

Etude analytique et expérimentale de deux oscillateurs couplés de type FitzHugh-Nagumo

Lionel Weicker^{1,2}, Thomas Erneux¹, Lars Keuninckx², & Jan Danckaert²

¹ Optique Nonlinéaire Théorique, Université Libre de Bruxelles, 1050 Bruxelles, Belgium

² Applied Physics Research Group (APHY), Vrije Universiteit Brussel, 1050 Brussel, Belgium

`lweicker@ulb.ac.be`

Du fait de leur complexité structurelle [1], les dynamiques à retard connaissent un vif intérêt dans la communauté internationale des dynamiques non linéaires. La plupart des études traitant du couplage retardé de deux cellules excitables identiques se limite généralement à une analyse purement numérique [2,3,4]. Lors de ces études, les auteurs ont pu mettre en évidence le fait que ce type de systèmes admet la coexistence d'un état stationnaire stable avec un régime oscillant périodiquement, les deux cellules oscillant en anti-phase. Ce régime oscillant peut être vu comme un nouveau mécanisme de synchronisation.

Nous proposons d'aborder dans un premier temps le problème de façon purement analytique pour un modèle particulier de type FitzHugh-Nagumo (FHN). Pour se faire, nous avons construit les solutions périodiques qui oscillent en anti-phase. Celles-ci sont formées de deux plateaux lentement variables connectés par des transitions rapides. Ces transitions rapides satisfont des équations différentielles à retard (DDEs) que nous avons résolues. Nous montrons qu'elles sont essentielles pour avoir des oscillations entretenues et ne peuvent donc pas être ignorées. Suite à une collaboration avec la VUB, un dispositif expérimental composé de deux appareils électroniques couplés a été mis au point. La dynamique de ce dispositif est décrite par les mêmes équations que notre modèle et une comparaison entre nos prévisions analytiques et l'expérience a été effectuée. Les résultats montrent un très bon accord entre théorie et expérience. De plus, à la fois l'analyse et l'expérience confirment que les solutions périodiques en anti-phase appartiennent à une branche isolée de solutions périodiques coexistant avec un état stationnaire stable.

Références

1. T. ERNEUX, *Applied Delay Differential Equations*, Springer (2009).
2. M.A. DAHLEM, G. HILLER, A. PANCHUK, AND E. SCHÖLL, *Dynamics of delay-coupled excitable neural systems*, Int. J. Bifurc. Chaos 19, 745-753 (2009).
3. E. SCHÖLL, G. HILLER, P. HÖVEL, AND M.A. DAHLEM, *Time-delayed feedback in neurosystems*, Phil. Trans. R. Soc. A 367, 1079-1096 (2009).
4. O. VALLÈS-CODINA, R. MÖBIUS, S. RÜDOGER, AND L. SCHIMANSKY-GEIER, *Travelling echo waves in an array of excitable elements with time-delayed coupling*, Phys. Rev. E 83, 036209 (2011).