

Synchronisation de bursts dans des réseaux d'oscillateurs

Nathalie Corson¹, Stefan Balev², & M. A. Aziz-Alaoui¹

¹ LMAH, Université du Havre, 25 rue Philippe Lebon, BP540, 76058 Le Havre Cedex

² LITIS, Université du Havre, 25 rue Philippe Lebon, BP540, 76058 Le Havre Cedex

nathalie.corson@univ-lehavre.fr

Au sein de nombreux réseaux d'interaction, des phénomènes de synchronisation peuvent être détectés. Il est ainsi fréquent d'étudier le cas de la synchronisation complète, qui signifie que les constituants du réseau ont le même état au même moment. Cependant, dans le cas de réseaux constitués de modèles neuronaux couplés par des fonctions synaptiques non-linéaires, l'apparition de la synchronisation complète impose à la topologie du réseau des conditions très restrictives et biologiquement peu réalistes. Il est donc justifié de s'intéresser à d'autres types de synchronisation, telle que la synchronisation *de bursts*.

Dans ce travail, nous nous intéressons à des oscillateurs de type Hindmarsh-Rose (1), modélisant le fonctionnement d'un neurone, connectés en réseau avec matrice d'adjacence $\{c_{ij}\}$. Les neurones sont couplés par des fonctions non-linéaires (2), modélisant les synapses chimiques qui permettent la transmission de l'influx nerveux entre les neurones.

$$\begin{cases} \dot{x}_i = ax_i^2 - x_i^3 + y_i - z_i - \sum_{j=1}^n c_{ij}h(x_i, x_j) \\ \dot{y}_i = (a + \alpha)x_i^2 - y_i \\ \dot{z}_i = \epsilon(bx_i + c - z_i) \end{cases} \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$h(x_i, x_j) = g_{\text{syn}}^{(n)} \frac{(x_i - V)}{1 + \exp(-\lambda(x_j - \Theta))} \quad (2)$$

Le modèle de Hindmarsh-Rose permet de reproduire différents comportements caractéristiques des neurones, tels que l'émission de potentiels d'action ou encore d'oscillations en salves, aussi appelées *bursts*. Le *bursting* correspond à des poussées de potentiel d'action séparées les unes des autres par des périodes lentes. C'est à ce comportement particulier que nous nous intéressons dans ce travail.

On dit qu'un réseau d'oscillateurs couplés présente un phénomène de synchronisation de bursts lorsque les n oscillateurs du réseau émettent des bursts débutant deux à deux au même moment. Si la synchronisation complète dans un réseau est facile à détecter numériquement, ce n'est pas le cas de la synchronisation de bursts.

Ainsi, dans ce travail, nous proposons un algorithme qui permet de détecter la synchronisation de bursts au sein de différents réseaux. L'algorithme est décomposé en plusieurs phases : détection des spikes, détection des débuts de bursts pour chaque neurone et détection des groupes de bursts associés, pour finalement déterminer si les bursts sont synchronisés. On peut ainsi déterminer les valeurs de forces de couplage $g_{\text{syn}}^{(n)}$ pour lesquelles ce phénomène apparaît. Cet algorithme est ensuite appliqué à des réseaux de différentes topologies. Nous avons observé par exemple, que dans le cas de topologies en chaîne et en graphe complet, le seuil de synchronisation $g_{\text{syn}}^{(n)}$ ne dépend pas de la taille du réseau.