

## Géomorphologie théorique

*Contribution : Ph. Martin (U. Avignon - ESPACE) et L. Nottale (Obs. Paris – Meudon – LUTH)*

Depuis les travaux de B. Mandelbrot nous savons que les reliefs sont des fractales. Ce premier acquis ouvre la porte à une géomorphologie théorique (géométrique) qui viendrait compléter une géomorphologie structurale (en rapport avec les structures géologiques), une morphologie climatique (dans laquelle les formes sont largement sous la dépendance du climat) et une géomorphologie dynamique (liée aux processus actuels instrumentalisés).

Cette dernière est évidemment limitée par la fenêtre d'observation, mais comme les formes sont le résultat des processus sur le temps long (érosions), il est possible, en modélisant géométriquement les morphologies, de rendre compte des configurations qui jouent un rôle d'attracteur dans les dynamiques et, inversement, il est possible, théoriquement, d'avoir un modèle des configurations spatiales qui modulent les flux, les écoulements, en particulier en moyennes et hautes eaux (crues). Nous sommes donc dans une position relativiste au sens einsteinien du terme : les flux génèrent les formes qui modulent les flux, ce qui montre bien que l'approche par une modélisation des fonctionnements ne suffit pas ou du moins est incomplète.

Mais comme les reliefs sont des fractales, il faut pouvoir déboucher sur une modélisation multi scalaire de leur état, donc établir des lois d'échelle. La plus simple est l'invariance d'échelle, mais celle-ci, si elle existe bel est bien dans les morphologies, ne peut être la seule structure scalaire sauf à ce que l'ensemble de l'interface terrestre, objet de l'étude de la géomorphologie, ne présente pas de césures, de frontières, etc. qui permettent, qui supportent les limites que nous observons et que le langage véhicule (montagne, piémont, plaine, par exemple).

Dès lors, les « bonnes » lois d'échelle des reliefs doivent intégrer des transitions entre des portions de leur gamme scalaire qui peuvent être différemment invariantes d'échelle (multifractalité), mais aussi des variations entre des portions de gammes scalaires indépendantes d'échelle et dépendantes d'échelle (très localement un relief sera sub euclidien alors que globalement il sera très fortement fractal). Or il se trouve que c'est ce que la relativité d'échelle formalise. Dès lors, nous disposons d'un outil qui permet de modéliser les reliefs, mais cela nécessite (ce qui est en cours) de transférer des conceptions qui ont été pensées pour l'astrophysique et la physique quantique à un domaine comme la géographie.

En retour ce domaine fournit, sur une gamme scalaire circum anthropique (entre  $10^{-4}$  m et  $10^{+8}$  m), des objets tests qui permettent d'éprouver la théorie, et, les premiers travaux le montrent, d'envisager des situations que la théorie n'avait pas encore expressément formalisées. Toutefois, tout ceci nécessite de penser des dimensions fractales scalairement locales, ce qui fait toujours débat et nécessite certainement des explications et des réflexions complémentaires, en particulier d'ordre mathématique.

De par son positionnement, le transfert réalisé entre des sciences formelles et une discipline des SHS, mais aussi en raison des perspectives que cette modélisation fractale relativiste ouvre pour la gestion des territoires, il nous semble que cette question pourrait trouver une place dans les appels à projets que pourrait lancer l'ANR.