

La métrologie au service de l'optimisation de la gestion sédimentaire des retenues

Metrology to optimize the sediment management of reservoir

Eric VALETTE* (EDF, La Motte-Servolex, France), **François LAUTERS** (EDF, Grenoble, France), **Pierre NEGRELLO** (EDF, La Motte-Servolex, France), **Sébastien MENU** (EDF, La Motte-Servolex, France), **Gilles YAHIAOUI** (EDF, Grenoble, France), **Aurélié ANDRE** (EDF, La Motte-Servolex, France)

*auteur correspondant

1. Contexte

La gestion sédimentaire des retenues est un enjeu majeur pour les gestionnaires de barrage. Il est possible de classer les stratégies de gestion des sédiments en trois grandes familles : (i) Eviter ou limiter les apports dans les réservoirs ; (ii) Faire transiter de façon quasi-continue les sédiments vers l'aval via des organes et des modes d'exploitation adaptés ; (iii) gérer la sédimentation en procédant à des curages ou des chasses. Il existe également quelques stratégies alternatives : modifier les ouvrages (élévation des prises d'eau, rehausse du barrage et/ou des digues ...).

Dans les faits, pour des aménagements anciens comme ceux exploités par EDF, les trois options de gestions standards, utilisées en cas de problématiques sédimentaires avérées, sont : (i) Les abaissments sur épisodes fortement chargés permettant le transit d'une partie des sédiments fins afin de limiter le dépôt ; (ii) Les chasses d'hydrocurage permettant la gestion des sédiments déposés durant un intervalle de temps donné ; (iii) Les curages.

Les systèmes de surveillance, d'acquisition et de transmission de données en temps réel se sont développés au cours des dernières décennies. Là où les mesures étaient autrefois surtout utilisées à posteriori pour établir des bilans et faire du retour d'expérience, elles sont aujourd'hui de plus en plus utilisées pour anticiper et piloter en temps réel les différentes phases des opérations de gestion sédimentaire. L'objectif de cette communication est de présenter quelques illustrations de ce monitoring, au service de la gestion temps réel des sédiments.

2. Mieux appréhender les flux de MES pour une meilleure gestion

La variabilité des flux de Matières En Suspension (MES) est très importante et bien supérieure à la variabilité hydrologique. Edf possède le premier réseau de mesure de concentration en MES par turbidimètre en France. Les turbidimètres optiques doivent être étalonnés avec les sédiments de la rivière afin que la mesure de turbidité soit convertie en taux de MES. Par ailleurs, ils sont relativement sensibles à la granulométrie des sédiments en suspension rendant la calibration dépendante des événements. Des prélèvements ponctuels, couvrant le spectre le plus large possible d'événements, sont donc nécessaires si l'on veut augmenter la précision. Malgré ces incertitudes, les turbidimètres permettent d'estimer les flux transitant en continue au niveau de certaines retenues et ont de nombreuses applications dont les méthodologies sont encore aujourd'hui souvent expérimentales et en constante évolution :

- L'anticipation du taux d'envasement de certaines retenues avant chasse : L'envasement est extrapolé à partir de la dernière situation bathymétrique connues, grâce à un bilan incrémental des flux entrant/sortant, et ceux jusqu'à l'évènement de chasse. Cela permet de définir la meilleure stratégie d'abaissement à adopter.
- Le suivi de chasse et de vidange : Couplé à des mesures d'oxygène dissous, le suivi de la turbidité peut donner des informations précieuses, en temps réel, permettant de gérer au mieux l'abaissement et le passage du culot (bourrelet de sédiment présent en fin de chasse et engendrant un pic de MES lors de son passage). L'instrumentation à mettre en place (turbidimètre, prélèvement d'échantillons d'eau chargées en MES, mesure d'oxygène dissous, de NH₄, fréquence des mesures, ...) est à étudier au cas par cas en fonction de la configuration du site, des enjeux, de la rapidité des événements et des possibilités d'anticipation de ceux-ci.
- La calibration de modèles numériques : EDF utilise les données de MES et de bathymétrie à sa disposition pour caler des modèles numériques d'érosion de certaines de ses retenues. Ces modèles ont principalement deux applications : (i) évaluer les marges de sécurité vis-à-vis des revanches des digues pour des crues de références, (ii) analyser différents scénarios de gestion de chasse ou de vidange en faisant varier des paramètres tels que la vitesse d'abaissement, l'envasement, le débit.

- Le suivi des taux de MES lors d'opération de curage par pompage dilution : Des concentrations limites sont en général imposées en aval et suivies, soit par prélèvement direct, soit par mesure de turbidité. Plus récemment, EDF a mis en œuvre des curages avec passage des sédiments extraits par les groupes. Les concentrations de MES sont également suivies dans ce cas afin de limiter la détérioration de certains groupes.
- La détection de forts volumes de sédiments transitant en amont d'une retenue : Ces forts taux de sédiments peuvent déclencher des abaissements préventifs de certaines retenues pour limiter leur envasement.

Deux cas d'application sont évoqués ci-après pour illustrer cette évolution de l'utilisation des données :

Durant le confinement de 2020, un levé Lidar a permis d'estimer l'avancée du front sédimentaire de la retenue d'Aigueblanche (mesures bathymétriques impossibles). Un fort envasement de la retenue en a été déduit par comparaison avec la position du front sédimentaire sur les bathymétries historiques. La réalisation d'une chasse en 2020 a donc été jugée nécessaire malgré le contexte sanitaire. En dérogation à la consigne et en accord avec l'autorité de tutelle, un turbidimètre et une sonde oxymétrique temporaire, installée en aval de l'ouvrage et transmettant des données en temps réel ont permis un suivi à distance des paramètres physicochimiques en lieu et place des prélèvements physiques réalisés habituellement. La chasse de la retenue a ainsi pu avoir lieu dans des conditions exceptionnelles tout en gardant la maîtrise des paramètres environnementaux en aval.

Depuis quelques années, les flux de l'Isère à Montmélian sont calculés et analysés en temps réels. Des seuils d'alerte ont été mis en place pour permettre à l'exploitant du barrage de St Egrève d'anticiper un éventuel abaissement de la retenue en cas de flux important.

3. Les flux de sables encore difficiles à mesurer

Le sable en suspension est un élément difficile à mesurer et qui perturbe fortement les mesures réalisées via des turbidimètres. Sur certaines retenues c'est une proportion conséquente du dépôt et il est donc nécessaire de pouvoir quantifier ces apports. Par ailleurs, c'est un élément très abrasif pour les turbines. Le capteur acoustique LISST ABS (Laser In-Situ Scattering and Transmissometry - Submersible Acoustic Backscatter Sediment Sensor – Sequoia Scientific, inc.) est, contrairement aux turbidimètres optiques, plus sensible aux sables en suspension qu'aux fines. Il pourrait donc apporter une aide opérationnelle pour appréhender les flux de sable. Deux appareils ont été installés à titre expérimental sur la retenue de Livet (sur la Romanche), un en amont de la retenue et un au niveau de la prise d'eau. Les objectifs expérimentaux sont (i) de mieux appréhender le fonctionnement de la retenue vis-à-vis des sables (apport, décantation), pour (ii) tenter d'en déduire en temps réel l'ensablement de la retenue. A termes l'objectif est de pouvoir déclencher une chasse en cas d'arrivée massive de sédiment au niveau de la prise d'eau ou de fort envasement de la retenue en se passant de suivi bathymétrique récurrent.

Le sable en suspension pose également problème lors des chasses de la basse Isère. En effet, il a tendance à se redéposer rapidement au niveau du barrage de Bourg les Valences à la confluence Isère-Rhône, engendrant des problématiques de navigation sur le Rhône. Un Suivi du flux de sable a donc été réalisé de manière expérimentale lors des chasses de la basse Isère. Ces mesures ont été réalisées à l'aide de pompes immergées. En complément l'évolution des fonds a été suivi sur certains transects via un drone bathymétrique.

4. Perspectives

La chute de vitesse dans les retenues entraîne la décantation de tout ou partie des sédiments entrants. Si elle s'avère problématique, la sédimentation est généralement gérée par chasses et/ou curages. Cette gestion entraîne une augmentation du taux de MES en aval des retenues sur de courtes périodes. La mesure des flux de MES et de sables permet aujourd'hui de mieux anticiper et piloter les opérations de gestion pour limiter leurs impacts à l'aval.

Néanmoins, ces mesures de flux en continu et leur analyse en temps réel restent encore lourdes à mettre en place, coûteuses et nécessitent une expertise forte pour être analysées et utilisées. Le flux de sable en particulier est complexe à appréhender encore aujourd'hui et reste une source de grande incertitude. Une analyse au cas par cas doit être réalisée pour définir retenue par retenue le dispositif optimal de mesures et d'analyse à mettre en place pour évaluer au mieux l'envasement et gérer les sédiments en fonction des enjeux de la retenue et de la rivière.