

P. Abry,
Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure de Lyon,
CNRS, UMR5672
tél. (+33)(4)72728493, fax. (+33)(4)72728950
patrice.abry@ens-lyon.fr

Rapport sur le manuscrit présenté par M. Maxime Forriez,
pour l'obtention du diplôme de
Docteur en Sciences de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse, intitulé
Caractérisation formelle des structures multi-échelles géographiques en relativité d'échelle.

Dans ce manuscrit de thèse, M. Forriez propose une réflexion sur l'usage et le sens des notions d'analyse d'échelle et/ou d'analyse fractale en géographie. Le travail rapporté s'avère remarquable, et ce à au moins deux égards : les données analysées, la contribution méthodologique.

Les corpus de données analysés dans ce travail, d'abord, sont impressionnantes et par leur volume, et par la diversité de leurs natures. Le chapitre 6 décrit l'analyse morphologique du réseau du bassin des Gardons. Il s'agit, à partir de la base de données *Carthage* d'extraire la structure hydrographique de ce bassin pour en analyser les propriétés d'invariance d'échelle (et la structure arborescente). La matière à traiter consiste donc ici en une image binaire de ligne (formant un réseau). Les images *Landsat* permettant d'extraire le centre urbain de plus de 100 villes dans le monde, analysées au chapitre 8, consistent elles en l'étude du caractère fractal (ou non) d'une frontière délimitant les régions d'une image binaire. Les données rendant compte de la répartition des châteaux se présentent sous la forme d'une distribution de points sur une image (ou processus ponctuels à deux dimensions) dont la structure est analysée (chapitres 12 à 14). Enfin, les données *TAGEO* traduisant la répartition de la population (par ces centres urbains) sur le globe et consistent ainsi en un processus ponctuels (localisation en espace) étiqueté (densité de population). Il est tout à fait remarquable que les analyses d'invariance d'échelle conduites dans ce travail sur des données aussi diverses en nature et en forme le soient avec des approche conceptuelle, démarche scientifique et outil pratique aussi cohérents et maîtrisés.

La contribution méthodologique ensuite mérite d'être soulignée et saluée. L'analyse fractale (ou d'invariance d'échelle), quoique séduisante conceptuellement, se heurte en géographie, comme dans de nombreuses autres disciplines, à d'importantes difficultés lors de la mise en œuvre pratique sur des données réelles. Notamment, la dimension fractale mesurée apparaît dépendre fortement de la gamme d'échelle analysée et/ou de la résolution des données disponibles. Dans ce travail, M. Forriez s'approprie et met en œuvre le cadre formel de l'invariance d'échelle généralisée pour analyser ces éventuelles variations comme un élément constitutif intrinsèque de l'analyse de l'invariance d'échelle et l'interpréter dans le cadre de la géographie. Le chapitre 4 résume de façon efficace et bien comprise le matériel théorique relatif à l'invariance d'échelle généralisée et propose également une revue et réflexions pertinentes relatives à la technique de *comptage de boîtes*, brique de base dans l'analyse fractale. L'analyse de la frontière fractale du centre urbain de la ville d'Avignon via une série d'images dont les résolutions sont différentes (chapitre 8) est lumineuse, illustrant une relation subtile entre résolution des données, échelles d'analyse et variations de la dimension fractale. L'interprétation de cette dépendance, comme un moyen d'évaluer la pertinence et le bénéfice de disposer de cartes mieux résolues, est remarquable et susceptible d'être transposée à d'autres disciplines. Le fait qu'à la fois le même cadre conceptuel et les mêmes outils de mesure (l'interaction entre dimension globale et dimension locale notamment) soient utilisés sur des données différentes en nature et structure, témoigne du succès de la démarche.

Le manuscrit de thèse constitue un ensemble imposant en plus de 400 pages, organisés en 4 parties et 20 chapitres. Malgré son impressionnant volume, la lecture en est rendu agréable et aisée par une écriture précise, documentée et bien organisée. Les analyses effectuées sont étayées de très nombreux graphiques et illustrations permettant d'en suivre précisément et la démarche et le détail. La totalité des mesures effectuées est disponible sur un support électronique joint en annexe et de navigation aisée.

À la date de lecture du manuscrit, ce travail a déjà donné lieu à trois publications à comité de lecture, 10 communications avec comité de lecture des résumés. Quatre nouvelles publications à comité de lecture sont en cours d'évaluation.

En raison de la qualité et de la quantité des travaux effectués, je recommande avec enthousiasme la présentation de ce manuscrit pour l'obtention du diplôme de Docteur en Sciences de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse.

À Lyon, le 16 mai 2010



P. Abry,
CNRS, Directeur de Recherche