

# LE LIEU - OBJET URBAIN UNE SINGULARITE MORPHOGENETIQUE.

**Sébastien GADAL** : CAMS-LATES, UMR 8 557 du CNRS. École des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS), 54 bd Raspail. F-75270 Paris cedex 06.

Email : [sebastien.gadal@wanadoo.fr](mailto:sebastien.gadal@wanadoo.fr)

**RESUME.** Les images qui sont retransmises par satellite représentent des matrices d'impulsions électromagnétiques de portions de l'espace géographique : les pixels. Ces représentations ne sont, ni les objets géographiques eux-mêmes, ni leurs reflets directs sous forme de rayonnements réfléchis. Elles sont localisées sur l'écran à l'aide d'un système de coordonnées géodésique. On voit des différences localisées entre des images. Ces différences sont considérées comme géographiques parce qu'elles sont localisées à la surface de la Terre. Mais la localisation est-elle suffisante pour justifier le qualificatif de géographique ? La question se pose dans la mesure où plusieurs objets peuvent être localisés dans une même localisation. Le caractère géographique ne tient donc pas à localisation mais à la différenciation géographique. Dans le cas de la méthode de modélisation morphogénétique de l'espace géographique, on observe des images d'objets dont les reflets sont combinés. Ou, plus exactement, des différences entre les images des objets qui, la plupart du temps, ne sont pas simples mais combinés entre eux et pour lesquels, par exemple, les zones urbanisées sont des excroissances morphogénétiques. La méthode morphogénétique ne s'appuie donc pas uniquement sur la différenciation géodésique des localisations mais, également, sur la différenciation géographique des objets. Tous les objets sont considérés comme ayant un lieu à la surface de la Terre. Cette méthode détecte d'abord les lieux localisés avant les objets localisés, c'est-à-dire, qu'elle cherche à représenter les lieux-objets géographiques.

**ABSTRACT.** Images which are broadcast by satellite represent electromagnetic impulses matrices of the geographic space portions: pixels. These representations are neither the geographic objects themselves, nor their direct "reflections" under the thoughtful shape of brilliance accompanied with a sensation of colour. They are representations of electromagnetic impulses resulting from object recognition. These are localized on the screen by means of a geodesic coordinate systems. On the screen, one sees localized differences between "images". These differences are considered as geographic because they are localized in the surface of the Earth. But is the localization sufficient to justify the "geographic" qualifier term? The question arises as far as several objects can be localized in the same localization. The geographic character does not so like localization but the geographic differentiation. In the case of the geographic space morphogenetic modeling method one observes images of objects the "reflections" are combined. Or more exactly, differences between images of objects which most of the time are not simple but not combined among them and for whom, i.e. the urbanized zones are chaotic singularities. The morph-genetic method does not lean only on the geodesic differentiation of the localizations but also on the geographic differentiation of objects. All objects are considered as having a locus in the surface of the Earth. This method recognizes at first locus localized before the localized objects, that is for which it tries to represent the geographic locus - objects.

**MOTS CLES** : Lieu-objet, modèle morphogénétique, singularité, espaces urbanisés, télédétection.

**KEY WORDS**: Locus - object, morph-genetic model, singularity, urbanized areas, remote sensing.

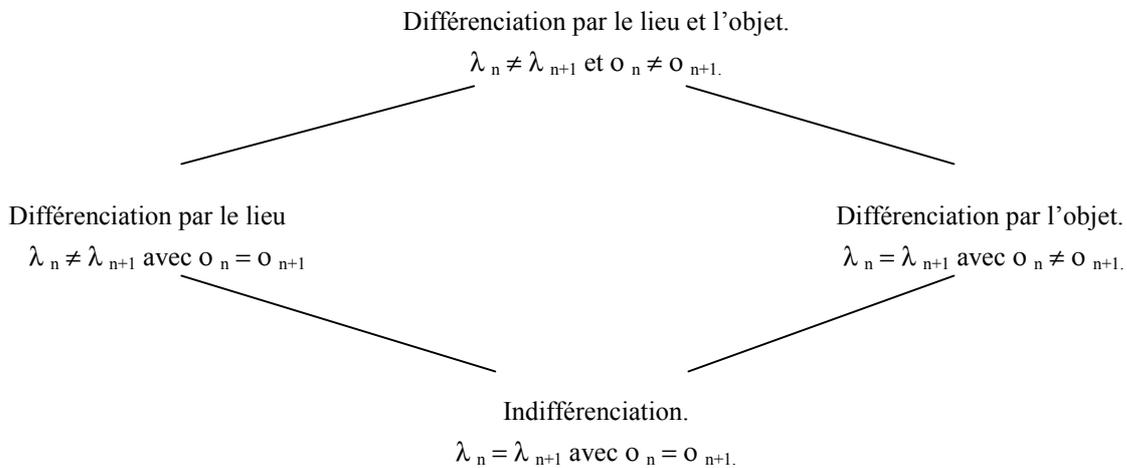
Les modélisations morphogénétiques de l'espace géographique faites à partir des images satellitales et de leurs représentations cartographiques bi-et tridimensionnelles ont un quadruple intérêt, l'espace géographique est modélisé en un gradient de discontinuité spatiale : le champ morphogénétique. Y sont d'abord reconnus et localisés les lieux avant les objets et ce, *a contrario* des méthodes classiques de détection, de reconnaissance et d'identification des objets géographiques, que ce soit en cartographie, en analyse de données spatialisées ou en télédétection satellitale. Les modèles permettent de détecter, de visualiser et de mesurer l'ensemble des discontinuités paysagères et structurales, de partitionner hiérarchiquement l'espace géographique en un ensemble de lieux-objets géographiques localisés dont certains, les pôles urbains, sont mathématiquement des modèles de catastrophes, c'est-à-dire, des singularités morphogénétiques. Cette particularité nous amène à introduire le concept de lieu-objet et la dialectique qui s'y rapporte pour saisir l'apport théorique qu'offrent les modélisations et les représentations morphogénétiques aussi bien en analyse spatiale, qu'en cartographie.

## 1. Le concept de lieu-objet.

### 1.1. Axiomatique et formalisation.

Le concept de lieu-objet découle de la logique tout/partie. Ce mode de pensée et de raisonnement a été introduit en géographie en 1984 par Georges Nicolas dans l'ouvrage « L'espace originel, axiomatisation de la géographie » (NICOLAS, 1984), a été ensuite formalisé par ce dernier et Solomon Marcus en 1999 (NICOLAS, MARCUS, 1999) dans un article intitulé « logique tout/partie ». La logique tout/partie se fonde sur deux axiomes qui sont eux-mêmes définis et formalisés en ces termes. D'une part, est spatiale toute entité formée par un lieu et un objet indissociables. D'autre part, est géographique toute information qui différencie, 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 et définie mathématiquement en ces termes : si  $\Lambda$  est un ensemble fini de lieux et  $O$  un ensemble fini d'objets, le produit cartésien :  $P \times O$  est l'ensemble des couples ordonnés  $p = (\lambda \times o)$  où  $\lambda$  appartient à  $\Lambda$  et  $o$  appartient à  $O$ . Deux couples  $p_1 = (\lambda_1 \times o_1)$  et  $p_2 = (\lambda_2 \times o_2)$  sont distincts et l'on écrit :  $p_1 \neq p_2$ , s'il y a une différenciation d'une au moins, de leurs composantes, le lieu ou l'objet. Il existe alors quatre possibilités.

Figure 1 : Modes de différenciation géographique.



La différenciation est mathématiquement définie comme forte ou comme faible.

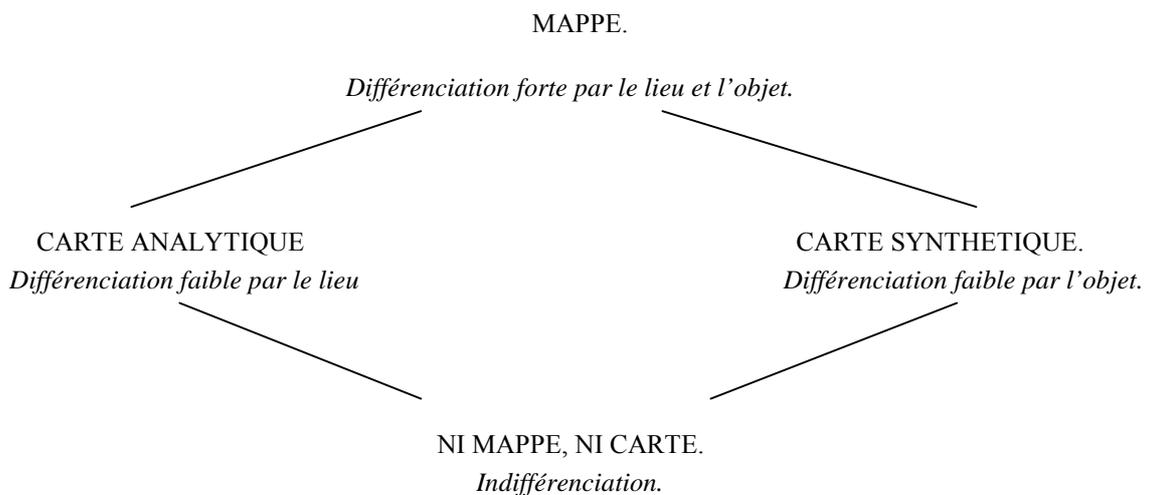
**1.2. Différenciation forte, différenciation faible.**

La différenciation géographique est considérée comme une différenciation faible lorsqu'elle concerne soit le lieu, soit l'objet. On parle alors de différenciation géographique faible par le lieu et de différenciation géographique faible par l'objet. La différenciation est dite forte lorsque le lieu et l'information sont différenciés. On parle alors de différenciation géographique forte par le lieu et l'objet ce qui est le cas lorsqu'on obtient des modélisations morphogénétiques de l'espace géographique à partir d'images satellitales. Les images qui sont retransmises par satellite représentent des matrices d'impulsions électromagnétiques de portions de l'espace géographique : les pixels. Ces représentations ne sont, ni les objets géographiques eux-mêmes, ni leurs « reflets » directs sous la forme de rayonnements réfléchis. Ces représentations sont des traductions des impulsions électromagnétiques résultant de la détection des objets. Elles sont localisées à l'aide d'un système de coordonnées géodésique et visuellement différenciées. Ces différenciations sont dites géographiques. On observe des images d'objets dont les « reflets » sont combinés ou, plus exactement, des différences entre les images des objets qui, la plupart du temps, ne sont pas simples mais combinés entre eux.

**1.2. Cartes et mappes.**

L'articulation logique, différenciation par le lieu et l'objet, différenciation par le lieu, différenciation par l'objet, indifférenciation définie par Georges Nicolas et Solomon Marcus est ensuite associée aux concepts de cartes analytiques et synthétiques et de mappes. La carte est définie comme une représentation graphique des lieux-objets qui est fondée sur la localisation, la mappe comme une représentation graphique des lieux-objets qui est basée sur la position relative des objets géographiques les uns par rapport aux autres. Elle s'exprime généralement au travers des notions de structures d'ordres hiérarchiques et de structures topologiques. Elles permettent d'identifier l'objet géographique par le lieu et l'objet tel que  $\lambda_n \neq \lambda_{n+1}$  et  $o_n \neq o_{n+1}$ . L'identification des objets géographiques dans le cas des représentations cartographiques est basée sur une différenciation entre lieux-objets géographiques pour une même localisation qui est, soit générée par le lieu, soit par l'objet. Les différenciations par le lieu génèrent des cartes analytiques, les différenciations par l'objet des cartes synthétiques. Les cartes analytiques représentent des objets identiques,  $o_n = o_{n+1}$ , en chaque lieu-localisation, les cartes synthétiques concentrent plusieurs types d'objets pour une même localisation telle que  $\lambda_n = \lambda_{n+1}$  et  $o_n \neq o_{n+1}$ .

**Figure 2 : Cartes et mappes.**

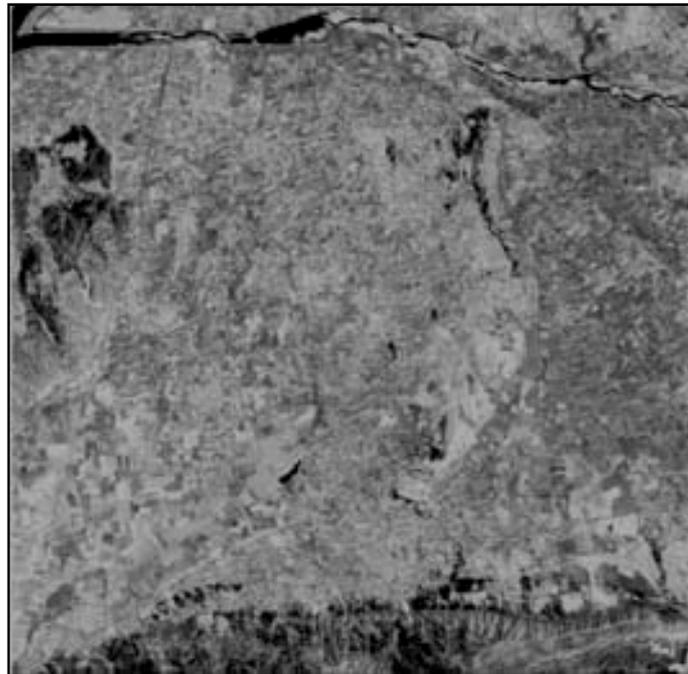


## 2. L'espace géographique : un champ morphogénétique.

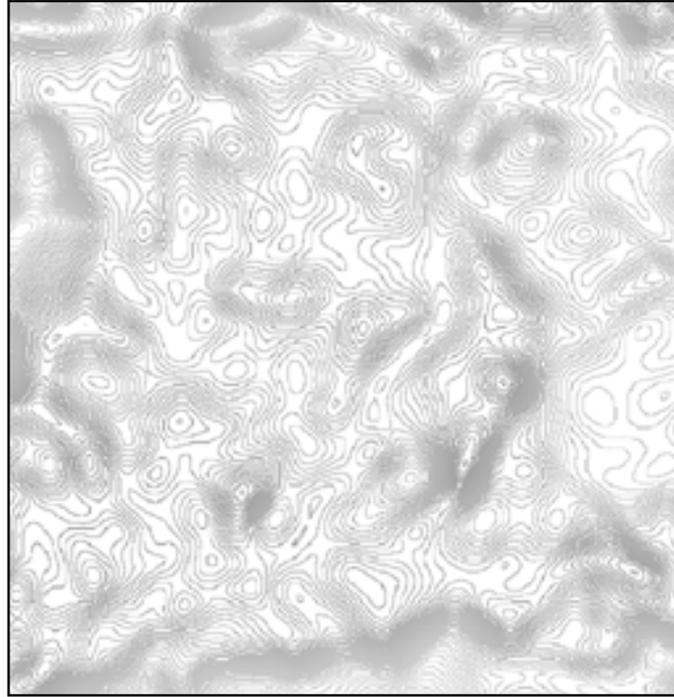
### 2.1. *Champ morphogénétique, discontinuités spatiales et espace géographique.*

Le champ morphogénétique est une perception de l'espace géographique qui est représentée sous la forme d'un champ, c'est-à-dire, d'un gradient de différenciation géographique qui exprime une intensité de différenciation radiométrique de l'espace géographique. Le champ morphogénétique est un champ de lieux-objets emboîtés et une représentation des structures de l'espace géographique.

*Figure 3 : Image satellitale (Landsat 5 TM).*



*Figure 4 : Champ morphogénétique de l'espace géographique (carte analytique bi- dimensionnelle).*



Source : Sébastien GADAL (2000). Étude des phénomènes de métropolisation et leur télédétection. Délégation Générale pour l'Armement.

La modélisation morphogénétique géographique est une fonction d'un champ de discontinuités, spatial et radiométrique, relatif à des structures et des phénomènes géographiques sensibles au capteur satellital. Le champ morphogénétique de l'espace géographique est assimilé à une fonction de contraste radiométrique du paysage. Cette fonction de discontinuité définit un espace fonctionnel continu : l'espace géographique. Les isolignes de discontinuités marquent l'intensité de la fonction de différenciation géographique du paysage. Elles sont considérées comme des discontinuités spatiales dans le sens où elles sont relatives à « l'espace » de l'image satellitale. Or, cette démarche, est porteuse d'un paradoxe sur la nature même de la discontinuité. Les discontinuités spatiales (ou géographiques) dans leur acceptation normative (HUBERT, 1993) délimitent et différencient les objets géographiques. Les discontinuités géographiques sont, dans le cas de la modélisation de l'espace géographique en un champ morphogénétique, les lieux où il y a justement une absence d'isolignes de discontinuité spatiale (GADAL, JEANSOULIN, 2000).

## ***2.2. La modélisation morphogénétique, un support à l'analyse spatiale.***

La modélisation de l'espace géographique en un champ morphogénétique, c'est-à-dire, en un gradient spatial de discontinuités radiométriques, nous place dans la dialectique du lieu-objet. Le modèle a, comme particularité, d'opérer une différenciation faible par lieux ( $o_n \neq o_{n+1}$ ) où sont identifiés l'ensemble des lieux de l'espace géographique. La représentation du champ morphogénétique de l'espace géographique est une carte analytique. Elle représente des lieux qui sont structurés de façon hiérarchique et topologique. En combinant l'identification des objets, c'est-à-dire, la différenciation géographique faible par l'objet, nous obtenons une mappe. L'espace est différencié géographiquement, à la fois, par le lieu et par l'objet. On parle alors de différenciation géographique forte ( $\lambda_n \neq \lambda_{n+1}$  et  $o_n \neq o_{n+1}$ ).

***Figure 5 : Exemple de mappe. Le Comtat Venaissin.***



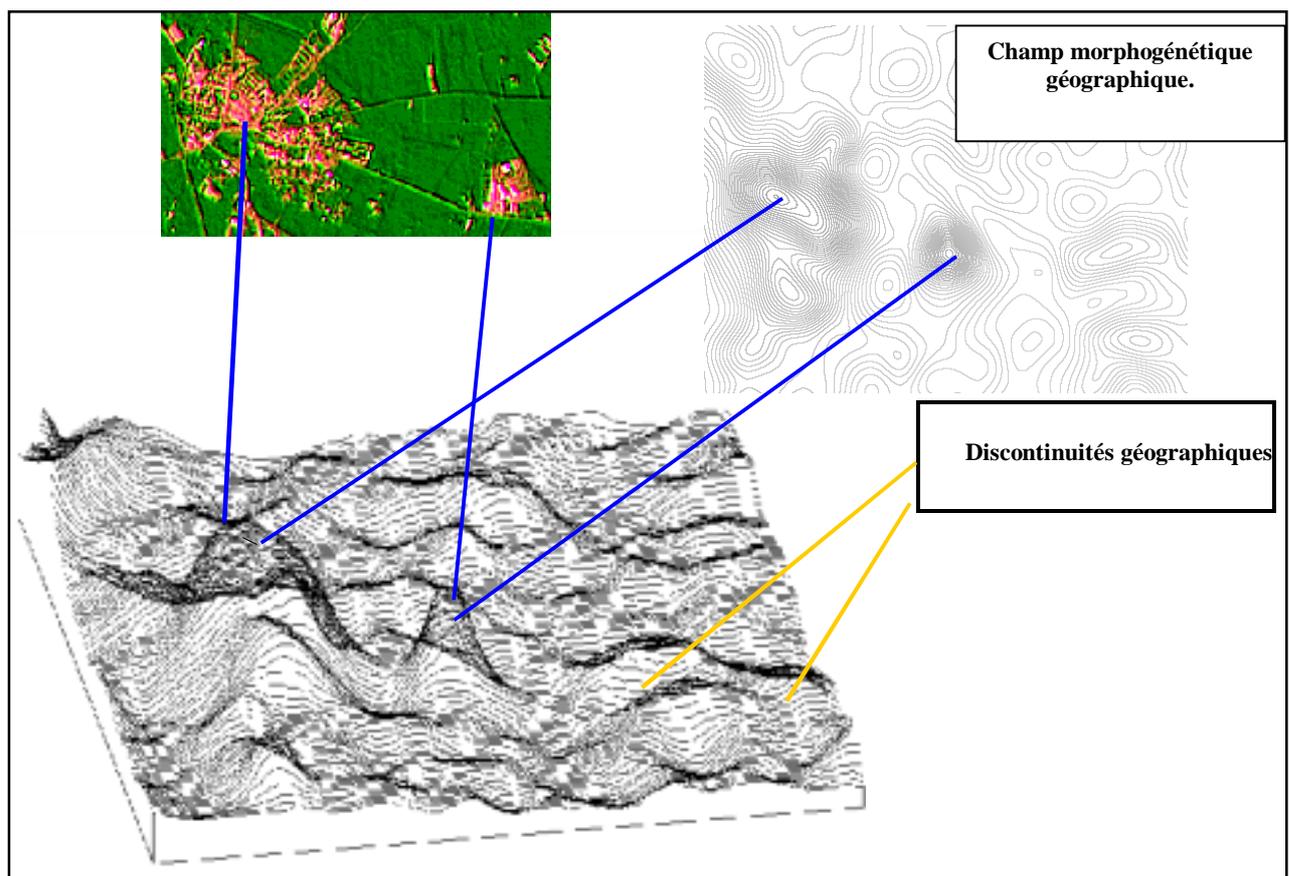
Source : Sébastien GADAL (2000). Étude des phénomènes de métropolisation et leur Télédétection. Délégation Générale pour l'Armement.

La carte morphogénétique est une représentation des structures et des lieux-objets de l'espace géographique. Elle a, comme originalité, de donner une perception de l'espace à la fois quantitative et qualitative. Quantitative tout d'abord, la carte morphogénétique est un cadre de mesure des différenciations spatiales et des interrelations entre les lieux-objets. Qualitative ensuite, la carte morphogénétique permet d'identifier les discontinuités géographiques, la nature des interrelations spatiales entre les lieux-objets, de les classer et de les formaliser.

### 3. L'urbain une singularité morphogénétique.

La modélisation de l'espace géographique en un champ morphogénétique produit des cartes analytiques de lieux-objets, puis des cartes. Elle a, comme intérêt, une reconnaissance et une identification automatique, des lieux-objets géographiques en l'absence de connaissance, *à priori*, de la localisation des lieux et des objets qui composent l'espace géographique, de leur existence, de leur forme, de leur nature et de leurs caractéristiques. Or, un certain nombre de lieux-objets, les pôles urbains, ont une particularité : ils apparaissent comme des excroissances, des singularités morphogénétiques qui sont aussi appelées par René THOM des catastrophes (THOM, 1972).

*Figure 6 : Exemple de singularité morphogénétique : Madyouna (Maroc).*



Source : Sébastien GADAL (2000). Étude des phénomènes de métropolisation et leur télédétection. Délégation Générale pour l'Armement.

Les cartes analytiques des lieux-objets géographiques et, *à fortiori*, les mappes tridimensionnelles, permettent la visualisation automatique des pôles urbains. Ils apparaissent de visu comme des pics, des excroissances de la fonction du gradient spatial de différenciation géographique, le champ morphogénétique géographique. Ces singularités morphogénétiques, les pôles urbains, sont des modèles hyper-paraboliques (THOM, 1983). Ces singularités morpho-génétiques ou singularités hyper-paraboliques représentent les lieux-objets urbains.

### **Conclusion.**

L'utilisation de la modélisation morpho-génétique de l'espace géographique présente trois intérêts : elle permet, d'une part, de détecter les lieux-objets urbains, les singularités morphogénétiques et, d'autre part, elle met en évidence un champ de gradient de discontinuités spatiales figuré sur les cartes analytiques (cf. figure 4) à partir duquel il est possible de mesurer le niveau de différenciation spatiale entre les entités géographiques et d'extraire une typologie des limites. Enfin, cette forme de modélisation de l'espace géographique a, comme autre avantage, de reconnaître les lieux avant les objets. La modélisation de l'espace géographique par un modèle morphogénétique crée successivement des cartes analytiques et des mappes. Elle met en évidence, tout d'abord, les lieux des lieux-objets géographiques, ensuite les objets des mêmes lieux-objets géographiques. Le champ morphogénétique permet de représenter cartographiquement un gradient de discontinuités spatiales radiométriques qui, ni plus, ni moins, mesure l'intensité de différenciation géographique. Elle met en évidence les structures et les discontinuités géographiques. L'analyse de ce modèle au moyen de la dialectique, lieu-objet, permet de saisir les apports de la modélisation morphogénétique en cartographie et en analyse spatiale. Elle montre aussi la pertinence de la démarche logique.

### **Bibliographie.**

- GADAL S., JEANSOULIN R (2000), Border, frontiers and limits: some computational concepts beyond words, *Cybergeo, European Journal of Geography*, n°13, 17 pages.
- GADAL S (2000), Etude des phénomènes de métropolisation et leur télédétection, Rapport numérique de la Délégation Générale pour l'Armement, 130 pages.
- HUBERT J.-P (1993), *La discontinuité critique*, Paris, Publications de la Sorbonne.
- LAMBERT D (1999), Le tout et la partie, la théorie du tout, *Quinté Sciences*, pp. 32-38.
- MARCUS S., NICOLAS G (1999), Logique tout/partie, *Géographies et langues, série Eratosthène Sphragide n°6*, pp. 335-349.
- NICOLAS G (1984), *L'espace originel, axiomatisation de la géographie*, Berne, Peter Lang.
- THOM R (1972), *Stabilité structurelle et morphogénèse*, Paris, Interéditions.
- THOM R (1983), *Paraboles et catastrophes*, Paris, Flammarion.