

Monitoring de l'affouillement près de ponts

Scour monitoring near bridges

Frédérique LARRARTE* (Univ Gustave Eiffel, GERS-SRO, F-77454 Marne-la-Vallée, France ; LHSV, Chatou, France),
Christophe CHEVALIER (Univ Gustave Eiffel, GERS-SRO, F-77454 Marne-la-Vallée, France),

*auteur correspondant

1. Introduction

Divers cas récents ont mis en évidence l'importance et la vulnérabilité des ponts avec appuis en site aquatique face aux phénomènes d'affouillement et la nécessité de développer des outils d'observation intégrés et des systèmes d'alerte. Le projet de recherche SSHEAR (pour "Sols, Structures et Hydraulique : Expertise et Recherche Appliquée") a visé à améliorer la surveillance en continu sur des sites pilotes.

2. Instrumentation mise en place

L'affouillement reste la principale cause d'effondrement d'ouvrages d'art. Ici il s'agit d'un forçage hydraulique qui agit sur un site dans lequel est installé un ouvrage d'art [1]. Une méthode usuelle pour gérer les structures existantes consiste à effectuer des relevés réguliers des dommages éventuels. Une méthode complémentaire repose sur la mise en place d'outils de monitoring [2 – 4]. Cela permettra à la fois de mieux comprendre les phénomènes d'affouillement et d'optimiser les recommandations destinées aux praticiens et aux propriétaires confrontés au risque d'affouillement.

Les sites sont en climat océanique sur le bassin versant de la Loire, l'Aurence en est un affluent. Le site 1 est un pont autoroutier d'environ 400 m de long franchissant la Loire à Orléans. Cette structure repose sur 6 appuis, dont 4 sont situés dans le lit du fleuve. Le site 2 est un pont ferroviaire en maçonnerie sur l'Aurence près de Limoge. Sur le site 1, l'instrumentation comprend un limnimètre Valeport fixé en haut d'une pile, un sonar Kongsberg et un profileur de vitesse Teledyne RDI 1200kHz fixés sur un radeau, un accéléromètre triaxial fixé sous le tablier et deux accéléromètres mono-axiaux fixés au sommet d'une pile. Le sonar et le profileur de vitesse sont installés sur un radeau à la verticale de la zone étudiée. Pour le site 2, une structure métallique a été mise en place afin de positionner un limnimètre ultrasonore à temps de transit et de guider le radeau supportant un profileur ultrasonore Ub-flow. Par ailleurs une caméra permet de regarder périodiquement l'état de l'instrumentation. Les données des 2 sites sont télétransmises. La figure 1 présente l'instrumentation mise en place. De plus amples détails sont présentés par [5 et 6].

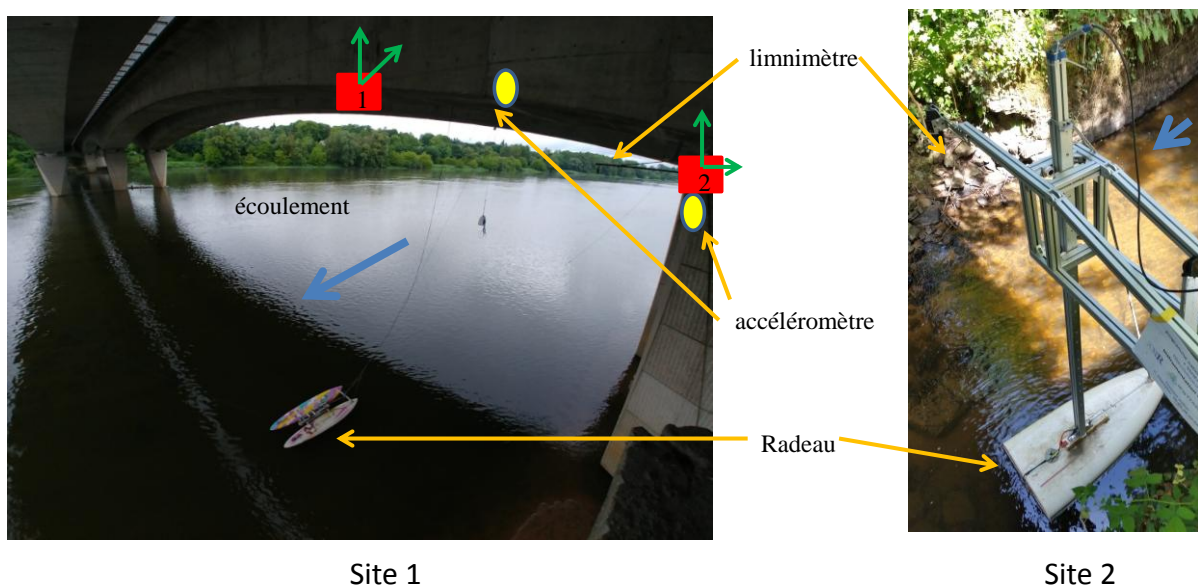


Figure 1 : Instrumentation des 2 sites

3. Résultats

La figure 2 présente, pour le site 1 et sur une période d'un mois, un suivi des vitesses avec le profileur de vitesse ADCP. Les vitesses supérieures mesurées à une distance comprise entre 0,60 et 1,20 m de la surface (moyenne des mesures ADCP) sont comparées au suivi du niveau d'eau. La dynamique des deux données est extrêmement similaire avec une diminution pendant les 15 premiers jours et des fluctuations par la suite avec un niveau d'eau presque stable. Un traitement plus poussé des données (avec prise en compte de leur fluctuation) pourrait donc probablement conduire à l'obtention d'une " courbe de tarage " du débit. Les résultats de [5 et 6] montrent qu'il est possible d'obtenir des profils de vitesse et, en utilisant une loi logarithmique, d'estimer la vitesse de cisaillement au fond. Il convient néanmoins d'attirer l'attention sur l'importance de mesurer simultanément la hauteur d'eau et la vitesse pour connaître l'hydraulique du site puisque, pour une même hauteur d'eau, le profil de vitesse peut varier de manière sensible.

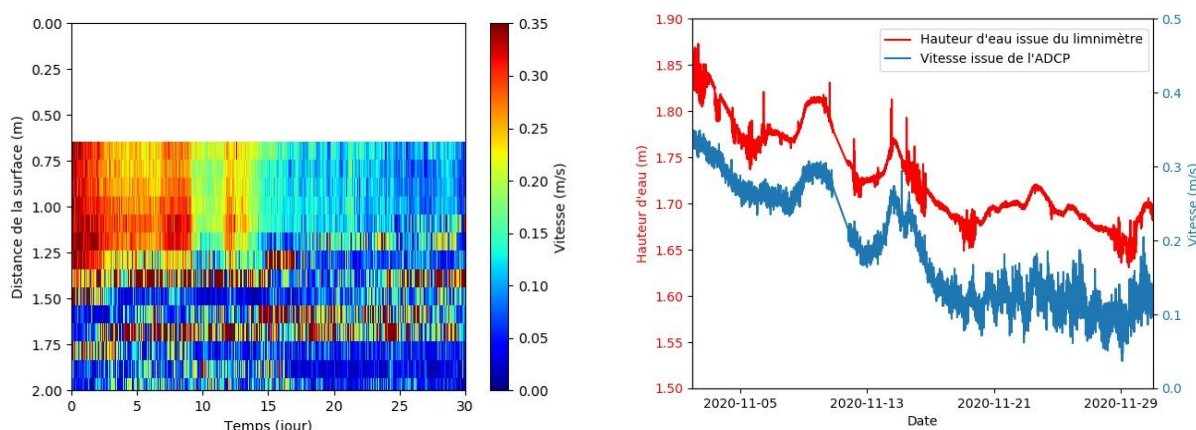


Figure 2. Monitoring des profils de vitesses et des hauteurs d'eau sur le site 1.

4. Conclusion

Ces deux expériences d'instrumentation de terrain pour le suivi continu des affouillements ont montré la faisabilité de la démarche sous réserve de ne pas hésiter à faire preuve d'imagination. Cela a également mis en évidence l'importance d'une concertation avec les gestionnaires des sites et des ouvrages d'art ainsi que l'importance de la maintenance et de la capacité à intervenir en cas d'endommagement du dispositif. Les données acquises permettent une connaissance détaillée de chaque site et de ses spécificités. Leur analyse robuste et approfondie permet notamment le suivi des affouillements.

REFERENCES

- [1] Ettema R., Constantinescu G., Melville B., (2017), Flow-Field Complexity and Design Estimation of Pier-Scour Depth: Sixty Years since Laursen and Toch J. *Hydraul. Eng.*, 143(9): 03117006
- [2] Schall J.D., Davies P., (1999), Instrumentation for Measuring Scour at Bridge Piers and Abutments *TR News* 203.
- [3] Prendergast L.J., Gavin K., (2014), A review of bridge scour monitoring techniques. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.* 6(2): 138-149.
- [4] Wang C., Yu X, Liang F., (2017), A review of bridge scour : mechanism, estimation, monitoring and countermeasures, *Nat. Hazards*, 87:1881-1906
- [5] Larrarte, F., Chevalier, C., Battist, L. and Chollet, H. (2020). "Hydraulics and bridges: A French case study of monitoring of a bridge affected by scour." *Flow Measurement and Instrumentation*, 74, 101783.
- [6] Chevalier, C., and Larrarte, F. (2022) "Real time instability of flow close to a scour affected abutment." *Environmental Fluid Mechanics*, 22:495-510