

# La résonance cohérente : amélioration de la régularité de la réponse d'un système non linéaire par le bruit

S. Morfu<sup>1</sup>, P. Marquié & G. Lassere

Université de Bourgogne - Laboratoire LE2I UMR 6306 Aile des sciences de l'ingénieur BP 47870 21078 Dijon.

<sup>1</sup>smorfu@u-bourgogne.fr

Ces dernières années, de nombreux travaux ont porté sur la prise en compte des effets du bruit sur la réponse des systèmes non linéaires [1,2,3]. Cet intérêt est dû au fait que certains phénomènes observés dans la nature ne peuvent pas s'expliquer sans inclure la contribution de fluctuations aléatoires. Les systèmes neuronaux sont un exemple où la nature peut tirer profit du bruit via différents effets non linéaires [4,5]. Par exemple, le bruit peut améliorer la détection de signaux subliminaux dans les systèmes neuronaux via le phénomène de Résonance Stochastique [1]. Par ailleurs, dans les réseaux de neurones, sous certaines conditions, le bruit peut soutenir la propagation d'information [6]. Plus récemment, certains mécanismes de perception auditive ont pu être expliqués par le phénomène de Ghost Stochastic Resonance où le bruit permet d'induire une réponse à une fréquence absente du stimuli excitant le système [7,8].

Par ailleurs, l'influence du bruit sur la réponse des systèmes dynamiques non linéaires a permis de rendre compte de l'activité des neurones en l'absence de tout autre stimuli. Cet effet, intitulé Résonance Cohérente (*R.C.*) [2,9,10,11] apparaît généralement quand les paramètres du système sont ajustés près de la bifurcation d'Andronov-Hopf [9]. Sans bruit, le portrait de phase du système ne montre pas de cycle périodique, le système demeurant à l'état de repos. De ce fait, ajouter du bruit peut induire un cycle aléatoire. Selon l'intensité du bruit, ce cycle peut être plus ou moins régulier. Par conséquent, il existe une valeur optimum de bruit qui améliore la régularité de la réponse du système. Dans cette communication, en utilisant un circuit régi par les équations de FitzHugh-Nagumo [11], on se propose de montrer expérimentalement cet effet de Résonance Cohérente.

## Références

1. L. GAMMAITONI, P. HANGGI, P. JUNG, AND F. MARCHESONI, Stochastic Resonance *Rev. Mod. Phys.* **70**, 223–282 (1998).
2. B. LINDNER, J. GARCIA-OJALVO, A. NEIMAN, L. SCHIMANSKY-GEIER, Effect of noise in excitable systems *Phys. Rep.* **392**, 321–424 (2004).
3. F. SAGUÈS, J.M. SANCHO AND J. GARCIA-OJALVO, Spatiotemporal order out of noise *Rev. Mod. Phys.*, **79**, 829–882 (2007).
4. G. SCHMID, I. GOYCHUK, P. HÄNGGI, Channel noise and synchronization in excitable membrane *Physica A* **325**, 165–175 (2003).
5. G. SCHMID, I. GOYCHUK AND P. HÄNGGI, Effect of channel block on the spiking activity of excitable membranes in a stochastic Hodgkin-Huxley model *Phys. Biol.* **1**, 61–66 (2004).
6. A. OCHAB-MARCINEK, G. SCHMID, I. GOYCHUK AND P. HÄNGGI, Noise-assisted spike propagation in myelinated neurons, *Phys. Rev. E* **79**, 011904-1/7 (2009).
7. D.R. CHIALVO, O. CALVO, D.L. GONZALEZ, O. PIRO, AND G.V. SAVINO, Subharmonic stochastic synchronization and resonance in neuronal systems, *Phys. Rev. E*, bf**65**, 050902 (2002).
8. M. BORDET, S. MORFU AND P. MARQUIÉ, Ghost stochastic resonance in FitzHugh-Nagumo circuit, *Electron. Lett.*, **50**, (1)2 861–862 (2014)
9. S. PIKOVSKY, J. KURTHS, Coherence resonance in a noise-driven excitable system *Phys. Rev. Lett.*, **78**, 775–778 (1997).
10. G. SCHMID, P. HÄNGGI, Intrinsic coherence resonance in excitable membrane patches *Mathematical Biosciences* **207**, 235–245 (2007).
11. G. LASSERE, S. MORFU AND P. MARQUIÉ, Coherence resonance in a Bonhoeffer Van der Pol circuit, *Electron. Lett.* **45** (13), 669–670 (2009).