

# GUIDAGE DE LA NEUROPLASTICITÉ CÉRÉBRALE PAR MODÉLISATION MATHÉMATIQUE POUR SOLLICITER LE POTENTIEL D'AUTORÉPARATION DU CERVEAU : APPLICATION À LA RESTAURATION DU LANGUAGE.

DIDIER CLAMOND & ANNE BEUTER

## 1. DESCRIPTION DU SUJET

Le cerveau n'est pas figé mais évolue en permanence à tous les âges de la vie, et tous les cerveaux sont différents. Son potentiel à se réorganiser est important et peut être sollicité en intervenant, par exemple, sur la connectivité nerveuse pour soulager les désordres associés à un syndrome de déconnexion (perturbation de la communication entre différentes zones corticales). Nos comportements sont organisés en réseaux individualisés, complexes, interconnectés, parfois redondants, dynamiques, parallèles, distribués, bidirectionnels et flexibles (capables de se compenser). Ces réseaux deviennent fragmentés ou silencieux en présence d'une lésion d'origine ischémique ou traumatique. Il convient alors de les réparer.

Le modèle mathématique s'appuie sur des modélisations des champs neuraux basés par des équations aux dérivées partielles avec termes intégraux. Ces équations décrivent la distribution du potentiel électrique dans le cortex et son évolution temporelle. Le modèle prend en considération la connectivité neuronale et l'excitabilité. La connectivité entre les neurones s'effectue à travers les axones des neurones qui transmettent les signaux électriques. Cette interaction, non locale entre les neurones, est décrite par les termes intégraux des équations. En réponse à ces signaux les neurones produisent des potentiels d'action décrits par la fonction d'excitabilité. Ces deux paramètres représentent les caractéristiques du tissu cérébral. L'analyse du modèle et les simulations numériques réalisées montrent la présence d'ondes circulantes à la surface du cortex (travelling waves, TW) confirmant ainsi les observations expérimentales.

Le travail proposé consistera à modéliser la dynamique des ondes circulant à la surface du cortex, cette dynamique étant caractérisée par trois paramètres (vitesse, amplitude, fréquence) et divers couplages (phase, amplitude, gradient de phase). Le modèle vise à relier entre elles des paires d'épicentres corticaux ('hubs') en calculant la stimulation électrique à introduire afin de reconstruire les ondes reliant ces deux points en tenant compte du contenu informationnel à rétablir (direction, vitesse, etc.).

## 2. PROFIL RECHERCHÉ

Etudiant du niveau Master 2 en mathématiques ou physique théorique, intéressé par la modélisation mathématique et numérique. Le sujet conviendra bien à un étudiant cherchant un projet aux multiples facettes, faisant appel aux mathématiques, au calcul numérique, ainsi qu'aux applications en neuroscience.

## 3. ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE

Le stage se déroulera à l'université de Nice (<http://unice.fr>) au sein du laboratoire J. A. Dieudonné (<http://math.unice.fr/laboratoire/présentation-du-laboratoire>). Le LJAD est un laboratoire de mathématique et de ses interactions. Outre des mathématiciens, le LJAD accueille des physiciens, mécaniciens et chimistes travaillant sur le développement de modèles.

## 4. RÉFÉRENCES

[1] Bessonov N ; Beuter A ; Trofimchuk S & Volpert V. (2019) Estimate of the travelling wave speed for an integro-differential equation. *Applied Math Letters* 88, 103–110.

[2] Beuter A. ; Balossier, A ; Trofimchuk, S. & Volpert V. (2018) Modelling of post-stroke stimulation of the cortical tissue. *Mathematical Biosciences* 305, 146–159.

LABORATOIRE J. A. DIEUDONNÉ, PARC VALROSE, 06108 NICE CEDEX 02, FRANCE  
Email address: didierc@unice.fr