

# Une approche multi échelle minimale pour la modélisation de la motilité cellulaire

**N. Meunier**, MAP5, Université Paris Descartes

**C. Etchegaray**, MAP5, Université Paris Descartes

**M. Piel**, Institut Curie

**R. Voituriez**, Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée, UPMC

La migration cellulaire joue un rôle fondamental dans de très nombreux processus physiologiques, comme l'embryogenèse, la cicatrisation, ou encore la formation de métastases. Or, le comportement migratoire d'une cellule est le résultat d'une activité complexe intégrée sur différentes échelles spatiales et temporelles, rendant sa compréhension difficile. La modélisation mathématique constitue donc une aide non négligeable pour les biologistes.

Dans cet exposé un modèle de motilité sera présenté. Ce modèle décrit la dynamique intracellulaire responsable de la migration, tout en restant dans une démarche de modèle minimal. Le cytosquelette d'actine est modélisé par un fluide de Stokes (ou de Darcy) et une EDP sera présentée pour décrire sa dynamique. Le modèle obtenu est à frontière libre. Il fait intervenir la courbure de la membrane.

Des simulations du modèle avec FreeFem++ seront présentées. Des résultats mathématiques peuvent difficilement être obtenus ici du fait du domaine déformable. Aussi, un modèle similaire posé sur un domaine rigide sera présenté. Pour ce nouveau modèle il est possible de prouver des résultats mathématiques qui concernent l'existence d'une solution et son comportement en temps long dans le cas de la dimension 1. Je présenterai ensuite des extensions du modèle qui permettent délargir le contexte aux cas de signal extérieur et de contact avec un obstacle.

## Références

- [1] K. KRUSE, J. F. JOANNY, F. JULICHER, AND J. PROST, *Contractility and retrograde flow in lamellipodium motion*, Phys Biol, 3(2):1307, Jun (2006).
- [2] V. CALVEZ, R.J. HAWKINS, N. MEUNIER AND R. VOITURIEZ, *Analysis of a non local model for spontaneous cell polarisation*, SIAM J. Appl. Math. 72 (2), 594–622 (2012).
- [3] T. LEPOUTRE, N. MEUNIER AND N. MULLER, *Cell polarisation model: the 1D case*, J. Math. Pures Appl (2014).
- [4] P. MAIURI, ET AL., *Actin flows mediate a universal coupling between cell speed and cell persistence*, Cell 161, 374–386 (2015).
- [5] N. MULLER, M. PIEL, J. GONÇALVES-SÁ, C. GUO, X. JIANG, V. CALVEZ, R. VOITURIEZ, A. MURRAY AND N. MEUNIER, *A predictive model for yeast cell polarization submitted to pheromone gradients*, PLOS Computational Biology (2016).

**N. Meunier**, MAP5, CNRS UMR 8145, Université Paris Descartes, 45 rue des Saints-Pres, 75270 Paris Cedex 06

`nicolas.meunier@parisdescartes.fr`

**C. Etchegaray**, MAP5, CNRS UMR 8145, Université Paris Descartes, 45 rue des Saints-Pres, 75270 Paris Cedex 06

**M. Piel**, Institut Curie, 26 rue d'Ulm 75248 Paris cedex 05, France

`matthieu.piel@curie.fr`

**R. Voituriez**, Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée, UMR 7600 CNRS, UPMC, 4 Place Jussieu, 75255 Paris Cedex

`voiturie@lptmc.jussieu.fr`