

Modélisation et simulation de micro-gouttes autopropulsées

Roland DENIS, Université de Grenoble

Didier BRESCH, Université de Savoie, Chambéry

Houssam KHALIL, Université de Grenoble

Stéphane LABBÉ, Université de Grenoble

Emmanuel MAÎTRE, Université de Grenoble

Patrick WITOMSKI, Université de Grenoble

Lorsque l'on dépose une goutte de liquide sur une plaque suffisamment chaude, le bas de la goutte s'évapore avant même que celle-ci ne touche la plaque. Cela crée un coussin de vapeur qui a deux effets :

- il maintient la goutte en sustentation au-dessus de la plaque;
- la vapeur isole le liquide de la source de chaleur, c'est la caléfaction.

Un équilibre s'établit entre ces deux actions qui permet à la goutte de flotter jusqu'à plusieurs minutes au-dessus de la plaque. On appelle ce phénomène l'effet Leidenfrost [1].

Posée sur une plaque plane, la goutte peut sembler avoir une trajectoire chaotique. Sur une plaque striée par contre, le mouvement devient plus régulier et la goutte est propulsée dans une direction privilégiée. On peut ainsi imaginer appliquer ce phénomène pour pomper un liquide sans utiliser de pièces mécaniques (refroidissement de composants électroniques par exemple), pour des laboratoires sur puces ou encore des buses d'imprimantes.

Dans un premier temps, nous avons étudié un modèle 1D simplifié : le cas d'un film liquide posé sur un coussin de vapeur. Nous nous sommes ensuite intéressé à un modèle 3D axisymétrique ayant pour but d'étudier la forme d'équilibre de la goutte et de retrouver certains résultats expérimentaux comme le temps de vie de la goutte. La modélisation proposée est basée sur une formulation level-set des forces de tension superficielle et du changement de phase liquide-vapeur. Ceci permet d'exprimer simplement les grandeurs géométriques de l'interface et de travailler sur maillage fixe.



Figure 1: Goutte d'eau d'environ 8mm de diamètre sur une plaque chauffante à plus de 200°C.

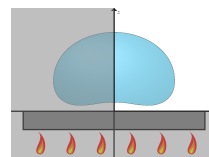


Figure 2: Modèle 3D axisymétrique : on considère que la goutte est immobile et invariante par rotation.

Références

- [1] H. LINKE et al., *Self-Propelled Leidenfrost Droplets*, Phys. Rev. Letters 96, 154502, 2006.

Roland DENIS, LJK - UJF - BP 53, 38041 Grenoble cedex
roland.denis@imag.fr

Didier BRESCH, LAMA, Bat. Le Chablais, Campus scientifique, 73376 Le Bourget du Lac
didier.bresch@univ-savoie.fr

Houssam KHALIL, LJK - UJF - BP 53, 38041 Grenoble cedex
houssam.khalil@imag.fr

Stéphane LABBÉ, LJK - UJF - BP 53, 38041 Grenoble cedex
stephane.labbe@imag.fr

Emmanuel MAÎTRE, LJK - UJF - BP 53, 38041 Grenoble cedex
emmanuel.maitre@imag.fr

Patrick WITOMSKI, LJK - UJF - BP 53, 38041 Grenoble cedex
patrick.witomski@imag.fr