

## River Scan : une nouvelle génération de caméras intelligentes multi-flux

### *River Scan: a new generation of intelligent cameras to monitor rivers*

**Hossein GHAFARIAN\*** (CNRS/ENS, Lyon, France), **Guillaume FANTINO** (GeoPeka, Condrieu, France), **Hervé PIEGAY** (CNRS/ENS, Lyon, France)

### 1. Introduction

Dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et plus particulièrement du risque d'inondation lié aux embâcles, les évolutions technologiques récentes ont amené chercheurs et gestionnaires à s'intéresser de plus en plus aux outils de mesure indirecte [1]. Parmi les différents outils, le suivi par imagerie vidéo est une méthode prometteuse pour déterminer différents paramètres avec une résolution temporelle élevée [2] [3]. De récents travaux ont permis d'utiliser ce type de suivi pour quantifier les flux de bois [4] [5]. L'imagerie vidéo présente de multiples avantages : elle permet d'obtenir à moindre coût des chroniques de données sur de longues périodes. De plus, elle garantit un suivi en continu, y compris au cours des épisodes extrêmes, souvent difficiles à caractériser avec des mesures directes, et durant lesquels les processus hydromorphologiques sont les plus intenses. En revanche, elle présente également certaines limites, notamment en termes de précision, de continuité de la mesure et de gestion des données numériques, qui représentent rapidement d'importants volumes. Le développement de protocoles de post-traitement spécifiques et d'outil de supervision offre la possibilité de s'affranchir de ces contraintes, et ouvre la voie à un enrichissement des paramètres suivis.

### 2. D'une caméra pour quantifier les flux de bois flottés...

Les récents développements [6] [7] permettaient jusqu'alors de détecter des pièces de bois flottés automatiquement, permettant une compréhension plus fine des dynamiques temporelles et l'identification de paramètres importants vis-à-vis des risques de formation d'embâcle : vitesses, trajectoires et géométries des pièces de bois. La détection automatique, testée sur la rivière d'Ain, donne des résultats avec une précision comprise entre 64% (sans post-traitement) et 85 % (post-traitement inclus).

Les étapes suivantes étaient alors de (i) intégrer le post-traitement dans le code de détection, (ii) tester le traitement des flux de données en temps réel, (iii) de porter ces développements sur des outils en ligne et de (iv) tester cette démarche sur différents hydrosystèmes. La première étape a été réalisée à l'aide du code original exécuté sur une période donnée, d'une supervision manuelle et de l'extraction de variables (géométrie, hydraulique, ...) relatives aux pièces de bois. Ces paramètres ont permis d'entraîner un réseau de neurone qui a ensuite été intégré dans le code en tant qu'intelligence artificielle, validant la détection en une fraction de seconde. Au-delà de l'amélioration des résultats, ce travail, par sa rapidité d'exécution, a ouvert la voie au traitement en temps réel.

### 3. ... à une « smart cam » multi-paramètre : le projet RiverScan

Ces travaux centrés sur la mesure du flux de bois flottés, mis en perspective dans le cadre d'un programme de recherche appliquée, ont ensuite été étendus afin de développer un outil opérationnel plus modulaire en termes de monitoring. Au module initial « bois mort » ont été ajoutées des briques logiciels permettant (i) le suivi hydrologique (niveau d'eau, débit, vitesses de surface) et (ii) la mesure des concentrations en matières en suspension (MeS), le tout assemblé dans une interface conviviale et intuitive.

#### 3.1 Module hydrologique

Le module « hydrologie » permet de définir les niveaux d'eau et les débits à l'aide d'une échelle virtuelle, visible dans le champ de vision de la caméra (FOV). A un premier niveau, nous utilisons l'ortho-rectification de l'image en l'associant à une courbe de tarage pour calculer les débits. Ce module « hydrologie » est actuellement en cours d'amélioration dans l'optique de calculer les débits à partir d'une combinaison des niveaux d'eau et des champs de vitesse de surface. Pour cela nous avons utilisé une combinaison des méthodes LSPIV (*Large Scale Particle Image Velocimetry*) [8] et PTV (*Particle Tracking Velocimetry*) [9] avec quelques modifications pour pouvoir utiliser ces méthodes en diffusion en direct.

#### 3.2 Nouveaux modules (MeS, Boat) et superviseur online

Récemment, nous avons également utilisé des algorithmes de type réseaux de neurones à convolution profonde (DCNN) qui sont désormais capables de répondre à des problèmes complexes en temps réel pour estimer les

concentrations de matières en suspension. Pour cela nous nous basons sur l'hydraulique des écoulements comme paramètres majeurs puis les résultats sont corrigés par les caractères de l'image, comme la couleur, la rugosité, etc. Pour développer ce module nous avons utilisé deux bases de données principales : les vidéos enregistrées sur l'Ain rivière à Chazey sur Ain, depuis 2007 et la série chronologique de la concentration des sédiments en suspension sur la même rivière, en amont de la position de la caméra à partir des données de la BDOH-OSR [10]. Les travaux étant toujours en cours, il est difficile d'évaluer avec certitude la précision exacte de ces mesures, mais une première approche montre que la précision estimée à l'aide de la validation croisée à 30 % donne une précision de 75 % à 92 % en fonction des pas de temps des données utilisées.

Enfin d'importants efforts ont été déployés pour intégrer ces développements au sein d'une plate-forme online. Actuellement une première version stable permet de visualiser en temps réel et en ligne les différents modules : hydrologie ; MeS, bois flottés. L'amélioration de l'ergonomie, avec le retour des futurs utilisateurs, et l'insertion de modules complémentaires (détection des macrodéchets, embarcation, etc....) sont prévus dans les années à venir.

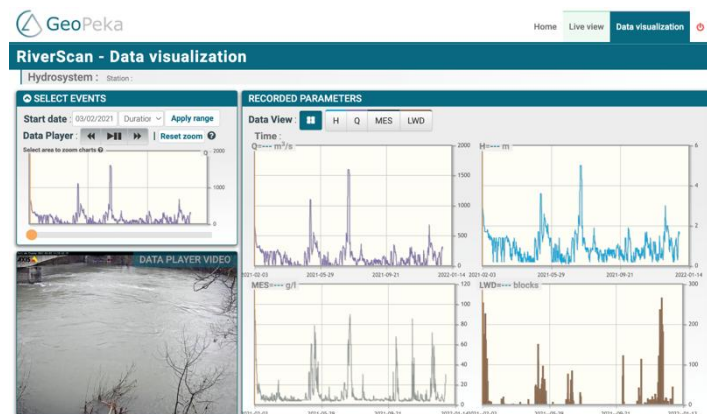


Figure 1 : Interface homme-machine de RiverScan

## REFERENCES

- [1] Carbonneau, P., & Piégay, H. (2012). Fluvial remote sensing for science and management (pp. 458-p). Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell.
- [2] Muste, M., Fujita, I., & Hauet, A. (2008). Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments. *Water Resources Research*, 44(4).
- [3] MacVicar, B. J., Piégay, H., Henderson, A., Comiti, F., Oberlin, C., & Pecorari, E. (2009). Quantifying the temporal dynamics of wood in large rivers: field trials of wood surveying, dating, tracking, and monitoring techniques. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34(15), 2031-2046.
- [4] Kramer, N., & Wohl, E. (2014). Estimating fluvial wood discharge using time-lapse photography with varying sampling intervals. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(6), 844-852.
- [5] MacVicar, B., & Piégay, H. (2012). Implementation and validation of video monitoring for wood budgeting in a wandering piedmont river, the Ain River (France). *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(12), 1272- 1289.
- [6] Ghaffarian, H., Lemaire, P., Zhi, Z., Tougne, L., MacVicar, B., & Piégay, H. (2020). Automated quantification of floating wood pieces in rivers from video monitoring : A new software tool and validation [Preprint]. *Earth surface dynamics*.
- [7] Ghaffarian, H., Lopez, D., Mignot, E., Piegay, H., & Riviere, N. (2020). Dynamics of floating objects at high particulate Reynolds numbers. *Physical Review Fluids*, 5(5), 054307.
- [8] Jodeau, M., Hauet, A., Coz, J., Bercovitz, Y., & Lebert, F. (2017). Laboratory and field LSPIV measurements of flow velocities using Fudaa-LSPIV a free user-friendly software.
- [9] Ohmi, K., & Li, H.-Y. (2000). Particle-tracking velocimetry with new algorithms. *Measurement Science and Technology*, 11(6), 603.
- [10] Thollet, F.; Le Bescond, C.; Lagouy, M.; Gruat A.; Grisot, G.; Le Coz, J.; Coquery, M.; Lepage, H.; Gairoard, S.; Gattacceca, J.C.; Ambrosi, J.-P.; Radakovitch, O., Dur, G., Richard, L., Giner, F., Eyrolle, F., Angot, H., Mourier, D., Bonnefoy, A., Dugué, V., Launay, M., Troudet, L., Labille, J., Kieffer, L. (2021): Observatoire des Sédiments du Rhône; INRAE.