

Emergence de tubes lipidiques d'une vésicule en écoulement et instabilité de perlage

Leonetti¹, Boedec¹, Jaeger²

¹IRPHE, AMU, CNRS, Centrale Marseille, UMR 7342, Marseille France

²M2P2, AMU, CNRS, Centrale Marseille, UMR 7340, Marseille France
leonetti@irphe.univ-mrs.fr

Des tubes lipidiques fins émergent d'une vésicule (ou polymersome ou cellule) mère sous l'action de contraintes diverses : chimique, UV, force local par pinces optiques ou bien encore hydrodynamique... Ces tubes peuvent ensuite éventuellement se déstabiliser pour former un collier de perles connectées entre elles par des tubes très fins.

La singularité du forçage hydrodynamique est de ne pas modifier les propriétés de la membrane et notamment la courbure spontanée et de ne pas exercer de forces ponctuelles. La forme de la vésicule s'adapte aux contraintes hydrodynamiques dont la taille caractéristique est celle de la vésicule en générant un ou deux tubes lipidiques suivant la configuration considérée de taille infiniment plus petite pour ce qui concerne le diamètre tout au moins. Voir deux exemples de simulation numérique sur les figures 1 et 2. Le premier exemple concerne la déformation d'une vésicule dans un écoulement élongationnel plan. La forme initiale est un prolate. Quatre générations de perles peuvent être observées.

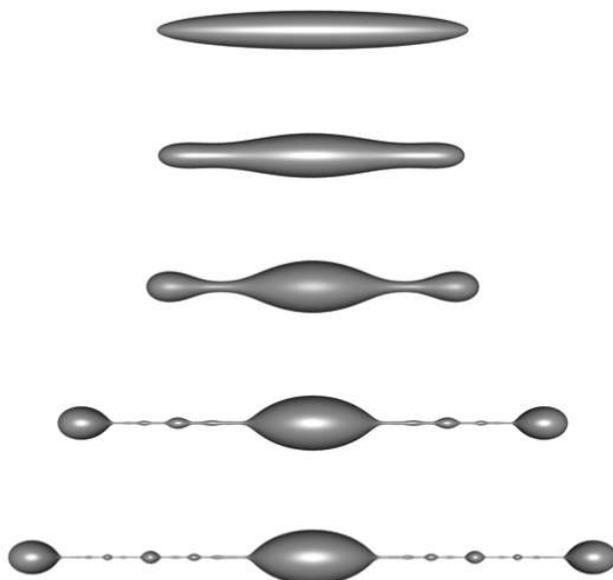


Figure 1 : déformation d'une vésicule dans un écoulement élongationnel (numérique)

Le second porte sur une vésicule en sédimentation [1,2] avec formation à l'arrière de la vésicule d'un tube qui peut éventuellement se déstabiliser pour former des perles, phénomène observé expérimentalement [3]. Le cas stable a été étudié: la longueur du tube se stabilise [4]. L'étude de la stabilité d'un tube lipidique sous tension mécanique montre que l'instabilité est réminiscente de celle de Rayleigh-Plateau [5,6] à la différence notable que la tension mécanique doit dépasser une valeur critique fonction du module de flexion [7]. La relation de dispersion obtenue montre que les gradients de tension avaient été négligés dans les études précédentes [8]. Enfin, sur l'exemple de la sédimentation, nous montrons comment cette valeur critique est atteinte.

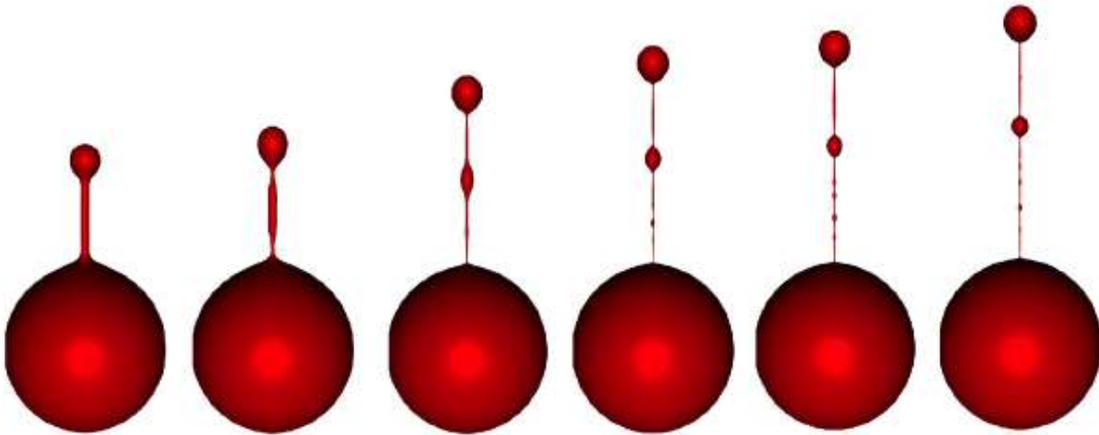


Figure 2 : Vésicule en sédimentation au-delà d'un nombre de Bond critique

- [1] G. Boedec, M. Leonetti, M. Jaeger, *3D vesicle dynamics simulations with a linearly triangulated surface*, J. Comp. Phys. 230 (2011) 1020-1034
- [2] G. Boedec, M. Jaeger, M. Leonetti, *Settling of a vesicle in the limit of quasispherical shapes*, J. Fluid Mech. 690 (2012) 227-261
- [3] Z.-H. Huang, M. Abkarian, A. Viallat, *Sedimentation of vesicles : from pear-like shapes to microtether extrusion*, New J. Phys. 13 (2011) 035026
- [4] G. Boedec, M. Jaeger, M. Leonetti, *Sedimentation-induced tether on a settling vesicle*, Phys. Rev. E 88 (2013) 010702
- [5] L. Rayleigh, *On the instability of a cylinder of viscous liquid under capillary force*, Phil. Mag. Ser. 5 34 (1892), 145-154
- [6] S. Tomotika, *On the instability of a cylindrical thread of a viscous liquid surrounded by another viscous fluid*, Proc. R. Soc. Lond. A 150 (1935) 322-337
- [7] G. Boedec, M. Jaeger, M. Leonetti, *Pearling instability of a cylindrical vesicle*, J. Fluid Mech. 743 (2014) 262-279
- [8] T. R. Powers, *Dynamics of filaments and membranes in a viscous fluid*, Rev. Mod. Phys. 82 (2010) 1607-1631 et références à l'intérieur