

Les relations Homme-Nature : un problème d'échelle
Connection between Human and Nature: a problem of scale

Introduction

Depuis plusieurs décennies se sont développées de nombreuses questions autour de l'environnement, assistant au passage d'une question marginale à une question centrale dans le débat public.

Le cœur de ces questions revient à une question relativement ancienne en géographie : les relations entre l'Homme et la Nature. Ce débat n'est ni simple, ni loin d'être tranché, ne serait-ce que dans la définition des termes. L'objectif de cette intervention est de présenter quelques pistes de réflexion grâce à une pensée multi-échelle du problème.

I. Le position du problème

Une seconde difficulté apparaît alors. Le terme « échelle » reste polysémique en géographie [**diapo 1**]. Il renvoie à différentes réalités : l'une est quantitative (échelle numérique par exemple) ; l'autre est qualitative (étude des niveaux par exemple). Cette double approche se retrouve dans les problèmes de représentation cartographique. Quelle échelle numérique pour telle taille ? Tout dépend de ce que l'on veut montrer, répondra un géographe. Ainsi, tout objet représenté sur plusieurs cartes a différentes échelles de représentation possible. C'est sur cela que repose la relativité d'échelle dont l'outil principal est la géométrie fractale.

Mathématiquement, est fractal tout objet qui dépend explicitement de son échelle d'observation. La fractalité permet de décrire comment un objet de nature spatial ou temporel se transforme à travers ses différentes échelles d'observation [**diapo 2 : films ; diapo 3 : schéma de Cuénin**].

Tout cela permet d'identifier un certain nombre de variable d'échelle. Les variables d'échelle caractérisent et « paramètrent » les lois d'échelle qui leur sont associées. La plus connue est la **résolution** d'un objet. Néanmoins, il en existe d'autres telles que la **dimension fractale**. Je limiterai mon propos à ces deux variables.

La méthode la plus simple et la plus efficace pour mesurer une dimension fractale reste la méthode par comptage de boîtes carrées. D'abord, pour savoir si l'objet analysé est fractal, on pose une série de grilles à mailles carrées dont la taille du côté de ces carrés sera assimilée à une **résolution** [**diapo 4 : schéma de comptage**]. *N.B. Les grilles ne sont pas obligatoirement dyadiques. Ensuite, on reporte la résolution avec le nombre de carrés comptés se rapportant à cette résolution.* On reporte autant de couples que de grilles appliquées dans un graphique bilogarithmique. *Remarque : par habitude, j'utilise le log népérien, car le log décimal complique inutilement les calculs.* Enfin, les résultats de ce report peuvent être très variés, mais, dans le cas le plus simple, on trouve une droite dont la pente est appelée **dimension fractale**. Une précision s'impose : il existe plus de cas où cette dimension est variable que constante. Jusqu'à présent, on compliquait les outils mathématiques pour arriver à évaluer ces variations, et cela a donné ce que l'on appelle la multifractalité. La relativité d'échelle permet d'éviter cette machine monstrueuse en posant un cadre théorique aboutissant à la création d'autres variables d'échelle que la dimension fractale ou les résolutions.

L'outil et la méthode précisés, on peut passer à la relativité d'échelle qui est une **théorie explicative** des échelles. La relativité d'échelle ne peut être que survolée dans cette communication.

La relativité d'échelle a été inventée par L. Nottale, qui co-dirigea ma thèse. Ici, le terme « relativiste » doit être entendu dans son sens einsteinien. À savoir que tout objet, entité, structure, dépend d'une référence, d'un référentiel. Appliquée aux échelles, cette idée se transcrit par « les lois de la nature sont valables pour tous les systèmes de coordonnées (référentiel classique), quel que soit leur état d'échelle (référentiel des échelles) ». Pour ce, la relativité d'échelle repose sur trois grands principes : le principe de relativité d'échelle, le principe de covariance d'échelle et le principes d'équivalence d'échelle. Cités ici pour mémoire, ce sont ces principes qui démontrent et expliquent les cas de fractalité sous forme de loi d'échelle des variables d'échelle.

Je passe sur l'aspect mathématique permettant de construire les lois d'échelle. Si cela vous intéresse, je l'ai publié à maintes reprises, notamment dans l'*Espace géographique* n°2 de l'année 2010. Ces lois sont obtenues par la combinaison de la méthode dite de Gell-Mann-Lévy et d'un développement limité de Taylor.

On peut alors proposer trois cas : [**diapo 5 : diagrammes possibles résultant d'un comptage de boîtes**]. Mathématiquement, une dimension fractale représente une dérivée, c'est-à-dire l'étude des variations (ou pentes locales). Elle peut donc être soit constante, soit variable.

- (1) le cas de fractalité simple : invariance d'échelle [**diapo 6**]
- (2) le cas de fractalité « complexe » : modèle à transitions [**diapo 7 ; diapo 8**]
- (3) le cas de fractalité variable (cité pour mémoire)

Les relations Homme-Nature : un problème d'échelle
Connection between Human and Nature: a problem of scale

- (1) et (2) : la ou les dimensions fractales restent constantes.
 (3) : la dimension fractale devient une fonction dépendant d'autres paramètres.

Les fractales ne sont qu'un outil mathématique servant à la description ; la théorie de la relativité, elle, permet d'en faire l'analyse et de proposer une explication sur ce phénomène de fractalité, ce qui signifie qu'**une mesure fractale n'implique pas que l'on fasse de la relativité d'échelle**, ce qui rend très difficile la comparaison avec d'autres travaux sur les fractales en géographie.

II. Échelles et relations Homme-Nature

Tout cela conduit à essayer de repositionner le débat sur les relations Homme-Nature en termes d'échelle, ou plus clairement existe-t-il ou non une hiérarchie entre l'Homme et la Nature.

Deux questions fondamentales apparaissent : **qu'est-ce qu'une échelle humaine ? Qu'est-ce qu'une échelle naturelle ?** Dans cette communication, je considérerai comme une échelle humaine, toute entité façonnée par et pour l'Homme. Tout le reste correspondra une échelle naturelle [diapo 9].

Premièrement, bien que cela soit évident, il faut rappeler que **les échelles de l'Homme et les échelles de la Nature ne sont pas compatibles** que l'on regarde les échelles temporelles : un homme ne peut vivre au-delà d'un siècle, tandis que les objets et processus naturels se transforment sur des milliers, voire des millions d'années, ou que l'on regarde les échelles spatiales : un homme adulte mesure en moyenne 1m60-1m80 et son contact avec son environnement immédiat est de l'ordre d'une dizaine de mètres, tandis que les objets naturels ont des tailles allant de quelques centimètres à plusieurs kilomètres. De ce fait, comment concilier les échelles humaines et les échelles naturelles ?

Deuxièmement, l'approche par les échelles conduit à trois conceptions possibles (simplistes) : une position exclusive et deux positions inclusives [diapo 10].

(1) La **position exclusive** (sans rapport hiérarchique) propose une interdépendance entre l'Homme et la Nature, c'est-à-dire un jeu de domination équilibré entre les deux. C'est, en général, la position qu'opte un aménageur. La Nature donne des ressources à l'Homme, et l'Homme exploite, contrôle et transforme les ressources de la Nature. Cette position défend donc une égalité entre l'Homme et la Nature à travers une espèce de jeu de domination, de combat l'un contre l'autre. C'est la position classique des Modernes de la pensée occidentale, *via* notamment la pensée chrétienne.

(2) La **position inclusive** (avec rapport hiérarchique) peut se traduire en deux types.

(a) La **position où l'Homme est inclus dans la Nature**. Dans ce cas, la Nature est supérieure à l'Homme. C'est une position développée par de multiples auteurs dont les plus marquants sont ceux de la pensée taoïste.

(b) La **position où la Nature est incluse dans l'Homme**. Dans ce cas, l'Homme est supérieur à la Nature. L'Homme a complètement soumis la Nature, et à l'origine de tout. C'est une position qui, à ma connaissance, a été très peu développée, sauf chez les peuples amérindiens (cf. Jean-Patrick Costa *L'Homme-Nature*).

Jusqu'ici, on a surtout proposé des débats autour de la position exclusive. Pourquoi ? À mon humble avis, parce que c'était la seule pensable en termes de quantification. Aujourd'hui, la théorie de la relativité d'échelle permet de proposer une quantification des pensées inclusives.

III. Étude de cas

Les outils permettant de décrire et d'expliquer la position inclusive sont déjà assez avancés d'un point de vue mathématique, puisque l'on est déjà dans des cas où la dimension fractale varie en fonction d'un autre paramètre. Néanmoins, je vais essayer de vous les présenter le plus simplement possible : deux modèles transitionnels avec une transition non fractal-fractal.

Cas 1. La répartition des châteaux

[diapo 11] : estimation des paramètres

[diapo 12] : estimation des fonctions associées

Cas 2. L'hydrographie des Gardons

[diapo 13] : estimation des paramètres

[diapo 14] : estimation des fonctions associées

Les relations Homme-Nature : un problème d'échelle
Connection between Human and Nature: a problem of scale

Les processus scalaires de géographie physique et de géographie humaine obéissent aux mêmes lois d'échelle. On peut donc les intégrer entre eux. **De quelle manière ?**

Conclusion

La relativité d'échelle offre des outils scalaires intéressants pour l'aménagement et le développement des territoires.

Autres questions en suspens.

Comment définir la taille humaine ? Doit-on se limiter à la taille humaine *stricto sensu*, ou, au contraire, doit-on l'élargir aux objets de taille légèrement plus grande ou plus petite que celle-ci ?

Comment définir la taille des objets naturels ?

Que faire des objets naturels de même dimension humaine ?