

Conférence semi-plénière

Modélisation de la microcirculation sanguine cérébrale : Etat de l'art et perspectives

Sylvie Lorthois

Chargée de Recherche CNRS
Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse

Résumé :

La microcirculation cérébrale joue un rôle central dans le fonctionnement cérébral, non seulement en alimentant les neurones en oxygène et nutriments, mais aussi en régulant le débit sanguin en fonction de l'activité neuronale. Ce couplage entre activité neuronale et hémodynamique est à la base des techniques d'imagerie fonctionnelles cérébrales, dites hémodynamiques, telle que l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle et la Tomographie à Emission de Positons.

La compréhension des relations structure/fonction dans la microcirculation sanguine cérébrale est donc un enjeu majeur à la fois pour la prédiction des conséquences d'anomalies vasculaires (occlusions, dégénérescence des vaisseaux...) et le développement d'outils quantitatifs de diagnostic/suivi des pathologies associées à ces anomalies.

Dans ce contexte, les approches de modélisation jouent un rôle croissant. Au niveau international, plusieurs équipes ont, dans la dernière décennie, acquis des bases de données anatomiques permettant de segmenter, dans de larges volumes (~ 1 à 10 mm^3) et avec une très grande résolution spatiale ($< 10 \mu\text{m}$), l'ensemble des vaisseaux du cortex cérébral. Mais, à notre connaissance, une seule dispose de données acquises chez l'homme (INSERM U825). Ces données nous ont permis de montrer, à l'aide d'outils quantitatifs de caractérisation multi-échelle, que le réseau vasculaire cérébral est la superposition de deux types de structures : une structure capillaire maillée, homogène au-dessus d'une longueur de coupure correspondant à la longueur caractéristique des vaisseaux capillaires ($\sim 50 \mu\text{m}$), et des structures arborescentes fractales, composées des artères et des veines. Cette organisation duale est compatible avec les fonctions de distribution et d'échange de la microcirculation cérébrale.

S'appuyant sur ces résultats, les écoulements sanguins et les transferts sont étudiés à différentes échelles à l'aide d'approches inspirées de méthodologies développées pour l'étude d'écoulements multiphasiques ou réactifs en milieux poreux.

Ces travaux ouvrent des perspectives intéressantes pour l'étude des conséquences fonctionnelles des anomalies vasculaires observées dans diverses pathologies et pour l'optimisation des outils de diagnostic et des stratégies thérapeutiques associés.

Mots clefs : Milieux poreux biologiques ; Microcirculation sanguine cérébrale ; Hémodynamique cérébrale ; Morphométrie ; Analyse multi-échelle ; Approche réseau ; Approche mixte.

Biographie:

Sylvie Lorthois est Chargée de Recherches CNRS à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse où elle est responsable du Groupe d'Etudes sur les Milieux Poreux (GEMP).

Après des études d'ingénieur et un DEA de Mécanique des Fluides obtenu en 1995 à Supaéro (Toulouse), elle obtient un DEA de Biologie et Pharmacologie de l'Hémostase et des Vaisseaux de l'Université Paris Sud l'année suivante. Elle soutient sa thèse, portant sur l'effet de la contrainte de cisaillement pariétale sur la fragmentation des caillots dans les pathologies carotidiennes, sous la direction de D. Houi et E. Anglés-Cano à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, en 1999. Après un séjour post-doctoral au Department of Mechanical Engineering de l'université de Californie, Berkeley, où elle travaille sur la simulation numérique d'angiographies par Résonance Magnétique, elle est recrutée au CNRS en 2001. Ses travaux portent sur l'étude des relations structure/fonction dans la microcirculation sanguine cérébrale. Elle est lauréate de l'Européan Research Council en 2014 pour le projet ERC Consolidator « Brain Micro Flow ».