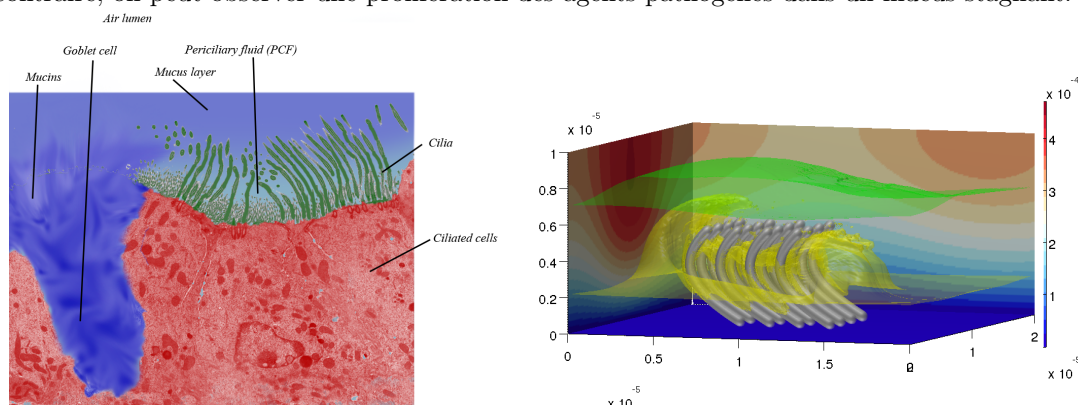


Apprentissage machine pour l'étude de la mobilité du mucus dans le poumon

Fanny DARDALHON, INSA Toulouse/Université de Pau et des Pays de l'Adour

Philippe PONCET, Université de Pau et des Pays de l'Adour

La paroi pulmonaire est tapissée de cellules ciliaires (l'épithélium, cf. Figure (a)), dont le mouvement constitue le phénomène dominant dans le transport du mucus. Le mucus est un fluide sécrété par l'épithélium respiratoire, dont la fonction est de protéger l'arbre trachéo-bronchique de la déshydratation et de capturer les particules inhalées (allergènes, carcinogènes, micro-organismes, poussières et résidus inflammatoires) entrant en contact avec lui. Les mouvements ciliaires propulsent le film de mucus depuis l'arbre trachéo-bronchique jusqu'au pharynx, où il est avalé ou expectoré. Une forte mobilité du film mucoïde est nécessaire afin d'assurer un désencombrement correct des voies respiratoires. Dans le cas contraire, on peut observer une prolifération des agents pathogènes dans un mucus stagnant.



(a) Description multi-échelles du poumon. (b) Exemple de simulation numérique (16 cils).

Dans le contexte du projet ANR BioFiReaDy, on cherche à fournir une prédiction en temps réel de la mobilité du mucus en fonction de divers paramètres biologiques (élaboration d'une plateforme intégrative prototype pour la cartographie fonctionnelle du mucus dans le poumon humain). Suite au travail préliminaire [2], un code de calcul [1] basé sur la simulation d'écoulements 3D à viscosité variable a été mis en place durant les trois premières années du projet afin de traiter de cette problématique (Figure (b)). Cependant, chaque pixel de la géométrie du poumon requiert plusieurs jours de calculs sur un ordinateur de dernière génération. Il est donc impossible d'utiliser ce code comme un indicateur en temps réel.

Nous présenterons une technique de réseaux de neurones (régression non paramétrique), ces derniers étant particulièrement adaptés à la prévision en temps réel de l'impact des paramètres. L'entraînement du réseau de neurones (apprentissage machine) repose quant-à-lui sur des calculs massivement parallèles d'algorithmes évolutionnaires, particulièrement adaptés puisqu'ils ne nécessitent pas de communication entre les processeurs. Des outils statistiques permettent également d'optimiser les régions de paramètres où l'apprentissage machine doit être favorisé. Nous illustrerons les capacités de l'algorithme présenté dans le cas de deux paramètres. Les moyens de calcul de CalMIP et du CINES permettront dans l'année à venir de considérer des études impliquant cinq paramètres biologiques.

Références

- [1] CHATELIN, R. ET PONCET, P., *A hybrid grid-particle method for moving bodies in 3D Stokes flow with variable viscosity*, SIAM Journal on Scientific Computing, 35, B925 – B949, 2013.
- [2] ENAULT, S. ET LOMBARDI, D. ET PONCET, P. ET THIRIET, M., *Mucus dynamics subject to air and wall motion*, ESAIM Proceedings, 30, 12 – 141, 2010.

Fanny DARDALHON, LMAP, Bâtiment IPRA, Bureau 202 - Université de Pau et des Pays de l'Adour - Avenue de l'Université - BP 1155 64013 PAU CEDEX
fanny.dardalhon@univ-pau.fr