

ANALYSE SPATIALE ET PHÉNOMÈNES GÉOGRAPHIQUES

Jean-François HANGOUËT

Laboratoire COGIT

IGN, Saint-Mandé

Résumé

L'expression "analyse spatiale" est vague en géographie, mais deux champs de pratiques complémentaires aident à la préciser : il y a, d'une part, l'analyse spatiale exploratoire, qui est, comme l'illustre la chorématique, le questionnement de quelques données géographiques mystérieuses (quel sens ont-elles?), d'autre part, peut-être moins intentionnelle, quoique la généralisation cartographique en fournisse un exemple intensif, l'analyse spatiale constitutive, ou l'acceptation des données dans leur disposition spatiale (ces signes sont en relation cartographique). L'une et l'autre analyses sont fertiles car le scientifique, géographe ou cartographe, loin de se contenter des données, ressent immédiatement à travers elles ce qu'elles représentent du monde réel, les prend naturellement comme manifestations de phénomènes géographiques. Leur automatisation en revanche est rendue délicate par le fait que les données numériques n'évoquent rien à l'ordinateur et que leur indigence (des traces au lieu de formes, des listes au lieu de répartitions) les éloigne des référents attendus par l'utilisateur. Le sens géographique des données numériques, s'il n'est pas stocké, se laisse cependant rappeler à partir d'elles grâce à l'attitude du chercheur en sciences de l'information géographique, attitude que nous décrivons ici, d'un point de vue d'ordre épistémologique, sous le nom de phénoménologie.

Abstract

The expression 'spatial analysis' covers two complementary activities : exploratory spatial analysis, paradigmatically exemplified by chorematics, consists in questioning mysterious data for their meaning, while constitutive spatial analysis, apparently more passive, yet highly active in cartographic generalization, consists in accepting data in their given spatial configuration. Either analysis is productive inasmuch as geographers and cartographers, when reasoning on data, do not see them as such, i.e. as isolated, closed figures or objects, but as evocative, thought-provoking manifestations of the geographical phenomena they stand for. By contrast, this explains why their automation happens to be problematic: digital data mean nothing to the computer and their paucity (traces instead of shapes, lists instead of pictures) further estranges the expected reality they stand for from the user's grasp or perception. Yet the geographical potency of digital data, if not storable explicitly in the computer, is retrieved through the efforts and applications of the GIS researcher, whose attitude is described in this text under the name of phenomenology.

Mots-Clés

Analyse spatiale, cartographie, chorématique, phénoménologie

Keywords

Spatial analysis, cartography, chorematics, phenomenology

1. Les deux types d'analyse spatiale

Pour le géographe, l'expression "analyse spatiale" évoque tout un ensemble de méthodes mathématiques ou statistiques qui permettent de valider ou révéler un ordre estimé sur les données de son travail [1]. Cette même expression est utilisée par les cartographes [9] pour désigner l'ensemble des mesures qui permettent de vérifier si les données à cartographier peuvent l'être telles quelles dans l'espace de la feuille ou si, localement trop denses, trop confuses, trop discrètes, elles nécessitent quelque adaptation ou transformation. L'activité générale que laisse entrevoir le premier cas, le questionnement des données, nous

l'appellerons "analyse spatiale exploratoire" dans la suite de cette communication; l'autre activité, l'acceptation du sens qu'imposent les données, nous l'appellerons "analyse spatiale constitutive". Intuitivement, ces deux activités sont légèrement différentes; intuitivement elles sont légèrement semblables. Quels sont les principes de ces deux analyses? En quoi se rejoignent-elles? Traiter de ces questions nous permettra de préciser l'enjeu de leur automatiser et de formuler la difficulté du travail du chercheur en sciences de l'information géographique.

1.1. Analyse spatiale exploratoire

L'analyse spatiale exploratoire est l'analyse menée dans le propos d'identifier un sens dans les données observées. Dédurre des coordonnées une distance intéressante, reporter ses données sur un fond cartographique, étudier une diffusion à l'aide d'un modèle connu, ou tout aussi bien mettre au point des modèles de diffusion à partir de divers jeux de données: toutes ces activités « idiographiques » ou « nomothétiques » [1] sont des analyses exploratoires dans la mesure où les données sont questionnées soit pour leur sens inconnu, soit pour leur sanction sur des modèles théoriques. L'analyse spatiale exploratoire procède selon le schéma classique du questionnement scientifique *induction-dédution*: c'est la déduction d'information sur des données lues selon certaines hypothèses, ou l'induction d'hypothèses à partir de données et d'hypothèses plus générales. Prenons l'exemple de la chorématique, « façon d'aller au cœur de l'analyse géographique », qui vise « à exprimer l'essentiel de l'organisation d'un espace géographique » [3]. Elle repose sur l'acceptation de l'approche structurale qui conduit à l'identification de quelques configurations générales (les divers types de chorèmes) qui, elles, servent au géographe à *interpréter* [4] ses données particulières. Les mouvements de cette interprétation, tels qu'on peut les établir à partir des descriptions de l'auteur de la chorématique [3], sont résumés graphiquement en figure 1.

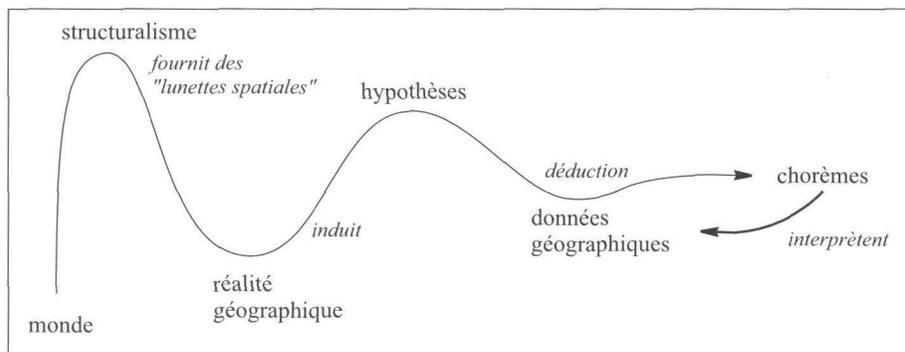


Figure 1 : Les mouvements de l'interprétation de la chorématique ("Lunettes spatiales" vient de Wittgenstein [12])

Cette figure, en insistant sur la convergence entre l'évidence du monde et la construction des raisonnements, n'est particulière à la chorématique qu'en son produit final et en son présupposé théorique: remplacer "chorèmes" par "formulation" et "structuralisme" par un contenant général, par exemple les "paradigmes" de KUHN [8], suffit à la rendre applicable à l'analyse spatiale exploratoire.

Retenons que l'analyse spatiale exploratoire est une *interprétation* des données. Son exactitude est décidée par un contentement *esthétique* - (le paradoxe, si paradoxe il y a, a été dénoué souvent, par exemple par Goodman) - comme on peut le percevoir à travers quelques témoignages: « bon sang mais c'est bien sûr » [3], « elle trouve sa beauté dans l'adéquation la plus étroite entre le concept et ce qui le représente » [11].

1.2. Analyse spatiale constitutive

L'analyse spatiale constitutive est la possibilité même de l'analyse spatiale exploratoire: elle est l'appréhension des données de fond dans leur contribution à l'ensemble cartographique, elle est également l'intuition de la nature spatiale de la corrélation des données explorées. L'analyse spatiale constitutive n'aurait

pas besoin d'être nommée tant elle peut sembler évidente ou immédiate, tant on voit les composants géographiques dans les dessins d'une carte et non des signes muets. Cependant, elle peut s'exercer plus intentionnellement, par exemple quand on doit lire une carte de facture inhabituelle, ou complexe : on repère quelques éléments, on prend confiance, on reconnaît la possibilité d'un paysage. C'est ce que fait tous les jours le cartographe : confronté à des données topographiques ou thématiques, il doit les comprendre pour les représenter à la fois où elles sont et pour ce qu'elles sont dans l'espace réduit de la feuille.

La cartographie est une *imitation* : « vue en rapport avec la réalité effective, la carte est un ensemble de signes ressemblant à l'espace » [10], et elle est plus une imitation qu'une autre activité, comme nous l'avons démontré dans notre thèse [6]. Quelques lignes inouïes de Jean Barbier sur la généralisation suffisent à en décrire l'analyse qui l'articule : « Il appert (...) que le travail du cartographe (...) est de comprendre complètement le sujet, d'en maîtriser tous les aspects, d'en montrer tous les mécanismes et de reconstruire pour le lecteur une image graphique qui illustre honnêtement tout ce qu'il a pu comprendre de la réalité jusque dans les détails que lui permettent l'échelle et le niveau de la carte. » [2]. Autrement dit, que le matériau soit ce que le topographe a mesuré sur le terrain ou ce qui se trouve dessiné déjà sur une carte, le cartographe voit, à travers lui, l'organisation de la réalité géographique (fig. 2).

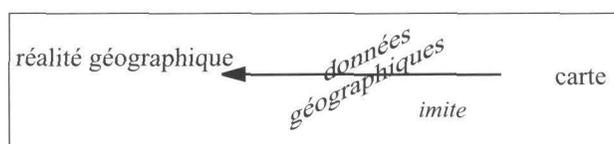


Figure 2 : La cartographie comme imitation

L'analyse spatiale constitutive, pratiquée sciemment, consiste, à l'image de la cartographie, à rendre aux données, sans contradiction, les propriétés qui s'imposent, évidentes ou admises, de leurs homologues du monde réel.

Retenons ainsi que l'analyse spatiale constitutive est une *imitation* de ce que les données permettent de voir. Son exactitude est assurée par une rigueur *éthique* : faire que l'imitation ne soit pas trompeuse, qu'elle soit "honnête", pour reprendre le mot de Jean Barbier.

2. Les phénomènes géographiques

D'un côté l'interprétation des données selon les possibilités d'un certain langage ou les présupposés d'un certain paradigme; de l'autre côté l'imitation de la réalité géographique à travers les données disponibles... Mais que reste-t-il lorsqu'on cherche à s'affranchir de la contingence du paradigme pour expliquer l'interprétation, ou à préciser sans se réfugier dans les mystères de l'"art" du cartographe, ce qui est imité de la "réalité géographique"? À chaque fois, le "phénomène géographique". Une citation parmi d'autres, qui vient de la chorématique : « L'observation des phénomènes géographiques m'a assez tôt donné l'idée de la récurrence, puis celle de la structure » [3]; une autre citation parmi d'autres, qui vient de la cartographie : « Nous devons d'abord voir sur la carte l'ensemble des phénomènes traités... Chacun des éléments qui constituent les phénomènes aperçus au premier coup d'œil doit être analysé » [2]. Pour l'analyse exploratoire comme pour l'analyse constitutive, l'expression "phénomène géographique" est l'ultime recours, le fondement ou l'objet originnaire de toutes les approches choisies, mais elle n'est jamais définie, comme si sa prégnance toute immédiate la dispensait de justification. Sans vouloir la remettre en cause, et au contraire pour insister sur sa puissance évocatoire, attardons-nous quelques lignes sur cette expression.

Le *phénomène* est un fait qui va avec une explication connue, constatée (l'objet de l'expérience naturelle ou acquise), ou pressentie, latente (l'objet d'interrogations, voire de sciences). Cette possibilité d'explication elle-même vient de ce que le fait ne nous est pas étranger et au contraire est doué de cette qualité de se donner à nous : « Les phénomènes (sont) des connaissances comme apparitions, figurations, actes de

conscience, dans lesquels telles ou telles objectivités se figurent, deviennent objets de conscience... et d'un autre côté,... ces objectivités elles-mêmes, en tant que se figurant de la sorte. Le mot phénomène a ce double sens en vertu de la corrélation essentielle entre l'*apparaître* et *ce qui apparaît* » [7].

Le phénomène est géographique lorsque, au sens propre, il forme un signe auquel son explication confère du sens (-graphique) sur la Terre (géo-).

On comprendra alors que l'analyse exploratoire est celle qui vise à exhiber une explication compatible avec l'apparaître géographique du phénomène; que l'analyse constitutive est celle qui vise à établir des faits ressemblants qui ne contredisent pas l'explication géographique du phénomène.

3. Automatisation des analyses spatiales

Automatiser les analyses spatiales peut se comprendre en deux sens: d'une part élaborer des programmes ou des méthodes destinées à être employés selon le bon jugement de l'utilisateur, maître de la tâche, d'autre part élaborer des processus entiers qui dessinent une carte ou proposent une interprétation à partir des données, pour l'utilisateur ou pour d'autres automates. Plutôt que de traiter de l'interactivité, nous orientons les commentaires qui suivent dans la seconde perspective, où la solennité de l'enjeu (l'automatisation totale) les abstrait des contingences pratiques et leur confère le caractère général ou théorique dans lequel nous avons tenté jusqu'ici de maintenir notre propos.

On constate que l'automatisation des analyses spatiales a souvent tendance à soumettre la valeur géographique des données manipulées à l'urgence de la faisabilité technique ou à la beauté pure d'un outil mathématique. C'est ainsi, par exemple, qu'on a adopté très vite dans les années soixante-dix un algorithme de compression de données (le fameux algorithme dit de "Douglas et Peucker") comme outil de représentation cartographique de lignes, jusqu'à ce qu'on accepte de se rendre compte qu'il induisait des angles trop pointus pour représenter convenablement les routes. C'est ainsi, aussi, qu'on se contente encore de triangulations de Delaunay calculées sur des points [9] pour identifier les voisinages et à partir d'eux les regroupements géographiques d'objets séparés dans les bases de données (tâche éminemment constitutive) – alors que procéder ainsi est broyer d'entrée la géométrie des objets linéaires et surfaciques. Des structures plus "modernes" permettent de reconstruire les voisinages à partir de la pleine géométrie des données, comme le diagramme de Voronoï construit sur leurs segments (fig. 3).

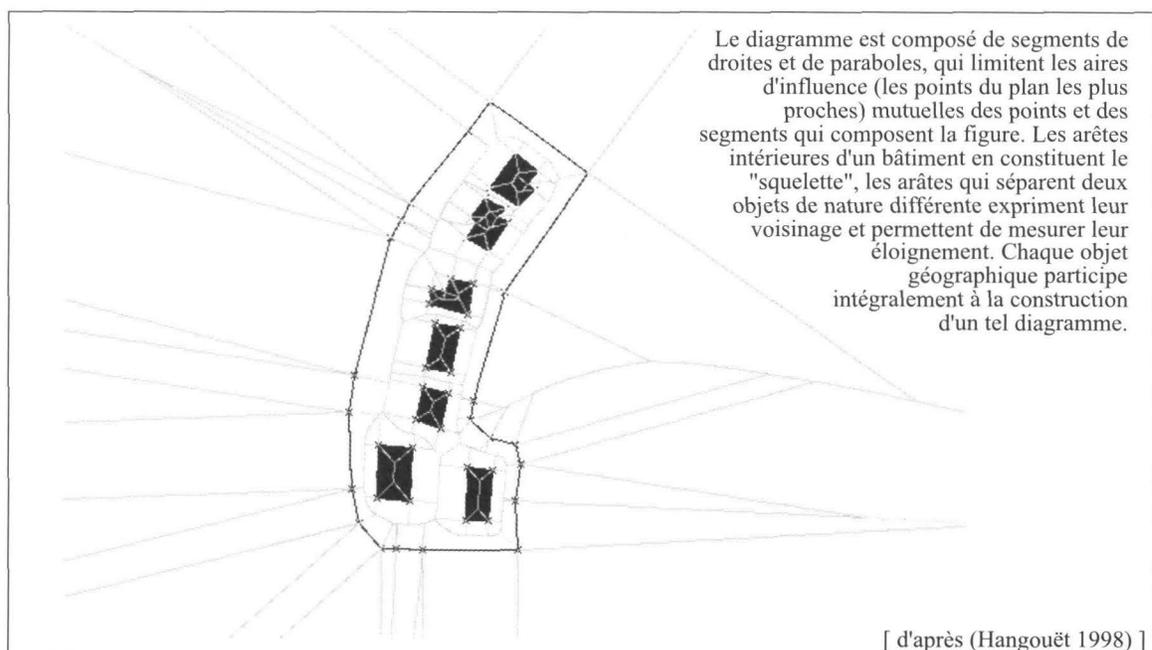


Figure 3 : Diagramme de Voronoï sur les segments de bâtis et de rues

À l'autre extrême, certains considèrent que l'automatisation des analyses spatiales est impossible car elles impliquent simultanément trop de raisonnements humains et trop d'objets du monde et de relations potentielles. Müller et al. [9] évoquent ainsi les cartographes qui doutent de la faisabilité de la généralisation automatique. Mais on l'a vu, les inductions/déductions de l'analyse exploratoire découlent de présupposés paradigmatiques qui sont autant de connaissances exprimables et l'imitation de l'analyse constitutive est justement ancrée dans les seuls objets qui lui sont donnés. Les connaissances objectives sont donc toutes disponibles, constatation qui par exemple suggère à CHEYLAN et al [4] d'employer, à côté des méthodes « traditionnelles » (« statistique descriptive, modèles connus, requêtes habituelles sur système d'information géographique ») les méthodes de l'intelligence artificielle pour automatiser la chorématique.

Avertis des doutes et des empressements qui menacent ceux qui abordent l'automatisation des analyses spatiales, nous pouvons nous concentrer à présent sur cette différence entre l'automatisation de l'analyse exploratoire et l'automatisation de l'analyse constitutive : cette dernière, si elle est possible, est achevable. Par exemple, un système de généralisation auquel on fournit les données et la portée de la carte à produire généralisera, comme les cartographes ont généralisé sans vraiment dévier des règles admises depuis environ un siècle (règles que l'on trouve suggérées dans ECKERT [5], par exemple). En revanche, l'automatisation de l'analyse exploratoire reste ouverte : les mécanismes généraux du raisonnement, à la limite, peuvent être fixés, mais le pressentiment de nouvelles théories, l'inspiration ou la provocation par les recherches d'autres domaines, tout ce qui renouvelle la géographie ne peut être intégré a priori qu'en intention dans un système. En fait, l'automatisation de l'analyse exploratoire fait partie de l'analyse exploratoire elle-même, elle est la découverte et la mise en place de nouveaux outils ou paradigmes de recherche : l'automatisation est la continuation de l'analyse exploratoire, son évolution naturelle. Ceci pendant que l'automatisation de l'analyse constitutive la prend pour objet et cherche à la reproduire – autrement dit pendant qu'elle en est... son *imitation*.

Mais nous n'avons parlé ici de l'automatisation qu'en tant qu'activité que peuvent inspirer les connaissances objectives. Ce que ne connaît pas et ne connaîtra pas l'ordinateur, en revanche, c'est la double intention esthétique/éthique. Comment celle-ci peut-elle se retrouver ?

4. Approche phénoménologique

Une définition du phénomène géographique adaptée à l'automatisation de l'analyse spatiale nous semble souhaitable pour que soit clairement fixé l'objet de l'activité du chercheur en système d'information géographique, pour que ne soient perdus de vue ni l'espoir de l'automatisation ni le sens géographique des données numériques. Celle que nous proposons nous semble fédératrice, en ce sens qu'elle ne devrait pas contredire les intuitions ou les pratiques des chercheurs :

Le phénomène géographique est l'ensemble lié de deux parties :

- 1. l'objet réel homologue de données qui sont dans la base de données ;
- 2. le plongement de cet homologue dans une explicabilité géographique

Le rôle intuitif du phénomène en tant que connexion entre base de données et réalité est ainsi objectivé. Le phénomène ne peut être constitué sans la base de données, ni sans le monde, ni sans les connaissances sur le monde. Son explicabilité est géo-graphique, c'est-à-dire, rappelons-le, celle de son apparence utile pour l'application visée – explicabilité qui est soit reconnue (cas de l'analyse constitutive), soit mise en question (cas de l'analyse exploratoire). On peut aussi préciser que l'homologue est soit coïncidant avec les données (une maison sur le terrain, une maison dans la base), soit regroupant (un îlot sur le terrain, des maisons et des tronçons de rues dans la base), soit éclatant (un virage sur le terrain, une portion d'arc géométrique dans la base). La partie 2, seule, est le phénomène sans ses objets constitutifs ; cependant ils se laissent évoquer naturellement (par exemple, l'expression "relief alpin" ne s'appliquerait que de manière extraordinairement détournée à un ensemble de maisons). Ceci, par extension, permet d'employer des expressions comme phénomène de : phénomène d'écoulement, phénomène de desserte, phénomène de surpopulation etc. En revanche, la partie 1, seule, est le phénomène perdu (ou alors le contexte doit être très explicite), et la justification trop rapide, hélas trop souvent rencontrée, de la pertinence d'algorithmes établis en fait sur des bases mathématiques ou informatiques.

Rester fidèle à cette définition, ne pas l'oublier ni la prétexter trop rapidement, est une attitude en partie pratiquée effectivement par les chercheurs, au moins intuitivement, que nous avons nommée *phénoménologie* dans notre thèse [6]. Nous la présentons ici sous forme de méthode à suivre, c'est-à-dire en semblant rendre impératif (non pour imposer, mais pour mieux décrire) chacun des cinq mouvements de l'approche de celui qui s'apprête à affronter les données numériques en en connaissant au moins l'orbite thématique. Ces cinq mouvements sont :

L'attention continue à la manifestation des phénomènes. Celle-ci consiste à accepter tous les signes du monde, même les plus fugitifs, qui laissent entendre d'un objet réel, vu dans son organisation spatiale, qu'il est allégorique de quelque phénomène géographique générique.

Le questionnement intensif du phénomène. Il s'agit de mieux le voir et le comprendre. Tous les moyens, idéalement, peuvent être mis à contribution : la pratique "naïve" du paysage où l'on vit, les photographies, les récits, les cartes, les poèmes, les manuels, les monographies scientifiques, les discussions avec les experts ou d'autres personnes, les résultats d'autres recherches sur des données semblables, etc. sont des moyens équivalents dans l'ensemble de leur somme. Cette moisson intensive est nécessaire, pour mieux s'en débarrasser.

Le résumé honnête de l'essentiel du phénomène. Il s'agit là de la « réduction phénoménologique » au sens de la phénoménologie de Husserl (pratique philosophique qui a inspiré la dénomination de l'attitude que nous décrivons ici). Celle-ci consiste, dans l'espace du langage, à établir une formulation accordée à l'appréhension du phénomène considéré, c'est-à-dire qui soit tout à la fois descriptive (elle contient et explique toutes les images recueillies du phénomène), indéniable (nul cas réel du même phénomène ne lui est incompatible sans permission) et dynamique (nulle référence contingente à la base de données).

La mise en coïncidence des données de la base avec le phénomène du monde réel. Les données qui sont prises en compte dans leur intégrité sont regroupées ou éclatées ou mises en coïncidence par des méthodes qui sont conçues spécifiquement pour le phénomène. L'écart entre la réalisation et l'idée du phénomène, l'échec nécessaire, est à documenter à côté de la méthode programmée, pour que celle-ci soit comprise et réutilisable voire reprise et poursuivie par des recherches ultérieures.

La conception d'outils automatiques destinés soit à trouver les signes du phénomène qui le rendront identifiable dans la nouvelle cartographie (analyse constitutive), soit à en extraire l'information pressentie pertinente (analyse exploratoire). Les contraintes cartographiques ou structurales ne doivent être que de simples paramètres de ces outils spécifiques, fondés algorithmiquement sur les lignes de force propres à l'explicabilité géo-graphique du phénomène considéré.

Les deux premiers mouvements sont destinés à capter le monde dans des grands filets ; les deux derniers à manipuler la base de données ; le mouvement central en est l'articulation nécessaire. Les cinq mouvements ne s'excluent pas selon une chronologie successive, au contraire ils se cumulent, chaque mouvement continuant dans ceux qui le suivent. Le dernier mouvement vibre ainsi de la possibilité de multiples reprises ou remises en question mais dans le contexte phénoménologique, cette fragilité n'est plus celle de l'implémentation hâtive ni de la subjectivité algorithmique. Au contraire, il s'agit de la seule fragilité naturelle de l'analyse spatiale : le risque de ne pas savoir tout lire de ce que le philosophe Maurice Merleau-Ponty intitule phénoménologiquement « la prose du monde ».

Nous espérons que nos descriptions, bien que conceptuelles plutôt que techniques, auront semblé, sinon évidentes, du moins assez vraies, sinon familières, du moins assez amicales... Chorématique et, démarche qui « se situe complètement à l'envers » [3], cartographie nous ont permis d'explorer les natures différentes de l'analyse spatiale exploratoire et de l'analyse spatiale constitutive. Le tableau ci-dessous rassemble les qualités respectives des deux analyses :

	<i>Analyse exploratoire</i>	<i>Analyse constitutive</i>
<i>archétype</i>	chorématique	généralisation
<i>principe</i>	interprétation	imitation
<i>données</i>	questionnées	acceptées
<i>appréhension</i>	réfléchie	réflexe
<i>explicabilité</i>	recherchée	connue
<i>sanction</i>	esthétique	éthique
<i>automatisation</i>	naturelle	opiniâtre

Avoir considéré chacune des analyses spatiales comme une manifestation des phénomènes géographiques qu'elles visent à cerner, comme des propriétés qui leur sont consubstantielles et non comme des activités autonomes, nous a permis certes de déduire le propos de leur automatisation, mais aussi de rappeler que l'analyse exploratoire est un moyen d'accéder aux mystères du monde et l'analyse constitutive, une manière d'être au plus près de la beauté du monde. Attitudes complémentaires au détour desquelles nous avons retrouvé, comme un signe de vie peut-être fortuit, mais néanmoins encourageant, la dualité classique éthique/esthétique, et qui ne devrait pas manquer de provoquer et enthousiasmer le chercheur en système d'information géographique.

Références bibliographiques

- [1] BAILLY A., FERRAS R., 1997 : *Éléments d'épistémologie de la géographie*, Paris, Armand Colin-Masson, 192 pages
- [2] BARBIER J., 1965 : Thematic Cartography. Problems Particular to Illustration, *Annuaire international de cartographie*, vol. V, pp. 167-171
- [3] BRUNET R., 1997 : *Champs & contrechamps, Raisons de géographe*, Paris, Belin, 320 pages
- [4] CHEYLAN J-P., LIBOUREL T., MENDE C., 1997 : Graphical Modelling for Geographic Explanation, in S.C. Hirtle and A.U. Frank (eds.), *Spatial Information Theory. A Theoretical Basis for GIS*, Actes de Cosit'97, Springer-Verlag, pp. 473-483
- [5] ECKERT M., 1921 : *Die Kartenwissenschaft*, Tome I, Berlin und Leipzig, de Gruyter, 654 pages
- [6] HANGOUËT J-F., 1998 : *Approche et méthodes pour l'automatisation de la généralisation cartographique ; application en bord de ville*, Université de Marne-la-Vallée, thèse de doctorat (non publiée), 352 pages
- [7] HUSSERL E., 1997 : *L'idée de la phénoménologie*, (1907), trad. A. Lowit (1970), Paris, PUF
- [8] KUHN T., 1983 : *La structure des révolutions scientifiques* (1962, 1970), trad. L. Meyer, Paris, Flammarion, 288 pages
- [9] MÜLLER J-C., LAGRANGE J-P., WEIBEL R., (co-éditeurs), 1995 : *GIS and Generalization - Methodology and Practice*, Londres, Taylor & Francis, coll. GISDATA, 264 pages
- [10] RATAJSKI L., 1978 : The Main Characteristics of Cartographic Communication as a Part of Theoretical Cartography, *Annuaire International de Cartographie*, vol. XVIII, pp. 21-32
- [11] VERGNEAULT-BELMONT F., 1998 : *L'œil qui pense*, Paris, L'Harmattan, 352 pages
- [12] WITTGENSTEIN L., 1986 : *Tractatus logico-philosophicus*, (1921), trad. P. Klossowski, Paris, Gallimard, 398 pages.