LES DISTANCES ENTRE LES HOMMES : UNE STRUCTURE NON-GEOGRAPHIQUE

Jean-Claude Muller
Geographisches Institut
Ruhr Universität Bochum
44780 Bochum, Allemagne
émail: jcmll@t-online.de

Résumé

On considèrera ici les problèmes de représentation et de communication des informations liées aux structures non-géographiques des espaces virtuels. Ces espaces sont définis par des distances mesurées en unités de temps ou en unités monétaires selon les applications. Après avoir discuté les tendances générales et la complexité géométrique qui caractérisent de telles espaces, on envisagera différentes méthodes pour résoudre le problème de visualisation. Trois alternatives sont retenues : 1) l'approche mathématique, 2) l'approche algorithmique, 3) l'approche multimédia sur un support à trois dimensions. On conclura qu'aucune des solutions ne sont pleinement satisfaisantes, mais que l'approche multimédia, du point de vue de la communication, s'avère la plus prometteuse.

Mots clefs

Accessibilité, distances géographiques, distance-temps, distance-coûts, distances psychologiques, Euclide, Riemann, Minkowski, carte, échelle, métrique, structure spatiale, espace virtuel.

Introduction

Nous sommes habitués depuis l'école à associer les distances terrestres aux cartes bien connues de notre planisphère (carte du monde en couleur accrochée au mur de la salle de classe). Mais cette planisphère ne représente qu'un type de distance : les distances géographiques et cela de manière approximative puisque la sphère est projetée sur un plan à l'aide d'une projection cartographique, ce qui cause nécessairement des distorsions. Les distances entre les hommes, ce qui est le sujet de notre discussion, ne sont pas équivalentes aux distances terrestres. Celles-ci sont le produit d'une combinaison de facteurs où certes les distances terrestres jouent un rôle fondamental, mais auxquelles s'ajoutent d'autres types de distances telles que les distance-temps, les distance-coûts, les distances psychologiques, etc. Il en résulte une structure complexe qu'il est difficile de quantifier et de représenter. C'est pourtant celle-ci, la distance entre les hommes, qui est déterminante dans les échanges économiques, sociaux et culturelles. Comment la saisir, comment la représenter sur des cartes conventionnelles ? Le problème n'est pas simple, d'autant que le géographe est confronté à des nombres et des relations qui échappent au cadre rigide de la géométrie euclidienne (pour le plan) ou riemannienne (pour la sphère). Faire des cartes où la métrique de l'échelle est le temps ou le coût conduit à des écarts significatifs par rapport aux distances géographiques, ce qui aboutit souvent à des cartes incompréhensibles, impossibles à communiquer au lecteur. C'est sans doute la raison pour laquelle ces types de cartes sont souvent rejetés par le grand public. Faut-il ignorer pour autant cette géographie virtuelle, cette structure de l'espace qui est sous-jacente à l'espace physique et qui influence nos décisions et nos relations avec les autres ?

Théorie des échanges et types de distances

Selon Bunge, "The central problem in geography is to place interacting objects as near to each other as possible" (William Bunge, 1962). On sait que la probabilité d'une relation entre objets varie selon la distance. Plus les objets sont proches, plus la probabilité est élevée, et inversement (distance infinie égale probabilité zéro). La courbe de cette probabilité varie selon les théories (exponentielle ou gaussienne). Cette courbe peut changer selon la direction (une relation Nord-Sud plus intense qu'une relation Est-Ouest, par exemple). On aura donc des courbes différentes pour des directions différentes. Elle peut aussi varier selon le type de distances : géographique, temporelle, économique, sociologique, etc. Les unités adoptées pour exprimer ces distances sont multiples : kilomètres, heures, unités monétaires, unités d'énergie (kilowatts), fréquence des contacts culturels etc.

Les distances temporelles sont parfois assimilées à des distances effort, c'est à dire à la quantité de temps, objective ou subjective, requise pour franchir un obstacle (s'exprimant soit par une distance physique ou une barrière géographique). Les distances sociologiques, culturelles ou psychologiques sont de nature plus métaphorique, se référant aux échanges entre les personnes (Falk et Abler, 1980). Ces dernières peuvent être influencées par les distances effort.

Géographiquement le monde a peu changé, tout du moins à l'échelle historique (il faut attendre longtemps pour observer une dérive des continents). Les distances géographiques sont donc des éléments stables. Cependant, ce qui détermine la distance entre les hommes, ce n'est pas seulement la distance géographique, mais d'autres facteurs liés aux technologies, aux temps de déplacement, aux échanges économiques ou culturelles qui ont pour effet de diminuer ou d'augmenter l'accessibilité entre les lieux et les personnes.

Quelques tendances générales

Globalement le monde rétrécit car les communications s'améliorent. Objectivement d'abord, grâce aux transports plus rapides (TGV, autoroutes, transports aériens), la baisse relative des coûts de transport (forfaits, dumping etc.), les nouvelles technologies de télécommunication (téléphone, portables, émail, Internet, dans ce dernier cas la barrière de communication s'amenuise au point de pratiquement disparaître). Subjectivement aussi, grâce au brassage des populations, des cultures (réseaux des chaînes de télévision, connections par satellite, CNN par exemple, un monopole culturel et médiatique qui se propage sur toute la planète) ; c'est la mondialisation des échanges. On parle donc d'un monde qui tend à devenir un « global village ».

Le monde ne rétrécit pas de la même manière partout, ce phénomène varie suivant les régions (localisation à proximité des axes de communication, localisation rurale, hinterland), suivant l'infrastructure des pays et des continents (pays développées, pays en voie de développement). Dans certains cas on peut même parler du contraire : la pauvreté relativement croissante d'une partie de la planète peut créer des obstacles nouveaux (conflits, guerres qui empêchent les populations de se déplacer, avec pour conséquence une baisse du tourisme pour les zones considérées comme dangereuses). Le développement des intolérances, des communitarismes peuvent créer de nouvelles barrières culturelles. Cette évolution différentielle provoque des déchirures dans le tissu géographique, aboutissant à un espace « chiffonné » où certains lieux se rapprochent très rapidement, d'autres au contraire se rapprochent plus lentement, et donc sont perçus relativement plus éloignés.

Analyser et comprendre

Le défi majeur des géographes est de passer de la conceptualisation à la pratique. Intuitivement on peut faire des généralisations, dire qu'il y a une convergence de l'espace temps, dire qu'il y a des disparités dans cette convergence. Là tout le monde est d'accord. Le problème est de savoir quelles sont les implications de tels phénomènes dans la vie pratique, comment de tels phénomènes structurent les échanges économiques et les relations culturelles, par exemple. Ici nous faisons face à deux difficultés majeures : d'une part, pour comprendre comment varie l'accessibilité des lieux et des personnes, il faut pouvoir la mesurer. Il nous faut des données. D'autre part, une fois en possession des données, il faut pouvoir les digérer, les transformer en information utile.

Les seules données de distance qui nous soient vraiment disponibles, ce sont celles des distances géographiques. Essentielles pour la navigation terrestre, elles ont été mesurées très tôt et constituent aujourd'hui la base de nos connaissances géographiques. Curieusement, tout se passe comme si ces données, certes utiles pour le développement régional des infrastructures et la planification urbaine, étaient dans la majorité des cas les seules en jeu, alors que leur pertinence diminue à mesure que s'imposent d'autres types de distance pour structurer les relations entre les humains. Ces autres distances sont malheureusement souvent mal connues ou en tout cas sont rarement formulées de manière objective, encore que nous en subissons les effets tous les jours, soit dans l'implantation d'une nouvelle entreprise, les conditions de travail (rapport entre le lieu de résidence et le lieu de travail), la finance, la santé, le tourisme etc. En fait, il faudrait créer un nouveau corps de géomètres responsables de la levée des données de temps, de coûts, ou des rapports sociaux pour définir la proximité économique et sociale entre les individus et les groupes sociaux. En l'absence de données, que faire ? Certes on peut trouver des données sur le temps de parcours ou les coûts de déplacement, mais elles sont dispersées, parcellaires et exigent un effort plus ou moins considérable pour les rassembler (auprès des services responsables du ferroviaire, des compagnies aériennes, des services de la poste, etc.). Les données reliées aux distances sociales et culturelles sont encore plus difficiles à acquérir. Il y a là d'abord un problème de méthodologie : comment mesurer une distance « sociale » ? Mais il y a aussi un problème d'intérêt et d'engagement politique. Qui voudra débloquer les fonds et les énergies nécessaires pour collecter des données relativement abstraites et qui apparemment n'intéressent que la recherche universitaire ?

En admettant que ces données soient disponibles, encore faut-il pouvoir les interpréter et produire une information qui soit communicable aux acteurs politiques et industriels. Là se pose un problème de représentation. S'agissant de distances, il serait souhaitable de pouvoir les visualiser sous forme de cartes qui indiquent la proximité ou l'éloignement des lieux et des personnes selon les différentes métriques envisagées (heures, dollars, calories, fréquence des contactes sociaux, etc.). Bunge (1962) voit deux alternatives, soit de montrer « des distances compliquées sur une carte simple, soit de montrer des distances simples sur une carte compliquée ». Les cartes simples, ce sont les cartes bien connues de notre planisphère qui préservent de manière approximative les distances terrestres. Cette simplicité n'est d'ailleurs qu'apparente, puisque ces cartes mettent en œuvre un appareil mathématique compliqué qui permet de projeter la sphère sur un plan avec un minimum de distorsion. Elles ne sont simples que dans la mesure où elles nous sont familières (nous avons grandi avec !). Les cartes compliquées, ou tout du moins qui nous apparaissent ainsi, ce sont les cartes de l'espace-temps, de l'espace-coût ou de l'espace social, qui chiffonnent l'ordre géographique traditionnel jusqu'à le rendre incompréhensible. Ceci est du au fait que les chemins les plus rapides ou les moins coûteux ne correspondent généralement pas aux chemins géographiquement les plus courts. Les métriques du temps, du coût ou des relations sociales structurent un réseau dont les proximités entre points, c'est à dire entre les hommes, sont différentes de celles de la carte routière classique. C'est de ce sujet, celui de la cartographie de métriques non-géographiques, que nous voulons maintenant nous entretenir.

La cartographie des espaces virtuels

S'il y a de nombreuses solutions analytiques pour projeter la surface terrestre sur un plan, nous ne disposons d'aucune formule mathématique qui permette de transformer l'espace physique en un espace-temps ou un espace-coût. Doit-on nécessairement adopter une transformation homéomorphique ? Ou peut-on aussi concevoir une transformation topologique ? L'objet traditionnel de la géographie, limité à la description et l'explication des paysages, c'est à dire d'un espace « visible » localement euclidien, a incité les géographes à utiliser une métrique dérivée strictement des concepts d'Euclide. Malheureusement, le schéma euclidien « colle » rarement à la réalité économique ou sociale. Les modèles de Von Thünen, Christaller et Lösch, par exemple, simplifient à outrance l'espace économique, en imaginant un plan euclidien où les densités géographiques (population, etc.) sont uniformes. Il n'est donc pas étonnant d'observer une grande différence entre la prédiction des modèles et la réalité géographique.

Du point de vue du cartographe, la représentation graphique d'une surface géographique se déduit des règles adoptées pour mesurer les distances et du système de projection. Nous sommes habitués à mesurer la distance en kilomètres mais les espaces économiques, énergétiques, sociaux ou culturels suggèrent de nouvelles unités de mesure telles que l'unité monétaire (distance-coût dans l'envoi d'un colis, par exemple), le litre d'essence (énergie consommée pour atteindre un point donné), la minute (distance-temps), les échanges téléphoniques ou la fréquence du courrier entre deux points géographiques (un exemple de distance culturelle). Le choix de l'unité est matière à convention. Dans le cas des distances psychologiques, on pourrait mesurer la fréquence des associations entre noms et villes. À l'opposé de l'espace physique aux distances immuables, ces autres types d'espaces ne sont pas invariants, ce qui complique les calculs de distances. Imaginons une carte des distances-temps. Les conditions de transport et de circulation varient d'un point à un autre. Théoriquement, il est donc nécessaire de calculer une intégrale de p à q pour calculer la distance-temps t(p,q), puisque la vitesse v = F(delta) change constamment entre les points p et q. Le choix d'un système d'unités et la mesure des distances entre une série de points devraient permettre de formuler la fonction-distance (c'est à dire la formule qui permette de les calculer, comme dans la géométrie euclidienne). En principe cette fonction reflète les caractéristiques géométriques de la surface étudiée. Connaître la géométrie signifierait qu'on connaît la fonction, ce qui pour le géographe serait riche d'enseignement. En général, cependant, il est pratiquement impossible de déterminer la géométrie qui permette de calculer une distance corroborant précisément la distance induite des données (les espaces auxquels nous avons affaire sont trop complexes). De même, et pour les mêmes raisons, les équations de la transformation qui permettraient de calculer, à partir des coordonnées originales (disons celles de l'espace géographique) les nouvelles coordonnées dans l'espace-temps ou l'espace-coût ne nous sont pas données. Ces équations sont d'ailleurs pratiquement impossibles à formuler, excepté dans le cas de géométries relativement simples et bien connues, comme celui de la projection des points de la sphère sur un plan. Le cartographe pourra cependant adopter une démarche alternative, en essayant d'obtenir approximativement les formules de la transformation d'un modèle linéaire.

Soit une transformation
$u = F(x,y)$
$v = G(x,y)$
selon le système
$u_j = A_{11} x_j + A_{12} y_j + A_{13}$
$v_j = - A_{12} x_j + A_{11} y_j + A_{23}$

et un ensemble de points de positions (u^*, v^*) dans le nouvel espace, trouver les paramètres A's de la transformation, en minimisant, par la méthode des moindres carrés, l'erreur calculées de la manière suivante :

$$\sum_{J=1}^{n} [(u_j^* - u_j) + (v_j^* - v_j)]$$

On peut s'attendre à ce que l'inadéquation du modèle linéaire, de même que la structure métrique des données à représenter, influent largement sur la qualité des résultats. Ce dernier aspect, la métrique des données, est une autre source de difficulté. L'espace-temps, par exemple, satisfait rarement les quatre postulats de la métrique :

1) $p = q \ \text{->} \ pq = 0$
2) $p \neq q \qquad pq \neq 0$
3) $pq = qp$
4) $pq + qr \geq pr$

Dans l'espace-temps, on peut très bien avoir $pq + qr < pr$ (dans le cas d'un détour plus rapide) ou $pq = qp$ (le voyage retour requiert plus de temps que le voyage aller). Il est important de noter que la représentation graphique à deux dimensions ne peut se faire que si l'espace à cartographier est métrique. Il faudra donc éventuellement « métriser » les distances non-métriques au préalable, avant de pouvoir les visualiser sur un plan.

En l'absence de modèle mathématique, on peut également envisager une solution pragmatique où l'on obtient des visualisations à l'aide d'approximations. C'est l'approche algorithmique. L'espace géographique est peu à peu « chiffonné » jusqu'à obtenir une bonne approximation des distances correspondant au nouvel espace. Enfin il existe une troisième possibilité, celle d'une carte à trois dimensions. Dans ce cas les deux premières dimensions sont les coordonnées de l'espace géographique, et la troisième dimension représente les distances-temps ou les distances-coûts. Nous discuterons ici d'abord deux solutions, l'une utilisant un modèle mathématique, l'autre un modèle algorithmique. Nous terminerons par les cartes à trois dimensions.

Le modèle mathématique

À défaut de connaissance préalable de la géométrie des données observées, dont le principal caractère est l'inadéquation des distances au schéma euclidien, il s'agit de postuler un modèle de distances à priori comprenant un nombre suffisant de paramètres pour approximer de manière optimale les relations de distances qui gouvernent l'espace étudié. Nous nous cantonnerons ici aux modèles métriques ou semi-métriques. Parmi ces modèles nous avons les modèles de Riemann et de Minkowski (en fait le model euclidien est un cas particulier de ces deux modèles). On a adopté ici le modèle de Minkowski, dont un autre cas particulier, outre la distance euclidienne, est la distance de Manhattan ou distance de Hamming (correspondant aux distances calculées sur le plan en damier des villes américaines) :

Soit :

$$D(m,n) = \{ \sum_{i=1}^{2} | X_i^{(m)} - X_i^{(n)} |^p \}^{1/p}$$

où D est la distance entre les deux points m et n, les indices 1 et 2 sont les deux dimensions du plan, et p définit la géométrie. On sait que, dans le cas euclidien (p = 2), le lieu géométrique des points équidistants à un centre est un cercle. Dans le cas de Manhattan (p = 1), c'est un carré. Ces lieux géométriques prennent donc des formes variées, selon la valeur de p. Pour augmenter la généralité du modèle, on peut inclure des paramètres produisant des courbes asymétriques (par exemple une ellipse peut devenir le lieu des points équidistants), ce qui donne :

$$D(m,n) = \{ a \,|X_1^{(m)} - X_1^{(n)}|^p + b\,|X_2^{(m)} - X_2^{(n)}|^p \}^r$$

Les coefficients a et b contrôlent l'asymétrie, p définit la géométrie, et l'exposant r permet une variation non linéaire de l'échelle des distances ; ce type de variation n'est pas rare en géographie : la distance-coût, par exemple, est rarement une fonction linéaire de la longueur de parcours.

Le problème est le suivant : trouver la valeur des paramètres a, b, p et r telles que l'écart entre les distances observées et les distances calculées par la fonction suivante soit minimum :

$$MIN = ((a\,|X_1^{i} - X_1^{j}| + b\,|X_2^{i} - X_2^{j}|^p)^r - d_{ij})$$

pour toutes les paires (i,j)

L'impossibilité pratique de trouver la dérivée de MIN conduit à rejeter les méthodes de minimisation basées sur le calcul des variations. On a donc recours au fameux procédé de minimisation d'une fonction à plusieurs variables modifiant les valeurs de chacun des paramètres l'un après l'autre. L'hypothèse de convergence est la suivante : si une fonction varie lentement selon une direction donnée, le processus converge nécessairement vers un minimum (ou maximum) dans cette direction. On changera une variable à la fois dans des directions opposées, maintenant toutes les autres variables constantes. Chaque itération inclut une recherche sur n directions linéairement indépendantes. La méthode ne permet pas à la fonction de s'accroître, et les changements opérés sont aussi petits que possible jusqu'à ce qu'on détecte les directions où la fonction décroît (Powell, 1964).

Chaque distance d entre les points i et j définit une fonction MIN, et c'est la somme des fonctions successives pour i, j = 1,….n, soit (n – 1) n / 2 équations qu'il s'agit de résoudre. Le système comporte 2n + 4 inconnues (les coordonnées des points et les paramètres de la fonction distance). Puisque n (n - 1) /2 s'accroît beaucoup plus vite que 2n + 4, il y a plus d'équations que d'inconnues. Aucune solution ne pourra donc satisfaire toutes les équations, ce qui conduit à des approximations.

Les cartes que l'on obtient correspondent à la première catégorie de Bunge : des distances compliquées sur une carte simple. En effet, le fond géographique de la carte est préservé (aucune distorsion n'est visible). Par contre, l'échelle des distances est compliquée, variant selon la forme, la direction et l'éloignement. Donc nous avons des échelles compliquées à manipuler et à interpréter (un peu comme les échelles abaques d'une projection de Mercator sur une planisphère).

Le modèle algorithmique

La plupart des anamorphoses publiées dans la littérature utilisent une approche algorithmique. On peut citer ici l'échelonnement multidimensionnel, les approximations par triangulations successives et les interpolations itératives. Dans ce cas on obtient une carte qui correspond à la seconde catégorie de Bunge : des distances simples sur une carte compliquée. La carte est compliquée puisque son fond géographique est chiffonnée au point de devenir parfois non-reconnaissable.

Soit un ensemble de points géographiques pour lesquelles on a calculer les distance-temps. Dans le cas le plus simple, selon la méthode de Tobler (1971), on observera les différences entre la distance géographique et la distance-temps d'un point par rapport à tous les autres points. Ces différences sont des vecteurs de force dont on calculera la résultante. Cette résultante sert à calculer la nouvelle position du point en question. On fera ce calcul pour tous les points. C'est la première itération. À partir de la nouvelle position des points, on observe à nouveau les différences entre les distances géographiques et les distance-temps. Ces différences sont les nouveaux vecteurs de force dont la résultante sert à déterminer la nouvelle position des points. C'est la deuxième itération. On répétera ces itérations autant qu'il le faudra, c'est à dire aussi longtemps qu'il y a convergence vers une limite où l'on observe que les écarts entre distances géographiques et distance-temps se stabilisent et deviennent incompressibles. On obtient ainsi une nouvelle configuration des points selon leurs distance-temps (cette configuration, dans la plupart des cas, n'est qu'une approximation). Admettons que les déviations géographico-temporelles soient corrélées, c'est à dire que ces déviations se ressemblent lorsqu'elles sont spatialement proches. D'après cette hypothèse, on peut déterminer les déviations en n'importe quel autre point de la carte par interpolation. On obtient ainsi une transformation continue de l'espace géographique en espace-temps. Le résultat est une anamorphose. Parmi d'autres méthodes algorithmiques on peut mentionner, par exemple, l'échelonnage multidimensionnel de Spiekermann et Wegener (1993). Le groupe de recherche sous la direction de Cauvin (1997) a aussi adopté un procédé algorithmique pour visualiser l'espace-temps du réseau ferroviaire français.

L'anamorphose montre une image de l'espace qui souvent est déroutante, ce qui explique en partie la difficulté de les interpréter. C'est pourtant ce dépaysement en face d'une structure qui chiffonne la géographie qui est le message, en révélant les vraies proximités des lieux et des cultures que le carte classique tend à cacher. C'est d'ailleurs cette confrontation entre les formes révélées par l'anamorphose et celles de la carte classique qui est porteuse d'information. On a pu dire que l'anamorphose, en tant qu'image et outil de communication, a du mal à s'imposer au grand public. Mais les faiseurs d'anamorphose sont en partie responsables de cette situation : ils se sont « amusés » à produire des images que personne ne voulait ou ne comprenait. C'est pourquoi Antoni et Klein (2003) suggèrent un nouveau type de visualisation profitant des techniques de l'animation. C'est à dire qu'on représentera, de manière dynamique, toutes les étapes de la transformation pour aller de l'espace réel (la géographie) à l'espace virtuel (par exemple l'espace-temps). On accompagnera le lecteur, donc. Ce n'est plus une image, mais une multiplicité d'images que l'on représente sous forme de film, allant de l'image départ à l'image d'arrivée. Les auteurs ajoutent à cette technique de l'animation la possibilité de « naviguer » à l'intérieur du film, c'est à dire, grâce à l'interactivité, de fixer une séquence, de revenir ou de sauter sur une autre scène, afin d'analyser plus finement les étapes de la transformation.

Les cartes à trois dimensions

Elles ont été récemment suggérées par L'Hostis (2003). Je cite : la carte en relief de l'espace-temps est construite comme la réalisation d'un graphe représentant un réseau de transport multimodal. Trois règles président au principe de réalisation : 1) la position des sommets du graphe correspond à leur position géographique, 2) la longueur des arcs du graphe est proportionnelle à leur longueur effective (mesurée en heures, en unités monétaires, etc.), 3) afin d'assurer la proportionnalité des longueurs, les arcs s'inscrivent dans la troisième dimension. Le résultat est donc une carte de l'espace-temps en trois dimensions, encore que dans ce cas la troisième dimension n'est pas stricto sensu le temps, simplement la troisième dimension sert à aménager la représentation de la longueur des arcs proportionnelle à la distance-temps. Sur une telle carte, les lieux joints par des liaisons peu performantes apparaissent séparés par une montagne qui est d'autant plus haute que la vitesse de parcours est faible. Inversement, les grands axes rapides qui traversent le territoire apparaissent au fond des vallées. Cette représentation est discrète, c'est à dire elle se limite aux points d'un réseau de transport, et les contractions ou gonflements des distances-temps ne se propagent pas de manière isotrope sur le territoire. La structure tridimensionnelle est relativement complexe et difficile à interpréter, surtout pour les sommets qui cachent les vallées ou d'autres sommets moins élevés (le désavantage de toute représentation en relief). L'Hostis propose des techniques d'animation pour aider la lecture du relief (rotation, élévation de la perspective etc.).

Il serait intéressant de poursuivre et pousser plus loin cette idée d'une représentation à trois dimensions. On pourrait imaginer une perspective où les coordonnées x et y représentent la longitude et la latitude, et la coordonnée en z l'inverse de l'accessibilité. Nous aurions une surface continue, sur laquelle la hauteur d'un point serait proportionnelle à la distance-temps en ce point par rapport à tous les autres points. Son avantage serait qu'elle préserve l'espace géographique. Le point le plus élevé serait le point le moins accessible. Le point d'élévation minimum au contraire serait le plus accessible. Nous aurions des montagnes pour les lieux isolés, des plateaux pour les lieux d'accessibilité moyenne ou uniforme, et des vallées en couloirs pour les autoroutes. La difficulté réside dans le mode de calcul pour mesurer les distance-temps en chaque point de l'espace. C'est un problème de données, mais aussi de méthode. Il faudrait pouvoir calculer l'intégrale de la courbe des vitesses de déplacement de tout point à tout autre point de l'espace !

Conclusion

Mesurer et de surcroît représenter les distances entre les hommes n'est pas chose facile. Nous avons soulever le problème de la saisie des données, aussi bien que des difficultés que nous avons pour comprendre la géométrie des réseaux induits par ces données. Il est vrai que cette géométrie soulève des concepts inusités qui bouleversent nos manières de concevoir l'espace. C'est sans doute l'une des raisons majeurs qui expliquent que le discours géographique se cantonne souvent aux distances physiques, ignorant les structures virtuelles temporelles, économiques, culturelles ou psychologiques qui pourtant jouent un rôle non-négligeable dans nos comportements et nos décisions. Surtout à une époque caractérisée par une mobilité croissante et universelle, et l'apparition de nouvelles technologies de transport (TGV) et de communication (portable, Internet) qui tendent de plus en plus à ignorer les obstacles physiques traditionnelles.

C'est une lapalissade d'affirmer que l'espace se rétrécit, que ce soit du point de vue temporel, économique ou culturel. Globalement c'est vrai : un kilomètre carré recouvre un espace fixe, tandis qu'une heure « carrée », par exemple, recouvre de plus en plus de territoire. C'est pourtant un phénomène mal compris, surtout si l'on constant que ce rétrécissement ne se produit pas de manière homogène et varie selon la direction ou l'éloignement. Pour saisir le phénomène, l'analyser, le communiquer, on a besoin d'images, une manière de visualiser qui soit intuitivement à la portée du grand public. Les premières tentatives sérieuses de représentation géométrique des espaces virtuels (c'est à dire non-visibles, non-palpables) sont apparues au début des années soixante (Blome, 1963). Jusque-là on s'était limité aux cartes isochrones traditionnelles, une représentation conventionnelle qui est pratiquée encore aujourd'hui et qui n'est pas si mauvaise, mais qui est limitée (les isochrones sont calculées à partir d'un seul point). Cependant, toutes les solutions qui sont apparues depuis, et qui proposent une substitution de l'espace virtuel à l'espace physique en opérant une transformation plus ou moins compliquée, à l'aide de formules mathématiques ou d'algorithmes, certes soulèvent la curiosité, mais ne sont pas vraiment populaires. Les anamorphoses, pour la plupart, n'apparaissent que dans des revues spécialisées à l'intention d'un public réduit. La question est de savoir s'il faut continuer sur cette route, ou s'il faut réorienter la recherche vers des solutions qui évacuent le problème de la géométrie au profit de représentations qui exploitent les nouvelles possibilités du multimédia. On peut espérer que les technologies multimédia, grâce à l'animation et à l'interaction, améliorent la situation. C'est dans ce sens que s'inscrivent les efforts de L'hostis (2003), mais il faut encore aller plus loin : c'est à dire revenir au fond géographique, mais en inventant de nouvelles techniques de représentation dans la troisième dimension.

Bibliographie

Antoni J.-P., O. Klein (2003), L'animation d'anamorphoses, Revue Internationale de Géomatique, Vol.3, 1, 81-92

Blome D.A. (1963), A Map Transformation of the Time-Distance in the Lansing Tri-County Area, Michigan State University

Bunge W. (1962), Theoretical Geography, Lund,Gleerup

Cauvin C. (1997), Au sujet des transformations cartographiques de position, Cybergeo, No. 15

Falk T., R. Abler (1980), Intercommunications, distance, and geographic theory, Geografisca Annaler Series B Vol.62, 59-67

L'Hostis A. (2003), De l'espace contracté à l'espace chiffonné, Revue Internationale de Géomatique, Vol.3, 1, 69-80

Powell M.J.D. (1964), An efficient methos for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives, Computer Journal, Vol.7, 155-162

Tobler W.R. (1971), Illustrating Surveying Adjustements, manuscrit, 5 pages

Spiekermann K., M. Wegener (1993), Zeitkarten für die Raumplanung, IRPUD, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund