

# Mensuration des cours d'eau: innover tout en respectant la tradition

Depuis plus de 150 ans, les cours d'eau suisses font l'objet de relevés et de profils en travers. Des nouvelles techniques comme le balayage laser ou l'utilisation d'échosondeurs multifaisceaux permettent désormais d'effectuer des relevés de surface. Ces mesures constituent une base importante pour l'évaluation des dangers et pour la planification des mesures de revitalisation et de protection contre les crues.

*Da oltre 150 anni in Svizzera si provvede a misurare i fiumi e ad allestire profili trasversali. Le nuove tecniche – come il laserscanning o l'utilizzo di ecoscandagli – offrono oggi la possibilità di effettuare anche le misurazioni della superficie che sono un presupposto fondamentale per la valutazione dei pericoli nonché per la rivitalizzazione e la pianificazione delle misure di protezione.*

N. Gattlen, B. Jeanguenat

Le 22 mars 2018, un Cessna de type «Turbo Stationair» survole Brugg (AG) particulièrement lentement à une altitude constante d'environ 700 mètres du sol. Le petit avion est en mission spéciale: au moyen d'un scanner laser, il mesure les berges de l'Aar entre Brugg et Vogelsang, en aval, tout en prenant des photos aériennes. Pour remplir sa mission, le Cessna a été légèrement modifié et équipé d'instruments de navigation spéciaux. En fait, l'avion aurait dû survoler le «château d'eau de la Suisse» quelques semaines plus tôt, alors que le niveau des eaux se situait environ un mètre plus bas et que de plus grandes parties des rives étaient découvertes. Mais le mauvais temps n'a pas permis d'effectuer les mesures prévues. C'est pourquoi des relevés supplémentaires doivent maintenant être effectués afin de pouvoir disposer d'une vue d'ensemble de l'Aar sur ce tronçon de 4,7 kilomètres. Alors que les vues aériennes couvrent les rives, les mesures de l'échosondeur multifaisceaux prévues ultérieurement permettront de couvrir la zone immergée à partir d'un bateau. Cependant, toutes les zones ne pourront pas être couvertes, car le bateau ne peut

pas se déplacer assez près de la rive. Les experts emploieront donc des méthodes terrestres, en utilisant par exemple un théodolite électronique, afin de déterminer les profondeurs dans cette zone limitée.

La combinaison de ces méthodes permettra aux ingénieurs de créer une topographie complète de la rivière, un travail qui, en cas de relevés classiques d'un profil en travers, nécessiterait un très grand nombre de profils à des distances rapprochées. Une méthode qui n'est plus rentable, les images se limitant à des coupes transversales généralement effectuées tous les 200 mètres environ.

## Autrefois avec fil et mire

Les autorités suisses ont commencé à mesurer systématiquement les grands cours d'eau dès 1868. À cette époque, on se servait encore de fil de mesure et d'une mire. Au début du 20<sup>e</sup> siècle, une équipe était spécifiquement chargée de l'enregistrement des coupes transversales. Depuis, les choses ont bien changé: d'une part, les mesures sont désormais réalisées par des bureaux spécialisés mandatés par l'OFEV, et d'autre part, les géomètres disposent de moyens techniques modernes tels que les tachy-

mètres, les échosondeurs et les méthodes par satellite.

Mais pourquoi mesurons-nous nos cours d'eau? «Notre préoccupation première est la sécurité des individus et de leurs biens», explique Bertrand Jeanguenat de la section Gestion des risques de l'OFEV. On sait depuis très longtemps que les cours d'eau sont soumis à des fluctuations naturelles. Des importantes corrections fluviales ont également été réalisées aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles, et il était évident que ces interventions conduiraient à des modifications considérables de la morphologie ou de la structure des cours d'eau. Ces changements étaient délibérés et on a tenté de les évaluer au mieux avec les moyens de l'époque.

Mais comme les connaissances, et donc la qualité des prévisions, étaient limitées, il a été décidé d'observer systématiquement les effets de ces interventions. Le «monitoring» n'est donc pas une invention nouvelle, explique Bertrand Jeanguenat. Il témoigne plutôt de la responsabilité et de la diligence dont ont fait preuve les générations précédentes.

## Améliorer les modèles de calcul

Les données de mesures peuvent également être utilisées pour mieux comprendre des processus morphologiques et hydrologiques. Que se passe-t-il si une berge est obstruée? Comment le lit de la rivière se modifie-t-il en cas de crue ou de prélèvements d'eau? La science utilise ces données pour optimiser en permanence ses modèles de calcul. Leur utilité est multiple: prévoir les crues à court terme, établir des cartes des dangers, planifier des projets de revitalisation et de protection contre les crues ou encore prévoir les effets à long terme de grands projets de construction.

Les cantons sont responsables de la protection contre les crues et de la revitalisation. La surveillance des cours d'eau leur incombe donc également. Toutefois, la Confédération les soutient lorsqu'il existe un intérêt national, par exemple dans le cas de grands fleuves traversant plusieurs



cantons ou de cours d'eau internationaux. En règle générale, les mesures sont effectuées tous les dix ans ou après des changements morphologiques importants. «Les cours d'eau sont parfois sujets à des changements à court terme, qui peuvent être causés par une seule crue majeure», explique Bertrand Jeanguenat. «Mais il y a aussi des changements très lents, comme un creusement de quelques millimètres par année. Ce sont avant tout ces processus qui exigent une observation qui s'étend sur de longues périodes».

## Les séries chronologiques, témoins des évolutions lentes

Ces séries chronologiques permettent d'identifier des développements morphologiques tels que des atterrissements ou des creusements. On peut ainsi évaluer les effets de ces développements sur la stabilité des ouvrages de protection hydrauliques ou sur la capacité d'écoulement du cours d'eau. Ces séries servent également de base pour le calcul de la charge de fond. Ainsi, un creusement du lit peut indiquer que la quantité de graviers et de pierres se déplaçant sur le lit du cours d'eau a diminué, par exemple en raison d'un manque d'apport de matière, une évolution qui peut nuire à

l'habitat des animaux et des plantes. La cote du fond du lit du cours d'eau peut également être utilisée pour évaluer si et comment le niveau de la nappe phréatique change. Dans les milieux humides, l'augmentation du creusement peut déconnecter complètement une zone alluviale du réseau hydrographique.

Les données à long terme sont donc utiles à bien des égards. Elles nécessitent cependant un calcul stratégique: «lorsque l'on conduit des observations sur de si longues périodes, pouvoir comparer les données collectées et traitées à différentes époques représente un défi complexe», note Bertrand Jeanguenat. Les nouvelles techniques et méthodes qui sont régulièrement apparues ne rendent pas la tâche plus facile. C'est le cas, par exemple, du scanner laser et de l'échosondeur multifaisceaux, un dispositif de mesure électroacoustique de la profondeur de l'eau par ondes sonores, récemment utilisés à Brugg. Ces dispositifs génèrent une immense quantité de données – en sachant que «plus» n'est pas nécessairement «mieux». «Aujourd'hui encore, récolter une information tous les 200 mètres suffit à répondre à la plupart des questions qui se posent», explique Bertrand Jeanguenat. Il est judicieux d'effectuer une mesure de toute la surface si une information spatiale détaillée est nécessaire, si elle est moins coûteuse ou

si, pour des raisons techniques, seule cette méthode permet d'obtenir des données utiles – par exemple dans les cours d'eau où la profondeur de l'eau est toujours importante.

## Drones et bateaux télécommandés

La collecte de données à Brugg était une sorte de test qui doit permettre de valider les nouvelles normes techniques pour la mensuration des cours d'eau. Si cette méthode s'avère efficace, elle pourra être appliquée à des cours d'eau similaires à l'avenir. Cependant, de telles mesures sont exigeantes et le marché est relativement restreint. C'est pourquoi l'offre de photos par balayage laser par avion et par échosondeur multifaisceaux reste limitée. Ainsi, les experts chargés des mesures à Brugg ont dû se procurer le bateau utilisé – équipé d'instruments fixes calibrés avec précision – aux Pays-Bas. Dans certains cas, des drones et des bateaux télécommandés sont également utilisés pour ces mesures.

La section compétente de l'OFEV surveille également les nouvelles méthodes de balayage laser telles que le LIDAR bathymétrique. En plus du laser infrarouge conventionnel, on utilise alors un «laser vert» qui peut pénétrer dans l'eau jusqu'à environ une fois et demie la profondeur visuelle. Cependant, la turbidité et les poches d'air réduisent la profondeur de pénétration, ce qui limite l'usage de cette technologie dans les eaux alpines relativement turbulentes. «Les innovations techniques peuvent être très utiles, relève Bertrand Jeanguenat, mais la gestion efficace des données accumulées au fil des décennies et des siècles est tout aussi importante». Le principe «keep it simple» fait souvent ses preuves.

Nicolas Gattlen  
Bertrand Jeanguenat  
Section Gestion des risques OFEV  
bertrand.jeanguenat@bafu.admin.ch