondaires s'observent le plus souvent à proximité du lieu de résidence. La situation des étudiants qui logent chez leurs parents se distingue assez nettement car les établissements d'enseignement supérieur sont moins abondants, ce qui peut entraîner des navettes beaucoup plus longues. Pour saisir ces mobilités conjointes et les arrangements familiaux qui en découlent, des dispositifs de recueil de données très élaborés sont mis en œuvre. Nous pouvons mentionner à titre d'exemple un dispositif développé en France à l'occasion du programme de recherche ANR MOBI'KIDS (Depeau *et al.*, soumis en juin 2019)<sup>1</sup> et qui porte plus spécifiquement sur les enfants en dernière année d'école primaire et en première année d'école secondaire.
- 3 Dans ces travaux, les variables retenues sont généralement la distance (à vol d'oiseau ou dans un réseau), le temps de trajet, le mode de déplacement, la fréquence des trajets suivant les motifs, le revenu ou la position sociale, le niveau d'éducation, le genre ou encore l'âge. Nous notons que l'analyse de l'inscription spatiale des parcours quotidiens des individus corésidents et les représentations cartographiques sont très peu présentes dans ces travaux, hormis dans ceux de Depeau *et al.* (2017). Par ailleurs, à quelques exceptions près (Aguilera *et al.*, 2010 ; Berger, Beaucire, 2002 ; Fyhri *et al.*, 2011), ces études examinent le plus souvent les pratiques conjointes de mobilité à un instant *t* et ne permettent pas de suivre leur évolution sur une ou deux décennies. Enfin, aucune n'analyse l'évolution des parcours quotidiens ou des lieux de destination des individus corésidents à la fois dans l'espace et le temps, alors que des changements parfois rapides peuvent se produire et avoir un impact direct sur les pratiques de mobilité des ménages. Parmi ces changements, on peut mentionner l'évolution de la structure démographique comme le vieillissement de la population. On peut aussi retenir l'évolution de la composition des ménages, les familles monoparentales et les couples biactifs étant aujourd'hui plus nombreux. Les changements découlent aussi des transformations urbaines liées par exemple à un redéploiement des bassins d'emploi ou

de l'offre éducative, à des transformations du système de transport, à un étalement du tissu urbain ou à sa densification, etc.

- 4 C'est donc à travers une double entrée, spatiale et diachronique, des mobilités observées à l'échelon familial que nous explorons dans cet article les reconfigurations des mobilités quotidiennes des adultes et des enfants corésidents. Pour ce faire, nous nous inspirons du concept d'espace d'action, que nous enrichissons avec la durée des trajets, ce qui permet de mesurer de façon schématique une dimension de l'accessibilité des individus à l'espace urbain. Nous cherchons en particulier à savoir si aujourd'hui les adultes pâtissent d'une localisation résidentielle plus favorable à leurs enfants ou si d'autres logiques sont à l'œuvre en particulier suivant la position des ménages dans la hiérarchie sociale. Nous cherchons également à comprendre comment ont évolué les conditions de mobilité suivant le lieu de résidence dans la ville. Enfin, nous verrons si les mobilités conjointes adultes/enfants font toujours l'objet de reconfigurations ou si des stabilités s'observent suivant le quartier étudié. La démonstration repose sur l'exploitation des navettes d'adultes actifs et d'enfants corésidents au sein de ménages enquêtés à 16 ans d'intervalle à Bogotá, une métropole d'Amérique latine en pleine mutation. La première enquête date de 1993 (Programme de recherche CEDE-ORSTOM)<sup>2</sup> et la deuxième de 2009 (Programme ANR METAL)<sup>3</sup>.
- 5 Dans la section 2, nous présentons le concept d'espace d'action (EA), les techniques existantes pour sa représentation cartographique, et introduisons le concept d'espace-temps d'action (ETA). Bogotá, la ville sur laquelle nous avons mis en œuvre le calcul des ETA, est présentée en section 3. Le matériau exploité, la population étudiée et la méthode de calcul des espaces-temps d'action sont détaillés en section 4. Les résultats sont discutés en section 5.

## 2. Éléments théorique et problématique

### 2.1 Le concept "d'espace d'action" et ses représentations cartographiques

- 6 Comme le souligne Dijst (1999), le concept "d'espace d'action", également appelé "espace d'activités" (Horton, Reynolds, 1971), est utilisé en sciences humaines et sociales depuis les années 30 (Von Dürckheim, 1932, mentionné dans Dijst, 1999). On retrouve ce concept aussi bien dans les études qui relèvent du champ des migrations (Wolpert, 1965) que dans celui des études cognitives ou comportementales (Höllhuber, 1974 ; Golledge, Stimson, 1997), ou encore dans celui des mobilités quotidiennes ou hebdomadaires (Dijst, 1999 ; Janelle, Goodchild, 1983 ; Noël *et al.*, 2001). Wolpert (1965) en donne la définition suivante : "*L'espace d'action de l'individu est la partie de l'environnement limité avec lequel l'individu est en contact*"<sup>4</sup>. Ce concept est inspiré de celui d'espace de vie développée par Lewin (1951). Selon Dijst (1999), l'espace d'action réel est "*l'unité spatiale dans laquelle se situent les lieux d'activité qui ont été visités par une personne pendant une certaine période de temps*"<sup>5</sup>. Le plus souvent, les espaces d'action sont définis au niveau individuel (Schönfelder, Axhausen, 2002 ; Hirsch *et al.*, 2014 ; Jones, Pebley, 2014). Les caractéristiques des espaces d'action individuels (nombre de lieux fréquentés, fréquence des visites dans chaque lieu, distance du domicile, taille et forme de l'espace d'action, etc.) sont ensuite généralement regroupées ou font l'objet d'une typologie (Lord *et al.*, 2009 ; Hirsch *et al.*, 2014). Les espaces d'action peuvent

également être définis à un niveau agrégé et se référer à des groupes d'individus afin de comparer les lieux fréquentés quotidiennement par ces groupes (Raine, 1978 ; Janelle, Goodchild, 1983 ; Buliung, Kanaroglou, 2006 ; Demoraes *et al.*, 2012 ; Demoraes *et al.*, 2016 ; Quiroga, 2014). Notons également que les espaces d'action sont parfois utilisés comme indicateur d'exclusion sociale et de ségrégation (Jirón, 2009 ; Jirón 2010 ; Åslund, Skans, 2010 ; Palmer, 2013 ; Wang *et al.*, 2012 ; Jones, Pebley, 2014). Comme l'indiquent Zhang *et al.* (2018), "les personnes sont victimes de ségrégation non seulement sur leur lieu de résidence, mais aussi dans d'autres lieux où elles entreprennent des activités quotidiennes, comme les lieux de travail et des activités non professionnelles"<sup>6</sup>. Ainsi, un nombre croissant de recherches comparent les caractéristiques spatiales des espaces d'activité afin de déterminer la ségrégation entre les groupes sociaux (Janelle, Goodchild, 1983 ; Schnell, Yoav, 2001 ; Schönfelder, Axhausen, 2003 ; Atkinson, Flint, 2004 ; Ellis *et al.*, 2004 ; Wong, Shaw, 2011 ; Järv *et al.*, 2015 ; Li, Wang, 2017 ; Demoraes *et al.*, à paraître). Pour cela, les auteurs ont recours à une grande diversité d'approches méthodologiques (modèle linéaire général, indices composites, régressions, quotient de localisation, analyse centrographique, mesures d'exposition et de dissimilarité, etc.). On remarque dans ces travaux que la représentation cartographique des espaces d'action est loin d'être systématique. Cela peut s'expliquer par les ancrages disciplinaires des auteurs (les cartes sont globalement plus présentes dans les travaux écrits par des auteurs relevant de la géographie), et aussi par le fait que les données se réfèrent le plus souvent à un niveau individuel qui reste difficile à synthétiser sur une carte. Plusieurs auteurs utilisent des données agrégées dans des unités spatiales (Ellis *et al.*, 2004 ; Wong, Shaw, 2011) et dans certains travaux, aucune carte d'aucune sorte n'est fournie (Åslund, Skans, 2010 ; Atkinson, Flint, 2004 ; Li, Wang, 2017). Les zones d'étude sont également très variables : pays dans son ensemble, groupe de villes, une seule ville globalement, plusieurs quartiers.

- 7 L'espace d'action peut être représenté sur une carte de différentes manières. Le choix est déterminé par la nature des données disponibles, selon que le semis de points décrit les trajets quotidiens avec une granularité spatiale élevée (positions de téléphones mobiles, carnets de déplacements, ou traces GPS représentant les trajets) ou non (lieux de destination géocodés sans détails sur le parcours pour les atteindre). Consignés dans un carnet, des déplacements effectués pendant six semaines dans deux villes allemandes en 1999 ont permis à Schönfelder et Axhausen (2003) de tester trois méthodes de visualisation d'espaces d'activité individuels (ellipse de confiance, carte de densités estimées par la méthode des noyaux, et réseaux retraçant les chemins les plus courts entre les différents lieux fréquentés par un individu). De leur côté, Rai *et al.* (2007) ont utilisé quatre objets géométriques paramétriques (ellipse, superellipse, ovale de Cassini et courbe de haricot) pour représenter l'emprise spatiale de tous les lieux visités, tout en minimisant la superficie de l'emprise. Ces méthodes avancées ont été appliquées à la fois à des déplacements consignés dans des carnets et à des traces GPS enregistrées sur plusieurs semaines en Finlande et au Danemark<sup>7</sup>.

## 2.2. Du concept d'espace d'action à celui "d'espace-temps d'action" : un indicateur de l'accessibilité des individus à leurs lieux d'activité

- 8 Comparer les lieux fréquentés par différents groupes d'individus permet, nous l'avons vu, de mettre en évidence des formes d'exclusion ou de ségrégation. Cela permet aussi

de mettre en exergue des interactions singulières entre certains groupes vis-à-vis de secteurs spécifiques de la ville (les résidents de cités-dortoirs pouvant par exemple être captifs du centre où se concentrent les emplois dans certaines villes). Dans une perspective diachronique, la comparaison des espaces d'action entre deux dates peut aussi révéler des changements dans la dépendance fonctionnelle entre différentes parties d'une agglomération. Ainsi, la rétraction des espaces d'action des habitants des périphéries peut résulter d'un processus de maturation de ces dernières (plus d'emploi et de services localement, plus forte mobilité résidentielle de proximité) ou de marginalisation (dégradation des services de transport centre-périphérie, congestion, coût des déplacements trop élevés, etc.). Ceci étant, pour explorer dans une démarche géographique les reconfigurations des mobilités quotidiennes conjointes des individus, il nous a paru indispensable de faire évoluer le concept d'espace d'action. En effet, l'espace d'action repose sur un ensemble de lieux qu'un individu ou un groupe d'individus fréquente et sa qualification repose essentiellement sur des métriques spatiales (distances, dispersion des lieux, éloignement par rapport au domicile). Or, la seule prise en compte de ces métriques spatiales est loin d'être suffisante pour saisir le fait mobilitaire, car elle occulte de nombreuses dimensions relatives aux conditions de mobilité et en particulier les temps de trajet. En Amérique latine, ces derniers sont notamment liés aux caractéristiques sociodémographiques des individus, les plus défavorisés ayant les durées de déplacement les plus longues (Demoraes *et al.*, 2010), même si un effet de lieu peut modifier cette tendance générale (Demoraes *et al.*, 2012)<sup>8</sup>. Il est d'autant plus essentiel d'intégrer la dimension temporelle des déplacements que pour une même distance, un temps de parcours peut varier très fortement en fonction du mode de transport, de la liaison à effectuer (les trajets centre/périphérie peuvent parfois être plus faciles que les trajets périphérie/périphérie), ou encore de la disponibilité d'un système de transport en commun de grande capacité et rapide à proximité du lieu de résidence. C'est pour cette raison que nous proposons un nouveau concept que nous appelons "espace-temps d'action", entendu comme l'ensemble des lieux de destination des individus pour le travail et les études et le temps qu'ils mettent pour s'y rendre au quotidien. Ce qui différencie notre démarche des travaux présentés précédemment, dans lesquels la dimension temporelle est pourtant parfois présente (durée des trajets, temps passé dans chacun des lieux, etc.), c'est que nous intégrons les temps de trajets directement dans le calcul des espaces-temps d'action (section 4.3). Les ETA peuvent par ailleurs faire l'objet d'une représentation cartographique (sections 4.3 et 5) et pas seulement d'un tableau ou d'une analyse à travers un modèle statistique.

- 9 Le concept d'espace-temps d'action présente par ailleurs l'avantage de retranscrire de façon schématique plusieurs dimensions de l'accessibilité des individus ou des groupes d'individus à l'espace urbain. En effet, si l'on s'en tient à la définition de Bavoux et Chapelon (2014), "quatre grandes composantes de l'accessibilité peuvent être identifiées : 1. la performance des réseaux de transport mobilisés et des services délivrés, exprimée en temps, coût et/ou effort, et qui détermine la pénibilité du déplacement ; 2. la nature et la distribution spatiale de la ressource à atteindre ; 3. les contraintes temporelles liées au fonctionnement de la société (horaires de travail, de début et de fin des cours, d'ouverture et de fermeture des commerces, etc.) ; 4. les caractéristiques des individus susceptibles de se déplacer (âge, aptitudes physiques, revenu, éducation, etc.)". Le concept d'espace-temps d'action intègre la première composante, les temps de trajet rendant compte non seulement de l'éloignement du lieu de destination mais aussi de la performance du mode utilisé et indirectement de la

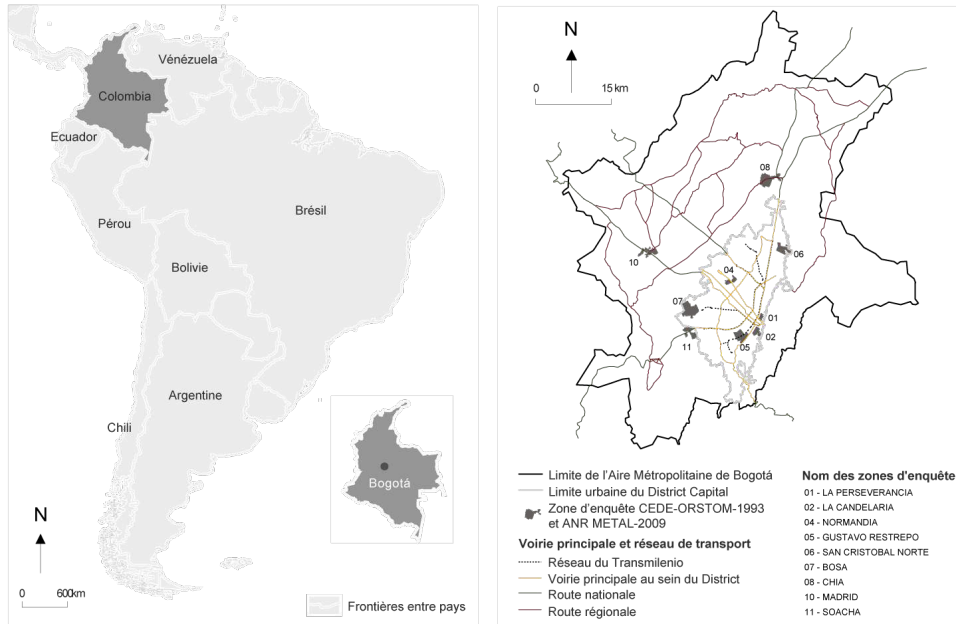
pénibilité du trajet. Il intègre aussi la deuxième composante car il résume la nature des lieux à atteindre (travail ou étude) et leur distribution spatiale. Les durées des trajets sont également des indicateurs des horaires de travail et d'école (troisième composante). En effet, toutes choses égales par ailleurs (même mode de transport, même origine, même destination), un trajet sera plus ou moins rapide selon qu'on circule à une heure de pointe ou non. Dans le cas des navettes pendulaires, la plupart sont effectuées aux heures de pointe. Enfin, les espaces-temps d'action peuvent aussi être calculés par groupes définis selon leurs caractéristiques (quatrième composante) et faire l'objet d'une comparaison. C'est ce que nous proposons dans cet article pour les trois sous-populations retenues : adultes actifs, enfants scolarisés et étudiants corésidents (section 4.2).

### 3. Présentation de la ville d'expérimentation : Bogotá, une métropole en pleine mutation

- 10 Bogotá, la ville sur laquelle nous avons testé l'opérationnalité des ETA, est la capitale de la Colombie (carte 1). Il s'agit d'une métropole en pleine transformation, du fait de la vigueur des dynamiques démographiques et urbaines qui s'y déploient (Dureau, Lulle *et al.*, 2014c) et de l'adoption, depuis le début des années 1990, de modèles urbanistiques globalisés, tel que celui de Barcelone (Montoya, 2014). Selon les découpages usuels, l'aire métropolitaine de Bogotá est composée d'une ville-centre très étendue, le "District Capital", subdivisé en 20 *Localidades* ou "arrondissements", et d'une couronne suburbaine constituée de 19 Municipalités autonomes (carte 2). La ville-centre est très peuplée, puisqu'elle comptait respectivement 4,9 et 6,7 millions d'habitants lors des deux derniers recensements disponibles, en 1993 et 2005, soit respectivement 90 % et 88 % de la population métropolitaine totale. Toutefois, la croissance démographique des arrondissements centraux du District Capital (DC) est aujourd'hui ralentie (carte 2), les taux de croissance les plus élevés se trouvant dans les arrondissements périphériques du DC et surtout dans les municipalités situées à l'extérieur du DC (Le Roux, 2015). Les cartes des taux de croissance démographique sont consultables dans la collection METAL Maps qui est accessible en ligne<sup>9</sup>.
- 11 Le processus d'étalement urbain, bien documenté par différents auteurs (Montoya, 2012, p. 459 ; Salazar *et al.*, 2014, p. 83-108), s'accompagne d'un processus de ségrégation socio-résidentielle classique pour l'Amérique latine, avec une concentration des classes supérieures dans le nord-est du District Capital et une relégation des classes populaires vers les périphéries, au sud et nord-ouest du DC et dans la plupart des municipalités suburbaines (Dureau, 2000 ; Salas, 2008 ; Demoraes *et al.*, 2011 ; Dureau, Contreras *et al.*, 2014a)<sup>10</sup>. Cette double logique d'étalement urbain et de ségrégation a évidemment de fortes conséquences sur les mobilités, notamment les navettes quotidiennes (Moreno, 2016). En effet, les emplois sont fortement concentrés dans l'espace (carte 3), selon une logique qualifiée de "polycentrique" (Beuf, 2011 ; Le Roux, 2015) ou bien de "fragmentée" (Alfonso, 2012), avec une densité des emplois qui tend globalement à défavoriser les arrondissements et les municipalités les plus populaires, même si les enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009 permettent de nuancer un peu cette règle générale, comme nous le verrons plus loin.



**Carte 1 : Localisation de Bogotá, voirie principale, réseau de transport et situation des neuf zones d'enquêtes communes aux deux dates (1993 et 2009) dans l'aire métropolitaine**

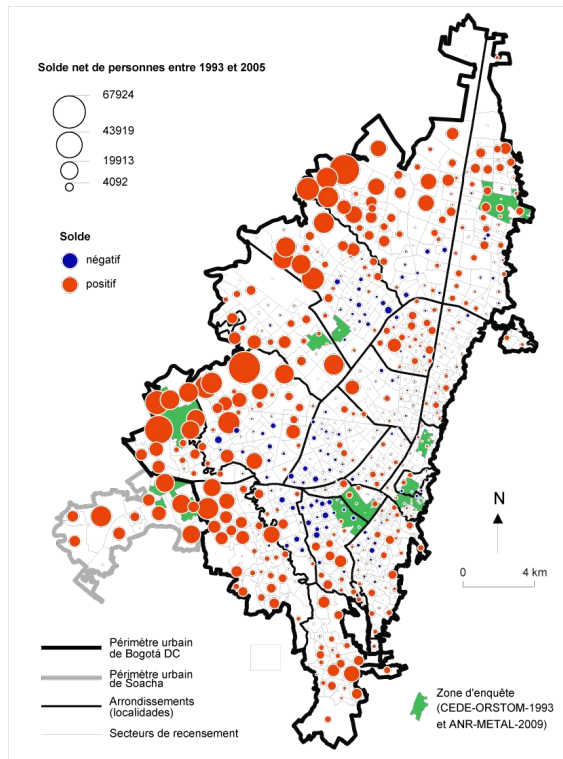


Sources : Catastro Distrital - DANE

Encart de gauche : Auteur : F. Demoraes. Source : <https://gadm.org>

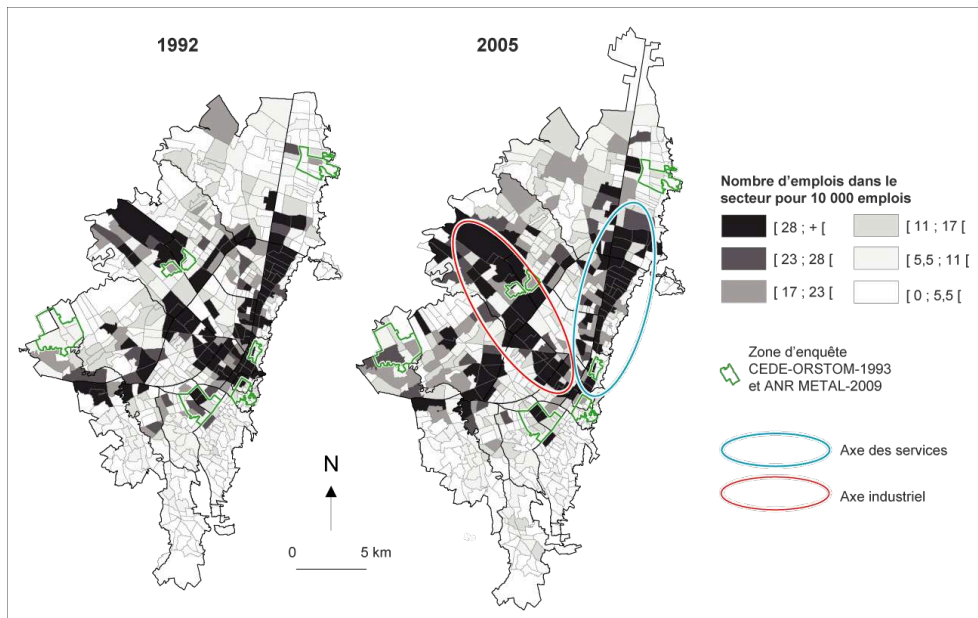
Encart de droite : Auteur : G. Le Roux (2015 : 129). Source : Base SIG ANR METAL

**Carte 2 : Évolution de la distribution de la population entre 1993 et 2009 à Bogotá**



Auteurs : F. Demoraes. Sources : DANE 1993, 2005. Traitements des données : A. Salas, ANR METAL

Carte 3 : Évolution de la répartition des emplois entre 1993 et 2009 à Bogotá



Auteur : F. Demoraes d'après G. Le Roux (2015 : 129). Sources : pour 1992, d'après F. Dureau (2000 : 249) ; pour 2005, d'après DANE 2005. Traitements des données : G. Le Roux

- 12 Concernant l'offre éducative, on peut schématiquement distinguer deux logiques, l'une pour les établissements primaires et secondaires, l'autre pour les établissements du supérieur. Dans le premier cas, les écoles publiques présentent une distribution spatiale uniforme, alors que les écoles privées les plus réputées sont concentrées dans les beaux quartiers ou dans les municipalités voisines (à Chía notamment, voir carte 1). Les universités quant à elles restent surtout concentrées dans le centre-ville et le péricentre nord de Bogotá, avec une amélioration sélective de l'offre entre les deux dates : tandis que les périphéries populaires ont vu émerger une offre technologique ou supérieure de qualité intermédiaire, une offre universitaire de meilleur standing s'est développée dans les arrondissements aisés de la capitale et dans la municipalité de Chía.
- 13 Enfin l'offre de transport constitue une autre variable importante dans l'évolution des mobilités quotidiennes à Bogotá. Cette offre se caractérise par un accroissement récent du taux de motorisation des ménages, qui est passé de 30 % à 41 % entre 2005 et 2011<sup>11</sup> et par une modernisation de l'offre de transports collectifs, avec le développement à partir de 2001 d'un système de BHNS<sup>12</sup>, le *Transmilenio* (Carte 1). De façon synthétique et comme l'ont établi Gouëset *et al.*, (2014), la voiture reste plutôt un transport de riches, tandis que les pauvres se déplacent en bus, à pied ou en deux-roues ; le seul mode de transport utilisé par toutes les classes sociales à Bogotá en 2009 est le *Transmilenio*.

## 4. Matériau et méthodologie d'analyse

### 4.1. Matériau exploité : deux enquêtes permettant de saisir l'évolution des mobilités spatiales à Bogotá entre 1993 et 2009

- 14 Notre analyse repose sur deux enquêtes mises en œuvre à Bogotá et qui ont été élaborées dans la lignée des travaux du GRAB<sup>13</sup> pour saisir les mobilités spatiales des individus dans une perspective biographique : premièrement l'enquête CEDE-ORSTOM conduite en 1993 sous la direction de Dureau et Flórez auprès de 922 ménages et 3973 individus, et deuxièmement l'enquête ANR-METAL réalisée en 2009 sous la direction de Dureau, auprès de 881 ménages et 3256 individus. La finalité et la méthodologie de ces enquêtes sont détaillées respectivement dans Dureau *et al.* (1994) et Dureau *et al.* (2011 et 2014b)<sup>14</sup>. Dans ces enquêtes, les mobilités spatiales renvoient à une approche globale et incluent toutes les mobilités, quelles que soient la distance (mouvements intra-urbains ou avec le reste du territoire national ou l'étranger) et la durée du déplacement (des déplacements quotidiens aux migrations). Neuf zones d'enquête sont communes aux deux dates (carte 1).
- 15 Ces zones composent une mosaïque illustrative de la diversité des profils socio-économiques, des conditions de logement et des phases d'urbanisation au sein de l'aire métropolitaine de Bogotá. Ces enquêtes permettent d'identifier une grande variété de stratégies de mobilité quotidienne mises en œuvre par les ménages. Elles montrent aussi des niveaux d'accessibilité aux lieux d'activité très contrastés. Nous précisons que les individus enquêtés aux deux dates sont statistiquement représentatifs de leur zone de résidence, mais pas de l'ensemble de la ville. Nous indiquons également qu'il ne s'agit pas d'une enquête longitudinale, les ménages enquêtés en 1993 et 2009 n'étant pas les mêmes.
- 16 Nous exploitons ici seulement un volet de ces deux enquêtes, à savoir les navettes quotidiennes entre le domicile et le lieu d'activité (le travail pour les actifs, les études pour les jeunes scolarisés), qui ont été collectées de façon similaire aux deux dates. Compte tenu de la finalité de ces enquêtes (compréhension globale de toutes les formes de mobilité tout au long du cycle de vie) et de la quantité d'informations qui peut être recueillie dans un délai raisonnable au moyen d'un questionnaire<sup>15</sup>, les séquences à l'intérieur des trajets quotidiens n'ont pas été saisies. Nous avons donc non pas le détail des itinéraires dans la ville, mais une seule destination par jour et par individu renseignée à l'échelon des secteurs, ce qui correspond à un niveau spatial assez fin (630 secteurs au total dans l'aire métropolitaine de Bogotá, carte 2). En plus des lieux de destination, nous disposons également de données sur les modes de déplacement et les temps de trajet aux deux dates.
- 17 Ces deux sources sont précieuses et sans équivalent à Bogotá sur la période concernée. En effet, l'une des restrictions dans l'étude fine de la mobilité quotidienne en Colombie, comme dans de nombreux pays d'Amérique latine, est liée à l'indigence des sources secondaires disponibles, principalement les enquêtes Origine-Destination et, dans une moindre mesure, les recensements de population. Les enquêtes Origine-Destination apportent une connaissance globale des déplacements quotidiens (fréquence, intensité) en fonction de l'âge, du sexe, du mode de transport, du motif et de la durée des déplacements. Elles fournissent également des informations sur le taux de motorisation des ménages. Ces enquêtes ont l'avantage d'être représentatives de l'ensemble de la

ville et sont répétées régulièrement, sur la base d'une méthodologie globalement standardisée qui permet une analyse diachronique. Cependant dans le cas de Bogotá la première grande enquête OD standardisée date de 2005. Une enquête antérieure financée par la coopération japonaise en 1996 existe mais elle a été conçue suivant une méthodologie et une sectorisation spécifiques qui ne permettent pas de comparaison avec celle de 2005. Par ailleurs, l'accès aux données individuelles de l'enquête de 1996 n'est pas possible. Les seuls résultats disponibles sont agrégés par secteur, rendant impossible l'analyse conjointe des mobilités des différents membres des ménages. Les enquêtes CEDE-ORSTOM et METAL sont donc les seules sources permettant d'analyser l'évolution des conditions dans lesquelles sont effectuées les navettes pendulaires au sein de ménages à Bogotá entre les années 1990 et 2000, une période charnière marquée notamment comme nous l'avons vu par l'explosion du parc automobile privé et par l'apparition du *Transmilenio*.

## 4.2. Sélection de la population d'étude

- 18 Comme indiqué en introduction, observer de façon simultanée la mobilité des individus à l'échelon du ménage présente un intérêt majeur car les déplacements quotidiens ont comme origine un domicile commun, dont la localisation influence les pratiques de mobilité de tous, et parce que les pratiques de mobilité sont en général liées les unes aux autres à l'intérieur d'une même cellule familiale. C'est particulièrement le cas pour les mobilités des enfants.
- 19 Pour répondre à notre objectif de comprendre l'évolution des conditions d'accès aux lieux d'activité des adultes et des enfants, et les formes d'interdépendance au sein des familles dans la gestion des mobilités quotidiennes, nous avons sélectionné parmi l'ensemble des ménages enquêtés ceux qui comptent au moins un individu actif (ayant une activité principale ou secondaire rémunérée, y compris à domicile) et au moins un jeune scolarisé (dans le primaire, le secondaire ou le supérieur) (tableau 1). Nous avons donc retenu 49 % des ménages enquêtés en 1993 et 44 % de ceux enquêtés en 2009. Nous avons dissocié les étudiants des enfants scolarisés dans le primaire et le secondaire, car les établissements d'enseignement supérieur sont très inégalement répartis dans la ville et impliquent des navettes répondant à une logique propre, comme nous le verrons plus loin (section 5).

Tableau 1 : Répartition des ménages de Bogotá comptant au moins un actif et un jeune scolarisé, par zone d'enquête en 1993 et 2009 et par catégorie d'individu (adultes actifs, élèves, étudiants)

ZONE D'ENQUETE	Nombre total de ménages		Nombre total d'individus		Nombre d'enfants scolarisés		Nombre d'étudiants		Nombre d'adultes actifs	
	1993	2009	1993	2009	1993	2009	1993	2009	1993	2009
<b>Bosa</b>	50	60	165	200	86	91	0	7	79	102
<b>Chia</b>	31	29	111	89	44	33	8	6	59	50

<b>Gustavo Restrepo</b>	56	55	206	178	90	65	16	19	100	94
<b>La Candelaria</b>	54	47	191	149	98	69	9	3	84	77
<b>Perseverancia</b>	46	22	152	64	73	26	6	3	73	35
<b>Madrid</b>	50	49	187	167	96	91	4	5	87	71
<b>Normandia</b>	51	34	205	103	61	20	42	25	102	58
<b>San Cristobal Norte</b>	66	40	244	122	126	51	11	10	107	61
<b>Soacha</b>	47	55	158	180	75	70	2	12	81	98
<b>Total Général</b>	451	391	1 619	1 252	749	516	98	90	772	646

Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá. Traitement des données : F. Demoraes. Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée (en dehors du lieu de résidence ou à domicile) et où au moins un enfant est scolarisé. NB : les effectifs renvoient à des individus dont la destination est connue au sein de l'AM de Bogotá

### 4.3. Principe et méthode de calcul des espaces-temps d'action

#### 4.3.1. Les espaces-temps d'action : origine et principe

- 20 Le principe de calcul des "espaces-temps d'action" (ETA) est inspiré de deux familles de méthodes anciennes, largement éprouvées, la première relevant du champ de la cartographie, la deuxième du champ de l'analyse spatiale. Ces deux familles de méthodes n'ont cependant, à notre connaissance, jamais été combinées pour étudier l'accessibilité des individus à leurs lieux d'activité. La première famille est dénommée par Cauvin (1997) "transformation cartographique de position différentielle" et est utilisée à des fins de comparaison. La deuxième famille appelée "analyse centrographique" permet de résumer la position et la dispersion d'un semis de points.
- 21 La première famille de méthodes recoupe plusieurs implémentations algorithmiques. La plus ancienne, comprend la régression bidimensionnelle. Elle est issue des travaux de Tobler (1965, 1977) dans la continuité des recherches de d'Arcy Thompson et est détaillée en français dans Cauvin (1984). Les transformations cartographiques de position différentielles incluent également d'autres méthodes proposées par la suite avec des nuances plus ou moins importantes (Boutoura, Livieratos, 1986 ; Spiekerman, Wegener, 1994 ; Langlois, Denain, 1996), toutes ces méthodes ayant pour finalité de restituer des écarts entre des positions. Comme l'indique Bretagnolle (2007), dans les cartes à métrique temporelle, l'échelle est exprimée en durée de déplacement, au départ d'un lieu (anamorphose unipolaire) ou entre des couples de lieux (anamorphose multipolaire). Dans l'exemple de Langlois et Denain (1996) l'anamorphose résulte d'une transformation cartographique de position différentielle unipolaire (cas le plus simple). Elle montre le temps qu'on met en train depuis Paris, et en face-à-face depuis Londres, pour atteindre les gares en région. Dans cet exemple, il n'y a qu'une seule durée par

lieu de destination (temps de trajet dans le réseau ferroviaire). La construction d'anamorphoses multipolaires est pour sa part plus complexe et peut entraîner des problèmes de topologie dans le fond de carte déformé.

- 22 Dans notre cas, à la différence de ces travaux, nous ne cherchons pas à déformer l'espace, à créer des anamorphoses à partir d'un temps de trajet ou d'une distance cognitive. Nous avons simplement gardé l'idée du différentiel des positions dans l'espace-temps et repris la notion d'égalité de vitesse avancée par Spiekerman et Wegener (1994), paramètre qui sert d'étalon pour comparer les distances-temps effectives à une distance-temps hypothétique homogène. Par ailleurs, dans les enquêtes que nous exploitons, des temps de trajets différents peuvent être associés à une seule et même destination, soit parce que les individus qui s'y rendent viennent de lieux différents, soit parce que les individus partant d'un même lieu de résidence n'utilisent pas le même mode de déplacement. L'enjeu était donc de garder ces temps de trajet individuels par lieu de destination, et ce, justement afin de faire ressortir des éventuels écarts entre les conditions d'accès des individus à leurs lieux d'activité.
- 23 La deuxième famille de méthodes, l'analyse centrographique, formalisée et vulgarisée par Bachi (1963) dans la lignée des travaux de Lefever (1926), a été choisie car elle permet de produire des ellipses de dispersion (*standard deviational ellipses*). Parmi les différentes techniques cartographiques possibles présentées en section 2.1 pour visualiser et comparer les espaces d'action, cette méthode est en effet particulièrement adaptée aux données dont nous disposons : des semis de points représentant les lieux de destination des individus. Il ne s'agit donc pas de semis de points à granularité spatiale élevée (positions de téléphones mobiles, carnets de déplacements, ou traces GPS), qui sont généralement représentés, comme indiqué en section 2.1, par des zones tampons le long des réseaux ou par des itinéraires retraçant les chemins les plus courts entre les différents lieux fréquentés par un individu. Par ailleurs, une ellipse résume bien la position d'un semis de points autour d'un centre moyen ou médian et reflète sa dispersion. Un autre avantage des ellipses est qu'elles permettent d'afficher sur une seule carte plusieurs espaces d'actions associés à différents groupes d'individus (dans notre cas, six par zone d'enquête, trois pour les adultes, les enfants et les étudiants en 1993, et trois pour les mêmes groupes en 2009). Pour cette raison, la méthode des noyaux n'était pas adaptée car elle produit autant de cartes de densité qu'il y a de groupes, cartes qui doivent ensuite être affichées côte à côte pour pouvoir être comparées. De plus, les ellipses sont des objets vectoriels avec des métriques associées (taille, distance type, orientation, etc.), qui peuvent ensuite être facilement comparées (section 5). Pour finir, nous signalons que l'option cartographique des polygones convexes à emprise minimale a été écartée car elle relie les points les plus excentrés sans prendre en compte la distribution des autres points, ce qui tend à exagérer la taille des espaces d'action.

#### 4.3.2. Méthode de calcul des espaces-temps d'action

- 24 Pour calculer les espaces-temps d'action aux deux dates (1993 et 2009), nous avons utilisé la localisation du lieu de résidence (renseignée à l'échelon de l'îlot urbain), la localisation du lieu d'activité (renseignée à l'échelon des secteurs), ainsi que la durée des trajets. Sur la base de ces trois variables, nous avons effectué une série de traitements à l'aide d'un SIG<sup>16</sup>. Ces traitements se subdivisent en trois grandes parties : 1. le calcul des distances et des vitesses, 2. un ensemble de translations et 3. un

ensemble d'analyses centrographiques. Les variables présentées dans cette section et la suivante renvoient à celles qui figurent dans les tableaux 4 et 5, que le lecteur trouvera en annexes. Ces tableaux sont des extraits du jeu de données global.

### **Première partie : calcul des distances et des vitesses**

- 25 Première étape : calcul de la distance euclidienne pour chaque couple Origine-Destination en 1993 et en 2009, de centroïde à centroïde, et calcul d'une vitesse moyenne de déplacement pour chacun de ces couples.
- 26 Deuxième étape : calcul d'une vitesse moyenne globale de déplacement à partir de tous les couples Origine-Destination en 1993 et en 2009. L'objectif étant de définir pour chacun des groupes d'individus une mesure synthétique d'accessibilité à leur lieu d'activité et de les comparer, nous n'avons pas décliné les vitesses par mode<sup>17</sup>. À noter que cette vitesse moyenne globale n'a pas évolué entre 1993 et 2009 sur notre population de référence (10,8 km/h).
- 27 Troisième étape : à partir de cette vitesse moyenne globale nous avons calculé une "distance-temps" qui est la distance qu'aurait parcourue un individu pendant la même durée que celle enregistrée sur son trajet effectif, s'il s'était déplacé à la vitesse moyenne globale. Cette distance-temps est calculée au moyen de la formule suivante :

$$\text{Distance Temps} = \frac{\text{Distance Euclidienne OD m} * \text{Vitesse Moy Globale m/min}}{\text{Vitesse m/min}}$$

### **Deuxième partie : les opérations de translation**

- 28 À partir de la distance-temps, nous avons calculé la localisation des "lieux-temps d'activité" (LTA). Ces derniers sont éloignés ou rapprochés du domicile dans l'alignement du segment origine-destination initial (cartes 5 et 6). Les LTA se retrouvent comme suit :

- = plus près du domicile lorsque l'individu s'y rend vite, c'est-à-dire avec une vitesse supérieure à la vitesse moyenne globale,



- = plus loin du domicile lorsque l'individu s'y rend moins vite, c'est-à-dire avec une vitesse inférieure à la vitesse moyenne globale.

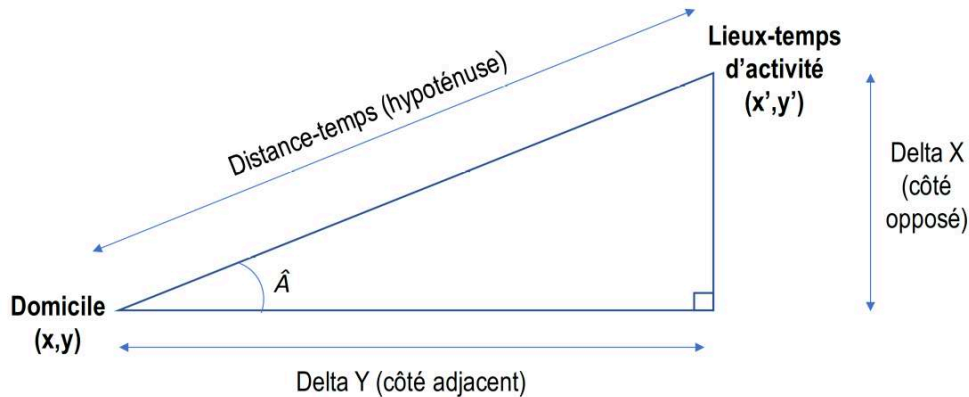


- 29 Le calcul des coordonnées ( $x'$ ,  $y'$ ) des LTA repose sur les principes de la trigonométrie. La distance-temps correspond à la longueur de l'hypoténuse d'un triangle dont l'un des sommets est le centroïde de l'îlot de résidence ayant  $x$  et  $y$  comme coordonnées<sup>18</sup>. L'angle  $\hat{A}$  est donné par l'orientation de l'hypoténuse par rapport à un axe horizontal est-ouest passant également par le centroïde de l'îlot de résidence (figure 1).

Figure 1 : Application des principes de la trigonométrie au calcul des coordonnées des lieux-temps d'activité

Image

112698F80000EFD900006239940FA4DA5CD6A8E6.emf



- 30 Pour connaître delta X et delta Y (distances exprimées en mètres), nous avons converti dans un premier temps en radians le cosinus et le sinus de l'orientation (exprimée en degrés) au moyen des formules suivantes :

$$\text{Cosinus } \hat{A} \text{ (radians)} = \frac{\text{Cos}(\text{Orientation}) \cdot \pi}{180} \quad \text{et} \quad \text{Sinus } \hat{A} \text{ (radians)} = \frac{\text{Sin}(\text{Orientation}) \cdot \pi}{180}$$

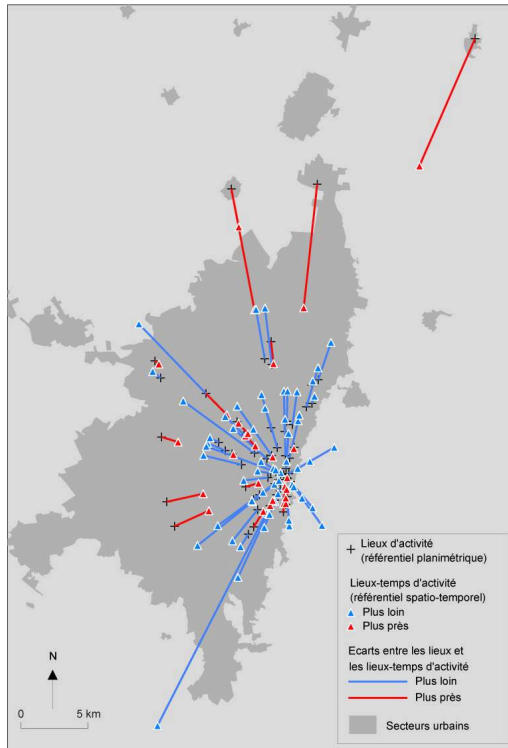
- 31 Nous avons ensuite utilisé le cosinus et le sinus de l'angle  $\hat{A}$ , comme indiqué dans les formules suivantes :

$$\text{Delta X} = \text{Distance Temps} * \text{cosinus } \hat{A} \quad \text{et} \quad \text{Delta Y} = \text{Distance Temps} * \text{sinus } \hat{A}$$

- 32 Enfin, pour obtenir les coordonnées des lieux-temps d'activité ( $x', y'$ ), nous avons ajouté les valeurs delta X et delta Y (valeurs qui peuvent être positives comme négatives) respectivement aux coordonnées  $x$  et  $y$  des centroïdes des îlots de résidence. Les valeurs de  $x'$  et  $y'$  sont enregistrées dans les variables "X Proj LTA" et "Y Proj LTA". L'opération appliquée à chaque individu est donc un ensemble de translations ayant comme origines, les centroïdes des îlots dans lesquels des individus ont été enquêtés, îlots qui sont au nombre de 161 pour 1993 et de 137 pour 2009. La localisation des LTA n'est donc plus simplement géographique puisqu'elle intègre une dimension temporelle. Les LTA sont ainsi positionnés dans un nouveau référentiel, un référentiel spatiotemporel. La carte 4 restitue le résultat de l'opération pour la zone d'enquête Perseverancia. La carte 5 montre l'emplacement des lieux-temps d'activité de l'ensemble des individus des 9 zones d'enquêtes en 2009.

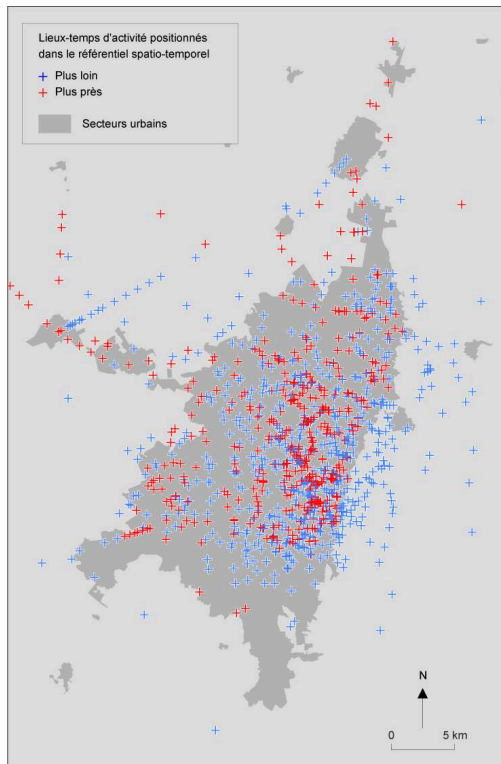


Carte 4 : Comparaison des lieux d'activité (en bleu) et des "lieux-temps d'activité" (en rouge), positionnés dans les référentiels planimétrique et spatio-temporel correspondant aux individus demeurant à Perseverancia en 2009 (ANR METAL, Bogotá)



Auteur : F. Demoraes

Carte 5 : Ensemble des "lieux-temps d'activité" positionnés dans le référentiel spatiotemporel correspondant aux individus résidant dans les 9 zones d'enquête en 2009 (ANR METAL, Bogotá)

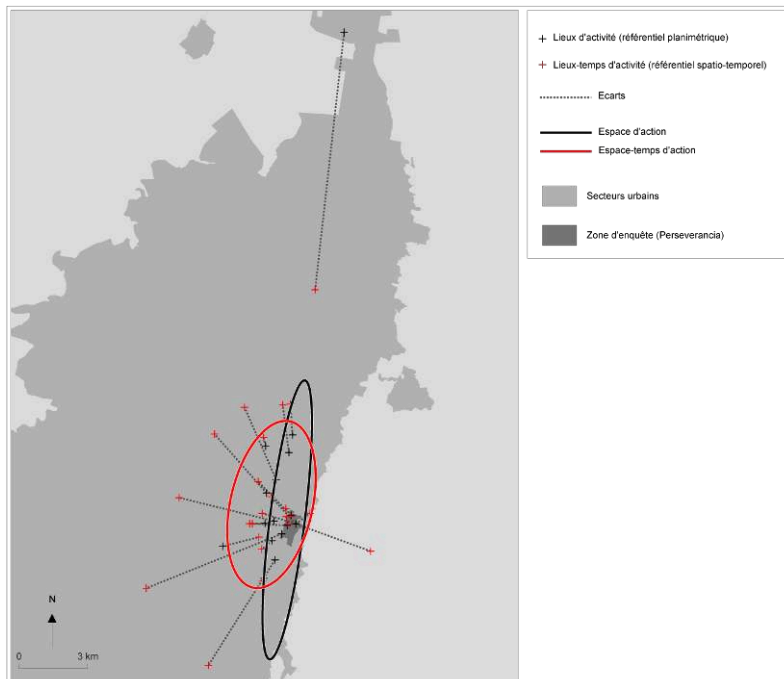


Auteur : F. Demoraes

### Troisième partie : l'analyse centrographique

- 33 Disposant de deux semis de points (le premier étant l'ensemble des lieux d'activité, le deuxième, l'ensemble des lieux-temps d'activité), nous avons appliqué sur chacun de ces semis une analyse centrographique. L'emploi de cette famille de méthodes sur les lieux d'activité permet d'obtenir des ellipses qui synthétisent la dispersion des lieux de destination dans l'espace, schématisant ainsi les espaces d'action (EA). Utilisée sur les lieux-temps d'activité, nous obtenons des ellipses qui illustrent les espaces-temps d'action (ETA). Une ellipse est caractérisée par plusieurs paramètres (position, taille, orientation, aplatissement, etc.). Pour étudier l'accessibilité, en complément de sa représentation cartographique sous forme d'ellipses, nous avons retenu le paramètre de la "distance type", exprimée en mètres. Cette dernière reflète la dispersion des lieux de destinations enrichie, pour les ETA, d'une dimension temporelle. *In fine*, nous avons des distances types aussi bien pour les EA que pour les ETA, et nous verrons plus loin l'intérêt de les croiser pour qualifier l'accessibilité au lieu d'activité (figure 2). Nous précisons que nous avons choisi comme centre des ellipses le point médian, moins sensible que le point moyen aux valeurs extrêmes (les lieux de destination très éloignés dans l'espace et/ou le temps).
- 34 La carte 6 illustre la construction des deux types d'ellipses (EA et ETA). Dans la zone d'étude retenue ici (Perseverancia), les EA s'étirent surtout selon une logique méridienne (nord-sud), alors que les ETA montrent une tout autre configuration, qui s'explique par des vitesses de déplacement moins rapides – et donc une accessibilité moins bonne – vers l'ouest de la zone d'enquête.

Carte 6 : Exemple d'ellipses représentant l'espace d'action et l'espace-temps d'action des enfants scolarisés enquêtés à Perseverancia, ANR METAL, Bogotá, 2009



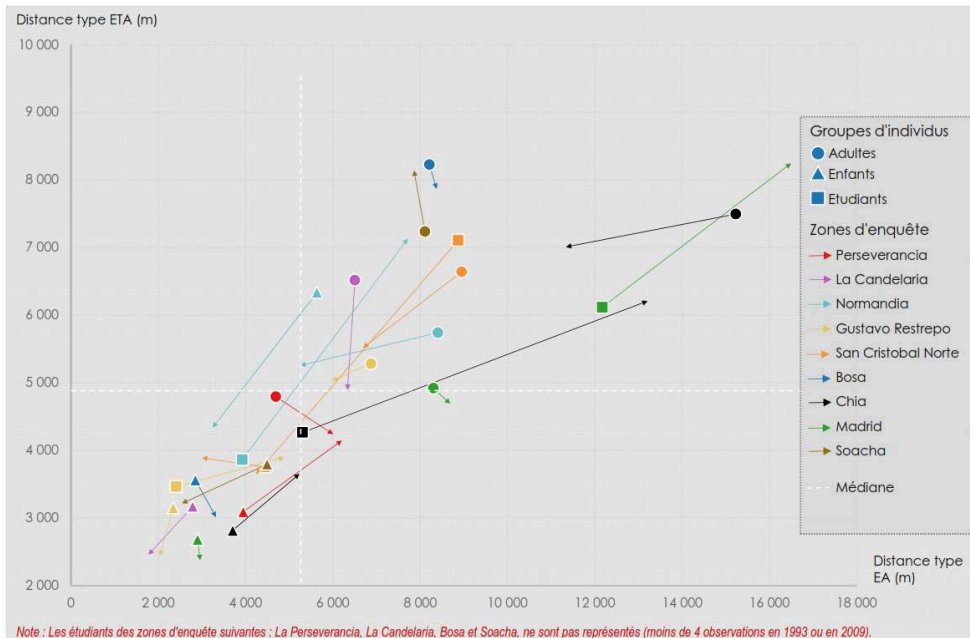
Auteur : F. Demoraes.

- 35 Nous avons calculé une ellipse par groupe. Un groupe est un ensemble d'individus qui résident dans une même zone et qui a la même activité (travail, études primaires ou secondaires, études supérieures). Lorsque l'effectif d'un groupe était inférieur à quatre individus, nous n'avons pas tracé les ellipses. C'est par exemple le cas des étudiants dans les zones d'enquêtes de Bosa et de Soacha en 1993. Au total, nous avons calculé 50 ellipses sur l'ensemble des 9 zones d'enquête aux deux dates.

## 5. Résultats

- 36 Les données d'enquête disponibles et comparables entre les deux dates permettent de mesurer l'évolution de plusieurs paramètres qui caractérisent l'accessibilité des membres des ménages à leurs lieux d'activité en 1993 et 2009. Nous présentons succinctement ci-après les trois illustrations (figure 2, tableau 2, tableau 3) sur lesquelles reposent nos résultats qui seront développés un peu plus loin. La figure 2 synthétise le lien aux deux dates entre EA (dispersion des lieux de destination dans l'espace) et ETA (dispersion des lieux de destination intégrant les vitesses de déplacement) par zone d'étude et pour chacun des trois groupes d'individus. Le tableau 2 nous renseigne sur l'évolution de la distance entre le domicile et le lieu d'activité. Le tableau 3 nous informe sur les modes de transport utilisés par catégorie d'individus et par zone d'enquête aux deux dates.

Figure 2 : Évolution de l'accessibilité aux lieux d'activité depuis le domicile pour chacune des neuf zones d'enquête et par groupe d'individus entre 1993 et 2009 à Bogotá



Aide à la lecture : plus un symbole est positionné en haut à droite du graphique, moins bonne est l'accessibilité aux lieux d'activité (lieux très dispersés, temps de trajet très longs).  
 Auteur : M. Bouquet. Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá.  
 Traitement des données : F. Demoraes, M. Bouquet. Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé

37 Sur la figure 2, l'axe des abscisses représente les distances types mesurées pour chacune des ellipses dans le référentiel planimétrique (Espaces d'action, EA). L'axe des ordonnées correspond aux distances types mesurées pour chacune des ellipses dans le référentiel spatiotemporel (Espaces-temps d'action, ETA). Ces dernières distances types reflètent une dispersion des destinations enrichies par la dimension temporelle. Les symboles représentent les valeurs en 1993 pour chacune des trois catégories d'individus et pour chacune des neuf zones d'enquête. Les flèches traduisent l'évolution de ces valeurs jusqu'en 2009. Les symboles de 2009 ne sont pas représentés pour ne pas surcharger le graphique.

Tableau 2 : Distances entre le domicile et le lieu de l'activité principale, par zone d'enquête en 1993 et 2009 à Bogotá

Zone d'enquête	Enfants Distance moyenne (km) entre le domicile et le lieu d'études primaires ou secondaires			Etudiants Distance moyenne (km) entre le domicile et le lieu d'études supérieures			Adultes Distance moyenne (km) entre le domicile et le lieu de travail		
	1993	2009	Evolution 1993-2009	1993	2009	Evolution 1993-2009	1993	2009	Évolution 1993-2009
Bosa	1,6	1,8	+ 0,3	0,0	1,3	+ 1,3	6,5	7,4	+ 0,9

Chia	1,3	2,5	+ 1,2	4,9	3,5	- 1,4	9,5	7,2	- 2,4
Gustavo Restrepo	1,3	1,1	- 0,2	1,3	1,9	+ 0,6	3,9	4,6	+ 0,7
La Candelaria	1,5	1,4	- 0,1	0,3	0,1	- 0,2	5,3	3,5	- 1,8
Madrid	1,5	1,6	+ 0,2	1,0	1,3	+ 0,3	4,2	2,8	- 1,4
Normandia	3,3	1,1	- 2,1	3,5	5,7	+ 2,2	4,4	4,6	+ 0,3
Perseverancia	1,9	1,9	+ 0,1	0,3	0,2	- 0,1	2,6	3,6	+ 0,9
San Cristobal Norte	2,6	1,7	- 0,9	1,0	2,6	+ 1,6	7,1	4,9	- 2,2
Soacha	2,9	2,6	- 0,3	0,4	2,8	+ 2,4	7,7	7,6	- 0,1
<i>Total général</i>	2,0	1,7	- 0,3	1,3	2,1	+ 0,8	5,6	5,3	- 0,3

Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá. Traitement des données : F. Demoraes. Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé  
 NB : les distances par zone d'enquête sont issues de moyennes obtenues à partir des distances calculées pour chacun des individus entre le centroïde de l'îlot de résidence et le centroïde du secteur de destination (distance euclidienne).

- 38 Étudier l'évolution de l'accessibilité des individus à leur lieu d'activité sur une période de 16 ans dans une métropole d'Amérique latine suppose de resituer l'analyse au regard des changements rapides survenus sur la même période, en particulier l'évolution de la structure démographique et l'évolution de la composition des ménages, beaucoup plus diversifiée en 2009 qu'en 1993. Comme l'ont souligné Gouëset *et al.* (2014 : 287-288), des changements sociétaux comme le vieillissement de la population, l'augmentation de la durée des études (qui induit un recul de l'âge d'entrée sur le marché du travail, ainsi qu'une décohabitation des enfants du logement parental plus tardive et une entrée dans le cycle matrimonial et reproductif également décalée), influent sur la configuration des mobilités quotidiennes. De même, le redéploiement des bassins d'emploi ou de l'offre éducative, les transformations du système de transport et l'étalement urbain, constituent des facteurs qui ont contribué aux reconfigurations des pratiques de mobilité quotidienne dans les neuf zones d'enquête à Bogotá entre 1993 et 2009.
- 39 On peut ainsi établir plusieurs constats. Tout d'abord (figure 2), on n'observe pratiquement jamais une évolution convergente pour les trois catégories d'individus (adultes, scolaires, étudiants corésidents), sauf dans la zone de San Cristobal Norte où l'accessibilité s'est améliorée pour tous, et dans la zone de Gustavo Restrepo où l'accessibilité n'a pas connu de grands changements entre 1993 et 2009, si ce n'est une légère détérioration pour les étudiants. Partout ailleurs, on est face à des évolutions divergentes.
- 40 Un deuxième constat est la nette dégradation de l'accessibilité au lieu d'étude pour les étudiants, du fait d'une offre universitaire très regroupée dans le centre de Bogotá, même si l'offre en périphérie s'est un peu étoffée entre 1993 et 2009, et même si la

comparaison ne peut être établie que sur cinq zones, compte tenu des très faibles effectifs aux deux dates (tableau 1).

Tableau 3 : Modes de déplacement par zone d'enquête en 1993 et 2009 à Bogotá et par catégorie d'individus (adultes actifs, élèves, étudiants)

Mode (%)	Zones d'enquête																																			
	Perseverancia			La Candelaria			Normandia			Gustavo Restrepo			San Cristobal			Bosa			Chia			Madrid			Soacha											
	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants	Adultes	Enfants	Etudiants									
1993																																				
A pied	16,4	63,0	16,7	38,8	16,7	83,7	11,1	50,8	1,0	36,1	4,8	12,2	7,0	61,1	0,0	30,1	12,1	59,5	0,0	36,1	7,6	80,2	-	45,5	10,2	72,7	0,0	34,2	23,0	81,3	25,0	52,9	6,2	73,3	-	38,0
Automobile part.	6,8	5,5	0,0	5,9	3,6	0,0	0,0	1,6	19,6	11,5	7,1	14,6	10,0	6,7	6,3	8,3	14,0	7,9	9,1	10,7	2,5	0,0	-	1,2	8,5	4,5	0,0	6,3	6,9	3,1	0,0	4,8	1,2	1,3	-	1,3
A domicile	31,5	0,0	0,0	15,1	15,5	0,0	0,0	6,8	35,3	0,0	0,0	17,6	43,0	0,0	0,0	20,9	23,4	0,0	0,0	10,2	22,8	0,0	-	10,9	28,8	0,0	0,0	15,3	13,8	0,0	0,0	6,4	26,6	0,0	-	15,2
Moto, bicyclette	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,2	0,0	2,9	0,9	0,8	0,0	0,8	0,0	2,3	-	1,2	11,9	4,5	0,0	8,1	20,7	3,1	0,0	11,2	0,0	0,0	-	0,0
Autre système	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	-	0,6	0,0	0,0	12,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0
Transport public	45,2	31,5	83,3	40,1	63,1	16,3	88,9	40,3	44,1	52,5	88,1	55,6	36,0	30,0	93,8	37,9	49,5	31,7	80,9	42,2	67,1	16,3	-	40,6	40,7	18,2	87,5	35,1	35,6	12,5	75,0	24,6	63,0	25,3	-	45,6
Nombre d'individus	73	73	6	152	84	98	9	191	102	61	42	205	100	90	16	206	107	126	11	244	79	86	0	165	59	44	8	111	87	96	4	187	81	75	2	158
2009																																				
A pied	25,7	57,7	-	40,8	33,8	81,2	-	55,7	1,7	45,0	0,0	9,7	17,0	72,3	5,3	36,0	14,8	68,6	0,0	36,1	7,8	81,3	14,3	41,5	10,0	33,3	33,3	20,2	19,2	79,1	40,0	52,1	12,1	82,9	0,0	38,7
Automobile part.	0,0	0,0	-	0,0	1,3	1,4	-	1,3	22,4	25,0	12,0	20,4	2,1	3,1	0,0	2,2	3,3	3,9	0,0	3,3	0,0	1,1	0,0	0,5	16,0	9,1	0,0	12,4	1,4	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,6
A domicile	20,0	0,0	-	10,9	26,0	0,0	-	13,4	22,4	0,0	0,0	12,6	22,3	0,0	0,0	11,8	18,0	0,0	0,0	9,0	26,5	0,0	0,0	13,5	44,0	0,0	0,0	24,7	24,7	0,0	0,0	10,7	20,2	0,0	0,0	11,0
Moto, bicyclette	2,9	0,0	-	1,6	9,1	1,4	-	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,5	5,3	2,2	1,6	3,9	0,0	2,5	12,7	5,5	0,0	9,0	6,0	12,1	0,0	7,9	21,9	11,0	0,0	15,4	4,0	0,0	0,0	2,2
Autre système	0,0	0,0	-	0,0	1,3	2,9	-	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	1,6	1,0	1,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,6	2,0	0,0	0,0	1,1
Transport public	51,4	42,3	-	46,9	28,6	13,0	-	22,1	53,4	30,0	88,0	57,3	56,4	23,1	89,5	47,8	59,0	23,5	100,0	47,5	52,0	11,0	85,7	34,5	24,0	45,5	66,7	34,8	31,5	9,9	60,0	20,7	80,8	17,1	100,0	46,4
Nombre d'individus	35	26	3	64	77	69	3	149	58	20	25	103	94	65	19	178	61	51	10	122	102	91	7	200	50	33	6	89	73	91	5	169	99	70	12	181

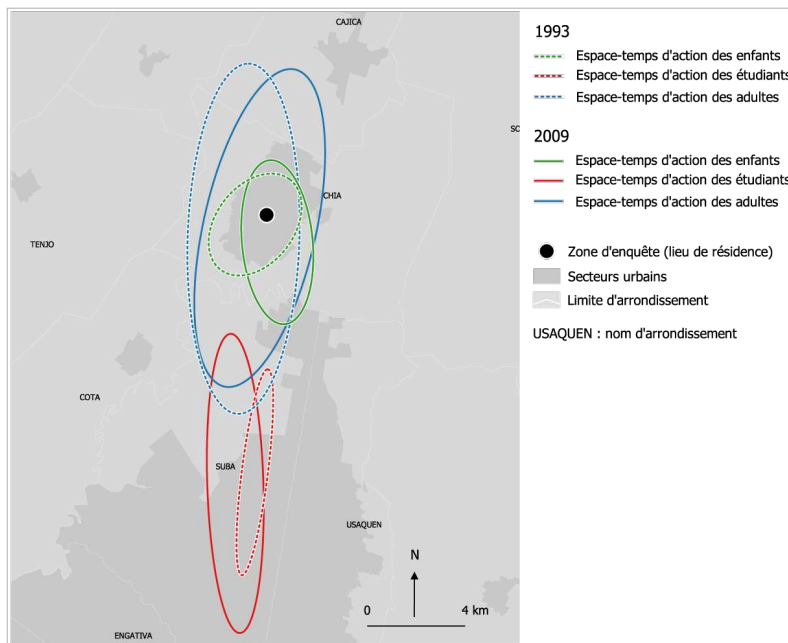
Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá. Traitement des données : F. Demoraes, M. Bouquet. Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé  
 Aide à la lecture : une proportion de 16 % des adultes résidant à Perseverancia déclarait se rendre à pied au travail en 1993 contre 26 % en 2009. Le signe "-" signifie moins de 4 observations.

41 Nous avons choisi de ne présenter ci-après (cartes 8 à 10) qu'une sélection de trois zones d'enquête illustratives des différences observées, de la périphérie vers le centre de l'aire métropolitaine, dans l'évolution respective de l'accessibilité des enfants, des étudiants et des adultes à leur lieu d'étude ou de travail.

### 5.1. Chía : des conditions de déplacement très contrastées entre les enfants, les étudiants et les parents

42 La première zone retenue est Chía (carte 7), une zone d'enquête située dans la couronne suburbaine du District Capital (carte 1). Avec l'étalement urbain de Bogotá, cette municipalité autrefois rurale a reçu de nouvelles activités économiques et de nouveaux résidents, en majorité de classes moyennes et supérieures. En termes de mobilités quotidiennes, les contrastes observés entre les trois groupes de population y sont très prononcés, comme l'indiquent de prime abord les ETA, qui présentent des tailles, des formes et des positions très différentes.

Carte 7 : Évolution de l'accessibilité des enfants, des étudiants et des adultes actifs au lieu d'activité entre 1993 et 2009 pour la zone de Chía



Auteur : F. Demoraes. Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá.

Traitement des données : F. Demoraes, M. Bouquet

Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé

- 43 Ainsi, Chía est la zone qui enregistre simultanément la plus forte baisse de la distance domicile-travail pour les adultes entre 1993 et 2009 (-2,4 km, tableau 2) et la plus forte hausse de la distance domicile-école chez les enfants sur la même période (+1,2 km). La longueur des trajets domicile-travail à Chía est la plus élevée parmi les neuf zones, avec 9,5 km en 1993 et 7,2 km en 2009. Cela s'explique par l'ampleur des déplacements vers Bogotá (comme on le déduit à travers l'orientation des ellipses bleues), où travaillent de nombreux habitants de cette municipalité. Le gain enregistré sur les navettes domicile-travail entre 1993 et 2009 s'explique en partie par l'augmentation du nombre de travailleurs à domicile (44 % du total des actifs en 2009, contre 29 % en 1993, tableau 3), cette dernière étant elle-même liée au desserrement des activités économiques vers la couronne suburbaine de Bogotá. Pour les actifs travaillant hors du domicile, on observe un léger report modal des transports collectifs (24 % seulement des trajets en 2009, contre 41 % en 1993) vers la voiture (qui passe de 8 % à 16 % des trajets entre les deux dates, tableau 2). Ces évolutions sont le signe d'une intégration accrue de Chía dans le bassin d'emplois de Bogotá, avec, d'un côté des emplois qui se délocalisent en périphérie, et de l'autre, des navetteurs qui se rendent chaque jour dans le District Capital, en voiture ou en bus.
- 44 Les étudiants de Chía<sup>19</sup> connaissent une évolution inverse : c'est dans cette zone que l'accessibilité des étudiants à leurs lieux d'enseignement subit la plus forte dégradation. On l'observe à la fois à travers la taille des ellipses rouges (celle de 2009 étant nettement plus grande que celle de 1993) et par l'orientation et la longueur des flèches

sur la figure 2 (vers le haut et la droite du graphique). Cette dégradation s'explique par le fait que les universités restent largement concentrées dans le centre de Bogotá, comme l'indique la position des ellipses rouges, très désaxée vers le sud par rapport au lieu d'enquête. Elle s'explique aussi par le fait que pour se rendre à leur université, les étudiants dépendent des transports collectifs (tableau 3) dont la vitesse ne s'est pas améliorée entre les deux dates. L'offre de formation de proximité s'est certes renforcée sur la même période (deux étudiants enquêtés en 2009 étudient à Chía et se rendent à pied sur leur lieu de formation), mais cela ne suffit pas à inverser la tendance générale.

- 45 La situation des enfants est plus contrastée : la distance moyenne au lieu d'étude enregistre une hausse sensible entre les deux dates (+1,2 km, tableau 2). On peut attribuer cette hausse à trois facteurs : 1. l'apparition entre les deux enquêtes de plusieurs collèges privés de standing moyen ou supérieur à l'extérieur du périmètre urbain de Chía, ce qui explique le changement d'orientation et de forme des ellipses vertes entre 1993 et 2009 ; 2. le maintien d'une petite proportion d'enfants scolarisés dans des collèges prestigieux situés au sein de la capitale ; 3. une baisse du poids relatif des écoles publiques de proximité. Cette hausse de la distance moyenne au lieu d'étude explique à son tour le recul spectaculaire de la marche entre les deux dates (elle passe de 73 à 33 %, Tableau 3), avec un report modal vers les transports publics (qui passent de 18 à 46 %), même s'il s'agit très souvent de bus de ramassage scolaire réservés aux seuls écoliers. Ce mode de transport est plus rapide que les bus de ligne ouverts à tout public, ce qui permet de comprendre pourquoi la taille des ellipses vertes n'a que très peu augmenté entre 1993 et 2009.

## 5.2. Normandía : les étudiants font les frais d'une localisation résidentielle par ailleurs favorable aux parents et aux enfants

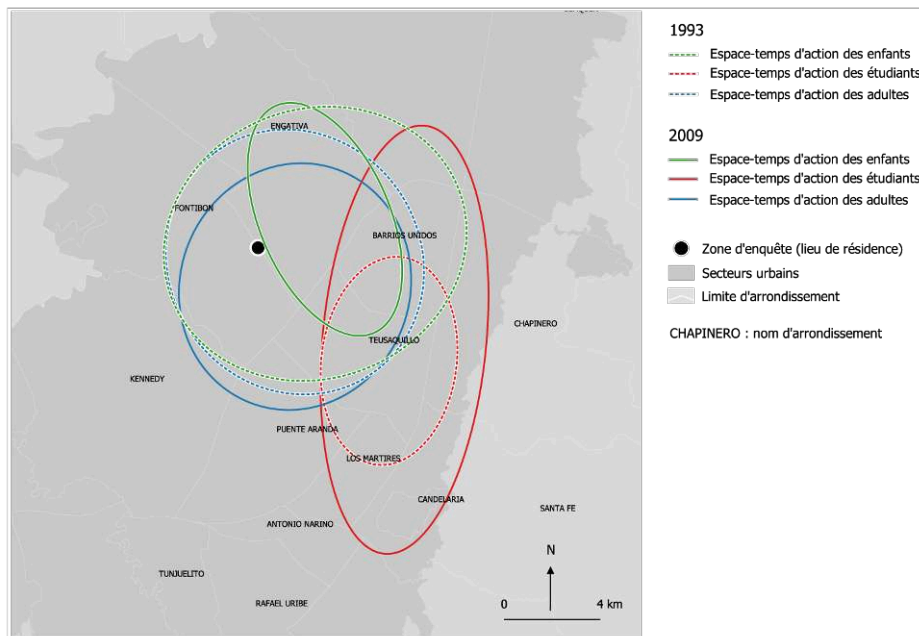
- 46 La deuxième zone qui retient notre attention est Normandía (carte 8), un quartier situé en proche périphérie, à l'intérieur du District Capital (carte 1). Il s'agit d'une zone d'expansion pavillonnaire des années 70, qui s'est progressivement densifiée dans les années 80 et 90 (Le Roux, 2015, 155), avec la production de petits ensembles d'habitat collectif. C'est globalement un secteur de classes moyennes qui a connu entre 1993 et 2009 un processus de vieillissement et d'élévation du revenu des ménages (Le Roux, 2015 : 184). Ce vieillissement est partiellement compensé par la production de logements neufs attirant aujourd'hui des ménages plus jeunes (*ibid.* : 196).
- 47 Comme on le voit sur la carte 8, cette zone se caractérise surtout par le contraste entre les conditions d'accessibilité des enfants à leur lieu d'étude, en nette amélioration (ellipse verte beaucoup plus petite en 2009), et celle des étudiants, en nette dégradation (ellipse rouge beaucoup plus grande en 2009). La distance moyenne entre le domicile et le lieu d'étude est divisée par trois pour les enfants entre 1993 et 2009 (tableau 2), grâce à une offre élargie d'écoles primaires et secondaires à proximité, ce qui permet aux enfants de moins dépendre des transports collectifs et de recourir davantage à la marche, ainsi qu'à l'automobile des parents (respectivement 45 % et 25 % des trajets en 2009, contre 36 % et 11,5 % en 1993). Pour les étudiants, c'est le contraire. C'est la zone d'étude où les navettes sont les plus longues (5,7 km), avec une forte hausse entre les deux dates (+2,2 km, tableau 2). En effet, Normandía est éloignée à la fois des universités du centre et des nouveaux établissements qui ont ouvert au nord de la capitale, en dehors du District. Cet éloignement s'observe sur la carte 8 par un fort



désaxage des ellipses rouges à l'est de la zone d'enquête. Par ailleurs, comme on le lit sur la figure 2, l'orientation et la longueur de la flèche vers le haut et vers la droite du graphique indiquent une plus grande dispersion des lieux d'enseignement supérieur fréquentés et un temps plus élevé pour y accéder. Cette hausse des durées de déplacement s'explique par l'usage massif des transports collectifs (9 étudiants sur 10 les utilisent aux deux dates, tableau 3), ces derniers étant tributaires des conditions de circulation vers le centre-ville, qui se sont dégradées entre 1993 et 2009<sup>20</sup>.

- 48 La situation des adultes connaît moins de changements que celle des enfants et des étudiants entre 1993 et 2009 : la position des ellipses bleues sur la carte 8 est assez semblable aux deux dates. Elle s'améliore toutefois (ellipse bleue de 2009 légèrement plus petite que celle de 1993). La distance domicile-travail est stable, autour de 4,5 km (tableau 2) et la part du travail à domicile baisse, passant de 35 à 22 %, mais cette évolution est compensée par une localisation des emplois moins dispersée en 2009 qu'en 1993 (figure 2), grâce à l'apparition de nouvelles polarités économiques à proximité de Normandía : à Ciudad Salitre, ainsi que le long de l'avenue El Dorado, et dans la zone aéroportuaire, entre autres (carte 3).

Carte 8 : Évolution entre 1993 et 2009 de l'accessibilité des enfants, des étudiants et des adultes actifs au lieu d'activité pour la zone de Normandía



Auteur : F. Demoraes. Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá.

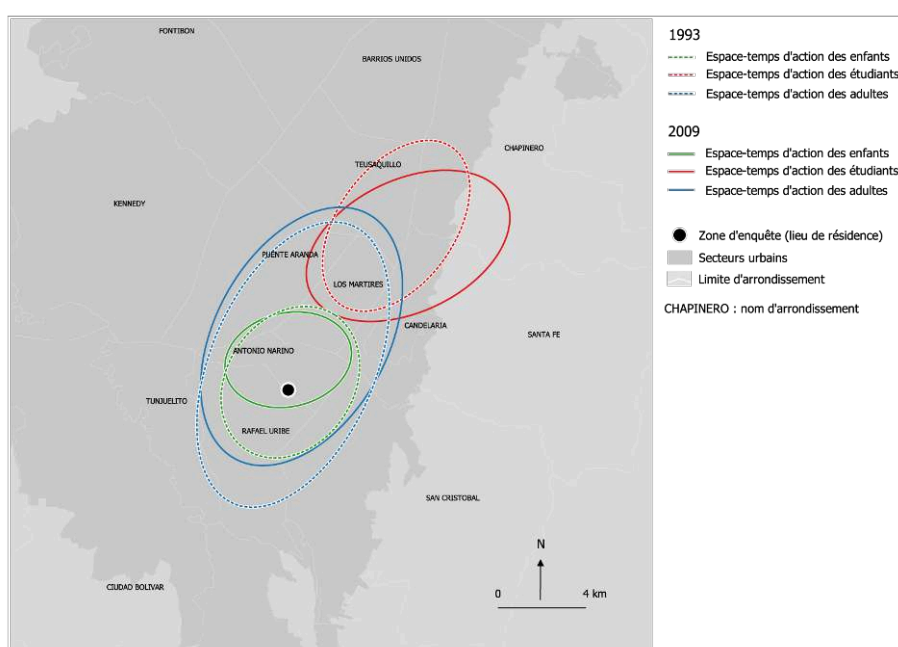
Traitement des données : F. Demoraes, M. Bouquet

Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé.

### 5.3. Gustavo Restrepo : le (péri)centre comme situation de rente qui profite à toutes les catégories

- 49 La troisième et dernière zone examinée ici est Gustavo Restrepo (carte 9), située dans le péricentre de Bogotá (carte 1). Il s'agit d'un quartier proche du centre-ville et anciennement urbanisé<sup>21</sup>, avec une majorité de logements populaires d'origine informelle. On trouve également dans cette zone de nombreuses activités industrielles et commerciales (carte 3). Gustavo Restrepo illustre la situation avantageuse des quartiers centraux et péricentraux de la ville<sup>22</sup>.

Carte 9 : Évolution entre 1993 et 2009 de l'accessibilité des enfants, des étudiants et des adultes actifs au lieu d'activité pour la zone de Gustavo Restrepo



Auteur : F. Demoraes. Sources : Enquêtes CEDE-ORSTOM 1993 et ANR METAL 2009, Bogotá.

Traitement des données : F. Demoraes, M. Bouquet

Population de référence : individus corésidents dans des ménages où au moins un adulte exerce une activité rémunérée et au moins un enfant est scolarisé.

- 50 Les trajets des enfants s'y effectuent, en 1993 comme en 2009, sur de courtes distances (1,3 puis 1,1 km, tableau 2) et à pied dans la grande majorité des cas (61 puis 72 % des déplacements, tableau 3), ce qui illustre à la fois la densité ancienne de l'offre de formation dans ce quartier, et le profil populaire des familles de Gustavo Restrepo, qui n'ont pas les moyens de s'offrir les écoles chics du nord de la ville et qui se contentent de l'offre de proximité. Cet effet de proximité se reflète dans la position des ellipses vertes, globalement centrées sur la zone d'enquête, et dans leur taille, particulièrement petite, surtout en 2009, ce qui indique une amélioration des conditions d'accessibilité par rapport à 1993.
- 51 Pour les deux autres catégories (étudiants et parents), la localisation centrale du quartier est la garantie, même en transports collectifs et même en heure de pointe,

d'un accès relativement facile aux ressources du centre (emplois et universités). C'est donc une des zones les plus stables entre les deux dates, en termes d'accessibilité aux lieux d'activité, pour l'ensemble des trois catégories d'individus (figure 2). C'est notamment l'une des rares zones de la ville où les conditions de mobilité des étudiants ne se dégradent pas entre 1993 et 2009. Ils vont certes étudier un plus loin en moyenne en 2009 (+0,6 km), mais à une distance qui reste faible (1,9 km, tableau 2). Par ailleurs, ils sont certes dépendants des transports collectifs (pour 90 % d'entre eux), mais sur de courtes distances, ce qui n'occasionne qu'un accroissement limité du temps de trajet (sur la carte 9, l'ellipse rouge de 2009, quoique légèrement plus grande, se superpose assez bien sur celle de 1993). Les conditions de mobilité des étudiants de Gustavo Restrepo, dont le profil est pourtant lui aussi populaire, sont donc bien meilleures que celles des étudiants des quartiers périphériques.

- 52 La situation des parents est quasi inchangée entre les deux dates (ellipses bleues quasi identiques, carte 9), avec en 2009 des distances domicile-travail un peu plus longues (+0,7 km, tableau 2), qui s'expliquent surtout par la division par deux de la part du travail à domicile (tableau 3). Le nombre important d'emplois de proximité (carte 3) explique la progression de la marche, qui représente 17 % des navettes en 2009, un seuil qui n'est dépassé que dans les zones de centre-ville (Perseverancia, La Candelaria et Madrid).

## 6. Conclusion : intérêts, limites et perspectives du concept d'espace-temps d'action

- 53 Cet article avait pour objectif d'introduire un nouveau concept que nous avons appelé espace-temps d'action, entendu comme l'ensemble des lieux de destination des individus pour le travail et les études et le temps qu'ils mettent pour s'y rendre au quotidien. À travers notre étude sur Bogotá, nous avons rendu ce concept opérationnel en calculant des ellipses que nous avons cartographiées. Pour cela, nous nous sommes inspirés de deux familles de méthodes anciennes, largement éprouvées, la première relevant du champ de la cartographie, la deuxième du champ de l'analyse spatiale, deux familles de méthodes qui cependant n'ont jamais été combinées, à notre connaissance, pour mesurer l'accessibilité des individus à leurs lieux d'activité. Le calcul des ETA est simple à mettre en œuvre dans un SIG et ne nécessite que trois variables en entrée (origine, destination, durée du trajet). Il peut donc être appliqué à de nombreuses enquêtes pour lesquelles des données à l'échelon individuel sont disponibles. Par ailleurs, même si ce n'est pas une exclusivité de cette métrique, les temps de trajets ne sont pas moyennés par secteur de destination, ce qui aurait pour effet de gommer les disparités entre individus. Ce n'est qu'à l'étape du calcul des ellipses qu'on synthétise les positions individuelles par groupe, ce qui présente l'avantage (non recherché initialement, mais répondant à une exigence éthique) de maintenir leur confidentialité une fois ces positions représentées sur la carte. De son côté, la représentation cartographique des ETA à l'aide d'ellipses, permet aussi de faire figurer sur une seule carte, plusieurs groupes et dans le cas présent, à deux dates, ce qui évite de démultiplier les rendus. Par contre, l'ellipse reste une schématisation des espaces réellement fréquentés, enrichis, qui plus est, d'une dimension temporelle, ce qui suppose un temps d'adaptation à la lecture.

- 54 Du reste, nous l'avons vu, si les ETA et leurs représentations graphique et cartographique apportent une réelle plus-value pour qualifier l'évolution entre deux dates de l'accessibilité des individus à leurs lieux d'activité, il demeure nécessaire de recourir à des variables plus conventionnelles (comme la distance entre le domicile et le lieu activité, la dispersion des lieux de destination dans l'espace ou les modes de déplacement) pour en compléter l'interprétation. Par ailleurs, les ETA donnent à voir, aux deux dates, une mesure d'accessibilité aux lieux d'activité qui est agrégée par groupe. Les ETA mettent ainsi en évidence, dans cet article, l'évolution des relations qu'entretiennent trois catégories d'individus corésidents (adultes actifs, étudiants, enfants scolarisés) dans l'espace métropolitain. Ils révèlent ainsi les groupes dont la situation propre, comparativement aux autres groupes, ou s'améliore ou se dégrade au fil du temps. Les ETA, au contraire, ne permettent pas d'appréhender directement les arrangements et arbitrages intrafamiliaux, que seule une analyse qualitative (par exemple à partir d'entretiens approfondis, menés aux deux dates) permettrait de saisir.
- 55 Au-delà de l'utilisation que nous en avons faite, les espaces-temps d'action pourraient être appliqués à bien d'autres domaines, dans une optique diachronique ou simplement à une date donnée. Ils pourraient être utiles pour étudier les écarts qui existent dans l'accessibilité aux lieux de travail de bien d'autres groupes d'individus (femmes/hommes, personnes en situation de handicap, etc.). On pourrait aussi employer les ETA pour suivre, dans une perspective longitudinale, l'évolution de l'accessibilité des patients en affection longue durée à leurs lieux de soin, dans un contexte de réorganisation de l'offre dans les territoires. Ils semblent aussi bien adaptés pour suivre les transformations des relations centre-périphérie (une rétraction des ETA entre deux dates indiquerait alors une meilleure interconnexion) ou encore l'étude de l'impact de la mise en service d'un BHNS sur l'évolution des possibilités de mise en contact dans une agglomération.
- 56 À côté de l'apport méthodologique, cet article valorise deux enquêtes particulièrement précieuses permettant de suivre l'évolution à 16 ans d'intervalle des conditions d'accès au lieu de travail ou d'étude pour trois catégories d'individus. Ces sources de données sont sans équivalent à Bogotá sur la période concernée. Cet article est donc une occasion d'illustrer le potentiel que représentent la réutilisation de données d'enquête relativement anciennes et les précautions à prendre pour y parvenir. Cela fait écho aux deux problèmes identifiés par Heaton (2008) : le problème du *data fit* (adéquation du jeu de données conçu par un premier groupe de chercheurs au regard des nouvelles questions posées par d'autres chercheurs) et celui du *not having been there* (les auteurs de cet article ayant participé à l'enquête de 2009, mais pas à celle de 1993). La réutilisation d'enquêtes produites sur fonds publics fait l'objet de nombreux débats depuis quelques années dans la communauté scientifique et plus particulièrement en Sciences Humaines et Sociales compte tenu de la spécificité de données dans ce domaine (Serres *et al.*, 2017). On observe en parallèle le développement de plateformes en ligne en France, telle que l'initiative beQuali (Banque d'enquêtes qualitatives en sciences humaines et sociales)<sup>23</sup> ou encore le portail Quetelet PROGEDO Diffusion, qui permet d'accéder à des données issues de grandes enquêtes provenant de la recherche française<sup>24</sup>. En ce qui nous concerne, l'analyse présentée dans cet article a été rendue possible grâce à plusieurs facteurs. Premièrement, nous avons eu accès à la très riche documentation décrivant la finalité de constitution des enquêtes, les protocoles de mise en œuvre et l'ensemble des variables aux deux dates. Deuxièmement, l'existence d'une

thèse (Le Roux, 2015) a notamment permis de vérifier la comparabilité des deux enquêtes en ce qui concerne les mobilités quotidiennes. Troisièmement, nous avons bénéficié d'une grande disponibilité de la responsable scientifique des deux enquêtes (Dureau) pour répondre à nos questions.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Aguilera A., Massot M., Proulhac L., 2010, "Travailler et se déplacer au quotidien dans une métropole. Contraintes, ressources et arbitrages des actifs franciliens", *Sociétés contemporaines*, Vol.80, No.4, 29-45, <https://doi.org/10.3917/soco.080.0029>
- Alfonso O.A., 2012, *Bogotá segmentada: Reconstrucción histórico-social de la estructuración residencial de una metrópoli latinoamericana*, Bogotá, Universidad externado de Colombia, <https://doi.org/10.4000/books.uec.295>
- Åslund O., Skans O.N., 2010, "Will I see you at work? Ethnic workplace segregation in Sweden, 1985-2002", *Industrial and Labor Relations Review*, Vol.63, No.3, <https://doi.org/10.1177/001979391006300306>
- Atkinson R., Flint J., 2004, "Fortress UK? Gated communities, the spatial revolt of the elites and time-space trajectories of Segregation", *Housing Studies*, Vol.19, No.6, 875-892, <https://doi.org/10.1080/0267303042000293982>
- Bachi R., 1963, "Standard distance measure and related methods for spatial analysis", *Papers in Regional Sciences*, Vol.10, No.1, 73-132.
- Bavoux J.-J., Chapelon L., 2014, *Dictionnaire d'Analyse Spatiale*, Paris, Armand Colin.
- Berger M., Beaucire F., 2002, "Mobilité résidentielle et navette. Les arbitrages des ménages d'Île-de-France", in : Lévy J.-P., Dureau F. (dir.), *L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en question*, Paris, L'Harmattan, Coll. Habitat et sociétés, 141-166.
- Beuf A., 2011, *Les centralités à Bogotá, entre compétitivité urbaine et équité territoriale*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Nanterre, Paris X, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00612768/document>
- Boutura C., Livieratos F., 1986, "Strain analysis for geometric comparisons of maps", *The Cartographic Journal*, Vol.23, No.1, 27-34, <https://doi.org/10.1179/caj.1986.23.1.27>
- Bretagnolle A., 2005, "De la théorie à la carte : histoire des représentations géographiques de l'espace-temps", in : Volvey A., *Échelles et temporalités*, Paris, Atlande, 55-60, <https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00156769>
- Buliung R.N., Kanaroglou P.S., 2006, "Urban form and household activity-travel behavior", *Growth and Change*, Vol.37, No.2, 172-199, <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2006.00314.x>
- Cauvin C., 1984. "Une méthode de comparaison de données localisées : la régression bidimensionnelle", in : *L'Espace géographique*, tome 13, No.2, 94-109, <https://doi.org/10.3406/spgeo.1984.3909>

Cauvin C., 1997, "Au sujet des transformations cartographiques de position", *Cybergeo : European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.5385>

Cauvin C., Reymond H., 1986, *Nouvelles méthodes en cartographie*, Montpellier, GIP Reclus, Coll. Reclus modes d'emplois.

Demoraes F., Contreras Y., Piron M., 2016, "Localización residencial, posición socioeconómica, ciclo de vida y espacios de movilidad cotidiana en Santiago de Chile", *Revista Transporte y Territorio*, Vol.15, 274-301, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01401945>

Demoraes F., Dureau F., Piron M., 2011, *Análisis comparativo de la segregación social en Bogotá, Santiago y São Paulo*, Document de travail du projet ANR METAL, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01284604>

Demoraes F., Gouëset V., Bouquet M., 2018, "Comparaison des mobilités quotidiennes adultes/ enfants à travers la métrique des espaces-temps d'action : intérêt, limites, méthode et cartes. L'exemple de Bogotá (Colombie)", *16ème colloque MSFS "Mobilités spatiales, méthodologies de collecte, d'analyse et de traitement"*, Tours, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02019868>

Demoraes F., Gouëset V., Piron M., Figueroa O., Zioni S., 2010, "Mobilités quotidiennes et inégalités socio-territoriales à Bogotá, Santiago du Chili et São Paulo", *Espace Populations Sociétés*, 349-364, <https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01110006>

Demoraes F., Piron M., Zioni S., Souchaud S., 2012, "Inégalités d'accès aux ressources de la ville analysée à l'aide des mobilités quotidiennes - Approche méthodologique exploratoire à São Paulo", *Cahiers de géographie du Québec*, Vol. 56, No.158, 463-489, <https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01110013>

Demoraes F., Souris M., Contreras Y., à paraître, "Live nearby, be different, work apart? Some learnings from action spaces discrepancies in Santiago de Chile", *Geographical Analysis*.

Depeau S., Bedel O., Chérel P., Andre-Poyaud I., Catheline Y., Chardonnel S., Gombaud J., Jambon F., Lepetit A., Mericskay B., Quesseveur E., soumis en juin 2019, "MK-MOBIBACK : un dispositif hybride et intégré pour enquêter finement les mobilités quotidiennes des familles", *Colloque SAGEO 2019*, Clermont-Ferrand.

Depeau S., Chardonnel S., Andre-Poyaud I., Lepetit A., Jambon J., Quesseveur E., Gombaud J., Allard T., Choquet C.A., 2017, "Routines and informal situations in children's daily lives", *Travel Behaviour and Society*, Vol.9, 70-80, <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2017.06.003>

Depeau S., Ramadier T., 2005, "Les Trajets Domicile-École en Milieux Urbains : Quelles conditions pour l'autonomie de l'enfant de 10-12 ans ?", *Psychologie et Société*, Vol.8, 81-112.

Dijst M., 1999, "Two-earner families and their action spaces: A case study of two Dutch communities", *GeoJournal*, Vol.48, 195-206, <https://www.jstor.org/stable/41147371>

Dureau F., (Coord.), Contreras Y., Cymbalista R., Le Roux G., Piron M., 2014a, "Évolution de l'intensité et des échelles de la ségrégation résidentielle depuis les années 1990 : une analyse comparative", in : Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), *Mobilités et changement urbain. Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR, Chapitre 4, 109-134.

Dureau F., (Coord.), Contreras Y., Demoraes F., Le Roux G., Lulle T., Piron M., Souchaud S., 2014b, "Une méthodologie de production et d'analyse de l'information commune aux 3 métropoles étudiées", in : Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), *Mobilités et changement urbain. Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR, Chapitre 2, 49-82.

Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), 2014c, *Mobilités et changement urbain. Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR.

- Dureau F., 2000, "Les nouvelles échelles de la ségrégation à Bogotá", in : Dureau F., Dupont V., Lelievre E., Levy J.-P., Lulle T. (coord.), *Métropoles en mouvement : une comparaison internationale*, Paris, Anthropos, Collection Villes, 247-256.
- Dureau F., Córdoba H., Flórez C.E., Le Roux G., Lulle T., Miret N., 2011, *Encuestas movilidad espacial Bogotá METAL 2009: metodología de las encuestas*, Bogotá, Universidad de los Andes, Documento CEDE No.23.
- Dureau F., Florez C.E., Barbary O., Garcia L., Hoyos M.-C., 1994, *La movilidad de las poblaciones y su impacto sobre la dinámica del área metropolitana de Bogotá*, Documento de trabajo No.2: metodología de la encuesta cuantitativa, Bogotá, ORSTOM-CEDE.
- Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), 2014, *Mobilités et changement urbain. Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR.
- Ellis M., Wright R., Parks V., 2004, "Work Together, Live Apart? Geographies of Racial and Ethnic Segregation at Home and at Work", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol.94, No.3, 620-637.
- Fyhri A., Hjorthol R., Mackett R.L., Nordgaard F.T., Kyttä M., 2011, "Children's active travel and independent mobility in four countries: Development, social contributing trends and measures", *Transport Policy*, Vol.18, No.5, 703-710, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.01.005>
- Gouëset V. (Coord.), Demoraes F., Figueroa O., Le Roux G., Zioni S., 2014, "Parcourir la métropole. Pratiques de mobilité quotidienne et inégalités socio-territoriales à Bogotá, Santiago et São Paulo", in : Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), *Mobilités et changement urbain à Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR, Chapitre 8, 265-302, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01280508>
- Heaton J., 2008, "Secondary analysis of qualitative data: an overview", *Historical social research*, Vol.33, No.3, 33-45, <https://www.jstor.org/stable/20762299>
- Hirsch J., Winters M., Clarke P., McKay H., 2014, "Generating GPS activity spaces that shed light upon the mobility habits of older adults: a descriptive analysis", *International Journal of Health Geographics*, Vol.13, No.51.
- Höllhuber D., 1974, "Die Perzeption der Distanz im städtischen Verkehrsnetz - das Beispiel Karlsruhe-Rintheim", *Geoforum*, Vol.5, No.1, 43-59. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(74\)90184-5](https://doi.org/10.1016/0016-7185(74)90184-5)
- Horton F., Reynolds D.R., 1971, "Effects of urban spatial structure on individual behaviour", *Economic Geography*, Vol.47, No.1, 36-48, <https://doi.org/10.2307/143224>
- Janelle D., Goodchild M., 1983, "Diurnal patterns of social group distribution in Canadian cities", *Economic Geography*, Vol.59, No.4, 403-425, <https://www.jstor.org/stable/pdf/144166.pdf>
- Järv O., Müürisepp K., Ahas R., Derudder B., Witlox F., 2015, "Ethnic differences in activity spaces as a characteristic of segregation: A study based on mobile phone usage in Tallinn, Estonia", *Urban Studies*, Vol.52, No.14, 2680-2698, <https://doi.org/10.1177/0042098014550459>
- Jirón P., 2009, "Prácticas de movilidad cotidiana urbana. Un análisis para revelar desigualdades en la ciudad", in : Pérez Oyarzun F., Tironi Rodó M. (comps.) *SCL: espacios, prácticas y cultura urbana*, Santiago de Chile, Ediciones ARQ, 176-189.
- Jirón P., Lange C., Bertrand M., 2010, "Exclusión y desigualdad espacial: retrato desde la movilidad cotidiana", *Revista INVI*, Vol.25, No.68.

- Jones M., Pebley A., 2014, "Redefining neighborhoods using common destinations: Social characteristics of activity spaces and home census tracts compared", *Demography*, Vol. 51, No.3, 727-752.
- Jouffe Y., Caubel D., Fol S., Motte-Baumvol B., 2015, "Faire face aux inégalités de mobilité. Tactiques, stratégies et projets des ménages pauvres en périphérie parisienne", *Cybergeo : European Journal of Geography*, [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 708, <http://journals.openedition.org/cybergeo/26697>
- Langlois P., Denain J.-C., 1996, "Cartographie en anamorphose", *Cybergeo : European Journal of Geography*, [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, Document 1, <https://journals.openedition.org/cybergeo/129>
- Le Roux G., 2015, *(Re)connaître le stade de peuplement actuel des grandes villes latino-américaines. Diversification des parcours des habitants et des échelles du changement urbain à Bogotá (Colombie)*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Poitiers, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01176054/document>
- Lefever D.W., 1926, "Measuring geographic concentration by means of the standard deviation ellipse", *American journal of sociology*, Vol.32, No.1, 88-94, <https://www.jstor.org/stable/2765249>
- Lewin K., 1951, *Field Theory in Social Science: selected theoretical papers*, New York, Harper.
- Li F., Wang D., 2017, "Measuring urban segregation based on individuals' daily activity patterns: A multidimensional approach", *Environment and Planning A*, Vol.49, No.2, 467-486, <https://doi.org/10.1177/0308518X16673213>
- Lord S., Joerin F., Thériault M., 2009, "Évolution des pratiques de mobilité dans la vieillesse : un suivi longitudinal auprès d'un groupe de banlieusards âgés", *Cybergeo : European Journal of Geography*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, Document 444, <https://journals.openedition.org/cybergeo/22090>
- Massot M.-H., Proulhac L., 2010, "Modes de vie et mobilités des actifs franciliens : le clivage par les temps d'accès au travail", in : Massot M.-H. (dir.), *Mobilités et modes de vie métropolitains : les intelligences du quotidien*, Paris, L'œil d'or, Collection critiques & cités.
- McDonald N.C., 2008, "Household interactions and children's school travel: the effect of parental work patterns on walking and biking to school", *Journal of Transport Geography*, Vol.16, No.5, 324-331, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.01.002>
- Montoya J., 2012, *Bogotá: crecimiento urbano y cambio morfológico de 1538 a 2010*, Thèse en Sciences Géographiques, Québec, Université Laval.
- Montoya J., 2014, "Bogotá, urbanismo posmoderno y la transformación de la ciudad contemporánea", *Revista de geografía Norte Grande*, Vol. 57, 9-32.
- Morency C., 2006, "Étude de méthodes d'analyse spatiale et illustration à l'aide de microdonnées urbaines de la Grande Région de Montréal", *Les Cahiers scientifiques du transport*, Vol.49, 77-102.
- Moreno C., 2016, "Segregación en el espacio urbano de Soacha. ¿Transmilenio como herramienta integradora?", *Revista de Arquitectura*, Vol.18, No.1, 48-55, <http://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.5>
- Noël N., Villeneuve P., Lee-Gosselin M., 2001, "Aménagement du territoire et espaces d'action : Identification des déterminants des stratégies de déplacements de cyclistes de la région de Québec à l'aide d'un SIG", *Revue Internationale de Géomatique*, Vol.11, No.3-4, 381-404.



- Palmer J.R.B., 2013, *Activity-space segregation: Understanding social divisions in space and time*, Doctoral dissertation, Princeton University.
- Patterson Z., Farber S., 2015, "Potential Path Areas and Activity Spaces in Application: A Review", *Transport Reviews*, Vol.35, No.6, 679-700, <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2015.1042944>
- Pérez López R., Capron G., 2018, "Movilidad cotidiana, dinámicas familiares y roles de género: análisis del uso del automóvil en una metrópoli latinoamericana", *Quid 16: Revista del Área de Estudios Urbanos*, Vol.10, 102-128, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6702384>
- Pratt G., Hanson S., 1991, "On the links between home and work: family household strategies in a buoyant labour market", *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol.15, No.1, 55-74.
- Quiroga P., 2014, *Mobilités urbaines, pratiques résidentielles et inégalités. Le cas des personnes âgées pauvres à Recife (Brésil)*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université Rennes 2, <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01104684>
- Raine J., 1978, "Summarizing Point Patterns with the Standard Deviation Ellipse", *Area*, Vol.10, No.5, 328-333, <http://www.jstor.org/stable/20001388>
- Salas A., 2008, *Ségrégation résidentielle et production du logement à Bogotá, entre images et réalités*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Poitiers, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00303317/document>
- Salazar C. (Coord.), Contreras Y., Dureau F., Le Roux G., 2014, "Les modèles de peuplement à Bogotá et Santiago au début du XXIe siècle", in : Dureau F., Lulle T., Souchaud S., Contreras Y. (Ed.), *Mobilités et changement urbain. Bogotá, Santiago et São Paulo*, Rennes, PUR, Chapitre 3, 109-134.
- Schnell I., Yoav B., 2001, "The Sociospatial Isolation of Agents in Everyday Life Spaces as an Aspect of Segregation", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol.91, No.4, 622-636.
- Schönfelder S., Axhausen K. W., 2002, *Measuring the size and structure of human activity spaces. The longitudinal perspective*, Working Paper, Vol.135, Zurich, ETH Collection, <https://doi.org/10.3929/ethz-a-004444846>
- Schönfelder S., Axhausen K., 2003, "Activity spaces: Measures of social exclusion?", *Transport Policy*, Vol.10, 273-286, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.07.002>
- Serres A., Malingre M.-L., Mignon M., Pierre C., Collet D., 2017, *Données de la recherche en SHS. Pratiques, représentations et attentes des chercheurs : une enquête à l'Université Rennes 2*, Rennes, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01635186v2>
- Singell L.D., Lillydahl J.H., 1986, "An empirical analysis of the commute to work patterns of males and females in two-earner households", *Urban Studies* Vol.23, No.2, 119-29, <https://www.jstor.org/stable/43082700>
- Spiekermann K., Wegener M., 1994, "The shrinking continent: new time-space maps of Europe", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.21, 653-673, <https://doi.org/10.1068/b210653>
- Tigar McLaren A., 2018, "Parent-child mobility practices: revealing 'cracks' in the automobility system", *Mobilities*, Vol.13, No.6, 844-860, <https://doi.org/10.1080/17450101.2018.1500103>
- Tobler W.R., 1965, "Computation of the correspondence of geographical patterns", *Papers of the Regional Science Association*, Vol.15, 131-139.
- Tobler W.R., 1977, *Bidimensional regression: a computer program*. Santa Barbara, Polycopié, 71 p.
- Wang D., Li F., Chai Y., 2012, "Activity Spaces and Sociospatial Segregation in Beijing", *Urban Geography*, Vol.33, No.2, 256-277, <https://doi.org/10.2747/0272-3638.33.2.256>

Wolpert J., 1965, "Behavioral aspects of the decision to migrate", *Papers in Regional Science*, Vol.15, 159-169.

Wong D.W.S., Shaw S.-L., 2011, "Measuring segregation: An activity space approach", *Journal of Geographical Systems*, Vol.13, No.2, 127-145.

## Logiciels utilisés

Stata, Excel, SavGIS, QGIS

## ANNEXES

### Annexes

Tableau 4 : Coordonnées des lieux de résidence et d'activité (extrait), ANR METAL, Bogotá, 2009

ID Individu	Zone enquête	X Géo Domicile (°)	Y Géo Domicile (°)	X Proj Domicile (m)	Y Proj Domicile (m)	X Géo Activité (°)	Y Géo Activité (°)	X Proj Activité (m)	Y Proj Activité (m)
01100301	Perseverancia	-74,068649	4,61901999	101366	102207	-74,15739	4,69633007	91515	110759
01100303	Perseverancia	-74,068649	4,61901999	101366	102207	-74,12311	4,67437983	95320	108331
01100304	Perseverancia	-74,068649	4,61901999	101366	102207	-74,08019	4,59890985	100084	99982
01100701	Perseverancia	-74,065437	4,61978006	101722	102291	-74,11017	4,63593006	96756	104077
01100703	Perseverancia	-74,065437	4,61978006	101722	102291	-74,07337	4,61048985	100841	101263
01101203	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,06764	4,62047005	101477	102367
01101602	Perseverancia	-74,070396	4,61527014	101172	101792	-74,07096	4,6198802	101109	102302
01101901	Perseverancia	-74,069649	4,62099981	101255	102426	-74,07951	4,70937014	100159	112202
01101902	Perseverancia	-74,069649	4,62099981	101255	102426	-74,06388	4,6381402	101895	104322
01105101	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,05209	4,66767979	103203	107590
01105102	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,14414	4,58501005	92985	98444
01105104	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,07035	4,64874983	101176	105496
01105105	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,09649	4,61158991	98275	101384
01105106	Perseverancia	-74,06649	4,61920977	101605	102228	-74,0732	4,61651993	100861	101930
01105201	Perseverancia	-74,068588	4,61977005	101372	102290	-74,07291	4,62188005	100893	102523

01105202	Perseverancia	-74,068588	4,61977005	101372	102290	-74,08058	4,60776997	100041	100962
----------	---------------	------------	------------	--------	--------	-----------	------------	--------	--------

Tableau 5 : Variables intermédiaires calculées pour obtenir les coordonnées des lieux-temps d'activité (extrait), ANR METAL, Bogotá, 2009

ID Individu	Temps Trajet (min)	Distance Euclidienne OD (m)	Vitesse (m/min)	Vitesse (km/h)	Vitesse Moy Globale (m/min)	Distance Temps (m)	Orientation (°)	Cosinus (radians)	Sinus (radians)	Delta X (m)	Delta Y (m)	X Proj LTA (m)	Y LTA (m)
01100301	60	13045	217,4	13,0	180	10800	138,9	-0,753986478	0,656889915	-8143	7094	93223	100000
01100303	30	8605	286,8	17,2	180	5400	134,5	-0,701280355	0,712885618	-3787	3850	97579	100000
01100304	15	2567	171,1	10,3	180	2700	240,1	-0,497821212	-0,867279649	-1344	-2342	100021	99999
01100701	30	5277	175,9	10,6	180	5400	160,1	-0,940573454	0,339590281	-5079	1834	96643	100000
01100703	10	1353	135,3	8,1	180	1800	229,5	-0,649446845	-0,760407031	-1169	-1369	100553	100000
01101203	10	189	18,9	1,1	180	1800	132,4	-0,674699664	0,738092363	-1214	1329	100391	100000
01101602	5	513	102,6	6,2	180	900	97,0	-0,12155769	0,992584348	-109	893	101062	100000
01101901	40	9837	245,9	14,8	180	7200	96,4	-0,110941082	0,993826985	-799	7156	100456	100000
01101902	10	2001	200,1	12,0	180	1800	71,4	0,318931639	0,947777748	574	1706	101829	100000
01105101	30	5595	186,5	11,2	180	5400	73,5	0,284727931	0,958608389	1538	5176	103143	100000
01105102	30	9413	313,8	18,8	180	5400	203,8	-0,915172338	-0,40306282	-4942	-2177	96663	100000
01105104	30	3295	109,8	6,6	180	5400	97,4	-0,129584044	0,991568446	-700	5354	100905	100000
01105105	10	3435	343,5	20,6	180	1800	194,3	-0,969222128	-0,246187881	-1745	-443	99861	100000
01105106	40	802	20,1	1,2	180	7200	201,9	-0,928125858	-0,372266531	-6683	-2680	94923	99999
01105201	1	533	533,0	32,0	180	180	154,0	-0,898477435	0,43901971	-162	79	101211	100000
01105202	30	1879	62,6	3,8	180	5400	225,0	-0,706909955	-0,707303524	-3817	-3819	97555	99999
01105203	10	263	26,3	1,6	180	1800	177,3	-0,998924196	0,046372965	-1798	83	99574	100000
01105604	5	130	26,0	1,6	180	900	36,5	0,803872883	0,594801128	723	535	102096	100000
01105804	25	4115	164,6	9,9	180	4500	104,2	-0,246147737	0,969232321	-1108	4362	100064	100000
01105805	25	4115	164,6	9,9	180	4500	104,2	-0,246147737	0,969232321	-1108	4362	100064	100000
01106301	15	734	48,9	2,9	180	2700	201,0	-0,933697939	-0,358061612	-2521	-967	98602	100000

01106302	60	22159	369,3	22,2	180	10800	83,6	0,111339144	0,993782461	1202	10733	102325	1
01106303	60	22159	369,3	22,2	180	10800	83,6	0,111339144	0,993782461	1202	10733	102325	1
01109401	10	1862	186,2	11,2	180	1800	236,1	-0,557562888	-0,83013469	-1004	-1494	100602	1

## NOTES

1. Programme financé par l'Agence Nationale de la Recherche et dont le titre est : "Le rôle des cultures éducatives urbaines (CEU) dans l'évolution des mobilités quotidiennes et des contextes de vie des enfants. Collecte et analyse de traces géolocalisées et enrichies sémantiquement", <https://anr.fr/Projet-ANR-16-CE22-0009>
2. Collaboration entre le CEDE (*Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes*) et l'ORSTOM qui est l'ancien nom de l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement).
3. Programme de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche et dont le titre est : "Métropoles d'Amérique latine dans la mondialisation. Reconfigurations territoriales, mobilité spatiale, action publique".
4. Traduction libre des auteurs.
5. Ibid.
6. Ibid.
7. Pour un examen approfondi de l'ensemble des méthodes qui peuvent être utilisées pour figurer sur une carte les espaces d'action (ellipses, champs de probabilités de déplacement, carte de densités estimées par la méthode des noyaux, polygones convexes à emprise minimale, zones tampons le long des réseaux, etc.), consulter Patterson et Farber (2015).
8. Les individus issus de ménages défavorisés résidant dans les espaces centraux peuvent avoir des durées de trajet relativement courtes. Ce constat reste cependant peu fréquent.
9. <http://migrinter.labo.univ-poitiers.fr/metalmaps/webmaps.html>
10. Une cartographie dynamique en anamorphose montrant l'évolution de la ségrégation socio-résidentielle à Bogotá entre 1993 et 2005 est disponible ici : <http://espenf.cnrs.fr/AnamorphoDyn/>
11. D'après les Enquêtes de Mobilité réalisées dans l'aire métropolitaine de Bogotá à ces deux dates.
12. Bus à Haut Niveau de Service. En Colombie, on utilise le terme anglais BRT : *Bus Rapid Transit*.
13. Groupe de Réflexion sur l'Approche Biographique (INED).
14. Une présentation en français du dispositif méthodologique est développée dans Dureau *et al.* (2014, Chap. 2).
15. Le temps nécessaire pour mener une enquête ménage a été en moyenne d'une heure et demie aux deux dates.
16. Le calcul des espaces-temps d'action a été effectué avec SavGIS, un logiciel gratuit développé par Marc Souris (IRD) : <http://www.savgis.org/SavGIS/accueil.html>. Ceci étant, la méthode peut être reproduite avec tout autre logiciel SIG.
17. Le mode de déplacement sera réintroduit pour interpréter les résultats (Section 5).
18. Ces coordonnées correspondent aux variables "X\_Proj\_Domicile" et "Y\_Proj\_Domicile".
19. Les effectifs étudiants dans notre population de référence sont toutefois modestes à Chía (8 en 1993 et 6 en 2009), ce qui invite à prendre les résultats observés avec prudence.
20. Précisons que la ligne du *Transmilenio* reliant l'aéroport au centre-ville – et donc Normandía aux universités – n'était pas encore en service en 2009. Elle a été inaugurée en 2014 : la situation des étudiants a donc pu s'améliorer après cette date.

21. 77 % des logements enquêtés en 2009 y avaient été construits avant 1980 (Dureau *et al.*, 2014 : 65).
  22. Il n'a pas été possible de développer dans cet article la situation des deux zones d'enquête localisées dans le centre-ville, Perseverancia et La Candelaria, en raison du trop faible nombre d'étudiants retenus dans notre population de référence de 2009.
  23. <https://bequali.fr/fr/pour-quoi-faire/>
  24. <http://quetelet.progedo.fr/>
- 

## RÉSUMÉS

L'étude a pour finalité de comprendre l'évolution des conditions d'accès des individus à leurs lieux d'activité dans un contexte de transformations urbaines et de changements sociodémographiques. Nous cherchons en particulier à savoir si aujourd'hui les adultes pâtissent d'une localisation résidentielle plus favorable à leurs enfants du point de vue des mobilités quotidiennes ou si d'autres logiques sont à l'œuvre entre autres suivant la position des ménages dans la hiérarchie sociale. Nous cherchons également à comprendre comment ont évolué les conditions de mobilité suivant le lieu de résidence dans la ville. Pour ce faire, nous définissons un nouveau concept appelé "espace-temps d'action" dont nous proposons une représentation cartographique. Nous étudions à l'aide des "espaces-temps d'action" l'évolution conjointe, entre 1993 et 2009, de l'accessibilité aux lieux d'étude et de travail des adultes actifs et des enfants coresidents au sein de ménages enquêtés à Bogotá (Colombie). La méthode d'élaboration des espaces-temps d'action est détaillée, ses avantages et limites sont discutés.

The article aims at understanding the evolution of individuals' access to their places of activity in a context of urban changes and socio-demographic transformations. We are particularly interested in knowing whether adults today suffer from a residential location that is more favorable to their children in terms of daily mobility or whether other rationales are at work, in particular according to the position of households in the social hierarchy. We also seek to understand how mobility conditions have evolved according to the place of residence in the city. To do this, we define a new concept that we call "space-time of action" and propose a way to map it. Using spaces-time of action, we study the joint evolution, between 1993 and 2009, of the accessibility to places of study and work for active adults and co-resident children from households surveyed in Bogotá (Colombia). The method of designing the "space-time of action" is detailed, its advantages and limitations are discussed.

En este artículo se analiza la evolución de las condiciones de acceso de los individuos a sus lugares de actividad en un contexto de transformaciones urbanas y de cambios sociodemográficos. Nos interesa en particular saber si los adultos sufren hoy en día de una ubicación residencial más favorable para sus hijos en términos de movilidad diaria o si hay otras lógicas en acción, especialmente en función de la posición de los hogares en la jerarquía social. También buscamos entender cómo han evolucionado las condiciones de movilidad de acuerdo con el lugar de residencia de las personas en la ciudad. Para ello, definimos un nuevo concepto que llamamos "espacio-tiempo de acción" y lo representamos en mapa. A partir los "espacios-tiempo de acción", se estudia la evolución conjunta, entre 1993 y 2009, de la accesibilidad a los lugares de estudio y de trabajo de los adultos activos y los niños co-residentes en hogares

encuestados en Bogotá (Colombia). Se detalla el método de construcción del espacio-tiempo de acción, se discuten sus ventajas y limitaciones.

## INDEX

**geographyun** 904, 931, 170

**Keywords** : accessibility, space-time, daily mobility, residential location, urban change, diachronic analysis, GIS, Bogota

**Palabras claves** : accesibilidad, espacio-tiempo, movilidad diaria, ubicación residencial, cambio urbano, análisis diacrónico, GIS, Bogotá

**Mots-clés** : accessibilité, espace-temps, mobilité quotidienne, localisation résidentielle, changement urbain, analyse diachronique, SIG, Bogota

## AUTEURS

### FLORENT DEMORAES

Université Rennes 2, CNRS, ESO-UMR 6590, F-35000 Rennes, France  
Enseignant-chercheur  
florent.demoraes@univ-rennes2.fr

### VINCENT GOUËSET

Université Rennes 2, CNRS, ESO-UMR 6590, F-35000 Rennes, France  
Enseignant-chercheur  
vincent.goueset@univ-rennes2.fr

### MÉGANE BOUQUET

Université Rennes 2, CNRS, ESO-UMR 6590, F-35000 Rennes, France  
Ingénieure d'étude géomaticienne  
morgane.bouquet@univ-rennes2.fr