Electroencéphalographie : modélisation mathématique et résolution numérique

Marion DARBAS, LAGA CNRS UMR 7539 - Université Sorbonne Paris Nord

Cet exposé présentera l'étude mathématique d'une technique de neuro-imagerie : l'électroencéphalographie ou EEG. Il s'agit d'un projet pluridisciplinaire alliant mathématiques appliquées et neurophysiologie qui tend à mieux comprendre cet examen médical chez les prématurés et les nouveaux-nés. L'EEG est une technique non invasive enregistrant directement le potentiel électrique, généré par l'activité neuronale cérébrale, au moyen d'électrodes disposées sur le cuir chevelu du patient. Par inversion de ces mesures surfaciques, l'objectif est de localiser dans le cerveau avec le plus de précision possible les sources d'une activité électrique anormale. L'EEG est notamment l'un des outils les plus utilisés pour diagnostiquer l'épilepsie. Quelles spécificités anatomiques caractérisent les prématurés et les nouveaux-nés ? Quels sont les impacts sur la localisation ? Nous verrons comment y répondre. A travers ce sujet de recherche, nous nous intéressons à des questions de modélisation, à l'analyse et à la résolution numérique de problèmes directs et inverses.

Je commencerai par expliquer le contexte clinique et les motivations de cette étude. Puis j'aborderai la modélisation et la résolution numérique du problème direct en EEG. Le modèle met en jeu une équation elliptique avec un terme source singulier. Pour pallier à ce manque de régularité, nous adoptons la méthode dite de soustraction de la singularité [1]. Je décrirai ensuite le problème inverse de localisation de sources par EEG [4] et en particulier une nouvelle approche de reconstruction de sources [5] mêlant la méthode de quasi-réversibilité [2] et des techniques d'approximations rationnelles [3].

Ces résultats sont issus de différents travaux et collaborations avec Malal Diallo (INRIA Bordeaux), Abdellatif El Badia (UTC, Compiègne), Juliette Leblond (INRIA Sophia), Stephanie Lohrengel (LMR, Reims), Jean-Paul Marmorat (CMA, Sophia Antipolis), Pierre-Henri Tournier (LJLL), et l'équipe INSERM GRAMFC du CHU d'Amiens.

[1] H. Azizollahi, M. Darbas, M. M. Diallo, A. E. Badia, S. Lohrengel. *EEG in neonates : forward modeling and sensitivity analysis with respect to variations of the conductivity.* Mathematical Biosciences and Engineering, **4(15)**, 905–932, 2018.

[2] L. Bourgeois, A. Recoquillay. *A mixed formulation of the tikhonov regularization and its application to inverse PDE problems.* Mathematical Modelling and Numerical Analysis, **1(52)**, 123–145, 2018.

[3] M. Clerc, J. Leblond, J.-P. Marmorat, T. Papadopoulo. *Source localization in EEG using rational approximation on plane sections.* Inverse Problems, **12**, 055018, 2012.

[4] M. Darbas, M. M. Diallo, A. E. Badia, S. Lohrengel. *An inverse dipole source problem in inhomogeneous media : application to the EEG source localization in neonates.* Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, **2(27)**, 255–282, 2019.

[5] M. Darbas, J. Leblond, J.-P. Marmorat, P.-H. Tournier. *Numerical resolution of the inverse source problem for EEG using the quasi-reversibility method.* In progress.

Contact : darbas@math.univ-paris13.fr