



Modélisation bio-inspirée dans le numérique et la santé

Charlotte Héricé, Ikram Chraïbi Kaadoud, Frédéric Alexandre

► To cite this version:

Charlotte Héricé, Ikram Chraïbi Kaadoud, Frédéric Alexandre. Modélisation bio-inspirée dans le numérique et la santé. Fête de la Science 2015 - INRIA Bordeaux Sud-Ouest, Oct 2015, Bordeaux, France. hal-01230066

HAL Id: hal-01230066

<https://hal.inria.fr/hal-01230066>

Submitted on 17 Nov 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'équipe **Mnemosyne** a pour but de **modéliser le cerveau** comme un système de **mémoires actives** en synergie et en interaction avec les mondes interne et externe et de le simuler en situation dans des conditions réalistes. Actuellement, nous nous concentrons sur certaines zones cérébrales : **amygdale, cortex, ganglions de la base** et **hippocampe**. Notre approche de **modélisation bio-inspirée** s'intéresse à des **phénomènes cognitifs** aussi bien **Globaux que Locaux** et vise des impacts dans les **domaines du Numérique et de la Santé**.

Le côté Global du Numérique

- **Apprentissages basés sur une récompense et algorithmes de prise de décision** : faire le parallèle entre ces éléments permet d'éprouver la performance des algorithmes d'apprentissage et de prise de décision existants et de les améliorer en s'inspirant de la biologie.



- **Robotique autonome** : l'étude de structures cérébrales précises permet d'obtenir des modèles robotiques (1) pour des tâches de cartographie (en lien avec l'hippocampe) ou de navigation vers un but (en lien avec le cortex frontal). De plus, cela apporte un point de vue différent sur les maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer.

Le côté Global de la Santé

- **Psychopathologie** (comprend l'étude de la psychologie et de la psychiatrie) et **synergie des structures cérébrales** : l'ensemble de ces structures collaborent ensemble et il n'est pas toujours évident de les observer. Le but principal est d'avoir un modèle global lié à notre approche systémique pour comprendre le fonctionnement de ces structures (3).
- Exemple de la **maladie d'Alzheimer** : maladie neurodégénérative globale, induisant des problèmes de mémoire (hippocampe) provoqués par des problèmes de connexion et de communication entre les différentes mémoires. C'est donc l'ensemble de l'architecture mnésique qui est touché.



- **Addictions** : l'étude de l'ensemble des structures vise à expliquer comment, même si « ça ne vaut pas le coup », l'action est quand même réalisée. En termes neurologiques, la valeur de l'action (au niveau des ganglions de la base) reste élevée même si celle du stimulus (au niveau de l'amygdale) est basse.

Le but de l'équipe Mnemosyne est, à ce niveau, la réalisation d'un modèle cognitif général, offrant la possibilité d'étudier artificiellement ce modèle et ses variantes (tests lésionnels par exemple).

Références :

- (1) Nicolas Denoyelle, Florian Pouget, Thierry Viéville, Frédéric Alexandre. VirtualEnaction: A Platform for Systemic Neuroscience Simulation.. International Congress on Neurotechnology, Electronics and Informatics, Oct 2014, Rome, Italy. 2014
- (2) Charlotte Héricé, Radwa Khalil, Maria Moftah, Thomas Boraud, Martin Guthrie, André Garenne. Decision making mechanisms in a connectionist model of the basal ganglia. The Multi-disciplinary Conference on Reinforcement Learning and Decision Making (RLDM 2015), Jun 2015, Edmonton, Canada.
- (3) Meropi Topalidou, Camille Piron, Daisuke Kaise, Thomas Boraud, Nicolas P. Rougier. The formation of habits : The implicit supervision of the basal ganglia. Fifth International Symposium on Biology of Decision Making (SBDM 2015), May 2015, Paris, France.
- (4) Parish et al., Midbrain dopaminergic neurogenesis and behavioural recovery in a salamander lesion-induced regeneration model. *Development*, 2007
- (5) Maxime Carrère, Frédéric Alexandre. A pavlovian model of the amygdala and its influence within the medial temporal lobe. *Frontiers in Systems Neuroscience*, Frontiers, 2015, pp.14.

Le côté Local du Numérique

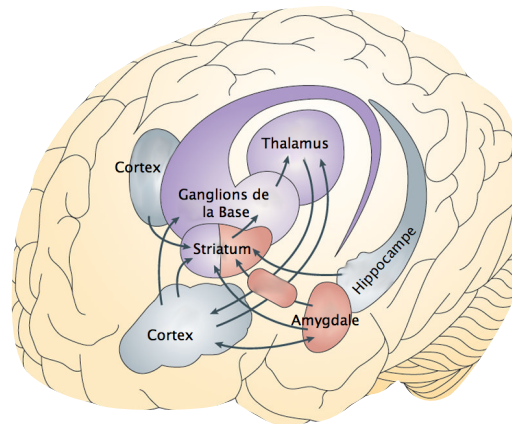
- **Deep-Learning** : méthodes d'apprentissage automatique inspirées de la structure multi-couches du cortex, permettant une modélisation des données à un haut niveau d'abstraction. Cette famille d'algorithmes est notamment utilisée pour la reconnaissance automatique des visages.
- **Prise de décision** : les actions et les stimulus sont estimés par des valeurs, quantifiées puis comparées au sein de différentes structures, dans le but de prendre une décision (2). Dans les cas d'addictions par exemple, ces processus de quantification et de comparaison sont altérés.



- **Ingénierie des connaissances** : étude des fonctions exécutives (cortex frontal), telles que la planification et le raisonnement, aboutissant à une meilleure gestion des connaissances au sein des organisations (entreprises, hôpitaux ...).

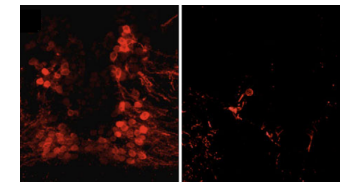
Le côté Local de la Santé

- L'étude des **ganglions de la base** améliore la compréhension de la **maladie de Parkinson** : maladie neurodégénérative provoquée par la mort des neurones dopaminergiques, situés dans les ganglions de la base.



Estherine Montgoye
 13 Octobre 1869

Exemple d'écriture d'un patient parkinsonien



Exemple de neurones dopaminergiques chez un sujet sain (à gauche) et un sujet parkinsonien (à droite) (4)

- **Stimulation Cérébrale Profonde** : méthode utilisée pour traiter localement les dégénérescences neuronales liées à la maladie de Parkinson.
- **Aspects pharmacologiques et neuromodulation** : la simulation des effets d'une molécule (5) permet de prédire les effets d'un médicament sur le cerveau, et a posteriori sur le comportement (maladies neurologiques et psychiatriques).