

Comparaison des volumes de sédiments transportés lors de la tempête Alex avec d'autres crues torrentielles extrêmes

Comparison of sediment volumes transported during storm Alex with other extreme torrential events

Damien KUSS^{1*}, Guillaume PITON², Céline MARTINS¹, Frédéric LIEBAULT², Maxime MOREL³, Cécile GUITET³, Yann QUEFFELEAN³

¹SYMBHI, Grenoble, France,

²Univ. Grenoble Alpes, INRAE, CNRS, IRD, Grenoble INP, IGE IGE, Grenoble, France,

³ONF-RTM, Grenoble, France

*auteur correspondant

1. Contexte et objectif

Le 2 octobre 2020 la tempête Alex a balayé les Alpes-Maritimes et notamment les vallées de la Vésubie et de la Roya. Des cumuls pluviométriques exceptionnels ont été enregistrés avec des valeurs ayant dépassé localement 650 mm en 24h, soit une période de retour de plus 1 000 ans. Dans les deux bassins versants, les valeurs de débits estimées [1] semblent n'avoir jamais été atteintes dans l'historique documenté : de l'ordre de 900 m³/s pour la Vésubie à la confluence avec le Var, et de 1 200 m³/s pour la Roya à la frontière avec l'Italie. Mais le fait le plus marquant de cette crue aux bilans humain et matériel très lourds (10 morts, 8 disparus, plusieurs centaines de bâtiments détruits) est sans nul doute la magnitude exceptionnelle du transport solide qui s'est manifestée par une métamorphose fluviale (ratios d'élargissement moyen et maximal de la bande active respectivement de 4 et 20 dans la vallée de la Vésubie).

L'objectif de ce travail extrait du retour d'expérience torrentiel ONF-RTM / INRAE [2] est de qualifier le caractère exceptionnel du transport solide en comparant les volumes solides transportés lors de la tempête Alex avec ceux estimés lors d'autres crues torrentielles de grande magnitude. Pour que l'exercice ait un sens, les volumes sont comparés au regard de descripteurs simples : taille du bassin versant, volume liquide écoulé, pente locale du lit.

2. Méthodologie

L'analyse porte sur les bassins versants de la Vésubie, du Boréon et de la Roya (sous bassin versant du torrent de Morte à Tende). Dans les deux premiers bassins, les volumes solides transportés ont été évalués (cf. tableau 1) par comparaison de deux MNT LiDAR (2018 et 2020). Le choix a été fait de restreindre l'analyse du bilan sédimentaire au fond de vallée actif, en se focalisant sur le bilan net, ce qui permet une évaluation minimaliste des exportations sédimentaires en différents points du bassin versant. Un réalignement des nuages de points LiDAR, sous-traité au cabinet Morph'Eau Conseils, a été réalisé au préalable afin de réduire l'erreur systématique du différentiel LiDAR. Pour le bassin versant de la Roya, il n'existait pas de LiDAR ante-crue. Il a été utilisé une photogrammétrie IGN (2017) pour laquelle n'ont été conservés que les points sols, avec pour conséquence une estimation plus incertaine du différentiel.

Les volumes liquides écoulés ont quant à eux été estimés à partir des hydrogrammes issus d'une modélisation hydrologique réalisée par l'Université Côte d'Azur avec un modèle distribué SCS [3]. Les pentes analysées correspondent aux pentes locales du lit en amont du point de calcul hydrologique.

Cinq bases de données existantes recensant 409 événements survenus dans les Alpes françaises, suisses et italiennes ont été exploitées pour la comparaison des volumes solides transportés [4,5,6,7,8]. Au sein de ces bases, le type de transport solide observé pendant les crues est connu (charriage ou « bedload », laves torrentielles ou « debris flows », avec éventuellement la classe intermédiaire de charriage hyperconcentré ou « debris floods » - [4, 7]).

3. Résultats

Les résultats illustrent le caractère exceptionnel de la crue Alex avec des volumes spécifiques de transport sédimentaire observés systématiquement dans l'enveloppe supérieure des nuages de points (Figure 1). Ces valeurs sont d'autant plus exceptionnelles qu'il s'agit d'une estimation minimale des flux transportés n'intégrant pas les contributions des affluents.

Au-delà de l'exploitation réalisée dans cette étude, la compilation de l'ensemble des bases de données présente l'avantage de caractériser les volumes observés ou calculés sur un site donné par rapport à un large panel de crues observées, mais aussi de montrer les limites de l'utilisation de relations empiriques d'estimation des volumes de sédiments pouvant être mobilisés lors de crues torrentielles intenses.

Site	S_{bv} (km ²)	V_s (m ³)	V_{sp} (m ³ /km ²)	V_l (10 ⁶ m ³)	Pente (m/m)
Boréon au barrage EDF (a)	22,9	87 700	3 830	4,87	0,056
Boréon aval (b)	65,5	521 000	7 955	14,87	0,068
Madone de Fenestre (c)	37,0	395 200	10 681	8,03	0,09
Vésubie aval immédiat confluence (b+c)	102,5	921 800	8 993	24,11	0,063
Vésubie aval Le Suquet (d)	346,5	597 000	1 723	62,92	0,015
Torrent de Morte (BV Roya) (e)	5,5	100 000	18 182	-	0,18

V_s : volume solide ; V_{sp} : volume spécifique solide ; V_l : volume liquide ; S_{bv} : Superficie du bassin versant

Tableau 1 : Paramètres retenus pour la comparaison des volumes transportés

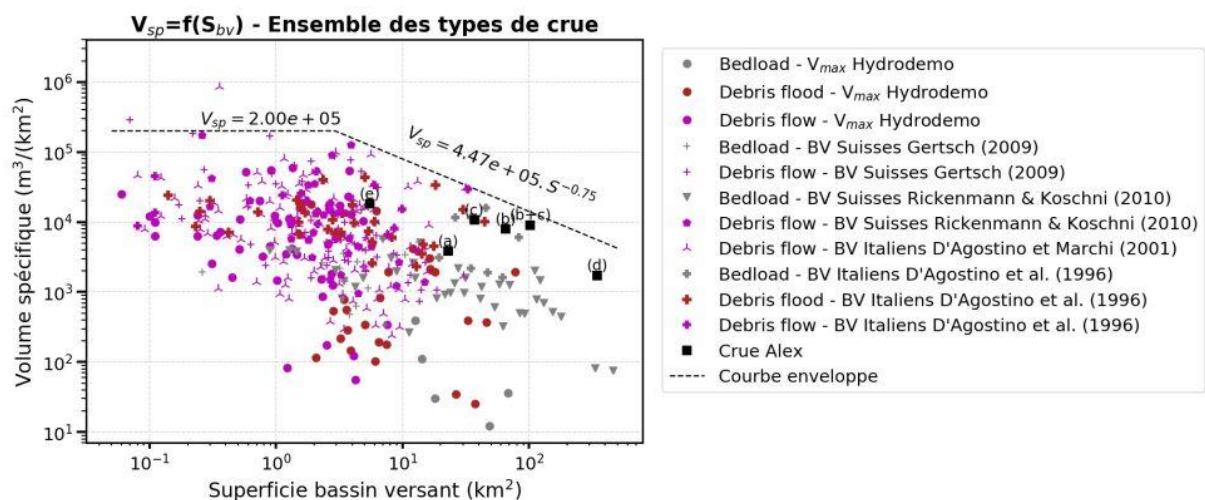


Figure 1 : Volume solides spécifiques transportés en fonction de la superficie du bassin versant.

REFERENCES

- [1] CEREMA (2021). RETEX technique ALEX - Inondations des 2 et 3 octobre 2020 - Consensus hydrologique. Rapport établi pour le compte de la DDTM06, version 2 du 14 Sept., 59 p.
- [2] ONF-RTM/INRAE (2022). Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Vésubie – Volet Torrentiel. Départementale des Territoires et de la Mer des Alpes-Maritimes (DDTM06) Nice (France).
- [3] Payrastre O, Nicolle P, Bonnifait L, Brigode P, Astagneau P, Baise A, Belleville A, Bouamara N, Bourgin F, Breil P, Brunet P, Cerbelaud A, Courapied F, Devreux L, Dreyfus R, Gaume E, Nomis S, Poggio J, Pons F, Rabab Y, Sevrez D. 2022. The 2 October 2020 Alex storm in south-eastern France: a contribution of the scientific community to the flood peak discharges estimation. LHB Hydrosience Journal.
- [4] Morel M., Piton G., Evin G., Le Bouteiller C. (2021). Projet HYDRODEMO Évaluation de l'aléa torrentiel dans les petits bassins versants des Alpes du Nord. Action 3 : Caractériser la production sédimentaire. Rapport INRAE, 226 pages.
- [5] Rickenmann, D., & Koschni, A. (2010). Sediment loads due to fluvial transport and debris flows during the 2005 flood events in Switzerland. Hydrological Processes, 24(8), 993–1007.
- [6] Gertsch, E. (2009). Geschiebelieferung alpiner Wildbachsysteme bei Grossereignissen: Ereignisanalysen und Entwicklung eines Abschätzverfahrens (Doctoral dissertation). Univ. Berne, Suisse.
- [7] D'Agostino, V., Cerato, M., & Coali, R. (1996). Extreme events of sediment transport in the eastern Trentino torrents. In Proceedings of the International Symposium Interpraevent (pp. 377-386)
- [8] D'Agostino, V., & Marchi, L. (2001). Debris flow magnitude in the Eastern Italian Alps: data collection and analysis. Physics and Chemistry of the Earth, Part C: Solar, Terrestrial & Planetary Science, 26(9), 657-663.