DISTANCE GEOGRAPHIQUE

Georges NICOLAS, (professeur honoraire, université de la Lausanne),
15 rue Alfred de Musset, 25300 PONTARLIER
Email: nicorad@fc-net.fr

RESUME

Sur une carte, entre deux points A et B, la distance de A à B est égale à la distance de B à A. Sur le terrain, il n'en est pas de même. Pour un individu qui se déplace à pied, l'effort pour monter du point A situé en bas d'une montagne au point B situé au sommet, n'est pas égal à celui qu'il fournit pour la descendre. Or cette absence de symétrie ou "non-réciprocité" se retrouve dans beaucoup d'autres domaines : économique, social, politique etc. L'idée développée est qu'il y a quelque chose de commun entre toutes ces distances, la distance géographique. Celle-ci se calcule à l'aide : 1) de la distance géodésique d_K qui est la somme des longueurs mesurées à la surface de la Terre, à l'aide du système métrique, entre les localisations des objets en A et B; 2) la valeur numérique des objets localisés en A et B. Elle est mesurée par le produit de la racine carrée du rapport entre la valeur numérique des objets par la racine carrée de la distance géodésique qui les sépare.

MOTS CLES: Géographie, lieu, objet, localisation, distance.

ABSTRACT

On a map, between point A and point B the distance from A to B is equal to the distance from B to A. On the ground it's not the same. For a pedestrian, the effort to climb from bottom A to top B of a mountain is not identical to come down. The same non-reciprocity or anti-symmetry appears in economy, society, politics etc. The idea submitted in the text is that there is something common between all these distances, the geographical distance. This distance is calculated with : 1) the geodesic distance d_K , which is the summary of the metrical lengths measures on the earth surface between the localization of A and B ; 2) the numerical value of the objects A and B. In these conditions the geographical distance is measure by the product of the square of the ratio of the numerical values of the objects by the square of the geodesic distances between the objects.

KEY WORDS: Geography, locus, object, localisation, distance.

Introduction

Sur une carte, entre deux points A et B, la distance de A à B est égale à la distance de B à A. Sur le terrain, il n'en est pas de même. Pour un individu qui se déplace à pied, l'effort pour monter du point A situé en bas d'une montagne au point B situé au sommet, n'est pas égal à celui qu'il fournit pour la descendre. Or cette absence de symétrie ou "non-réciprocité" se retrouve dans beaucoup d'autres domaines : économique, social, politique etc. Quand on habite en dehors d'une ville, il est plus aisé d'y chercher un service que de le recevoir à la maison. Un préfet est plus facilement convoqué par son ministre que le ministre se déplace chez le préfet etc. Dans tous ces cas les distances sont non réciproques. Il s'agit d'une " évidence géographique", fondée sur la comparaison entre ce qui est lu ou calculé sur la carte et ce qui est observé ou expérimenté. Elle s'impose particulièrement à tous ceux qui travaillent à la fois sur le terrain et sur les représentations géographiques graphiques.

L'idée qui est développée dans le texte suivant est qu'il y a quelque chose de commun entre toutes ces distances. A condition qu'on ne change pas d'objet ou, si on préfère, à condition de pas mélanger les objets (le préfet avec la marche à pied, le service avec le ministre etc.). Or, à l'échelle historique, cette chose commune n'est pas la distance géodésique mesurée sur le terrain à l'aide d'une ligne brisée (polygonale) entre les points A et B. Ainsi, bien que la distance géodésique soit la même entre le sommet et la base ou entre la base et le sommet de la paroi nord de l'Eiger, il est évident qu'il n'en est rien, si on a l'audace de s'y attaquer ! Mais, en plus, il faut remarquer également qu'entre le sommet et la base de l'Eiger la distance géodésique n'est pas égale à la distance sur la carte: pratiquement, la distance cartographique est presque nulle alors que la distance géodésique est de 1.300 mètres ! Par conséquent, la distance dite "non réciproque" à la surface de la Terre n'est ni la *distance cartographique*, ni la *distance géodésique*, mais la *distance géographique* que nous allons nous efforcer de définir maintenant.

1. Entité, lieu-objet et produit géographique

Définition 1 : Est *spatiale* toute entité formée par un lieu et un objet.

La géographie concerne les objets macroscopiques perçus à différentes échelles. Les objets microscopiques ou cosmiques ne sont pas du domaine de la géographie. Un objet géographique est situé ou localisé à la surface de la Terre (y compris les fonds marins). Il est caractérisé par sa relation indissociable avec un lieu (et un seul).

Définition 2 : Est *géographique* toute information qui différentie, soit le lieu, soit l'objet, soit le lieu et l'objet, d'une entité spatiale située ou localisée à la surface de la Terre.

Si Λ est un ensemble fini de lieux et O un ensemble fini d'objets, situés ou localisés à la surface de la Terre. Le produit cartésien : $P = \Lambda \times O$ est l'ensemble des couples ordonnés $p = \langle \lambda \times o \rangle$ où λ appartient à Λ et o appartient à O. Deux couples $p_1 = \langle \lambda_1 \times o_1 \rangle$ et $p_2 = \langle \lambda_2 \times o_2 \rangle$ sont *distincts* et on écrit : $p_1 \neq p_2$, s'il y a une *différentiation* (écrite avec un t) d'une au moins de leurs composantes, le lieu ou l'objet.

Définition 3 : Soit un ensemble de couples ordonnés où le premier terme est un lieu λ, le deuxième un objet o, tels que chaque lieu et objet apparaissent dans un couple et un seul. Tout couple différentié : $\gamma_1 = (\lambda_1 \times o_1)$, $\gamma_2 = (\lambda_2 \times o_2)$, …, est un *"lieu-objet" géographique.*

Soit dans Λ un ensemble fini de lieux différentiés tel que: $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\}$et dans O l'ensemble d'objets différentiés correspondant : $O.= \{o_1, o_2, o_1\}$. Leur produit cartésien est :

$\Lambda \times O = \{\lambda_1 \times o_1, \lambda_1 \times o_2, \lambda_1 \times o_3, \lambda_2 \times o_1, \lambda_2 \times o_2, \lambda_2 \times o_3, \lambda_3 \times o_1, \lambda_3 \times o_2, \lambda_3 \times o_3\}$.

Définition 4 : Le *produit géographique* $\oplus$ est la restriction du produit cartésien aux couples ordonnés et différentiés dont le lieu et l'objet ont le même indice: $\Lambda \oplus O = \{\lambda_1 \times o_1 , \lambda_2 \times o_2 , \lambda_3 \times o_3 \} = \{\gamma_1 , \gamma_2 , \gamma_3\}$

2. Distance euclidienne, distance géodésique, distance géographique

Soit d la distance définie sur un plan formé par un ensemble de points munis d'une structure vectorielle et d'une structure métrique. Si x et y sont les coordonnées des points de cet espace, la distance d, appelée par convention *distance euclidienne*, a les propriétés suivantes:

- $d(x, y) = d(y, x)$
- $d(x, y) > 0$ avec $d(x, y) = 0$ si $x = y$
- $d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y)$

Soit $<x , y>$ l'ensemble des localisations définies par les coordonnées des points situés à la surface de la Terre. La *distance géodésique* d_K n'est pas la distance mesurée sur une carte en tirant une ligne droite entre deux points A et B. Elle est la somme des longueurs mesurées à la surface de la Terre, à l'aide du système métrique, entre les localisations de A et B. Pratiquement, à l'époque actuelle, une bonne approximation de d_K est fournie par les distances kilométriques sur une carte routière. D'autre part, sur tout ou partie de la surface de la Terre, pendant une période (historique ou géologique) courte, les changements de distances géodésiques sont négligeables, d_K (A, B) est *constante* et par conséquent $d_K (A, B) = d_K (B, A)$. C'est une ligne polygonale ayant pour extrémité A et B :

- $dK (A(x , y), B(x, y)) = d ((A(x , y), A1(x , y) + A1(x , y), A 2 (x , y) + \ldots + An (x , y) ,B (x , y))$

Soit maintenant $*$ la "relation spatiale" entre des lieux-objets de même nature mais d'importance numérique différente, comme une très grande ville et des petites villes. Les théories classiques prévoient que cette relation passe par l'intermédiaire des villes moyennes intégrées dans le même réseau urbain. Les déplacements temporaires ou définitifs s'effectueraient de manière hiérarchique des petites villes vers la très grande par l'intermédiaire de villes moyennes. Ainsi, dans les vieux pays centralisés comme la France les administrés ont l'obligation de s'adresser d'abord aux échelons intermédiaires préfectoraux ou régionaux avant de monter jusqu'à l'échelon national.

Une observation qui ne se limite pas aux seuls pays européens très développés amène à fortement nuancer ce point de vue. En Amérique du Sud, la croissance des bidonvilles des grandes métropoles, qui est considérée comme "incontrôlable", est alimentée directement par des campagnes éloignées parfois situées au delà des frontières internationales. Le même phénomène se produit en Europe dans un pays comme l'Albanie où les populations des petites villes du nord migrent au sud vers la capitale Tirana sans s'arrêter dans les villes moyennes intermédiaires. De même, au niveau international, les grandes agglomérations humaines attirent des populations souvent très éloignées (déplacements de Turcs vers l'Allemagne, de Sri Lankais vers la Suisse etc.). Enfin, en France, il existe des zones de dépeuplement et de quasi désertification dans des régions proches de pôles urbains dynamiques qui ne jouent pas leur rôle de "relais" entre les petites villes et la métropole parisienne, en désaccord avec les théories classiques.

A première vue, ce type de *relation non réciproque* et *non hiérarchique*, qui s'observe dans bien d'autres domaines, semble difficilement conciliable avec les propriétés de la distance telle qu'elle est généralement définie et mesurée. Cette contradiction pourrait cependant être surmontée si l'utilisation de la *relation spatiale* $*$ permettait de définir une distance géographique qui soit compatible avec la distance euclidienne et la distance géodésique.

Définition 5

Si $*$ est la relation spatiale entre les lieux-objets γ_1 et γ_2, la *distance géographique* d_g vérifie les équations suivantes:

- $d_g (\gamma_2 (x , y) * \gamma_1 (x , y)) * d_g (\gamma_1 (x , y) * \gamma_2 (x , y)) = d_K (\gamma_1 (x , y) , \gamma_2 (x , y)$ (0.1)
- $\gamma_1 (x , y) * d_g (\gamma_2 x , y) * \gamma_1 (x , y)) = \gamma_2 (x , y) * d_g (\gamma_1 (x , y) * \gamma_2 (x , y))$ (0.2)

Par convention, on pose $\gamma_1 (x , y) = A$ et $\gamma_2 (x , y) = B$, puis $A * B = \gamma_1 (x , y) * \gamma_2 (x , y)$. On peut alors poser :
$d_g (\gamma_1 (x , y) * \gamma_2 (x , y)) = d_g (AB)$ et $d_g (\gamma_2 (x , y) * \gamma_1 (x , y)) = d_g (BA)$. D'où :

- $d_g (BA) * d_g (AB) = d_K (A , B) = d_K (B , A)$ (0.1)
- $A * d_g (BA) = B * d_g (AB)$ (0.2)

avec la non réciprocité: $d_g (AB) \neq d_g (BA)$ si $A \neq B$

3. Calcul de la distance géographique

Ceci étant, la distance géodésique d_K est exprimable en termes métriques et calculable à l'aide d'opérations arithmétiques. Elle est constante et elle a les mêmes propriétés que d. Mais pour calculer en utilisant simultanément d_K , A et B, ces objets doivent remplir certaines conditions. Tout d'abord, il faut que les objets géographiques A et B appartiennent à une catégorie d'objets compatibles avec l'objet "distance géodésique" (voir remarque 1). Il est ensuite nécessaire qu'ils soient des éléments d'un ensemble d'êtres numériques obéissant aux mêmes lois opératoires. Dès lors, quelle opération arithmétique faut-il choisir pour calculer d_g à l'aide de d_K , A et B ?

Supposons que l'opération cherchée soit l'addition; les équations (0.1) et (0.2) deviennent:

- $d_g (BA) + d_g (AB) = d_K (A , B) = d_K (B , A)$ (0.1)'
- $A + d_g (BA) = B + d_g (AB)$ (0.2)'

En remplaçant $d_g (BA)$ et $d_g (AB)$ dans (0.2)' par leur expression dans (0.1)' , on calcule que:

- $d_g (BA) = ((B – A) + d_K\ (B , A)) / 2$ (0.2)'
- $d_g (AB) = ((A – B) + d_K\ (A , B)) / 2$ (0.2)'

D'où l'on déduit, en remplaçant d_g (BA) et d_g (AB) dans (0.2)' par leurs expressions calculées :

- $A – B = A – B$ (0.3)'

Ce qui est trivial et ne permet pas de calculer. En conséquence, l'addition et la soustraction, ne peuvent être utilisées pour calculer la distance géographique d_g Supposons maintenant que $*$ permette de calculer d_g avec une division:

- $d_g (BA) / d_g (AB) = d_K (A , B) = d_K (B , A)$ (0.1)"
- $A / d_g (BA) = B / d_g (AB)$ (0.2)"

La même algorithme que précédemment permet d'obtenir le résultat suivant:

- $A – (d_K (A , B) \times B) = 0$

En interprétant $*$ comme une division, il est impossible de calculer la distance géographique d_g

L'opération $*$ doit donc être interprétée comme un multiplication si on veut calculer d_g .à l'aide de A, B et d_K :

- $d_g (BA) \times d_g (AB) = d_K (A, B) = d_K (B, A)$ (1)
- $A \times d_g (BA) = B \times d_g (AB)$ (2)

En remplaçant d_g (BA) et d_g (AB) dans (2) par leur expression dans (1) , on calcule que:

distance de A à B: $$d_g(AB) = \sqrt{(d_K(A, B) \times A) / B} \qquad (3)$$

distance de B à A: $$d_g(BA) = \sqrt{(d_K(B, A) \times B) / A} \qquad (4)$$

Le calcul montre que les expressions (3) et (4) vérifient les équations (1) et (2). Pour calculer la *distance géographique* d_g à l'aide de A, B et d_K , la relation spatiale $*$ peut donc être interprétée comme une multiplication.

Remarques finales

Enoncé 1: La *distance géographique* est dite "non réciproque". Elle peut être calculée à l'aide de la *distance géodésique* entre objets géographiques et de la valeur numérique de ces objets (voir supra p 4). Elle est mesurée par le produit de la racine carrée du rapport entre la valeur numérique (3 et 4.) de ces objets par la racine carrée de la distance géodésique qui les sépare.

$$d_g(AB) = \sqrt{A / B} \times \sqrt{d_K(A, B)}$$

$$d_g(BA) = \sqrt{B / A} \times \sqrt{d_K(B, A)}$$

Le calcul montre que, si $A > B$ alors $d_g(AB) > d_g(BA)$; si $B > A$ alors $d_g(BA) > d_g(AB)$ et enfin que si $A = B$ alors $d_K(A, B) = d_K(B, A)$ et par voie de conséquence: $d_g(AB) = d_g(BA)$.

Enoncé 2 : La distance entre deux objets géographiques dépend de la valeur numérique comparée de ces objets et de leur distance géodésique. Si les valeurs numériques des deux objets sont égales, la distance géographique est égale à la distance géodésique et les deux sont dites "symétriques" ou "réciproques". Si les valeurs numériques des objets sont inégales, la distance géographique est un multiple du rapport numérique de ces objets.

La *distance géographique* d_g n'a de sens que si les objets utilisés pour la calculer sont compatibles ou liés par une relation prouvée antérieurement. Il est inutile de mettre ensemble des choux-fleurs et des ballerines, encore que la combinaison entre des choux-fleurs et des agriculteurs bretons peut donner un résultat intéressant quant à la mesure de la distance entre la Bretagne et Paris !

Les résultats sont exprimés en « unités géographiques » et pas en kilomètres.

La *distance géographique* d_g est une unité de mesure. Les résultats obtenus à l'aide de cette distance permettent ensuite de calculer en employant des procédés classiques en géographie quantitative comme « l'analyse du plus proche voisin » (« near nearest analysis »).

Les lieux ne se confondent pas avec les localisations et plusieurs lieux peuvent avoir une seule localisation. Les problèmes à résoudre pour représenter les distances entre les lieux sont donc purement graphiques. Un fond de carte topographique peut être employé, sans qu'il soit nécessaire de le déformer. Dans un cas limite cependant, les distances géodésiques et géographiques sont égales et les localisations coïncident avec les lieux.

Tableau 1: exemple de calcul avec des valeurs sur carte routière

	A : PONTARLIER 18.000 habitants	B : PARIS 10.000.000 habitants	C : BESANCON 120.000 habitants
A	0	d_K = 460 km d_g (BA) = 159,8 ug	d_K = 60 km d_g (CA) = 3 ug
B	d_K = 460 km d_g (AB) = 0.9 ug	0	d_K = 420 km d_g (CB) = 5 ug
C	d_K = 60 km d_g (AC) = 20 ug	d_K = 420 km d_g (BC) = 187 ug	0

d_K : distance géodésique en kilomètres
d_g : distance géographique en unités géographiques
ug : unité géographique

"Vu" depuis un très grand objet géographique un petit objet géographique est géographiquement "très éloigné". "Vu" depuis un petit objet géographique un très grand objet géographique est géographiquement "très proche".

Seuls les liens historiques et administratifs "expliquent" que, dans la vie quotidienne, Pontarlier soit "plus près" de Besançon que de Paris. Loin d'être hiérarchique, la répartition du commerce et des services entre Pontarlier, Besançon et Paris dépend de la distance géographique modifiée par des contraintes non commerciales. Empiriquement, il s'agit d'une "logique mixte" où se combinent différentes caractéristiques géographiques. Les boulangeries locales ont un avantage lié à la consommation quotidienne de pain frais. Dans les grandes surfaces l'alimentation dépend de noyaux de distribution qui se trouvent dans la région lyonnaise et dans la région parisienne. Seules les entreprises de construction et de travaux publics de Besançon semblent profiter de la proximité régionale immédiate. Mais les libraires et les vendeurs d'informatique de Pontarlier sont aussi efficacement concurrencés par leurs homologues de la région parisienne que par ceux de Besançon.

Le calcul d'une *distance géographique* distincte de la *distance géodésique* et de la *distance euclidienne* sur la carte permet de mieux saisir les rapports entre objets géographiques à la surface de la Terre.

BIBLIOGRAPHIE

GADAL Sébastien et NICOLAS Georges (2000), "Lieu-objet et champ morpho-génétique", *Actes du Colloque GéoPont Sion 2000*; à paraître, diffusion: http://www.iukb.ch/era3.html.

NICOLAS, Georges et MARCUS, Solomon (1999), "Logique Tout/Partie", *Géographie et langage(s), Interface, Représentation, Interdisciplinarité, Actes du Colloque IRI, Sion 1997*, (éditeur responsable: NICOLAS, Georges), Cahiers de l'Institut Universitaire Kurt Bösch, Sion (Suisse) et de la Société Scientifique Eratosthène, 1999, 352 p.; p. 335-349; diffusion: http://www.iukb.ch/era3.html.

NICOLAS, Georges (2001), "La logique Tout/Partie, fondement scientifique d'un langage géographique", *Quatrième rencontre de Théo Quant*, Presse universitaire Franc-Comtoises, 11 et 12 février 1999, Besançon, 373 p.; p. 7-17; diffusion: CiD, 131 Bd Saint-Michel, 75005 Paris.