

Diffusiophorèse en écoulement cellulaire

Florence Raynal¹, Charles-Édouard Bréhier², Michaël Bourgain³ et Romain Volk³

¹ LMFA, ECL, Univ Lyon, CNRS, 36 avenue Guy de Collongue, 69134 Écully

² Institut Camille Jordan, Univ Lyon, Université Lyon 1, CNRS

³ Laboratoire de Physique, ENS de Lyon, Univ Lyon, CNRS, 69364 Lyon

florence.raynal@ec-lyon.fr

Nous étudions la dispersion de colloïdes en écoulement cellulaire en présence d'un gradient de sel imposé \mathbf{G} . Le champ de vitesse \mathbf{u} vérifie $\mathbf{u}(x, y) = u_0(\sin kx \cos ky, -\cos kx \sin ky)$. Les équations du problème sont

$$\partial_t S + \nabla \cdot S\mathbf{u} = D_s \nabla^2 S, \quad (1)$$

$$\partial_t C + \nabla \cdot C(\mathbf{u} + \mathbf{v}_{dp}) = D_c \nabla^2 C, \quad (2)$$

$$\mathbf{v}_{dp} = \alpha \nabla S \quad (3)$$

où S et C sont les concentrations en sel et colloïdes, et D_s , D_c et α sont respectivement les coefficients de diffusion du sel, du colloïde, et de diffusiophorèse; les colloïdes sont couplés au sel via la vitesse diffusiophorétique \mathbf{v}_{dp} . Du fait du gradient en sel imposé $\mathbf{G} = \langle \nabla S \rangle$, le sel évolue librement sous l'effet de l'écoulement et de la diffusion moléculaire et atteint rapidement un état stationnaire [1]. Nous étudions alors le démélange des colloïdes dans ce champ salin, en partant d'un état homogène (concentration en colloïdes constante dans tout l'espace). Pour ce faire, nous utilisons des simulations Eulériennes ou Lagrangiennes en fonction du nombre de Péclet des colloïdes $Pe_c = u_0 L / D_c$. Nous montrons que, après un régime transitoire, le champ en colloïdes C atteint également un état stationnaire : soit les colloïdes se déplacent dans l'espace avec une vitesse colinéaire au gradient en sel moyen \mathbf{G} , mais *bien plus rapidement que* $\alpha \mathbf{G}$, soit ils sont piégés dans les cellules malgré le gradient de sel moyen (Fig. 1). Nous trouvons le critère de blocage, ainsi que l'ordre de grandeur de la vitesse lorsqu'il n'y a pas de blocage.

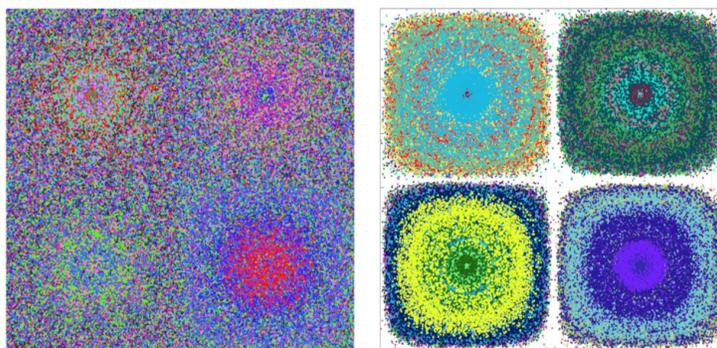


Figure 1. Colloïdes dans 4 cellules du champ de vitesse (simulations lagrangiennes). Pour les deux figures, on a $k = 1$, $\mathbf{G} = 1$, $u_0 = 1$, $\alpha = 10^{-3}$, et le nombre de Péclet en sel est $Pe_s = u_0 L / D_s = 314$. À gauche, $Pe_c = 3141$, cas où des colloïdes se déplacent sous l'effet du sel; à droite, $Pe_c = 314160$, cas de blocage : les colloïdes sont piégés dans les cellules, malgré le forçage par le gradient moyen en sel \mathbf{G} .

Références

1. BORIS I. SHRAIMAN, Diffusive transport in a Rayleigh-Bénard convection cell, *Phys. Rev. A*, **36**, 261–267 (1987).