

Étude numérique de l'effet du contraste de viscosité sur le murissement hydrodynamique.

Hervé HENRY¹ & Gyorgy Tegze²

¹ Laboratoire Physique de la Matière Condensée, École Polytechnique, CNRS, Université Paris-Saclay, 91128 Palaiseau

² Institute for Solid State Physics and Optics, Wigner Research Centre for Physics, P.O. Box 49, H-1525 Budapest, Hungary

herve.henry@polytechnique.edu

Lors de nombreux processus industriels, lorsqu'on refroidit un mélange on observe une séparation de phase spontanée (une décomposition spinodale) qui se fait à une *faible* longueur d'onde suivie d'une phase de murissement qui aboutit à une diminution de l'énergie de surface par une augmentation de la taille caractéristique l de la microstructure. Elle peut être diffusif[1] avec une croissance de l en $t^{1/3}$ quand l'écoulement est impossible ou lent (en dessous de la transition vitreuse par exemple ou dans les solides) ou hydrodynamique[2] avec une croissance de l en t quand l'écoulement est plus rapide que la diffusion (aux grandes échelles) : on a alors un équilibre entre la dissipation visqueuse et le gain d'énergie de surface¹.

Motivés par des expériences récentes[3], nous avons étudié le murissement hydrodynamique d'un mélange de deux fluides présentant un contraste de viscosité important (rapport entre les viscosités des deux phases allant de 1 à 100) en utilisant des simulations numériques de l'équation de Cahn Hilliard couplée aux équations de Navier-Stokes en nous limitant au cas où la fraction volumique de chacune des phases est 0.5.

Dans un premier temps nous avons vérifié notre approche numérique en la comparant à des résultats publiés dans le cas d'un rapport de viscosité de 1[4]. Puis nous avons déterminé le seuil au delà duquel les effets inertiels sont notable dans ce cas, ce qui nous a permis de montrer qu'ils apparaissent pour des valeurs du nombre de Reynolds de l'ordre de 1, c'est à dire bien en deça de la valeur généralement admise (environ 100).

Puis nous avons étudié les effets du contraste de viscosité sur la vitesse de murissement et sur la forme des deux phases. Le contraste de viscosité entre les deux phases (dans les limites de l'étude numérique) n'affecte pas la morphologie des deux phases. Par contre il affecte significativement la vitesse de murissement. Elle correspond à une vitesse de murissement qui serait obtenue pour une viscosité effective qui serait la moyenne géométrique des viscosités des deux fluides.

La suite de ces travaux portera sur les cas où les fractions volumiques ne sont pas 1/2 dans l'optique de mieux comprendre comment l'écoulement peut induire le passage d'une structure bi-continue à une structure de type inclusions dans une matrice tel qu'il est observé expérimentalement. Par ailleurs on s'intéressera aux possibles effets des conditions initiales sur cette transition.

Références

1. I. M. Lifshitz *et al*, J. Phys. Chem. Solids **19**, p 35 (1961).
2. E. Siggia, Physical Review A **20**, p 595 (1979).
3. D. Bouttes *et al*, Phys. Rev. Lett. **112**, p 245701 (2014).
4. V. M.Kendon *et al*, Journal of Fluid Mechanics **440**, p 147 (2001)

1. Les effets inertiels sont négligés