CSMA 2011
10e Colloque National en Calcul des Structures
9-13 Mai 2011, Presqu'île de Giens (Var)

Modélisation et simulation de la dynamique des globules rouges

C. Bui[1], V. Lleras[2], O. Pantz[3]

[1] *CEA, Saclay, France, bui@ann.jussieu.fr*
[2] *I3M, Université Montpellier 2, France, vlleras@math.univ-montp2.fr*
[3] *CMAP, Ecole Polytechnique, France, olivier.pantz@polytechnique.org*

Mots clés — globules rouges, contact, simulations, interaction fluide/structure, conservation du volume et de la surface.

Le sang est pour l'essentiel composé de globules rouges. L'outil numérique joue un rôle primordial : il permet de valider les modèles physiques avancés, d'accéder à des données difficiles à obtenir expérimentalement en prenant en compte le comportement mécanique des globules rouges, leur interaction avec le fluide environnant et entre eux-mêmes (par contact). Ces dernières années, beaucoup de méthodes numériques ont été proposées, la plupart en dimension 2 : pénalisation [5], dynamique de collision entre multi-particules [6], changement de phase [1]...
On propose une méthode numérique permettant de reproduire, dans le cas bidimensionnel, une palette assez importante d'observations expérimentales. Pour obtenir des simulations réalistes, la surface et le volume des globules restent constants avec le temps [8]. De plus, bien que les forces hydrodynamiques empêchent tout contact en temps fini ([3]), des contacts "numériques" dus à la discrétisation en temps et en espace et à l'importante concentration de globules peuvent se produire. Pour empêcher la formation éventuelle de ces contacts, on introduit une nouvelle contrainte imposant une distance minimale entre les globules et les parois des capillaires [7]. Les simulations numériques –tank-treading, tumbling sous cisaillement et forme d'un parachute sous écoulement de Poiseuille– ont été obtenues sous le logiciel FreeFem++ [2].
On terminera sur une discussion sur l'élargissement à trois dimensions [4].

Références

[1] Q. Du, C. Liu, X. Wang. *A phase field approach in the numerical study of the elastic bending energy for vesicle membranes*, Journal of Computational Physics, 198, page 450-page 468, 2004.

[2] F. Hecht, O. Pironneau, A. Le Hyaric, K. Ohtsuka. *Freefem++*, Ecole Polytechnique.

[3] M. Hillairet. *Lack of collision between solid bodies in 2D incompressible viscous flow*, Communications in Partial Differential Equations, 32, page 1345-page 1371, 2007.

[4] M. Hillairet, T. Takahashi. *Collisions in three-dimensional fluid structure interaction problems*, SIAM J. Math. Anal., 40, page 2451-page 2477, 2009.

[5] A. Lefebvre. *Modélisation numérique d'écoulements fluide/particules prise en compte des forces de lubrification*, PhD Thesis, Université Paris Sud, Orsay, 2007.

[6] H. Noguchi, G. Gompper. *Shape transitions of fluid vesicles and red blood cells in capillary flows*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102, page 14159-page 14164, 2005.

[7] O. Pantz. *A frictionless contact algorithm for deformable bodies*, SIAM preprint CMAP, Ecole Polytechnique, R.I. 647, 2008.

[8] U. Seifert. *Configurations of fluid membranes and vesicles*, Advances in physics, 46, page 13-page 137, 1997.