Dynamique non linéaire du modèle neuronal de Hindmarsh-Rose et synchronisation

Nathalie Corson[1] & M.A. Aziz-Alaoui[2]

[1] nathalie.corson@univ-lehavre.fr
[2] aziz.alaoui@univ-lehavre.fr
LMAH, Université du Havre, BP 540, 76058 Le Havre Cedex

Le modèle de Hodgkin-Huxley (HH), Eq.(1), formé de quatre Equations Différentielles Ordinaire (E.D.O.), modélise la dépendance voltaïque justifiant l'activation et l'inactivation des canaux ioniques présents dans la membrane des neurones.

$$\begin{cases} -C\dfrac{dV}{dt} = m^3 h \bar{g_{Na}}(E - E_{Na}) + n^4 \bar{g_K}(E - E_K) + \bar{g_L}(E - E_L) - I \\ \dfrac{dn}{dt} = \alpha_n(1-n) - \beta_n n \\ \dfrac{dm}{dt} = \alpha_m(1-m) - \beta_m m \\ \dfrac{dh}{dt} = \alpha_h(1-h) - \beta_h h \end{cases} \tag{1}$$

La simplification de Hindmarsh-Rose, grâce à des observations biologiques conduit à un système de deux E.D.O. auquel Hindmarsh et Rose [1] ont ajouté une troisième équation modélisant le déclenchement et l'arrêt des poussées de potentiels d'action, Eq.(2).

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = ax^2 - x^3 - y - z \\ \dfrac{dy}{dt} = (a+\alpha)x^2 - y \\ \dfrac{dz}{dt} = \mu(bx + c - z) \end{cases} \tag{2}$$

Dans ce travail, nous présentons une étude numérique précise de la dynamique chaotique du système de Hindmarsh-Rose en terme d'exposants de Lyapunov, de diagrammes de bifurcations, et de portrait de phases. En outre, l'étude de la synchronisation [2] de deux systèmes de Hindmarsh-Rose couplés est réalisée afin d'approcher les valeurs des paramètres pour lesquels la transmission du flux d'information entre deux neurones est optimale.

Références

1. J.L. Hindmarsh, R.M. Rose, *A model of neuronal bursting using three coupled first order differential equations*, Proc. R. Oc. Lond. B221, 87-102, 1984

2. E.Lange, I.Belykh,M. Hasler, *Synchronization of Bursting Neurons : What matters in the Network Topology*, 6 decembre 2004