

## Solitons capillaires à la surface d'un liquide en lévitation

Charles Duchêne<sup>1,2</sup>, Stéphane Perrard<sup>1,3</sup>, Luc Deike<sup>1,4</sup> & Chi-Tuong Pham<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Matière et Systèmes Complexes, CNRS UMR 7057, Université Paris Diderot, Paris, France

<sup>2</sup> Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes, CNRS UMR 7636, ESPCI ParisTech, Université Pierre et Marie Curie, Université Paris Diderot, Paris, France

<sup>3</sup> James Franck Institute and Department of Physics, The University of Chicago, Chicago, Illinois 60637, USA

<sup>4</sup> Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California 92093, USA

<sup>5</sup> Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, CNRS UPR 3251, Université Paris-Sud, Orsay, France

charles.duchene@espci.fr

En déposant de l'eau sur une plaque chauffée bien au-delà de sa température d'ébullition, le liquide s'évapore et crée un film mince de vapeur qui isole thermiquement le liquide du substrat. Cette situation d'évaporation lente et de mouillage nul se nomme l'effet Leidenfrost [1]. Cependant, ce phénomène est longtemps resté limité à l'étude de gouttes de taille millimétrique. En effet, au-delà d'une certaine taille de goutte (typiquement quelques fois la longueur capillaire), des poches de gaz se forment sous la goutte et la déforme violemment [2]. Cette limitation peut être contournée en changeant la géométrie du substrat. En utilisant une rigole torique, il a été montré que de plus larges volumes de liquide pouvaient être mis en lévitation grâce à l'évacuation de vapeur le long de la courbure du substrat [3].

À l'aide d'un canal rectiligne chauffé à 280 °C, nous avons obtenu un cylindre d'eau de 45 cm de long en lévitation. Ce dispositif permet d'étudier la propagation d'ondes unidimensionnelles à la surface d'un cylindre liquide en lévitation, en l'absence de toute ligne de contact. Nous présenterons à la fois le cas des ondes linéaires (faible amplitude de forçage) et non linéaires (impulsion brève de plus forte amplitude). En régime linéaire, les résultats obtenus mettent en évidence des ondes gravito-capillaires en présence d'une gravité effective réduite provenant de la géométrie utilisée (jusqu'à un facteur 30).

Dans le cas d'une plus grande amplitude de forçage, des structures non linéaires localisées se propagent sans se déformer sur une distance de l'ordre du mètre en se réfléchissant au niveau des extrémités du canal. Ces structures correspondent à des solitons capillaires de type Korteweg-de Vries [4] d'amplitude négative et de vitesse subsonique (c'est-à-dire inférieure à la vitesse des ondes linéaires de grande longueur d'onde). À partir d'un modèle théorique permettant d'obtenir une équation de Korteweg-de Vries adaptée aux géométries de canal utilisées, nous démontrons que les tailles typiques et la relation entre vitesse et amplitude sont en excellent accord avec nos prédictions théoriques [5]. Nous présenterons enfin les premiers résultats obtenus dans le cas d'une superposition d'un grand nombre de structures non linéaires localisées.

## References

1. J. G. LEIDENFROST, *De Aquae Communis Nonnullis Qualitatibus Tractatus*, Duisburg (1756).
2. A.-L. BIANCE, C. CLANET & D. QUÉRÉ, Leidenfrost drops, *Phys. Fluids*, **15**, 1632 (2003).
3. S. PERRARD, Y. COUDER, E. FORT & L. LIMAT, Leidenfrost levitated liquid tori, *Europhys. Lett.* **100**, 54006 (2012).
4. D. J. KORTEWEG & G. DE VRIES, On the change of form of long waves advancing in a rectangular canal, and on a new type of long stationary waves, *Philos. Mag. J. Sci.* **39**, 422–443 (1895).
5. S. PERRARD, L. DEIKE, C. DUCHÈNE & C.-T. PHAM, Capillary solitons on a levitated medium, *Phys. Rev. E* **92**, 011002(R) (2015).