

CARTOGRAPHIE DU MOUVEMENT ET DES RESEAUX: LANGAGE ANCIEN, REALITES NOUVELLES

Gian Paolo TORRICELLI

1. Mouvements et réseaux: un «nouveau» monde?

Par la sélectivité de leur contenu et par leurs symboles et leurs styles de représentation, les cartes sont un moyen d'imaginer, d'articuler et de structurer le monde des hommes. (J. Brian Harley)

On pourrait prolonger la citation en exergue en affirmant que par son pouvoir évocateur la carte ordonne le monde des hommes, en lui attribuant un sens. Mais le monde change, de plus en plus vite, grâce à l'explosion de la mobilité et des communications.

Dans les pays industrialisés la mobilité quotidienne connaît des taux de croissance étonnants, contrairement à ceux de la population et de l'emploi, qui stagnent. Nous nous déplaçons de plus en plus souvent pour les motifs les plus divers; nous circulons toujours plus vite et plus loin, mais les temps et la part de revenu que l'on consacre aux transports restent relativement constants. De même, les processus de production ont connu un fort accroissement de la mobilité avec, notamment, la réduction des stocks et la structure en flux tendus entre stades intermédiaires de la fabrication. A une autre échelle, le nombre de touristes «long courrier» est en constante augmentation, tout comme les masses de réfugiés errants, fuyant la guerre, la famine ou la misère, qui frappent à la porte de l'occident annonçant des vagues migratoires sans précédents historiques.

Nous communiquons également toujours plus à travers des réseaux (téléphoniques, informatiques, télématiques) et notre vie se remplit d'immatériel, de représentations synthétiques (ou virtuelles), d'images de mondes lointains, aujourd'hui «visibles» et proches sur les écrans d'ordinateur. Paul Virilio a certainement raison quand il affirme que cela change les rapports de voisinage et que, dans les mailles du réseau, l'ici et l'ailleurs tendent à perdre leur signification, se diluant dans le partout et dans le nulle part. Pour autant faut-il se demander si au lieu d'une fin de l'histoire - que d'aucuns préconisaient dans les années '80 - ne faudrait-il pas aujourd'hui parler d'une fin de la géographie (Le Monde Diplomatique, Août 1997)?

En fait la circulation et la communication ne changent pas uniquement nos perceptions du monde, elles modifient sensiblement les relations qui façonnent notre espace de vie. Subtilement un monde fait de lieux et de voisinages, d'espaces contigus et de distances à parcourir est en train de disparaître pour laisser la place à un monde discontinu fait de centres et de noeuds, de mailles et de réseaux, de temps toujours plus raccourcis, voire simultanés. Il faudrait certainement étayer ces affirmations, mais on peut d'ores et déjà poser le problème de l'adéquation de nos images du monde: la carte comme représentation «normale» du monde reste une image figée, bien souvent réduite à une somme de surfaces juxtaposées et rares sont les modèles qui permettent d'apprécier le monde tel qu'il est en train de devenir, à savoir un ensemble de mouvements. Ainsi, plutôt que de la fin de la géographie ne faudrait-il pas parler ici de la crise d'une forme de représentation du monde? La question n'est pas gratuite car s'il y a crise de la carte, comme image pertinente du monde, il y a également crise de notre capacité d'imagination et de structuration du monde.

2. Expérience et représentations

A regarder la croissance de la production cartographique, avec les ordinateurs, il n'y aurait pourtant aucune crise de la carte. C'est un fait, la carte thématique permet d'approcher nombre de sujets d'intérêt général et d'en esquisser une répartition géographique efficace. Souvent même des modèles simplifiés peuvent consentir une meilleure compréhension des structures spatiales ou stimuler l'imagination et la discussion sur les mesures à envisager pour pallier l'inégale distribution d'un phénomène. Mais il est préférable de ne pas oublier qu'une telle carte, la carte thématique, est un système métaphorique, autrement dit le résultat d'un processus de glissement de sens: le modèle social d'un territoire (la carte comme représentation de structures sociales ou économiques d'un pays ou d'une région) fondé sur un modèle géométrique de la forme physique de la

terre (la carte comme le résultat d'une projection et d'une mise à l'échelle). Le médiateur de ce processus est la géométrie euclidienne, qui permet de composer les éléments primaires du plan - le point, la ligne et la surface - à travers des variations pratiquement illimitées (cf. Hussey, 1995). Or le moyen le plus répandu de reproduire un territoire reste la surface, même lorsqu'il s'agit de représenter des villes, leur développement et leur articulation. La fameuse «Banane bleue» de Roger Brunet et son équipe (Datar-Reclus, 1989) est peut-être un cas d'école: sans doute une des images géographiques les plus fortes de ces dernières années, elle aura connu un énorme retentissement médiatique. Dans la représentation, cette «dorsale européenne» devient la Mégalopole «qui va d'Angleterre en Lombardie». C'est pourtant un ensemble urbain qui surgit de la juxtaposition de villes (des points dont la surface varie proportionnellement à la présence d'un attribut): à partir de voisinages, parfois, purement cartographiques. Peu importe si au milieu il y a les Alpes, la mer ou les frontières, d'autant plus que ses auteurs n'évoquent aucune information sur les relations qui structurent (ou sont censées structurer) ce grand ensemble urbain. Celles-ci restent implicites, évoquées tout au plus par le voisinage spatial des centres et leurs spécialisations fonctionnelles. Mais justement, l'on me rétorquera, c'est là toute la puissance d'un modèle qui est en mesure d'évoquer un fait majeur par des traits simplifiés. Il ne s'agit pas, bien entendu, de savoir si cette image est bonne ou mauvaise, mais de comprendre pourquoi elle stimule ainsi notre imagination: en matière de représentation graphique, ce qui vaut pour l'ouvrage sur les villes européennes vaut également pour tous les bons atlas régionaux, qui souvent n'évoquent qu'une représentation de la fixité, mais permettent d'esquisser (de découvrir parfois) la distribution de différents phénomènes et de les associer.

On peut émettre trois hypothèses:

a) La géographie (et avec elle les sciences humaines) ne disposerait pas de modèles adaptés à la représentation des réseaux;

b) La géographie serait encore trop marquée par les représentations cartographiques issues de la Renaissance, qui «ont fait leurs preuves» (et que les satellites nous renvoient tous les jours) pour représenter les territoires des Etats et leurs frontières;

c) Représenter des réseaux est difficile car l'information manque, ou mieux, si elle existe elle est difficilement accessible. En d'autres mots l'information relationnelle (sur l'entité et la nature des relations entre les noeuds d'un réseau) est un enjeu du pouvoir (comme toute information géographique pouvait l'être autrefois) car elle véhicule un contenu stratégique, susceptible de permettre le contrôle du territoire.

L'assertion (a) ne résiste pas à la critique. La façon dont la mobilité modèle et organise l'espace a depuis longtemps intéressé les scientifiques et les géographes en particulier (cf. Pumain 1994). Alors que pour Ratzel il ne pouvait y avoir de géographie sans l'étude préalable du mouvement des hommes, très vite on a cherché à rationaliser la migration, en cherchant des régularités, des lois du mouvement des hommes sur la terre. A la constatation que la plupart des migrants se dirigeait vers de grands ensembles urbains, et à l'intuition qui voulait que chaque migration produise un flux inverse (Ravenstein 1885), suivit l'analogie des flux de transport avec la loi newtonienne de la gravitation universelle (Reilly 1931, pour le commerce de détail), qui aujourd'hui encore est à la base de nombre de modèles de prévision de la demande de transport. Mais le mouvement restera au centre de la réflexion, que l'on songe aux «relations spatiales» de la géographie quantitative (cf. Bunge 1996, qui étonne toujours pour le nombre des modèles pour la représentation et la prédiction du mouvement, peu ou jamais appliqués) ou aux théories de la diffusion, dont celle de T. Hägerstrand (celles-ci non plus n'ont pas trouvé d'application en mesure de modifier l'image «normale» du monde). De même, aujourd'hui, les scientifiques s'intéressent toujours et de plus en plus au mouvement, au point que la notion même de «réseau» a envahi le discours et devient une sorte de nouveau paradigme des sciences humaines et de la philosophie (voir, par exemple, le débat ouvert par la revue Flux en France). Il n'y a pas eu, pour autant, le développement de représentations ou de modèles potentiellement en mesure de se substituer à l'image du monde en surface (exception faite, peut-être, des modèles des ingénieurs pour les réseaux techniques). On pourrait alors se demander si la question intéresse les théoriciens des réseaux, mais l'on ne saurait évoquer des difficultés théoriques, mathématiques ou techniques qui empêcheraient une représentation du mouvement. On pourrait

même dire qu'au contraire le développement technologique, avec la cartographie électronique et interactive, est une démonstration ultérieure de la permanence de l'image cartographique comme représentation de la surface et de la fixité.

Il faut alors considérer l'hypothèse (b). Pour certains auteurs la surface et le réseau expriment deux modes antagonistes de penser et représenter le monde. Giuseppe Dematteis (1994, 203), oppose par exemple «les métonymies de la conception aréolaire» (les villes européennes deviennent la mégalopole) aux «métaphores de la conception réticulaire» (il faut voir les relations entre les villes comme des relations entre acteurs qui y résident). En considérant l'articulation entre «local» et «global», il nous invite à découvrir les différences entre le monde plus rassurant des surfaces, plus «faciles» à représenter: les territoires, les lieux les régions, qui évoquent l'enracinement et la fixité, la spécificité et la différence, la délimitation ou la hiérarchie, et le monde, peut-être plus inquiétant, des réseaux, plus difficile à fixer sur une carte, puisqu'il s'agit de flux en mouvement, évoquant l'instabilité, l'indifférence, l'indétermination voire l'homologation (la standardisation). Par là, si la surface représente la fixité et la permanence, le réseau évoque les chances de changement, le choix entre plusieurs possibles. Le monde des réseaux serait-il, ainsi, bien plus difficilement présentable avec la cartographie qui évoque un monde fixe, fini et délimité. Il faut à nouveau rappeler la nature métaphorique de la carte: la représentation des surfaces est sécurisante car elle offre l'avantage de permettre l'association des formes (comme celles que dessinent les frontières des pays) et de les mémoriser pour des usages ultérieurs et répétés (cf. Jacob 1992, pp. 347 et ss.). La carte resterait ainsi une représentation de surfaces car ce serait encore le mode le plus efficace d'évoquer le monde, alors même que notre vie, nos voisinages, nos distances sont bouleversés par l'évolution de la mobilité.

Il faudrait encore s'interroger sur la notion de réseau qui peut représenter, à la fois, l'ensemble des relations entre un groupe d'acteurs et l'infrastructure technique qui sous-tend l'existence de ces relations. Les noeuds d'un réseau technique (par exemple de circulation ou de communication) ont une localisation géographique, dans des villes, et il peut être intéressant d'en représenter les relations à travers des cartes de flux. Dans ce cas, les relations entre les acteurs (des entreprises ou des familles) pourront être approchées par les relations entre les noeuds (les villes dans un système urbain). Dans un deuxième cas de figure, cependant, il ne sera possible que très partiellement d'approcher les relations entre acteurs à travers le réseau technique. C'est le cas des réseaux télématiques et plus particulièrement du réseau Internet: pour les acteurs qui l'utilisent, l'espace n'est plus un opérateur nécessaire; il n'y a plus de noeuds localisés mais des sites avec des ressources à acquérir ou à exploiter, indépendamment de la position géographique du demandeur et de l'offreur. Surgit alors la question relative à d'autres métriques et à d'autres modèles relationnels que recherchent, sans encore y parvenir, les cartographes du cyberspace. En effet les représentations du «World Wide Web» ont fait l'objet de plus d'une réflexion (cf. Staple 1995). Mais si ces modèles devraient, pour le navigateur des réseaux, jouer un rôle analogue à celui des cartes routières pour l'automobiliste, très vite l'on s'est rendu compte de la difficulté (de l'impossibilité) de donner au Web un support géographique, et pour cause (voir encore une fois la réflexion de Paul Virilio). Cela nous mène cependant loin du propos initial, vers un autre problème, un problème de géographie virtuelle qui reste en grande partie à inventer, mais qui n'explique toujours pas la rareté ou l'absence d'images de flux et de réseaux, même dans l'univers spécialisé de la recherche. Alors qu'il reste beaucoup de relations et de mouvements que l'on pourrait représenter d'une «façon géographique» et qui pourtant ne le sont pas.

A l'absence ou à la rareté de représentations réticulaires du monde il doit donc y avoir une autre raison, comme évoqué dans l'hypothèse (c). C'est une raison plus banalement «politique»: celle qui concerne les rapports entre le pouvoir et le territoire (cf. Raffestin, 1980). Et comme le territoire est de plus en plus constitué de réseaux, l'information qui s'y réfère est de moins en moins publiquement accessible. La rétention d'information peut bien constituer une prérogative d'entreprises, comme les banques suisses mondialisées à travers lesquelles se tisse un réseau gigantesque de mouvements de capitaux, dont on aura seulement une pâle idée en analysant les données sur le commerce extérieur ou d'autres maigres sources dont on dispose pour approcher, de loin, le phénomène. Mais cela concerne également des domaines où il a été souvent plus facile, par le passé, d'obtenir des données relationnelles de base (trafic téléphonique, trafic voyageurs / marchandises, etc.). En fait la fin des monopoles d'Etat dans le domaine de la mobilité (circulation et communication) appelle à un plus fort

contrôle et à limiter l'accès à l'information, puisque celle-ci est désormais un enjeu économique de taille. C'est cela, aussi, un des effets de ce qu'il est convenu d'appeler la mondialisation, qui paradoxalement réduit le spectre des représentations possibles et ne stimule guère le développement d'outils et d'applications pour la représentation géographique des réseaux.

3. Images géographiques de réseaux

J'aimerais conclure cette courte réflexion par quelques images cartographiques de réseaux. En 1994-95 nous avons développé un petit utilitaire informatique, relativement simple, dont le but est la représentation de toutes sortes de relations entre couples de noeuds, à partir d'une matrice de connectivité (de/à). Ainsi, malgré la rareté des données, nous avons pu élaborer quelques modèles, relatifs à la mobilité quotidienne et à son évolution récente.

Figure 1. Environs de Milan et Tessin: Densité résidentielle (hab/km², 1991)

© IRE, 1997 - Atlante socioeconomico della Regione insubrica (Données: OFS/ISTAT)

Pour la représentation de l'urbanisation, un modèle en surface (Figure 1, densité résidentielle) est facilement reconnaissable par les formes qu'il évoque, mais ne permet pas d'identifier des relations entre les lieux. Un modèle de réseau (Figure 2, flux de pendulaires), par contre, permet de mettre en évidence des relations fonctionnelles entre les villes et finalement laisse apparaître une structuration du système urbain.

Figure 2. Environs de Milan et Tessin: Navetteurs; (réseau d'attraction 1990/91 d'après le modèle de Nystuen & Dacey, 1961)

© IRE, 1997 - Atlante socioeconomico della Regione insubrica (Données: OFS/ISTAT)

La représentation d'un réseau permet également un très grand nombre de variations. Ainsi, par exemple, le trafic téléphonique peut être représenté de différentes manières. Les Figures 3 à 6 montrent des réseaux de flux (unité: temps moyens mensuels de connexion) entre les anciens arrondissements téléphoniques en Suisse, réalisés à partir de la même matrice de connectivité (données 1990, source PTT). Les images sont assez différentes et l'information que l'on peut en déduire varie également selon le modèle. Ainsi la Figure 3 montre la représentation des flux les plus importants, jusqu'à concurrence du 75 % du temps total de conversation (chaque noeud a été représenté proportionnellement au temps de connexion): c'est la Suisse urbaine où apparaissent plus visiblement les flux entre les villes du plateau. Les images qui suivent, par contre, ont été réalisées en fonction des flux majeurs (cf. Nystuen & Dacey 1961) à l'entrée (diffusion, Figure 4), à la sortie (attraction, Figure 5) de chaque noeud, ou par la somme des flux entre couples de noeuds (flux majeurs symétriques, Figure 6). Elles montrent cette fois une Suisse des communautés linguistiques, voire des barrières culturelles. Mais selon le sens des relations, elles évoquent le pouvoir économique: celui de Zurich sur l'ensemble de la Suisse alémanique et le Tessin, ou encore une Suisse romande divisée entre un axe du Léman (plutôt «dominant») et un arc jurassien (plutôt «dominé»).

Ces images ne surprendront personne mais en confirmant des structures spatiales connues elles démontrent encore une fois le pouvoir évocateur de la carte. Une cartographie des flux et des réseaux peut donc être relativement efficace pour représenter les relations entre les villes, et donc pour estimer les relations entre les acteurs qui y résident. Cela ne demande pas nécessairement de modèles compliqués. Mais à condition de disposer de données relationnelles intéressantes, ce qui, malheureusement, n'est pas toujours (de moins en moins) le cas. Par contre la représentation de réseaux a-spatiaux, comme le W.W.W. est un tout autre problème. Un problème passionnant qui met en évidence les limites de la cartographie et de la carte comme image structurante du monde.

Bibliographie

BERTIN J. (1967) *Semiologie graphique*, Mouton, Paris.

BRUNET, R. (1987) *La carte, mode d'emploi*, Fayard, Paris.

DEMATTEIS G. (1994) « Global and local geo-graphies », in *Limits of representation*, edited by F. Farinelli, G. Olsson & D. Reichert, Accedo, Munich, pp. 199-214.

DATAR / RECLUS (1989) *Les villes «européennes»*, sous la direction de R. Brunet, La Documentation française, Paris.

BUNGE W. (1966) *Theoretical geography*, Gleerup, Lund

HARLEY J. B. (1995) *Le pouvoir des cartes*, Textes édités par P. Gould et A. Bailly, traduction française par P. de Lavergne, Economica, Paris.

HUSSY C. (1995) *La carte: un modèle, un langage*, Département de géographie, Université de Genève, Atelier d'impression de l'Université, Genève.

JACOB C. (1992) *L'empire des cartes*, Albin Michel, Paris.

NYSTUEN J. D. & DACEY M. F. (1961) «A graph theory interpretation of nodal regions», *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, volume 7, pp. 29-42.

PUMAIN D. (1994) «Espace et temps dans l'organisation de la vie quotidienne», in *Lo spazio e la sua utilizzazione*, édité par M. Bottai et O. Borsotti, Franco Angeli, Milan, pp. 11-15.

RAFFESTIN C. (1980) *Pour une géographie du pouvoir*, Litec, Paris.

RAVENSTEIN E. (1885) «The laws of migration», *Journal of the Statistical Society*, 48, pp. 167-235.

REILLY W. (1931) *The law of retail gravitation*, Pilsbury, New York.

STAPLE G. C. (1995) *Notes on Mapping the Net: from Tribal Space to Corporal Space*, TeleGeography 1995, TeleGeography Inc., Washington D.C., pp. 66-73.

TOBLER W. R. (1987) «Experiments in migration mapping by computer», *The American Cartographer*, vol. 14, n° 2, 1987, pp. 155-163.

TORRICELLI G.P., THIEDE L., SCARAMELLINI G. et al (1997) *Atlante socioeconomico della Regione insubrica*, Edizioni Casagrande, Bellinzona.

VIRILIO P. (1997) «Un monde surexposé. Fin de l'histoire ou fin de la géographie?», *Le Monde Diplomatique*, août 1997, p. 17.