

## Motifs d'érosion dans le sillage d'un cylindre

Florent Lachaussée<sup>1</sup>, Yann Bertho<sup>1</sup>, Cyprien Morize<sup>1</sup>, Alban Sauret<sup>2</sup> & Philippe Gondret<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire FAST, Univ. Paris-Sud, CNRS, Université Paris-Saclay, F-91405, Orsay, France

<sup>2</sup> Laboratoire SVI, CNRS, Saint-Gobain, 39 quai Lucien Lefranc, F-93303 Aubervilliers, France

`florent.lachaussée@u-psud.fr`

Les phénomènes d'érosion et de transport de sédiments peuvent représenter une menace importante pour les activités humaines, les infrastructures et les écosystèmes. Par exemple, au voisinage d'une pile de pont, d'un mât d'éolienne ou encore d'une plateforme offshore, l'érosion est renforcée. Ce phénomène, appelé affouillement, peut endommager la structure et causer son effondrement. Malgré les risques encourus, une description physique du phénomène d'érosion au voisinage de structures reste incomplète à ce jour. La raison en est que le couplage entre la dynamique du fluide et le transport de particules solides est mal quantifié et que l'écoulement autour du cylindre est complexe [1]. La présence de la structure perturbe l'écoulement d'eau et est à l'origine de plusieurs tourbillons : un tourbillon en « fer à cheval » au pied de l'obstacle et des tourbillons de sillage en aval. Le seuil d'érosion du lit granulaire est abaissé par la présence de ces tourbillons, ce qui provoque l'érosion à proximité de l'obstacle.

Nous étudions l'érosion au voisinage d'un cylindre posé dans un canal fermé en forme d'hippodrome d'environ 2 m de long. Les expériences sont menées dans la section linéaire du canal, de largeur 0,1 m et de longueur 0,6 m, au fond de laquelle se trouve un milieu granulaire composé de billes de verre de diamètre  $d \approx 0,3$  mm. En guise d'obstacle, un cylindre vertical de diamètre  $D$  compris entre 10 et 20 mm est fixé au milieu du canal.

En faisant varier la vitesse  $V$  de l'écoulement d'eau, typiquement entre 0,1 et 0,3 m/s, la dynamique d'érosion et les motifs générés sont différents, associés à différents écoulements au voisinage du cylindre. Aux vitesses élevées, proches du seuil d'érosion sans obstacle (nombre de Reynolds de cylindre  $Re_D \approx 3500$ ), un tourbillon en fer à cheval intense se forme au pied du cylindre : on observe une figure d'érosion telle que celles classiquement rapportées dans la littérature [2], à savoir une fosse d'affouillement entourant le cylindre. L'évolution de la morphologie du lit est rapide, ici de l'ordre d'une heure. Pour des vitesses d'écoulement moins élevées ( $Re_D \approx 2500$ ), l'érosion se concentre plus loin en aval de l'obstacle. Des fosses en « oreilles de lapin » se forment alors sous l'effet des tourbillons de sillage. Ces motifs mettent plus de temps à se former, la dynamique étant ici d'une dizaine d'heures.

Il nous est possible dans notre expérience d'étudier séparément l'effet de ces différents tourbillons (sillage et fer à cheval) en remplaçant une partie du lit granulaire amont par un fond rigide non érodable.

Les motifs d'érosion sont analysés au moyen d'un profilomètre laser monté sur une platine de déplacement horizontale, qui permet d'obtenir des scans 3D du lit granulaire au cours des expériences. Cette analyse est couplée à des mesures PIV (Particle Image Velocimetry) pour mettre en évidence le couplage entre la dynamique de l'écoulement (champ de vitesse du fluide) et les motifs d'érosion observés.

Ce travail est soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche à travers le projet SSHEAR No. ANR-14-CE03-001.

## Références

1. Manes, C., & Brocchini, M. (2015). Local scour around structures and the phenomenology of turbulence. *Journal of Fluid Mechanics*, 779, 309-324.
2. Roulund, A., Sumer B. M., Fredsøe, J., & Michelsen, J. (2005). Numerical and experimental investigation of flow and scour around a circular pile. *Journal of Fluid Mechanics*, 534, 351-401.