

## COURLIS : UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION POUR LA GESTION DES RETENUES

### *COURLIS: a decision support tool for reservoir management*

**Nicolas CLAUDE\*** (EDF, La Motte Servolex, France), **Pierre NEGRELLO** (EDF, La Motte Servolex, France), **Marion DUCLERCQ** (EDF, La Motte Servolex, France), **Lucie MESQUITA** (EDF, La Motte Servolex, France), **Aurélie ANDRE** (EDF, La Motte Servolex, France), **Eric VALETTE** (EDF, La Motte Servolex, France), **Matthieu SECHER** (EDF, La Motte Servolex, France), **Ming Hoang LE** (LHSV, Chatou, France), **Fabien SOUILLE** (EDF, Chatou, France), **Florent TACCONE** (EDF, Chatou, France), **Magali JODEAU** (EDF, Chatou, France).

\*auteur correspondant

### 1. Contexte

Au même titre que les autres compartiments des systèmes fluviaux, les retenues de barrage sont le siège de processus sédimentaires complexes liés au transport par suspension et/ou par charriage des sédiments. La spécificité des retenues réside en partie dans leur fonctionnement morphodynamique, avec de longues périodes de dépôt entrecoupées par des phases d'érosion, parfois intenses et rapides, généralement associées à des opérations de gestion sédimentaire telles que les ouvertures en crue, les chasses ou les curages. La compréhension des phénomènes, la prédiction de l'état sédimentaire et morphologique des retenues, ainsi que les impacts en aval de la gestion sédimentaire de ces retenues constituent un réel sujet d'intérêt pour les gestionnaires de barrage. Ces derniers ont à leur disposition différentes approches complémentaires pour adapter et optimiser leur gestion des aménagements : la métrologie, la modélisation physique et la modélisation numérique. C'est dans ce contexte et pour répondre à ce type de besoin que le code numérique hydro-sédimentaire unidimensionnel COURLIS est développé et utilisé au sein d'EDF.

L'objectif de cette communication est de présenter brièvement le logiciel COURLIS et d'illustrer la manière dont il peut être utilisé pour améliorer et pérenniser la gestion sédimentaire des retenues.

### 2. Présentation de COURLIS

Le code hydro-sédimentaire unidimensionnel COURLIS est développé par EDF (R&D et CIH) et le Laboratoire d'Hydraulique St Venant (LHSV) pour simuler le transport sédimentaire par suspension ou par charriage dans les rivières et les retenues où les flux peuvent être considérés comme 1D. Il est couplé avec le logiciel hydrodynamique unidimensionnel MASCARET. Les deux modules sont intégrés et disponibles en téléchargement au sein du système *open source* TELEMAT-MASCARET ([www.opentelemat.org](http://www.opentelemat.org)).

MASCARET prend en charge les calculs pour des écoulements permanents et non-permanents en régimes sous-critique, supercritique ou mixte. Les variables hydrauliques sont ensuite transmises à COURLIS pour calculer la capacité de transport des sédiments et l'évolution du lit avec une représentation mathématique différente pour la suspension et le charriage. Ainsi, la dynamique liée à la charge en suspension est déterminée à partir d'une équation d'advection-diffusion avec des flux d'érosion et de dépôt. Les évolutions associées au charriage sont quant à elles estimées à partir d'une relation de fermeture pour la capacité de transport et une équation de continuité pour le lit (équation d'Exner).

### 3. Application de COURLIS dans les retenues EDF

La partie suspension de COURLIS est appliquée depuis une trentaine d'années au sein d'EDF pour étudier des vidanges, des chasses ou des mises en transparence de retenues. A titre d'exemple, COURLIS a été récemment utilisé sur la retenue de St Lazare sur la Durance pour optimiser les protocoles d'ouverture du barrage en crue afin de :

- 1) maximiser la reprise des dépôts de vases en vue de limiter le comblement du réservoir et ainsi maîtriser les risques d'inondations ;
- 2) limiter les pics de concentrations en matières en suspension en aval pour ne pas nuire aux communautés piscicoles.

Dans un premier temps, ce cas d'application a de nouveau mis en avant au cours de la phase de calibration, la capacité du code à reproduire à la fois le transport sédimentaire (concentration et flux) et l'évolution des fonds observés au cours d'une crue réelle (Figure 1a). Dans un second temps, l'analyse de différents scénarios schématiques et systématiques a permis de mieux comprendre le fonctionnement de la retenue lors des ouvertures du barrage en crue en caractérisant précisément l'influence des débits, du début d'abaissement et de la vitesse d'abaissement du plan d'eau, ainsi que l'état sédimentaire des fonds (substrats frais, consolidés...). Ces résultats ont par la suite été utilisés pour définir des scénarios de gestion qui ont été testés sur le modèle afin de proposer une nouvelle gestion en crue de l'aménagement.

Le développement de la partie charriage de COURLIS a été initié au début des années 2010 afin de pouvoir étudier des problématiques de chasses, de mises en transparence de retenue ou de continuité sédimentaire pour les sédiments grossiers. Ce module de COURLIS est désormais en cours de test et de validation sur des cas réels comme la retenue de St Sauveur sur le Buëch. Sur ce site, l'objectif est d'étudier, en fonction de l'hydrologie, le transit des sédiments grossiers à travers le barrage durant les mises en transparences de l'ouvrage afin de mesurer l'efficacité de la gestion sédimentaire actuelle. Sous réserve de certaines hypothèses de modélisation (représentation simplifiée des sections sous la forme de rectangles, troncature des débits inférieurs au débit de mise en mouvement) effectuées pour éviter les problématiques de gestion des fonds au niveau des passages en torrentiel, les simulations réalisées montrent que le code est en mesure de reproduire de manière satisfaisante l'évolution du lit observée durant cinq années dans la retenue et en amont de celle-ci (Figure 1b). De nouveaux tests et développements sont en cours pour consolider ces résultats et permettre l'utilisation de géométries réelles sans faire appel aux simplifications mentionnées précédemment.

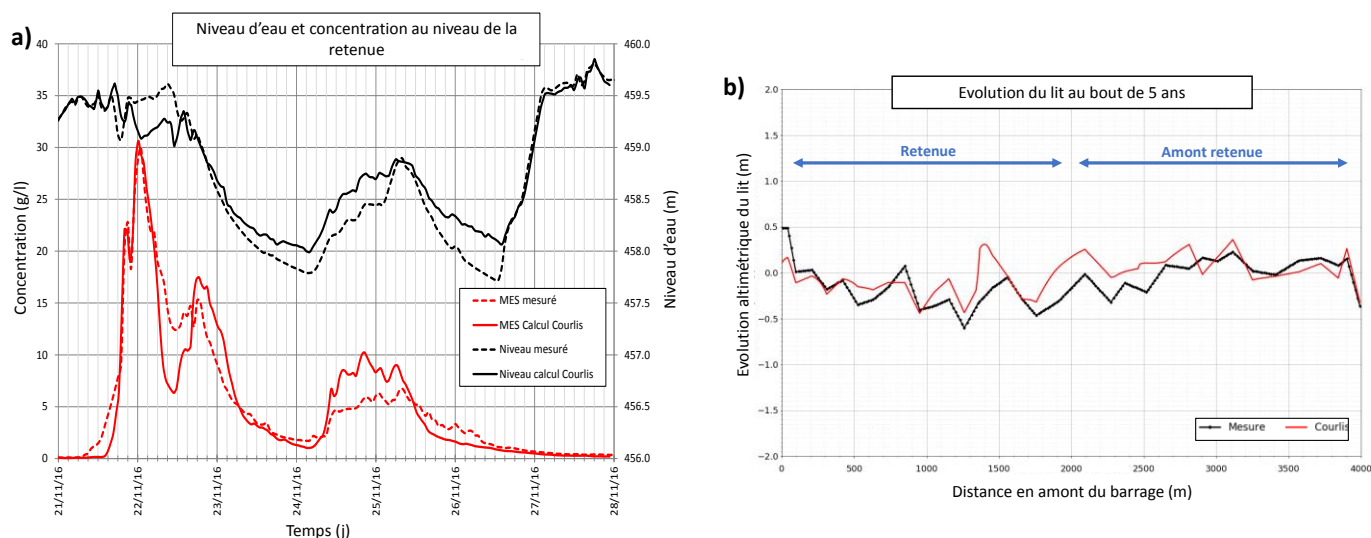


Figure 1 : a) Evolution temporelle des concentrations et des niveaux d'eau observés in situ et modélisés avec COURLIS suspension dans la retenue de St Lazare pour la crue de calage. B) Profil en long de l'évolution altimétrique des fonds observés et modélisés avec COURLIS charriage au bout de cinq années dans la retenue de St Sauveur.

#### 4. Conclusion et perspectives

Le code hydro-sédimentaire unidimensionnel COURLIS est régulièrement utilisé au sein d'EDF comme outil d'aide à l'optimisation de la gestion des sédiments fins dans les retenues. La partie charriage de COURLIS est en cours d'industrialisation afin d'étendre son utilisation dans le cadre d'études opérationnelles. De nouveaux développements sont actuellement réalisés pour mieux modéliser l'effet des passages en torrentiel sur le transport des sédiments et intégrer l'effet de débordements dans le lit majeur sur la dynamique sédimentaire. Une interface graphique ainsi que des outils de pré et post-traitement sont également en cours de finalisation pour faciliter la prise en main et l'utilisation du code par les différents utilisateurs.