

Analyse de séries temporelles de production éolienne : loi de Taylor et propriétés multifractales

Calif¹ & Schmitt²

¹ EA, LARGE laboratoire en Géosciences et énergétique, Université des Antilles et de la Guyane 97170 P-à-P, France

² CNRS, UMR 8187 LOG Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, Université de Lille 1, 28 avenue Foch, 62930 Wimereux, France

rcalif@univ-ag.fr

Depuis quelques décennies, l'énergie éolienne connaît une croissance considérable. Cependant cette énergie est dépendante de la vitesse du vent variant en intensité sur des échelles de temps qui incluent l'année, la journée à quelques secondes. Il est donc fondamental de bien parvenir à comprendre et décrire le caractère non-linéaire et stochastique de ces fluctuations dans la production électrique issue des éoliennes. L'objectif de ce travail est de caractériser les fluctuations d'une série temporelle de production éolienne. Dans un premier temps, nous vérifions l'utilisation de la loi de Taylor, relation entre l'écart-type σ_P et la moyenne \bar{P} : $\sigma_P = \bar{P}^\alpha$. Cette relation fut observée en écologie, en finance, dans les sciences du vivant et pour des données de trafic internet [1]. De récents travaux fournissent des hypothèses d'explication quant à l'origine de cette loi [2,3]. L'exposant α caractérise le type de dynamique du processus considéré et varie entre 1/2 et 1. Dans notre cas d'étude, l'estimation de l'exposant α est proche de 1. Quand $\alpha = 1$, les processus considérés sont à invariance d'échelle [1]. Pour mettre en évidence les propriétés d'invariance d'échelle de notre série temporelle, nous effectuons une analyse multifractale pour estimer la fonction exposant d'échelle l'aide des moments d'ordre q de l'incrément temporel des données de production éolienne $\Delta P = P(t + \tau) - P(t)$, telle que $\langle (\Delta P_\tau)^q \rangle \simeq \tau^{\zeta(q)}$ [4]. La fonction $\zeta(q)$ est concave et non-linéaire : plus elle est concave, plus la série analysée sera intermittente. Nous montrons que la série temporelle de la production éolienne considérée est intermittente et possède des propriétés multifractales. De plus le modèle de cascades aléatoires log-normal se révèle pertinent pour décrire ces fluctuations.

Références

1. Zoltan Eisler, Imre Bartos, Janos Kertesz, Fluctuation scaling in complex systems : Taylor's law and beyond, *Advances in Physics*, Vol 57, 1, pp.89-142, 2008
2. Agata Fronczak and Piotr Fronczak Origins of Taylor's power law for fluctuation scaling in complex systems, *Physical Review E*, Vol. 81, 1, 2010
3. Wayne S. Kendal and Bent Jørgensen Taylor's power law and fluctuation scaling explained by a central-limit-like convergence, *Physical Review E*, Vol. 83, 6, 2011
4. Schertzer, D., Lovejoy, S., Schmitt, Chigirinskaya, Y. and Marsan, D., Multifractal cascade dynamics and turbulent intermittency, *Fractals* 5 (3) ,pp 427-471, 1997