

Rencontres de Rochebrune 2011  
**Structures multi-échelles en géographie**  
**Approche de la relativité d'échelle**  
Maxime Forriez, Philippe Martin et Laurent Nottale

Résumé étendu.

Les structures multi-échelles sont pensées en géographie depuis près d'un siècle. Cette pensée demeurait d'abord et avant tout qualitative, si on exclut l'échelle numérique des cartes. Elle se fonde sur l'observation de niveaux privilégiés à travers lesquels tel ou tel objet est plus facilement appréhendable. De là découle un problème fondamental qui est de savoir si le niveau est un *a priori* ou un *a posteriori*. En d'autres termes, le niveau est-il démontrable ? Si oui, comment le niveau le peut-il ? Néanmoins, puisque les deux mots existent, il faut également définir si niveau et échelle sont des termes synonymes.

Pour répondre à ces interrogations, il existe un outil mathématique se caractérisant par une structure multi-échelle : la géométrie fractale, mais seul, il ne suffit pas. Il faut nécessairement le combiner avec une pensée conceptuelle fixant des principes premiers d'utilisation de cet outil. Se faisant, on obtient une théorie, et dans ce cadre, la théorie de la relativité d'échelle qui montre trois points.

Tout d'abord, l'échelle devient une catégorie générale au même titre que celle du mouvement. Cette catégorie « échelle » se définit par des variables propres : la résolution, la dimension fractale, *etc.* qu'il faut articuler entre elles. Le niveau se comprend alors comme une échelle et une approche particulières. Ainsi, de multiples mesures interprétables sont disponibles *via* cette théorie. Néanmoins, chacune d'elles reste relative au système d'échelle de référence de l'objet étudié. Autrement dit, il n'y a que des relations relatives, que des dimensions fractales relatives, *etc.* à ce référentiel.

Ensuite, malgré cette relativité, il est possible de construire un certain nombre de cas d'école où il existe des relations fonctionnelles entre ces variables : le cas d'indépendance d'échelle (non fractal) et le cas de dépendance d'échelle (fractal), les deux ne s'excluant pas. Ainsi, il est possible dans un simple calcul de dimension fractale de boîtes carrées de déterminer l'existence d'un niveau. Dans ce cadre, deux cas sont possibles : soit les niveaux *a priori* sont confirmés, soit de nouveaux niveaux *a posteriori* apparaissent.

Enfin, il faut tester la relativité d'échelle et la modeler en fonction des caractéristiques propres de la géographie. Cela peut se réaliser en deux étapes. D'une part, il faut essayer de lier cette théorie, dans la mesure du possible, avec des variables connues et utilisables en géographie. D'autre part, il faut vérifier un certain nombre de processus n'ayant jamais été quantifiés *via* la structure multi-échelle observée.

Tout cela conduit à renforcer une vieille idée : la matière (d'origine anthropique ou naturelle) s'organise de manière spontanée en échelles qui se décrivent par des niveaux d'observation. Ce truisme est renforcé par la compréhension de cette organisation en termes d'articulation des niveaux *via* des mesures, des outils d'analyse fournis par la géométrie fractale dans le cadre théorique qu'est la relativité d'échelle. Dès lors, une question essentielle survient : peut-on contrôler le développement de ces niveaux ?