

## Modélisation du flux sanguin dans le cerveau : couplage entre les équations de Stokes et de Darcy

**Ethan LEIGNIER**, LMR UMR CNRS 9008 - Reims  
**Stephanie LOHRENGEL**, LMR UMR CNRS 9008 - Reims  
**Stéphanie SALMON**, LMR UMR CNRS 9008 - Reims

L'électroencéphalographie (EEG) est l'une des modalités d'imagerie médicale les plus utilisées pour le diagnostic d'activités cérébrales pathologiques, comme l'épilepsie. De nombreuses études ont démontré que la précision de la localisation des sources d'activité neuronale dépend fortement d'une bonne connaissance de la conductivité électrique, qui constitue l'un des paramètres du modèle mathématique de l'EEG.

L'objectif de ces travaux est d'étudier la prise en compte de la circulation sanguine et son impact sur les mesures d'EEG. Dans cette communication, nous présenterons une première étude théorique et numérique autour des équations de Stokes, de la loi de Darcy, ainsi que de leur couplage.

Pour la loi de Darcy, l'étude s'est concentrée sur le choix de la formulation variationnelle (Laplace, Primale, Duale) ainsi que sur la sélection de couples d'espaces d'éléments finis adaptés. Des cas tests [1] ont permis de comparer ces formulations en termes d'ordres de convergence et de qualité d'erreur, conduisant à la sélection des approches les plus pertinentes.

Le couplage entre ces deux modèles, représentant le passage des vaisseaux sanguins vers les capillaires, modélisés comme un milieu poreux à l'échelle macroscopique, est ensuite étudié à travers différentes conditions d'interface [2], [3] et [4]. Ces différentes stratégies sont analysées en lien avec les formulations retenues pour la loi de Darcy, afin d'identifier les choix numériques les plus adaptés.

Enfin, nous présenterons des simulations numériques réalisées avec *FreeFEM++* sur des géométries simples, sans solution exacte, dans le cas de conditions aux limites réalistes.

### Références

- [1] Guillaume Dollé and Pierre Mollo. Numerical Tour Fluid Dynamics, <https://numtourcfid.pages.math.cnrs.fr/doc/NumtourCFD/v1.0.1-alpha.2/home.html>.
- [2] Elissa Eggenweiler, Marco Discacciati, and Iryna Rybak. Analysis of the Stokes-Darcy problem with generalised interface conditions. *ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 56(2) :727–742, March 2022.
- [3] William J. Layton, Friedhelm Schieweck, and Ivan Yotov. Coupling Fluid Flow with Porous Media Flow. *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 40(6) :2195–2218, January 2002.
- [4] J. M. Urquiza, D. N' Dri, A. Garon, and M. C. Delfour. A numerical study of primal mixed finite element approximations of Darcy equations. *Communications in Numerical Methods in Engineering*, 22(8) :901–915, August 2006.