

La danse des Funam-Bulles

Alexis Duchesne¹, Charles Dubois¹ & Hervé Caps¹

GRASP, Physics Department B5, University of Liège, B-4000 Liège, Belgium.
alexis.duchesne@ulg.ac.be

Lorsque l'on chauffe un fil métallique dans un bain liquide au delà du point d'ébullition de ce dernier, des bulles de vapeur vont naturellement nucléer à la surface du fil. La théorie traditionnelle en matière d'ébullition prédit que les bulles générées depuis un site de nucléation actif vont grossir puis quitter la surface chauffée en raison de la poussée d'Archimède [1]. Néanmoins Wang *et al.* [2] ainsi que Lu & Peng [3] ont rapporté un scénario différent : des bulles glissant le long d'un fil horizontal. Selon leurs observations ces bulles peuvent également changer de sens au cours du temps (pas de sens privilégié) et éventuellement interagir entre elles (fusionner).

Nous avons réalisé de nouvelles expériences sur ce phénomène de bulles glissantes en utilisant un fil horizontal de 5 cm de constantan plongé dans un bain d'huile silicone (1,5 cS dans la plupart des cas) maintenu à température constante. Divers diamètres de fils ont été utilisés (entre 0,1 et 1 mm). Le fil est chauffé par effet Joule (les intensités injectées peuvent atteindre 60 A et la puissance dissipée 200 W).

Comme illustrés sur la vidéo [4], différents régimes peuvent être observés. A diamètre de fil et température de bain fixés, en augmentant progressivement la température du fil, on voit que :

- (i) Juste au-dessus de la température d'ébullition des bulles apparaissent. On peut alors constater que :
 - malgré la poussée d'Archimède les bulles restent "collées" à la surface (en dépit de l'utilisation d'huile silicone qui assure un mouillage total entre la fibre et le liquide environnant) ;
 - les bulles se déplacent le long du fil horizontal (plus de 100 mm/s pour des bulles millimétriques).

On ne constate pas de sens préférentiel de déplacement ;

- les bulles interagissent entre elles et peuvent rebondir l'une sur l'autre ou fusionner.

(ii) En chauffant davantage, des clusters de bulles se forment le long du fil. Ces clusters sont fixes et, entre eux, des bulles isolées rebondissent. En augmentant encore la température du fil, il est possible de créer des clusters immobiles de la longueur du fil. Au delà de cette température critique, on observe à nouveau de petits clusters.

(iii) La température augmentant, les clusters disparaissent et un régime similaire à (i) s'établit, bien que l'encombrement sur le fil soit beaucoup plus important.

(iv) Enfin, pour les températures les plus élevées, on observe des phénomènes de caléfaction (le fil est entièrement couvert d'un film de vapeur) comme explorés et documentés par Lienhard & Wong [5].

Nous caractérisons ces différents régimes et nous proposons une interprétation du phénomène de mouvement de bulle en terme d'effet Marangoni. Les ordres de grandeurs obtenus sont en bon accord avec les expériences.

Références

1. E. HAHNE & U. GRIGULL, *Heat transfer in boiling* Hemisphere Publ. Corp., Washington, USA (1977).
2. H. WANG, X. F. PENG, B. X. WANG & D. J. LEE, Bubble sweeping and jet flows during nucleate boiling of subcooled liquids, *International journal of heat and mass transfer*, **46**(5), 863–869 (2003).
3. J. F. LU, & X. F. PENG, Bubble slippage on thin wires during subcooled boiling, *International journal of heat and mass transfer*, **49**(13), 2337–2346 (2006).
4. A. DUCHESNE, C. DUBOIS & H. CAPS, The tightrope dancer bubbles, *Gallery of Fluid Motion, APS/DFD* (2015). <http://gfm.aps.org/meetings/dfd-2015/55e5c6c169702d060d760000>
5. J. H. LIENHARD & P. T. Y. WONG, The dominant unstable wavelength and minimum heat flux during film boiling on a horizontal cylinder, *Journal of Heat Transfer*, **86**(2), 220–225 (1964).