

MODÉLISATION 1D DE LA PROPAGATION DES SÉDIMENTS DANS UN FLEUVE À LIT GROSSIER : LE VIEUX RHÔNE DE PÉAGE-DE-ROUSSILLON

1D-modelling of sediment propagation in gravel-bed rivers : the case of Rhône river at Péage-de-Roussillon

Daniel VÁZQUEZ TARRÍO* (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS, Madrid, Espagne), **Alexandre PEETERS**, **Mathieu CASSEL** et **Hervé PIÉGAY** (UNIVERSITÉ DE LYON, CNRS UMR 5600 EVS, Site ENS, Lyon, France)

*auteur correspondant

1. Introduction

La modélisation de la propagation, sur le long-terme, d'injections ponctuelles de sédiments grossiers dans les rivières à lit caillouteux demeure un sujet d'étude assez complexe. À cet égard, beaucoup des modèles numériques disponibles (morphodynamiques) ont été développés pour simuler la réponse d'aggradation/incision du lit des rivières [1] [2], mais ils n'ont pas été conçus pour modéliser le mouvement et la propagation des particules individuelles au long du profil en long. Afin de combler cette lacune, nous proposons ici une approche de modélisation 1D capable de simuler la propagation de l'injection d'une masse de sédiments grossiers dans un chenal fluvial. Une telle approche présente un grand intérêt pour le dimensionnement d'opérations de réinjection de sédiments, étant donné les questions opérationnelles posées comme le temps de transfert jusqu'à des zones potentiellement sensibles ou la répartition des dépôts sur le continuum. Ainsi, nous illustrons le potentiel de notre modèle l'appliquant sur le cas concret du Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon, où $\sim 6500 \text{ m}^3$ de sédiment ont été réinjectés en 2017.

2. Methodes

Les approches plus classiques de modélisation morphodynamique simulent les changements dans le temps de la topographie du lit des rivières (aggradation/incision), en fonction du gradient spatial des taux de charriage. Ici, nous proposons une approche de modélisation différente, basée sur la notion « d'érosion-dépôt ». En effet, notre démarche consiste à combiner (i) l'estimation des volumes de sédiment mobilisés (à partir de calculs de transport par charriage par des équations de transport solide) avec (ii) la distribution des distances de transport des particules sédimentaires, obtenues par traçage sédimentaires *in situ*. Plus spécifiquement, le protocole de modélisation que nous proposons s'organise en quatre étapes (Figure 1) :

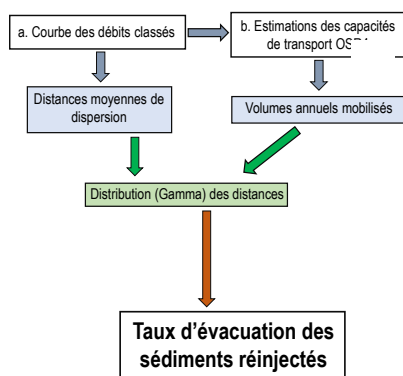


Figure 1 : Schéma du processus de modélisation pour l'estimation des temps de propagation des injections ponctuelles de sédiment grossiers

- 1) Première étape : établissement d'une grille de modélisation 1D.
- 2) Seconde étape : association à chaque nœud une valeur de la capacité annuelle de transport par charriage, estimé avec l'équation de Recking [3].
- 3) Troisième étape : association à chaque nœud une valeur de la distance moyenne de propagation des particules injectées et d'une distribution de probabilité des distances de déplacement autour de cette

moyenne. Pour cela, nous nous appuyons dans des données terrain de traçage de sédiment RFID.

- 4) Dernière étape : la simulation, avec l'injection de volume de sédiment dans le nœud amont puis la remobilisation du panache de sédiment au cours du temps.

3. Site d'étude

Afin d'illustrer le potentiel de notre protocole de modélisation, nous l'avons appliqué sur le secteur du Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon. Lors de travaux de redynamisation des marges du Rhône dans ce secteur, environ 6 500 m³ de sédiment grossier ont été extrait des marges alluviales et réinjectés dans la partie amont du tronçon court-circuité (TCC) en 2017. Dans ce contexte, la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), qui doit s'assurer de la sûreté hydraulique de ses aménagements, s'est questionnée sur le temps de transfert des sédiments réinjectés jusqu'à la retenue du barrage d'Arras, localisé 28 km en l'aval du site de l'injection sédimentaire. Ceci constitue en effet un important enjeu de gestion de ce barrage et notre modèle, en évaluant ce temps de propagation et de transfert, permet d'apporter des éléments de réponse à cette question.

4. Résultats

Nous avons modélisé le comportement de la masse de sédiment réinjectée à Péage-de-Roussillon sur une période de 50 ans (Figure 2). Ces résultats mettent en évidence une (i) la fragmentation progressive du panache sédimentaire et, (ii) qu'après 50 années, une part significative des sédiments réinjectés seront encore en transit dans le TCC. Ces sédiments devraient être stockés dans la retenue du Seuil de Peyraud ; seuil aménagé dans les années 70 afin de maintenir le niveau de la nappe phréatique de la plaine alluviale.

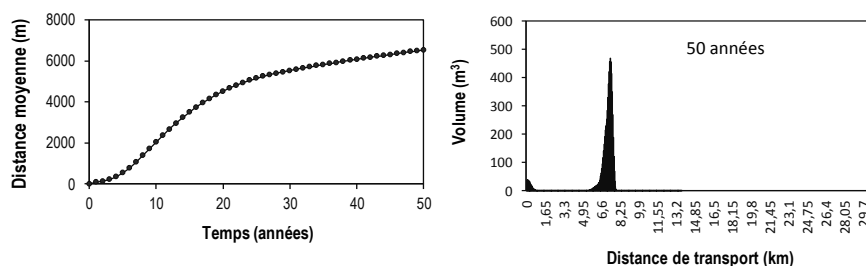


Figure 2 : Résultats de l'application du modèle au Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon. À gauche, évolution temporelle de la distance moyenne de transport. À droite, volumes de propagation après 50 années.

5. Discussion / Conclusions

Cette approche, combinant (i) estimation des volumes de sédiment mobilisés et (ii) la distribution des distances de transport des particules sédimentaires, nous semble très prometteuse pour modéliser la propagation au cours du temps de masses de sédiments grossiers. Ce modèle présente toutefois quelques limites. (i) Il n'intègre pas encore les interactions entre les matériaux réinjectés et les sédiments constituant le lit. Dans notre cas d'étude, le tronçon est pavé, donc cette limite n'est pas problématique mais elle est à considérer dans un cas différent où il y aurait un transport solide plus actif. Le modèle ne considère pas non plus (ii) de changements dans la topographie, la morphologie du chenal et la pente du fond du lit, ce qui limite son application à une situation de fourniture sédimentaire illimitée. Finalement, (iii) nous ne disposons pas pour l'instant, d'éléments ou de mesures de terrain permanent de procéder à la validation de nos estimations aux échelles de temps modélisées (plusieurs décennies).

REFERENCES

- [1] Cui Y., Braudrick C., Dietrich W. E., Cluer B., et Parker, G. (2006). Dam Removal Express Assessment Models (DREAM). *Journal of Hydraulic Research*, 44(3), 308–323.
- [2] Lauer J. W., Viparelli E. et Piégay H. (2016). Morphodynamics and sediment tracers in 1-D (MAST-1D): 1-D sediment transport that includes exchange with an off-channel sediment reservoir. *Advances in Water Resources*, 93, 135–149.
- [3] Recking A., Piton G., Vazquez-Tarrio D. et Parker, G. (2016). Quantifying the Morphological Print of Bedload Transport. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(6), 809–822.