

## Champs multifractals : construction et déconstruction

Samy Lakhali<sup>1,2,3,6</sup>, Laurent Ponson<sup>2</sup>, Michael Benzaquen<sup>1,3,4</sup>, Jean-Philippe Bouchaud<sup>3,4,5</sup>, Mahesh M. Bandi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> LadHyX, UMR CNRS 7646, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex, France

<sup>2</sup> Institut Jean Le Rond d'Alembert, UMR CNRS 7190, Sorbonne Université, 75005 Paris, France

<sup>3</sup> Chair of EconophysiX & Complex Systems, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex, France

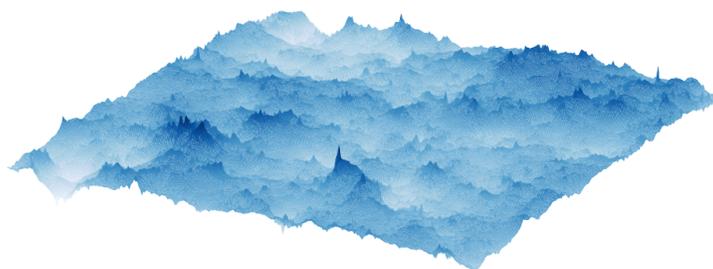
<sup>4</sup> Capital Fund Management, 23 rue de l'Université, 75007 Paris, France

<sup>5</sup> Académie des Sciences, Quai de Conti, 75006 Paris, France

<sup>6</sup> Nonlinear and Non-equilibrium Physics Unit, OIST Graduate University, Onna, Japon

samy-lakhali@oist.jp

De nombreux systèmes naturels, sociaux et physiques peuvent manifester des régimes invariants d'échelle. Dans le cas de systèmes linéaires décrits par des observables physiques, cette *fractalité* et les exposants la décrivant peuvent se déduire par analyse harmonique ou stochastique. Cependant dans un cas non-linéaire, des interactions inter-échelles peuvent mener à l'apparition inattendue de tels régimes fractals, voire multifractals si leur invariance est décrite par un spectre continu d'exposants. Ces régimes sont souvent caractérisés par *(i)* leurs statistiques non-Gaussiennes et intermittentes, *(ii)* l'auto-similarité de leurs fonctions de structure et *(iii)* la forte corrélation spatiale ou temporelle de l'enveloppe de leurs fluctuations [1].



**Figure 1.** Surface multifractale synthétique

Nous proposons une méthode de construction de champs multifractals reproduisant les principales propriétés observées dans les données expérimentales [2] (e.g. Fig. 1). Appliquée inversement, notre méthode permet la déconstruction des signaux expérimentaux en champs stationnaires décrivant l'amplitude locale des fluctuations. Nous illustrons cette méthode par l'analyse de deux types de signaux : *(i)* le champs des hauteurs des surfaces de rupture, et *(ii)* les relevés de vitesse du vent, récemment employés dans l'analyse statistique de la puissance produite par les énergies éoliennes [3]. La comparaison entre données synthétiques et expérimentales révèle des différences fondamentales dans l'organisation spatiale et temporelle de l'intermittence statistique.

## Références

1. BACRY, E., DELOUR, J. & MUZY, J. Multifractal random walk. *Physical Review E*. **64**, 026103 (2001)
2. LAKHAL, S., PONSON, L., BENZAQUEN, M. & BOUCHAUD, J. Wrapping and unwrapping multifractal fields. *ArXiv*. (2023)
3. BANDI, M. Spectrum of wind power fluctuations. *Physical Review Letters*. **118**, 028301 (2017)