

# Étude expérimentale et numérique de l'écoulement autour d'un cylindre vertical partiellement immergé

Valentin AGEORGES<sup>1</sup>, Jorge PEIXINHO<sup>1,2</sup>, Gaële PERRET<sup>2</sup>, Ghislain LARTIGUE<sup>3</sup> & Vincent MOUREAU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, (LOMC) CNRS et Université Le Havre Normandie : UMR6294

<sup>2</sup> Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux [Paris] (PIMM) Arts et Métiers, CNAM, Hésam Université, CNRS : UMR8006

<sup>3</sup> COMPLEXE de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie (CORIA), CNRS : UMR6614

valentin.ageorges@univ-lehavre.fr

L'évolution de la dynamique de l'écoulement et des phénomènes d'entraînement d'air dans le sillage d'une structure partiellement immergée [1,2] est d'intérêt pour la conception de carène, de structures offshore et pour les systèmes d'énergies marines renouvelables [3]. Dans notre cas, l'étude réalisée porte sur la compréhension des efforts avec une problématique simplifiée en considérant un cylindre vertical partiellement immergé soumis à l'action d'un courant seul.

Nous présentons des résultats expérimentaux obtenus en canal, où le cylindre vertical partiellement immergé est tracté, ainsi que des résultats numériques 3D obtenus à l'aide du code YALES2. Ce code de calcul est basé sur le couplage d'une méthode des volumes finis et d'une méthode level-set pour la modélisation de l'interface. L'écoulement derrière le cylindre est gouverné par les nombres de Reynolds et de Froude, définis à l'aide du diamètre du cylindre caractérisant l'importance des effets inertiels et gravitaires. L'étude est réalisée pour des nombres de Reynolds compris entre 4 500 et 240 000 indiquant un sillage turbulent, et des nombres de Froude de 0.2 à 2.57 caractérisant une surface libre fortement déformée. L'attention est portée sur les fortes déformations de surface libre allant jusqu'à sa rupture et l'entraînement d'air [2,4].

Une analyse des volumes d'air entraînés, des efforts adimensionnels, des champs de vorticité et de pression a été effectuée. Il a été observé que la diminution des efforts de traînée adimensionnels avec l'augmentation des nombres de Reynolds et de Froude, coïncide avec une inhibition de la dynamique tourbillonnaire sous la surface libre. La dynamique de la surface libre est cohérente avec la théorie des ondes capillaro-gravitaires [5,6]. De plus, les zones de fortes instationnarités correspondent aux zones où se produit l'entraînement d'air. Ce travail étend la gamme de paramètres adimensionnels parcourus expérimentalement et numériquement, mettant en évidence le lien entre l'évolution de la surface libre, la dynamique de l'écoulement autour du cylindre et l'évolution des efforts de traînée.

## Références

1. K. HENDRICKSON, G. D. WEYMOUTH, X. YU, D. K.-P. YUE, Wake behind a three-dimensional dry transom stern. Part 1. Flow structure and large-scale air entrainment, *J.Fluid Mech.*, **875**, 854-883, (2019).
2. V. AGEORGES, J. PEIXINHO, G. PERRET, Flow and air-entrainment around a partially submerged vertical cylinders, *Phys. Rev. Fluids*, **4**(6), 064801 (2019).
3. I. LÓPEZ, J. ANDREU, S. CEBALLOS, I.M DE ALEGRÍA, I. KORTABARRIA, Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment *Renew. Sust. Energy Rev.*, **27**, 413-434 (2013).
4. A. BENUSIGLIO, *Indiscrétions aux interfaces*, Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique, (2013).
5. A.M. BINNIE, *Solutions of the fish-line problem at intermediate velocities*, *Br. J. Appl. Phys.*, **16**(11), 1755 (2019).
6. F. MOISY, M. RABAUD, *Mach-like capillary-gravity wakes*, *Phys. Rev. E*, **90**, 023009 (2014)