

## ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2015

**Axe Sophi@Stic :**

**Titre du sujet :**

**Mention de thèse :**

**HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :**

---

### Co-encadrant de thèse éventuel :

**Nom :**

**Prénom :**

**Email :**

**Téléphone :**

---

**Email de contact pour ce sujet :**

**Laboratoire d'accueil :**

---

### Description du sujet :

Un cerveau contient  $10^{11}$  (cent milliards de) neurones. Les neurones corticaux reçoivent en moyenne 10000 entrées et sont connectés à 10000 neurones via leurs synapses. D'un point de vue informatique, simuler avec assez de détails une telle machinerie massivement parallèle repose sur des hypothèses

biologiques à la fois sur la structure des réseaux neuronaux et sur sa dynamique. IBM, dans [1], a implanté de nouveaux processeurs «neuromorphiques» capables de simuler  $10^{11}$  neurones et  $10^{14}$  synapses. Cependant, comme ils le remarquent:

«Il est important d'explicitier qu'ils n'ont pas construit une simulation biologiquement réaliste du cerveau humain. (...) Ils ont abstrait mathématiquement des notions de calcul ("neurones"), mémoire ("synapses") et communications ("axones", "dendrites") à partir de détails biologiques, à

des fins d'ingénierie.»

Malgré des progrès récents, indépendamment en STIC ou en biologie, peu de travaux tentent de concilier les théories des deux disciplines. Savoir comment concilier les hypothèses faites en informatique et celle faites en biologie à propos du fonctionnement du cerveau, et dans quel cadre théorique, reste une question ouverte.

Pour aborder cette question, l'objet de la thèse présente deux aspects:

1. Proposer une nouvelle modélisation informatique focalisée sur l'activité des réseaux de neurones.
2. Etudier à différents niveaux d'abstraction les liens entre l'activité et la structure d'un (modèle de) réseau de neurones biologiques.

Sujet en collaboration avec Franck Grammont (Laboratoire JAD).

References:

[1] R. Behrends, L.K. Dillon, S.D. Fleming, R.E.K. Stirewalt: 10 14 , Tech. report RJ10502 (ALM1211-004), IBM Research Division, Almaden Research Center, 650 Harry Road, San Jose, CA 95120- 6099, USA, November 13, 3 pages, 2012.

[2] A. Muzy, R. Jammalamadaka, B.P. Zeigler, J.J. Nutaro: The Activity tracking paradigm in discrete-event modeling and simulation: The case of spatially continuous distributed systems, Simulation: transactions of the society of modeling and simulation international, Society for Modeling and Simulation (SCS), Vol.87, n. 5, p.449-464, 2011.

### **English version:**

Brains contain approximately 100 billions ( $10^{11}$ ) of neurons. Cortical neurons receive in average 10000 inputs and connect to 10000 neurons through synapses. From a computational perspective, simulating with details such a massively parallel machine depends on biological modeling hypotheses upon both dynamics and structure of neural networks. In [1], the IBM implemented new neuromorphic processors able to simulate  $10^{11}$  neurons and  $10^{14}$  synapses. However, as they mention:

"It is important to clarify that [they] have not built a biologically realistic simulation of the complete human brain. (...) [They] mathematically abstract away computation ("neurons"), memory ("synapses"), and communication ("axons", "dendrites") from biological detail towards engineering goals (...)"

Although recent progresses have been achieved independently in electronic/computer science or

in biology, few works have been done to conciliate both computational and biological theories. A still open question then would be: How to conciliate biological and computational brain hypotheses? Or how to link them in a coherent framework?

To answer these questions, the aim of this thesis is twofold:

1. Proposing a new computational structure focusing on the activity of neural networks.
2. Detailing at different abstraction levels both activity and structures of a biological/computational neural network.

Collaboration: Franck Grammont (JAD laboratory).