



**HAL**  
open science

## Attrape-moi si tu peux!

Sébastien Oliveau

► **To cite this version:**

Sébastien Oliveau. Attrape-moi si tu peux!: Une réflexion sur la cartographie des mobilités. La carte invente le monde, Presses Universitaires du Septentrion, pp.181-197, 2018, 978-2-7574-1800-0. 10.4000/books.septentrion.27774 . hal-01756483

**HAL Id: hal-01756483**

**<https://hal.science/hal-01756483>**

Submitted on 30 Jan 2020

**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.

## Attrape-moi si tu peux ! Une réflexion sur la cartographie des mobilités<sup>1</sup>

Sébastien Oliveau,

Maître de conférences en géographie

Université de Nice - Sophia Antipolis, Université d'Avignon, Université d'Aix-Marseille, CNRS,  
UMR ESPACE 7300 / DEMOMED – Observatoire Démographique de la Méditerranée.

Ce chapitre propose une réflexion sur la cartographie de la mobilité dans une perspective mêlant méthodologie (comment on cartographie la mobilité) et épistémologie (quels sont les enjeux de cette cartographie). Il évoque, sans intention d'exhaustivité, différents aspects des représentations spatiales en prenant dans la littérature scientifique un certain nombre d'exemples représentatifs, mais limités dans leur nombre. Nous visons ainsi à introduire un public large aux questions de cartographie de la mobilité et ne nous adressons pas aux collègues et étudiants déjà spécialistes de cette question.

### Introduction : Cartographie / mobilités

#### Qu'est-ce que la cartographie - Essor de la cartographie ces dernières années

Sans chercher à définir ou interroger ce qu'est une carte, ce que d'autres dans cet ouvrage ont fait mieux que nous, nous poserons tout de même en préambule qu'elle constitue une tentative de représentation d'un phénomène spatiale sur une surface. La carte est donc une nécessaire modélisation, une réduction du réel visant à mieux le saisir. De ce point de vue, la cartographie des mobilités connaîtra donc les mêmes limites que la cartographie d'autres phénomènes humains ou naturels. On ne peut pas tout représenter. Il y a toujours une nécessaire sélection pour établir une carte.

La dernière décennie a été marquée par un formidable développement de la disponibilité des données géographiques. La production de données géolocalisées a littéralement explosé avec la diffusion large des GPS, couplés avec des logiciels de traçage, disponibles via des interfaces faciles d'utilisation. Que l'on pense seulement à nos smartphones et l'on envisagera l'étendue des progrès effectués !

Dans le même temps les individus produisent volontairement (ou pas) de plus en plus d'informations et les institutions rendent publiques les fichiers qu'elles constituent. Nous sommes ainsi passés d'une période où le chercheur courait après les données à une période où les données courent après les chercheurs !

En outre, l'essor des interfaces en ligne a permis un accès encore plus large aux données, et les logiciels de traitement, aussi bien statistiques que cartographiques et plus largement de visualisation, se sont véritablement démocratisés, aussi bien d'un point de vue économique (avec le

---

<sup>1</sup> Ce chapitre est redevable aux suggestions de Lionel Kieffer ainsi que de plusieurs collègues de l'Université d'Aix-Marseille : Frédéric Audard, Samuel Carpentier et Florian Masse. Les discussions avec Olivier Klein et Jean-Philippe Antoni ainsi que la lecture de leurs travaux sur les mobilités et leurs représentations ont enrichi notre manière de voir.

développement des logiciels libres) que d'un point de vue technique (avec des interfaces « *user friendly* »). Ainsi donc, il n'a jamais été aussi facile de produire des cartes, et, par conséquent, il n'y a jamais eu autant de cartes en circulation. La géographie et la cartographie sont omniprésentes dans la vie des populations aujourd'hui.

Il reste néanmoins un secteur de la cartographie qui continue de poser quelques problèmes, celui des mobilités. En effet, si l'on maîtrise très bien la cartographie de données de toute nature (aussi bien qualitative que quantitative), la question de la représentation des mouvements n'est pas aussi simple d'abord. Aux questionnements habituels de la représentation graphique (qu'est-ce que je souhaite montrer ? à qui ? quelles sont les règles pour le faire ? etc.) s'ajoutent quelques spécificités liées au thème abordé.

### Qu'est-ce que la mobilité - Essor de l'intérêt pour la mobilité

La mobilité, nous dit le trésor de la langue française informatisé, est le « Caractère de ce qui peut être déplacé ou de ce qui se déplace par rapport à un lieu, à une position ». Autrement dit, la mobilité est le caractère du mouvement, qui se définit lui-même comme le « Déplacement par rapport à un point fixe de l'espace et à un moment déterminé ». La mobilité est donc la description spécifique du mouvement. Et le mouvement c'est le déplacement par rapport à un point fixe de l'espace, à un moment donné. On peut finalement définir la mobilité comme le déplacement d'un lieu à un autre.

On rappellera que la mobilité peut concerner aussi bien des personnes que des animaux, des objets, des informations. C'est donc un concept très large, qui recouvre une très grande diversité de mouvements. C'est pour cela que certaines mobilités sont ensuite redéfinies, requalifiées avec d'autres termes pour en préciser la teneur. On parlera ainsi de migration pour des changements de lieu de vie ; de navette pour qualifier les allers-retours quotidiens entre domicile et travail ; de transhumance pour des migrations saisonnières liées à l'élevage ; de livraison pour décrire la mobilité d'un objet vers son lieu d'utilisation ; etc.

La mobilité induit par conséquent un lieu de départ, un lieu d'arrivée (qui peuvent d'ailleurs être identiques), et un trajet entre ces lieux. Autrement dit : si vous ne vous déplacez pas, il n'y a pas de mobilité. Néanmoins, si vous vous déplacez pour revenir à votre point de départ, vous êtes mobile, puisque que l'on peut définir un trajet. Le trajet, quant à lui, est défini par une distance parcourue et un temps pour la parcourir. Il peut être décrit par un itinéraire, c'est-à-dire par un chemin suivi pour effectuer ce trajet.

## 1. Mouvement temps et espace

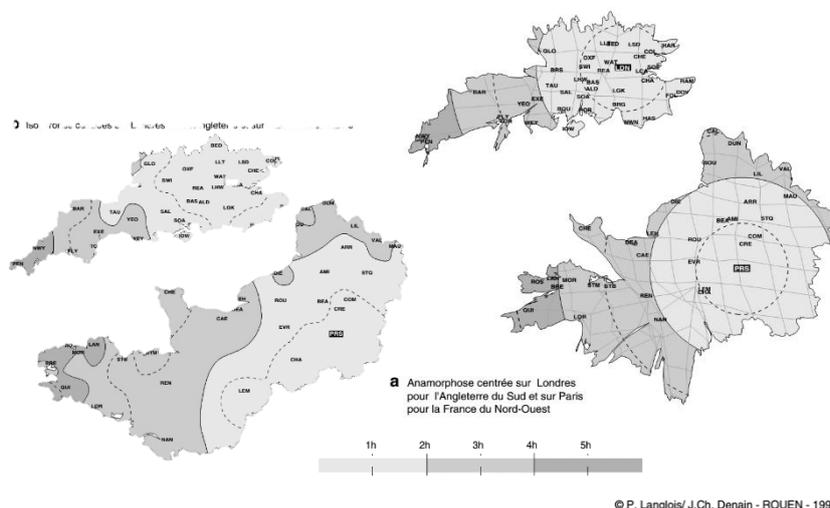
Décrire une mobilité c'est donc désigner, au moins, un lieu de départ et un lieu d'arrivée, reliés entre eux. Pour être plus juste, il conviendrait cependant de décrire une mobilité comme une localisation (simple ou multiple), un trajet (voire un itinéraire) et une temporalité (un moment ou une durée).

A minima, la mobilité est donc décrite par une localisation dans une succession de lieux que des trajets lient entre eux. Très vite, on doit néanmoins prendre en compte l'aspect intrinsèquement spatiotemporel de la mobilité. La notion de spatiotemporalité souligne ici que temps et espace sont imbriqués, et pas simplement juxtaposés dans le phénomène. Enfin, il est rapidement évident que d'autres dimensions de la mobilité méritent aussi (et en même temps) d'être représentées. Ainsi en

est-il particulièrement de ses motifs (les raisons du mouvement, la question du pourquoi) et de ses modes (les moyens du mouvement, la question du comment).

Depuis où, par où, jusqu'où ? Qui ou quoi ? Quand ? Pendant quelle durée ? Pourquoi ? Comment ? Autant de questions à laquelle une cartographie de la mobilité devrait répondre. C'est évidemment difficile, et l'on verra que les cartographes ont déployé de multiples solutions pour essayer de résoudre ce problème.

Une première façon de représenter le temps et l'espace est de développer des cartes que l'on nomme « isochrones ». Ces cartes permettent de voir jusqu'où on peut aller dans un temps imparti, à partir d'un ou plusieurs lieux. Elles décrivent une dimension spécifique de la mobilité : l'accessibilité temporelle des lieux (Chardonnel, 1999). Mais l'on peut aussi déformer l'espace en fonction du temps, de manière à ce que la métrique de la carte ne soit plus une distance mais un temps. Sur ces cartes, que l'on nomme cartogramme, la proximité entre les lieux dépend du temps qui les sépare, et non pas de la distance.



© P. Langlois/ J.Ch. Denain - ROUEN - 1997

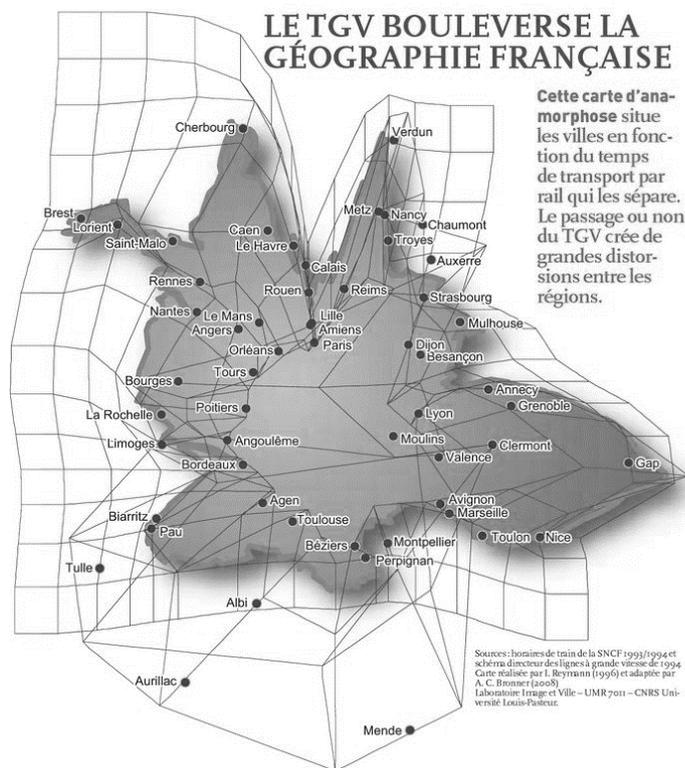
Carte 1 : carte et cartogramme isochrone (Langlois, Denain, 1997).

La carte 1 présente une carte isochrone depuis Paris et Londres. L'espace est tel qu'on le connaît, et ce qui nous indique les différences de temps d'accès sont les couleurs et les traits. Certains lieux étant d'accès plus rapides que d'autres (Le Mans par rapport à Evreux par exemple), Les polygones ne sont pas réguliers autour des centres (Paris et Londres). On voit ici l'effet des autoroutes. Le cartogramme présente lui un espace déformé. Les positions des villes sont relatives à leur temps d'accès et non plus à leur localisation géographique réelle. Le Mans se trouve sur le cartogramme à la même distance que Chartres de Paris. La mobilité potentielle depuis Paris est ainsi facile à lire, on voit l'espace se contracter en fonction de l'accélération des déplacements.

Représenter l'espace et le temps simultanément permet de mieux comprendre l'effet de l'accélération des vitesses de déplacement sur l'organisation spatiale des sociétés. L'étalement urbain, fruit des possibilités de s'éloigner des lieux de travail situés en ville, est ainsi quasi-exclusivement un étalement de l'emprise spatiale et pas un éloignement temporel. Les vitesses moyennes ayant augmentées, les habitants s'éloignent physiquement des centres urbains, mais effectuent la même durée de déplacement (Bretagnolle *et al.*, 2002).

On comprend ainsi mieux pourquoi la mobilité est devenue un des sujets majeurs de ce début de siècle. Les distances se franchissent beaucoup plus vite, et les humains se déplacent en conséquence beaucoup plus : un français parcourait 5km par jour en moyenne en 1950, ce sont 45km aujourd'hui (Viard, 2006). Or, ces déplacements ont des impacts autant sociaux qu'environnementaux et l'on perçoit bien les enjeux qui se développent autour de leurs représentations.

D'autres représentations ont été développées pour essayer de cartographier ce que Denise Pumain a qualifié de « rétrécissement apparent du monde » (2009 : 16). Les cartogrammes peuvent mobiliser des anamorphoses plus complexes, où la situation de chaque lieu est définie relativement au temps d'accès aux autres lieux (et non plus à un lieu unique comme précédemment). La carte produite nous montre que Paris reste bien au cœur de la France, mais l'on perçoit mieux à quel point Brest et Gap sont en fait des villes périphériques du territoire national.



## 2. Mobilités individuelles et questions d'échelles

Plutôt que d'envisager les mobilités d'un point de vue général, on peut être tenté de les cartographier de façon détaillée, pour mettre en évidence les lieux de départ et d'arrivée (on dit d'origine et de destination) mais aussi les trajets entre eux et les éventuels lieux de transit. On envisage rapidement que la multiplication des points (les lieux), et des liens entre eux (les trajets) vont rapidement rendre les cartes difficiles à dessiner et plus encore à lire. Même si l'on souhaite représenter la mobilité d'un seul individu, cela peut poser des problèmes importants, liés par exemple à la diversité des échelles de mobilité de cet individu. Pour comprendre comment s'organise la mobilité d'un individu, il faut commencer par répondre aux questions quand et à quelle échelle. C'est assez facile à comprendre, mais bien plus difficile à représenter.

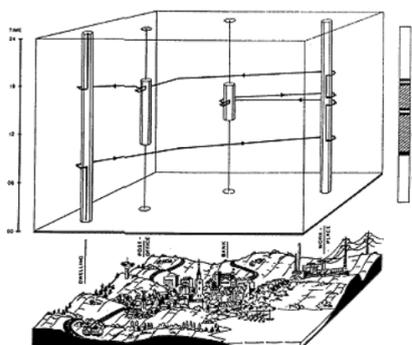
Quotidiennement, un individu pourra se rendre de son domicile à son travail. Pour ce faire, il peut avoir des trajets distincts entre aller et retour. Il effectuera peut-être le matin un détour pour déposer les enfants à l'école et prendra un autre itinéraire le soir pour s'arrêter faire une course. Dans sa journée, notre quidam profitera parfois de sa pause déjeuner pour aller courir. On le voit, la

mobilité quotidienne d'un individu n'est pas si simple, et ne peut plus se résumer au simple aller-retour domicile-travail. Cela a des conséquences variées, notamment le fait de ne pas croiser les mêmes personnes à l'aller et au retour, de ne pas fréquenter les mêmes lieux (Kieffer et al., 2014). En outre, hors des périodes de travail, notre objet d'étude reste mobile. Les mobilités de loisirs pendant les week-ends peuvent représenter des distances parcourues supérieures aux distances quotidiennes (que l'on pense seulement à l'éloignement des résidences secondaires). Pour représenter la mobilité sur une semaine d'un individu, la cartographie deviendra donc déjà compliquée, avec des effets d'échelle importants, entre les trajets pour se rendre au travail, les courses intermédiaires (souvent plus courtes) et les déplacements de loisir (parfois plus longs). Chaque déplacement pouvant être lié à un mode de transport spécifique ou à un mélange (transport en commun, marche, course, véhicule particulier, etc.). En étudiant sa mobilité durant une année, il nous faudra encore changer d'échelle. La mobilité des vacances, comme certaines mobilités professionnelles ponctuelles, peuvent amener chacun d'entre nous à plusieurs centaines, voire milliers, de kilomètres. Représenter cette mobilité annuelle risque alors de faire disparaître la mobilité quotidienne sur la carte, les distances quotidiennes étant comparativement beaucoup plus faibles. Pourtant, mises bout à bout, ces distances quotidiennes sont souvent supérieures aux distances de vacances. Autrement dit, le principal disparaît sur la carte au profit de l'anecdotique.

La question de la pluralité des échelles de la mobilité est un frein à leur représentation cartographique. Les cartographes ne savent pas comment faire lorsque plusieurs échelles sont mobilisées, sauf à proposer des zooms, mais il s'agit alors d'une juxtaposition de cartes. On a donc pris l'habitude de découper les mobilités selon leur temporalité ou leur motif. On va ainsi distinguer les mobilités quotidiennes des mobilités plus longues, les mobilités de travail des mobilités de tourisme (Kaufman, 2000).

Ainsi, en étudiant les mobilités de manière séparée, on peut améliorer leurs représentations. Cette manière de concevoir la mobilité a amené les géographes à proposer une autre représentation des mobilités, en trois dimensions, ce qui permet de présenter l'individu dans son mouvement en fonction du temps.

C'est Törsten Hägerstrand qui propose le premier cette vue en trois dimensions (Hägerstrand, 1970). On voit le déplacement d'un individu durant un nyctémère. A minuit il est à son domicile : le trait est vertical : l'individu ne change pas de lieu alors que le temps s'écoule. Il quitte sa résidence vers 7h pour rejoindre son travail : le trait est oblique marquant le déplacement dans l'espace alors que le temps s'écoule. Il restera à son travail jusqu'à midi. Il déjeune sur place mais profite de sa pause déjeuner pour faire un aller-retour à sa banque. Il quittera son travail vers 17h pour rentrer chez lui mais s'arrête à la poste en rentrant.

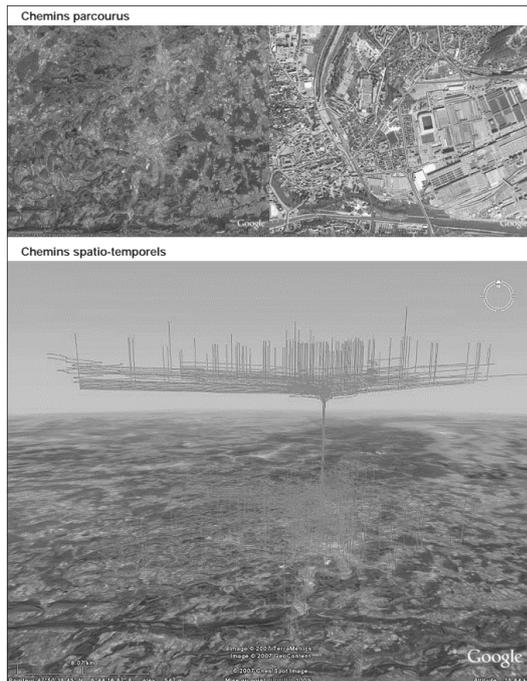


LENNTORP B. (1978)

Cette représentation en prisme que l'on appelle communément « aquarium » est efficace, notamment pour présenter des situations de mobilités spécifiques, comme la réunion d'individus en un même lieu à un même temps.

Olivier Klein (2007) l'a ainsi utilisé pour décrire le rassemblement de 400 supporters pour un match de foot au stade Bonal à Sochaux. On voit comment, d'une manière qui pourrait sembler coordonnée, les supporters quittent leur domicile ou leur lieu d'activité pour rejoindre le stade où ils vont rester ensemble.

Figure 3.21 – Chemins spatio-temporels d'environ 400 individus se rendant au stade Bonal pour un match de football

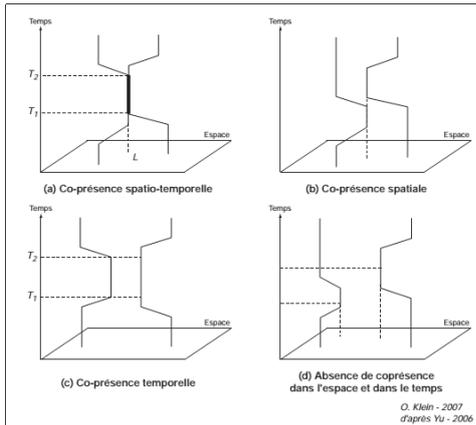


La carte en prisme permet de qualifier la mobilité des supporters : il y a coprésence spatiotemporelle au stade. On peut imaginer d'autres formes de mobilités grâce à cet aquarium. Outre la coprésence spatiotemporelle, on peut envisager de la coprésence spatiale : deux individus fréquentent le même lieu, mais à des horaires différents, comme c'est le cas dans les grandes tours de bureau, où le personnel d'entretien ne croise pas les cadres alors qu'ils travaillent tous sur les mêmes lieux. La coprésence temporelle décrit le fait que deux individus ont la même activité en même temps mais dans des lieux séparés, c'est typique du travail à distance. Enfin, on peut bien sûr envisager qu'il n'y ait pas de coprésence<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> On notera au passage que cette question déborde largement celle des mobilités pour faire réfléchir sur les manières contemporaines de travailler. Avec Internet, la coprésence n'est plus nécessaire pour assurer le travail. Il en résulte une déstructuration des temporalités et des localisations pour certains emplois dont les conséquences sont encore mal évaluées.

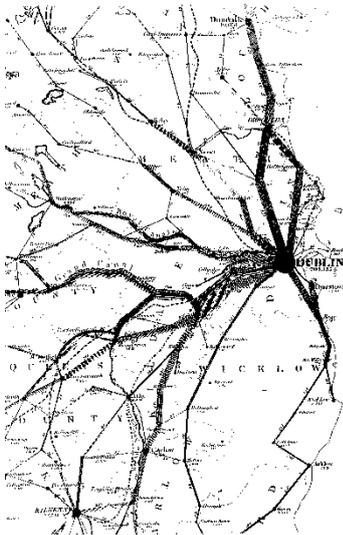
Figure 3.16 – Relations spatio-temporelles entre deux individus dans l'aquarium spatio-temporel



Les cartes en prisme constituent une solution élégante à la cartographie des mobilités où l'on peut aussi représenter, en plus du trajet et du temps, l'activité ou le mode de transport, en colorant par exemple les lignes. Il n'en reste pas moins que cette visualisation reste limitée en nombre, et dépendante de l'échelle d'analyse.

### 3. Flux de mobilité et flux de données

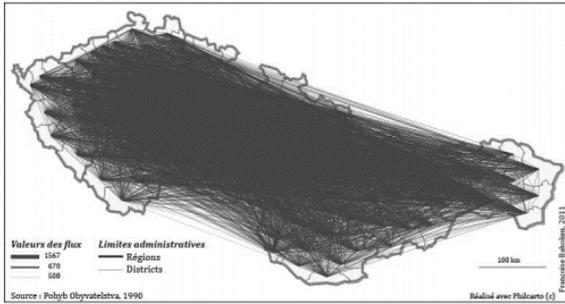
Une solution communément utilisée pour représenter les mobilités dans leur nombre est d'agréger les déplacements individuels pour constituer ce que l'on nomme des flux. La cartographie des flux date du 19<sup>ème</sup> siècle, où des statisticiens ont eu l'idée de représenter sur une carte les graphiques qu'ils établissaient par ailleurs. La plus ancienne connue serait ainsi celle dessinée en 1837 par H.D. Harness qui représente le volume de passagers dans la région de Dublin en 1836 (Robinson, 1955).



(source : British Museum. Reproduction à cette adresse: <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/harness-flow.gif>)

Si les cartes de flux offrent une solution intéressante pour cartographier des déplacements, lorsque les flux deviennent trop nombreux et trop variés on retombe sur les mêmes problèmes de représentation. Waldo Tobler a beaucoup travaillé sur cette question au 20<sup>ème</sup> siècle, et la thèse de Françoise Bahoken (2015) offre une synthèse et formule des propositions très intéressantes. En partant de l'exemple des mobilités résidentielles entre districts tchécoslovaques durant l'année 1990, l'auteure souligne les enjeux de la représentation des flux. Après avoir souligné l'impossibilité de la représentation de l'ensemble des flux (voir la carte ci-dessous), Bahoken envisage plusieurs manières de simplifier la carte pour la rendre lisible.

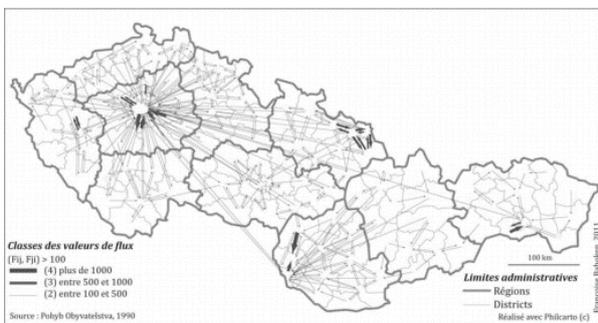
Figure 2-20. Une carte des flux de l'ex-Tchécoslovaquie en 1990 (version 1)



*'effet spaghetti : résultat de la représentation de l'ensemble des flux.*

Une première méthode consiste à utiliser des seuils en deçà desquels on ne représente plus le flux. Cela permet de dégager les grandes structures, mais une très grande partie de l'information est perdue et la carte reste encore difficile à analyser.

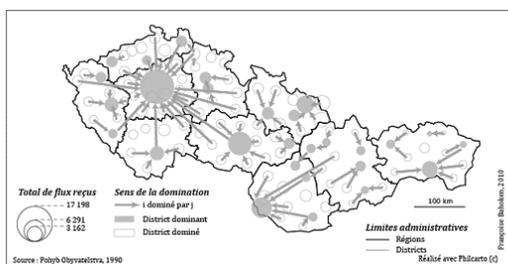
Figure 2-22. Cartographie des valeurs de flux supérieures à 100 migrants, dans l'ex-Tchécoslovaquie, de 1990



*sélection des flux principaux (plus de 100 personnes concernées)*

Une seconde méthode consiste à sélectionner les flux les plus pertinents. Ici, l'auteure a décidé de catégoriser les districts en dominant et dominé, selon les termes de leur solde migratoire, et d'indiquer par des flèches le sens de la domination. On est bien loin de la carte des mobilités initiales, mais la carte présentée donne à voir l'organisation spatiale des mobilités résidentielles.

Figure 2-23. Cartographie des flux dominants des migrations de l'ex-Tchécoslovaquie, en 1990



Cartographie des flux dominants.

Cette question de la représentation des flux est aujourd'hui au cœur des réflexions, car de plus en plus de données sont disponibles sur les mouvements des individus, des objets, des informations. Le développement de technologies de traçage informatique des individus produit de plus en plus de données : une partie de ce que l'on nomme les *big data* sont aujourd'hui des données de mobilité, qui peuvent être très fines. Les difficultés de représentations que nous avons exposées, dont on peut dire qu'elles recourent des questions de forme et de fond ne doivent pas masquer le problème que

pose la qualité des données elles-mêmes. Nous l'avons souligné en introduction, les informations géolocalisées sont aujourd'hui pléthores. Se pose alors la question de leur traitement : le domaine des « big data » est un nouveau domaine à investir.

L'information issue des *big data* pose néanmoins question. Les données fournies sont en effet de qualité très variable. L'information peut être volontaire (c'est-à-dire fournie volontairement par les utilisateurs) ou non (par exemple les traces que laissent nos appareils électroniques à notre insu). Quoi qu'il en soit, elle est partielle et généralement approximative. Ainsi l'information volontaire reflète l'engagement d'une partie de la population et souffre donc d'un fort biais de représentativité. L'information non volontaire est dépendante de capteurs dont les mesures sont approximatives et qui ne couvrent pas tout l'espace : par exemple, les « traces » vendues par les opérateurs téléphoniques reposent sur des triangulations entre les antennes relais. Les espaces non couverts n'apparaissent donc pas, ou pire, sont issues d'estimation, sans que l'on soit en mesure de le savoir. Entre outre, si les GPS ont aujourd'hui des précisions de l'ordre d'une dizaine de mètres, les antennes relais ne permettent pas mieux que 200 mètres. Enfin, ces informations sont souvent mal documentées et/ou manquent d'harmonisation.

Néanmoins, ces données se répandent de plus en plus, et il serait dommage de les ignorer. Elles n'offrent pas une alternative à des enquêtes traditionnelles mais un complément utile, nous informant de manière plus détaillée (dans le temps et l'espace) sur les mobilités effectives de la population. Augmenter la précision et le nombre des données c'est aussi augmenter la quantité d'informations à représenter. Pour les mobilités, les points et les lignes sont déjà utilisés pour décrire les lieux de départs et d'arrivée ainsi que le trajet. La couleur ou l'épaisseur sont mobilisées pour exprimer l'importance des quantités. Si vous souhaitez avoir une vision dynamique dans le temps, cela se complique. Or c'est une dimension importante de la mobilité. Tous les individus ne se déplacent pas de manière égale à n'importe quelle heure de la journée. Pour voir l'influence du moment de la journée sur l'intensité des mobilités, il faut multiplier les cartes, voire les animer.

## Conclusion : complexité de la mobilité et perspectives

On le voit, l'accumulation de descriptions de mobilités individuelles est une entreprise possible, mais l'on cible certaines mobilités particulières. Espace, temporalité, mode de déplacement, raison des déplacements font la complexité de la mobilité, mais aussi l'intérêt de leur étude. Une première conclusion sera donc que l'analyse des mobilités dans leur complexité se prête mal à une représentation cartographique unique. Il faut multiplier les angles de vue pour les cerner.

Quelles sont donc les perspectives aujourd'hui ? On distinguera 3 perspectives techniques et une perspective plus générale.

La première perspective est le développement de plus en plus nombreux d'interfaces informatiques interactives. Le développement de l'informatique et des données de masse a amené des chercheurs hors du champ cartographique et géographique à s'intéresser à la question des représentations des mobilités, notamment dans le champ de l'informatique.

La seconde va vers le développement de cartes animées, même si cela ne va pas sans poser problème. L'œil humain perçoit le changement dans sa globalité, mais si l'on veut suivre le détail c'est plus compliqué. Une animation trop rapide ne permet pas de voir le détail, mais une animation trop lente amène le lecteur à décrocher...

Enfin, la troisième perspective concerne l'automatisation des traitements des données, qui est rendue nécessaire pour pouvoir analyser les données au fur et à mesure qu'elles sont produites, d'autant plus qu'elles seront nombreuses.

Les perspectives les plus importantes concernent peut-être la mobilité elle-même plus encore que sa représentation. Du « caractère du mouvement » qui l'a défini, la mobilité est devenue une métaphore pour évoquer toute autre forme de rapport à la distance et à l'espace. Autrement dit, le fort investissement des sociologues dans le champ de la mobilité nous a poussés à repenser celle-ci comme un acte humain spécifique dont la portée dépasse le mouvement individuel dans l'espace pour s'inscrire dans un rapport à l'autre et à la société. L'étude des mobilités a de beaux jours devant elle, et les travaux sur sa représentation cartographique aussi.

## Bibliographie

Antoni J.P., Klein O., Moisy, S, « La discrétisation temporelle. Une méthode de structuration des données pour la cartographie dynamique ». *Cartes & géomatique*, Comité français de cartographie, 2012, pp.27-31.

Audard F., Carpentier S., Oliveau S., « Les « big data » sont-elles l'avenir de la géographie (théorique et quantitative) ? », 20<sup>ème</sup> colloque Géopoint, 12-13 juin 2014.

Bahoken F., *Contribution à la cartographie d'une matrice de flux*, thèse de l'université Paris 7, 2015, p. 539

Bretagnolle A., Paulus F., Pumain D., (2002), « Time and space scales for measuring urban growth », *Cybergeo : European Journal of Geography*, Dossiers, 12ème Colloque Européen de Géographie Théorique et Quantitative, St-Valéry-en-Caux, France, 7-11 septembre 2001, document 219, mis en ligne le 25 juillet 2002 DOI : 10.4000/cybergeo.3790

Chardonnel S., *Emplois du temps et de l'espace – Pratiques des populations d'une station touristique de montagne*, Thèse de doctorat, Grenoble, Université Joseph Fourier, 1999, p. 267

Guo D., (2009). « Flow Mapping and Multivariate Visualization of Large Spatial Interaction Data », *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*, IEEE Computer Society Offices, Washington, pp. 1041-1048 DOI : 10.1109/TVCG.2009.143

Hägerstrand T., « Tidsanvändning och omgivningsstruktur », in *Statens offentliga utredningar, Urbaniseringen i Sverige, en geografisk samhällsanalys*, Stockholm, Allmänna Förlaget, 1970.

Kaufmann V, *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines*, Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2000, p. 252

Kieffer L., Audard F., « Programmes d'activités et processus de choix de destinations des chaînes de déplacements : L'exemple de l'aire métropolitaine toulonnaise », 51ème Colloque de l'ASRDLF "Métropolisation, cohésion et performances : Quels futurs pour nos territoires ?" Marne la Vallée, 7-9 Juillet 2014.

Klein, O., (2007), *Modélisation et représentations spatio-temporelles des déplacements quotidiens urbains. Application à l'Aire Urbaine Belfort-Montbéliard*, Thèse de l'université de Strasbourg, 266 p.

Lenntorp B., « A time-geographic simulation model of individual activity programmes », in *Timing Space and Spacing Time Volume 2: Human Activity and Time Geography*, edited by Carlstein T., Parkes D. & Thrift N., Londres, Edward Arnold, 1978, pp. 162

Pumain D., « Essai sur la distance et l'espace géographique », Atala, Rennes, 2009 pp. 33-48.

Robinson A. H., « The 1837 Maps of Henry Drury Harness », *The Geographical Journal*, 121,1955, pp. 440-450.

Tominski C., Schumann H., Andrienko, G., Andrienko N., « Stacking-Based Visualization of Trajectory Attribute Data », 2012

Viard J., *Eloge de la mobilité : Essai sur le capital temps libre et la valeur travail*, La Tour d'Aigues, éd. De l'Aube, 2006, p. 205.

## Sitographie

Trésor de la langue française informatisé <http://atilf.atilf.fr/>