

Modélisation de l'écoulement de l'air dans le poumon humain

Assia SOUALAH, Université de Paris-Sud, Ecole Polytechnique de Tunisie

Bertrand MAURY, Université de Paris-Sud

Mots-clés : Poumon, Navier-Stokes, Poiseuille, éléments finis

Nous proposons un modèle mathématique intégré du poumon dont l'approche globale repose sur une modélisation multibloc qui consiste à coupler différentes zones où chacune est le siège d'une modélisation appropriée.

Ainsi, on décompose en trois niveaux l'arbre bronchique qui s'étend sur vingt quatre générations de bronches allant de la trachée aux alvéoles. Au premier niveau (les six premières générations), a lieu un écoulement de Navier-Stokes, qui est simulé directement. Au deuxième niveau (de la génération sept à la génération dix sept), les flux à travers les bronches sont régis par la loi de Poiseuille. La linéarité de cette loi nous permet de condenser cette partie de l'arbre et de proposer des conditions aux bords dissipatives adaptées à la simulation de la ventilation et permettant d'éviter le maillage de cette partie géométriquement complexe [2]. Le dernier niveau du modèle, prend en compte la partie distale de l'arbre qui est la zone alvéolaire. Elle est composée des acini, qui agissent comme un ensemble de petites pompes et dont l'effet macroscopique est le moteur même de la respiration [3]. Les trois niveaux couplés, sont complétés par un terme de forçage au niveau des alvéoles, qui prend en compte la dissipation d'énergie et qui mène le poumon numérique à respirer de façon naturelle.

Références

- [1] B. MAUROY, M. FILOCHE, E.R. WEIBEL, B. SAPOVAL, *An optimal bronchial tree may be dangerous*, Nature, Vol 427, 633-636, 2004.
- [2] B. MAURY, N. MEUNIER, A. SOUALAH, L. VIAL, *Outlet dissipative conditions for air flow in the bronchial tree*, ESAIM proceedings, Vol.14, 201-212, 2005.
- [3] C. GRANDMONT, Y. MADAY, B. MAURY, *A multiscale/multimodel approach of the respiration tree*, New Trends in Continuum Mechanics, 147-157, 2005.

Assia SOUALAH – Assia.Soualah@math.u-psud.fr

Laboratoire de Mathématiques, Université de Paris-Sud, Bâtiment 425, 91405 Orsay Cedex, France

Bertrand MAURY – Bertrand.Maury@math.u-psud.fr

Laboratoire de Mathématiques, Université de Paris-Sud, Bâtiment 425, 91405 Orsay Cedex, France