HAL open science

La réaction des bassins versants maralpins aux précipitations intenses du 2 octobre 2020 : mesures du transport sédimentaire, modèle de connectivité sédimentaire en Roya et principes de gestion

Margot Chapuis, Mendy Martins, Cyriel Adnès, Laurence Tissot, Nicolas Martin, Leslie Salvan, Raphaëlle Dreyfus, Franck Compagnon, Johnny Douvinet, Pierre Brigode, et al.

To cite this version:

Margot Chapuis, Mendy Martins, Cyriel Adnès, Laurence Tissot, Nicolas Martin, et al.. La réaction des bassins versants maralpins aux précipitations intenses du 2 octobre 2020 : mesures du transport sédimentaire, modèle de connectivité sédimentaire en Roya et principes de gestion. IS Rivers 2022, Jul 2022, Lyon, France. hal-03855459

HAL Id: hal-03855459

https://hal.science/hal-03855459v1

Submitted on 16 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La réaction des bassins versants maralpins aux précipitations intenses du 2 octobre 2020 : mesures du transport sédimentaire, modèle de connectivité sédimentaire en Roya et principes de gestion

Catchments' reactions to the Oct. 2nd 2020 heavy rainfall in the Maritime Alps (France): sediment transport measurements, sediment connectivity model in the Roya river and reconstruction guidelines

M. Chapuis[1], M. Martins[1,2], C. Adnès[1], L. Tissot[3], N. Martin[1], L. Salvan[4], R. Dreyfus[4], F. Compagnon[4], J. Douvinet[5], P. Brigode[6], D. Fox[1]

[1] Université Côte d'Azur, CNRS, ESPACE, France (margot.chapuis@unice.fr)
[2] Eau et Perspectives, Mougins, France (mendymartins@hotmail.fr)
[3] EDF R&D, Département LNHE, France (laurence.tissot@edf.fr)
[4] SMIAGE, France (l.salvan@smiage.fr)
[5] Avignon Université, CNRS, ESPACE, France (johnny.douvinet@univ-avignon.fr)
[6] Université Côte d'Azur, CNRS, OCA, IRD, Géoazur, France (pierre.brigode@unice.fr)

RÉSUMÉ

Les précipitations exceptionnelles du 2 octobre 2020 sur les Alpes-Maritimes et la Ligurie ont considérablement modifié la morphologie de plusieurs cours d'eau de la région. Au-delà des dégâts assez localisés observés sur la Tinée ou la Fora di Taggia, la Roya et la Vésubie en particulier ont vu leur bande active s'élargir de manière exceptionnelle (cf. Melun *et al.*, *submit.*), occasionnant des dégâts considérables aux infrastructures (coût estimé :env. 1 milliard d'euros). Ces deux cours d'eau sont passés d'un chenal unique, souvent en step-pool, à une morphologie à chenaux multiples, caractéristique d'un excès de sédiments provenant des versants, réactivés à l'occasion de cet événement particulièrement intense en termes de précipitations (663 mm en 24h aux Mesches ; CEREMA, 2021). En s'appuyant sur les campagnes de mesures (traçage RFID et sismique acoustique passive) avant et pendant l'événement, nous nous proposons de contribuer 1/ à caractériser l'intensité du transport sédimentaire sur la Roya lors de l'épisode du 02/10/2020, 2/ à développer un modèle prospectif de fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin de la Roya et enfin 3/ à souligner quelques principes de gestion qui nous semblent essentiels pour la reconstruction de ces vallées maralpines.

ABSTRACT

The exceptional rainfall on Oct. 2nd, 2020 on the Maritime Alps and on the Liguria regions have considerably modified the bed morphology of several rivers in the area. Far beyond the rather localized damages observed on the Tinée or on the Fora di Taggia rivers, the Roya and the Vésubie rivers endured exceptional active width widening (see Melun *et al.*, *submit.*) that triggered considerable infrastructure damages (approx. 1 billion euros worth). This exceptionally intense storm episode (663 mm in 24h at the Mesches Dam in the Roya catchment ; CEREMA, 2021) reactivated sediment supply from hillslopes that triggered a fluvial metamorphosis: the Roya and the Vésubie, that were single channels, mostly of a step-pool morphology prior to the flood, switched to multithreaded riverbeds, characteristic of an excess of sediment supply compared to transport capacity. Based on sediment fluxes monitoring (RFID sediment tracking and geophone) before and during the flood, this study contributes 1/ to characterise the intensity of sediment transport in the Roya main branch during the 2020/10/02 episode, 2/ to develop a prospective conceptual model of sediment connectivity in the Roya catchment and 3/ to stress few essential guidelines for the reconstruction of these Maritime Alps valley bottoms.

MOTS CLES

Connectivité sédimentaire, épisode Alex, géophone, Roya, traçage RFID

1 L'ÉPISODE ALEX, UN EVENEMENT MEDITERRANEEN INTENSE QUI A CONDUIT A UNE METAMORPHOSE FLUVIALE

L'épisode de précipitations du 02/10/2020 (épisode Alex) a été caractérisé par des précipitations exceptionnelles sur les bassins de la Roya et de la Vésubie (Alpes-Maritimes, France). Nous retiendrons (sources : retour d'expérience commandé par la DDTM 06 ; volet hydrologique : CEREMA, 2021 ; volet torrentiel : RTM 06 et Inrae, *in prép.*) :

- Forte variabilité spatiale des précipitations sur le bassin versant de la Roya et de la Vésubie. Maximum observé pour le cumul de précipitations sur 24 h : 663 mm au barrage des Mesches. Période de retour des précipitations : supérieure à 1000 ans pour les cumuls journaliers.
- Estimations très incertaines concernant les débits liquides (probablement entre 1100 et 1800 m^3/s à Breil-sur-Roya), la période de retour de l'événement serait plus que centennale (probablement entre 100 et 500 ans). Difficulté d'évaluation de la cinétique de la crue (destruction des stations).

À la suite de cet épisode qui a généré une crue éclair intense, la Roya (comme la Vésubie) est passée d'une morphologie à chenal unique, souvent en *step-pool*, à une morphologie à chenaux multiples, caractéristique d'un important volume de sédiments provenant essentiellement des versants, qui ont été réactivés à l'occasion de cet événement. La métamorphose fluviale observée correspond à une crise torrentielle du système, qui est à resituer dans un cadre spatio-temporel plus large.

Pour une quantification de l'évolution de la bande active de la Roya et de la Vésubie lors de cet épisode, et pour une analyse de l'évolution morphologique et volumique sur ces 2 bassins, on se reportera respectivement à Melun *et al.* (*submit.*) et RTM 06 et Inrae (*in prép.*).

Nous nous proposons ici de 1/ caractériser l'intensité du transport sédimentaire sur la Roya lors de l'épisode du 02/10/2020, 2/ développer un modèle prospectif de fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin et 3/ souligner certains de gestion pour la reconstruction de ces vallées maralpines.

2 METHODOLOGIE : MESURE DU TRANSPORT SEDIMENTAIRE PAR RFID ACTIVE ET SISMIQUE ACOUSTIQUE PASSIVE

Lors de l'été 2019, 79 traceurs équipés d'une puce RFID active avaient été implantés sur 3 sites en Roya. La campagne de prospection 2020 s'est déroulée les 02 et 08/07/2020 sur l'ensemble du linéaire (Q_{max} observé = 255 m^3/s à Breil le 20/12/2019, donnée EDF-DTG). La campagne 2021 a eu lieu les 16 et 17/03/2021 sur l'ensemble du linéaire ; l'unique crue morphogène observée pendant la période est celle du 02/10/2020. Ce traçage sédimentaire est complété par l'installation d'un géophone en aval de Breil le 23/06/2020. Il enregistre en continu les vibrations du sol générées par le transport sédimentaire, et donc l'évolution de l'intensité du transport pendant les crues. Avec la destruction de l'ensemble des instruments de mesure de hauteur d'eau sur la branche principale, l'enregistrement sismique du 02/10/2020 permet de préciser la cinétique de la crue en Roya.

3 RESULTATS

Lors de l'été 2020, 9 traceurs actifs ont été retrouvés, exclusivement à l'aval du ponte Lamberta, et avaient parcouru une distance maximale de 3,1 km (distance moyenne : 1,9 km). Les conditions de prospection ont suggéré que le faible taux de retour était compatible avec des hauteurs d'eau trop importantes sur une large partie du linéaire, et que l'ensemble des traceurs non retrouvés n'avaient probablement pas parcouru de grandes distances entre 2019 et 2020.

Lors de la prospection réalisée en mars 2021 (post-Alex), seuls 4 traceurs actifs ont été retrouvés sur les 79 implantés en 2019. Aucun traceur retrouvé en 2021 n'avait été retrouvé lors de la campagne de 2020. Trois de ces 4 traceurs retrouvés post-Alex avaient été implantés à l'aval de Fontan. Ils ont parcouru respectivement 2,9 km, 4,1 km et 5,9 km entre 2020 et 2021. Au vu des évolutions morphologiques observées et des conditions de prospection (hauteurs d'eau modérés, faible rugosité du lit), les faibles taux de retour observés lors de la campagne 2021 suggèrent que la majeure partie des traceurs non retrouvés ont été exportés hors du système (ils ont atteint la Méditerranée).

Le suivi acoustique par géophone a donné d'excellents résultats préliminaires malgré le faible recul lié à son installation récente. Les résultats suggèrent l'occurrence d'un unique pic de crue sur la Roya lors de l'épisode du 02/10/2020 ainsi qu'une cinétique rapide, caractéristique d'une crue éclair typique de ce genre d'épisode. Les puissances acoustiques observées le 02/10/2020 sont nettement

supérieures aux valeurs observées avant Alex. Cependant il semblerait qu'outre une recharge du système, l'épisode Alex ait réactivé le transport solide dans la branche principale, car les puissances observées sont plus élevées en crue après l'épisode Alex (cf. épisode du 23/01/2021 en particulier).

4 DISCUSSION ET PRECONISATIONS DE GESTION

4.1 Modèle prospectif de fonctionnement hydro-sédimentaire de la Roya

Le modèle conceptuel du fonctionnement hydro-sédimentaire en Roya « avant Alex » était caractérisé par un tarissement sédimentaire d'origine complexe depuis la fin du Petit Age Glaciaire, avec des conditions climatiques moins agressives, et un changement d'occupation du sol (déprise agricole) qui a entraîné une reforestation des versants et donc leur stabilisation partielle. La mise en place de retenues en têtes de bassin au début du XXe s. a contribué au piégeage partiel des apports de ces zones amont (exemple : retenue des Mesches) et constituent des ruptures de la connectivité sédimentaire. Leur impact sur le transport sédimentaire à l'échelle du bassin est à affiner.

Le modèle de connectivité sédimentaire « post-Alex » sur la Roya reste à affiner. L'épisode Alex correspond surtout à une sollicitation des versants directement connectés au chenal principal. Les stocks sédimentaires en tête de bassin n'ont pas été sollicités en masse. Le potentiel de fourniture sédimentaire à l'échelle du bassin reste important, mais le transfert en masse de ces matériaux jusqu'à la branche principale semble rare. En revanche, lorsqu'ils atteignent la branche principale, les sédiments sont rapidement évacués vers l'aval du fait du caractère torrentiel des pentes (pente moyenne de la Roya : 3,2%). En témoignent les distances de transport importantes (plusieurs kilomètres) observés aussi bien avant l'épisode Alex (période 2019-2020 : crue max. observée de période de retour 2 ans environ) que pendant. Les résultats issus de la sismique acoustique passive suggèrent également une purge du système post-Alex, avec une réactivation du transport solide pour des événements d'intensité moindre qu'avant (seuil de mise en mouvement moins élevé).

En conclusion, la crue du 02/10/2020 correspond très probablement à une recharge ponctuelle du système, et ne saurait correspondre à la reconstitution d'un stock alluvial significatif dans la branche principale. Le modèle de fonctionnement hydro-sédimentaire en Roya qui intègre l'épisode exceptionnel du 02/10/2020 correspondrait à un fonctionnement par pulses sédimentaires pendant des épisodes de crue plus ou moins intenses, avec réactivation ou non des sources sédimentaires au niveau des versants. Une purge sédimentaire s'opèrerait pendant de longues phases (> 30-50 ans?) lors des crues ordinaires ou des crues exceptionnelles sans réactivation significative des versants.

4.2 Préconisations de gestion

Nous insistons sur l'importance d'une gestion long terme et transfrontalière des flux hydro-sédimentaires dans le bassin de la Roya, d'où la nécessité d'un plan de gestion des sédiments à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Ce plan de gestion fera en particulier attention à l'intégration du caractère très exceptionnel d'un épisode tel que celui du 02/10/2020 et le resituera dans un cadre spatio-temporel suffisamment large.

Il est également indispensable d'intégrer la notion d'espace de fonctionnement du cours d'eau dans les décisions d'aménagement du fond de vallée. En particulier dans une logique de protection contre les inondations, on limitera au maximum les infrastructures au sein de la bande active, qui comprend quasi systématiquement l'ensemble du fond de vallée (de versant à versant). Dans une logique de restauration et de protection des écosystèmes aquatiques, on favorisera la continuité sédimentaire (longitudinale, mais aussi latérale) et le maintien au maximum des dépôts sédimentaires dans le lit.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié d'un financement Interreg Alcotra FEDER de l'UE (projet Concert-Eaux), d'un financement CSI 2021 de l'Université Côte d'Azur et d'une aide matérielle de la part d'EDF.

BIBLIOGRAPHIE

CEREMA (2021). RETEX technique ALEX. Inondations des 2 et 3 octobre 2020. Expertise hydrologique, rapport d'étape (54 p.) ; Consensus hydrologique (58 p.).

Melun, G., Liébault, F., Piton, G., Chapuis, M., Passy, P., Martins, C., Kuss, D. (*submit.*). Crues exceptionnelles de la Vésubie et de la Roya (octobre 2020) : caractérisation hydrogéomorphologique et perspectives de gestion. I.S. Rivers 2022, Lyon, France.

RTM 06, Inrae (*in prép.*). Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Roya, Volet torrentiel, livrable fin 2021. Rapport technique, 234 p.