



HAL
open science

Quelques modèles pour la simulation d'écoulements bi-fluide. Application à la dynamique des bulles, gouttes et vésicules

Mourad Ismail

► **To cite this version:**

Mourad Ismail. Quelques modèles pour la simulation d'écoulements bi-fluide. Application à la dynamique des bulles, gouttes et vésicules. CANUM 2012, May 2012, Super Besse, Puy-de-Dôme, France. hal-00704459

HAL Id: hal-00704459

<https://hal.science/hal-00704459>

Submitted on 5 Jun 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quelques modèles pour la simulation d'écoulements bi-fluide. Application à la dynamique des bulles, gouttes et vésicules

Mourad ISMAIL, Université Grenoble 1

Dans le but de mieux comprendre les écoulements sanguins, plusieurs modèles ont été proposés en considérant le sang comme un fluide newtonien (régit par les équations de Stokes ou de Navier-Stokes) dans lequel sont immergées des particules déformables. Ces dernières contiennent un deuxième fluide de viscosité et de densité différentes de celles du fluide porteur.

Dans le cadre de ce travail, nous proposons deux modèles basés sur le même principe que nous validons à l'aide de *benchmarks* connus.

Le premier modèle [1] est basé sur une approche fluide/particules rigides. Plus précisément, une particule déformable (représentant une vésicule par exemple) est modélisée par un "collier" de particules rigides. Ces dernières sont soumises à deux types de forces, une force élastique dont le but est de maintenir les particules rigides en contact et une force de courbure dérivant de l'énergie de Helfrich [2]. Finalement, la conservation du volume de la vésicule et de son périmètre sont conservés à l'aide de l'algorithme d'Uzawa. Nous présentons dans la figure 1 (à gauche) l'inclinaison d'une vésicule sous cisaillement linéaire en fonction du temps pour différentes valeurs de λ (rapport entre la viscosité du fluide interne et celle du fluide externe). Cette figure montre que notre modèle arrive à reproduire les trois dynamiques d'une vésicule sous cisaillement : *Tank-Treading* (TT), *Vasculating-Breathing* (VB) et *Tumbling* (TB).

Le deuxième modèle [3] est basé sur un couplage entre les équations de Stokes et une méthode *Level-Set*. La présence des particules déformables (bulles, gouttes ou vésicules) est modélisée par des forces de membranes localisées sur le niveau zéro de la fonction *Level-Set*. Dans la figure 1 (à droite) nous présentons les lignes de courant de la vitesse dans le cadre de la dynamique d'une vésicule en régime de *Tumbling*.

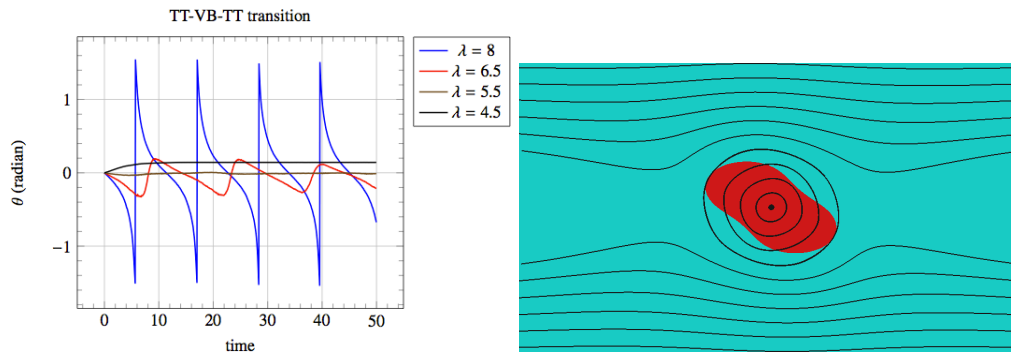


Figure 1: À gauche, une vésicule sous cisaillement TT, VB et TB régimes en utilisant le premier modèle. À droite, les lignes de courant pour une vésicule en régime TB en utilisant le deuxième modèle.

Références

- [1] M. ISMAIL AND A. LEFEBVRE-LEPOT, A "Necklace" Model for Vesicles Simulations in 2D, Submitted to Journal of Computational Physics, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00670072/PDF/necklace.pdf> (2012).
- [2] W. HELFRICH, Elastic properties of lipid bilayers: theory and possible experiments, Z. naturforsch (28) 11, pp 693–703 (1973).
- [3] V. DOYEUX, Y. GUYOT, V. CHABANNES, C. PRUD'HOMME AND M. ISMAIL, Simulation of two-fluid flows using a finite element/level set method. Application to bubbles and vesicle dynamics., To appear in Journal of Computational and Applied Mathematics, http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00665481/PDF/ls_jcam.pdf (2012).

Mourad ISMAIL, Université Grenoble 1 / CNRS, Laboratoire Interdisciplinaire de Physique / UMR 5588, Grenoble, F-38041, France

Mourad.Ismail@ujf-grenoble.fr