



**HAL**  
open science

## **Tempête ALEX – Retour d’expérience des crues torrentielles du 2 octobre 2020 dans les Alpes-Maritimes**

Céline Martins, Damien Kuss, Cécile Guitet, Simon Carladous, Yannick Robert, Nathalie Andreis, Guillaume Piton, Frédéric Liébault, Myriam Flipo, Margot Chapuis, et al.

### ► **To cite this version:**

Céline Martins, Damien Kuss, Cécile Guitet, Simon Carladous, Yannick Robert, et al.. Tempête ALEX – Retour d’expérience des crues torrentielles du 2 octobre 2020 dans les Alpes-Maritimes. Colloque SHF “Prévision des crues et des inondations – Avancées, valorisation et perspectives”, Nov 2023, Toulouse, France. pp.29-32. hal-04680176

**HAL Id: hal-04680176**

**<https://hal.science/hal-04680176v1>**

Submitted on 28 Aug 2024

**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.

## Tempête ALEX – Retour d’expérience des crues torrentielles du 2 octobre 2020 dans les Alpes-Maritimes

*ALEX storm event – Lessons learned from the debris-floods that occurred on October, 2<sup>nd</sup> 2020 in the French “Alpes Maritimes” region*

MARTINS Céline<sup>1</sup>, KUSS Damien<sup>1</sup>, GUITET Cécile<sup>1\*</sup>, CARLADOUS Simon<sup>1</sup>, ROBERT Yannick<sup>1</sup>, ANDREIS Nathalie<sup>1</sup>, PITON Guillaume<sup>2</sup>, LIEBAULT Frédéric<sup>2</sup>, FLIPO Myriam<sup>3</sup>, CHAPUIS Margot<sup>4</sup>, PASSY Paul<sup>5</sup>, MELUN Gabriel<sup>6</sup>, QUEFFELEAN Yann<sup>1</sup>

\* *auteur correspondant*

1 ONF-RTM, Direction des risques naturels, services RTM Alpes Maritimes et Isère, France

2 Univ. Grenoble Alpes, INRAE, CNRS, IRD, Grenoble INP, IGE, 38000 Grenoble, France.

3 Sorbonne Université, UR Médiations, Paris, France

4 Université Côte d’Azur, CNRS, ESPACE, Nice, France

5 Université Paris-Cité, UMR 8586 PRODIG, Paris, France

6 OFB, Direction de la recherche et de l’appui scientifique, Vincennes, France

**Choix du thème/session :** 1/ Préparation et gestion de crise

**Mots clefs :** Tempête ALEX ; Retour d’expérience ; Crue torrentielle ; Évolutions hydro-morphologiques ; Transport sédimentaire

### 1. Un événement pluviométrique exceptionnel

Le 2 octobre 2020, les Alpes-Maritimes ont subi, lors du passage de la tempête Alex, un épisode méditerranéen exceptionnel qui s’est traduit par de très forts cumuls pluviométriques, avec des records absolus de pluviométrie observés en Tinée, en Vésubie et en Roya. Les cumuls pluviométriques enregistrés sur 12h, sur les bassins versants de la Roya et de la Vésubie ainsi que sur la basse Tinée, sont associés à des périodes de retour comprises entre 500 et 1000 ans [1, 2].

Au-delà de la qualification des débits de la crue (consensus hydrologique piloté par le CEREMA [3]), ce sont les évolutions morphologiques majeures qui témoignent de la rareté de l’occurrence d’un événement de cette ampleur. Sur le haut Boréon, l’érosion de terrasses fluvio-glaciaires datant de l’époque du retrait des glaciers (environ -10 000 ans,) sur plus de 20 m de hauteur par endroit, traduit le caractère extrême de l’événement du 2 octobre 2020. Une analyse exploratoire de la période de retour a été menée en cherchant des exemples équivalents de vallées dévastées dans les Alpes et les Pyrénées sur les 100 dernières années. De façon intéressante, cette méthode simpliste aboutit elle aussi à une période de retour d’une dévastation généralisée d’une vallée de montagne de plus de 25 km de long l’ordre de 600 à 1000 ans [4].

### 2. Des évolutions hydro-morphologiques majeures et des dégâts considérables

L’intensité et la durée de la crue, sur ces torrents et rivières torrentielles à fortes pentes, sont à l’origine de niveaux d’érosion et de volumes de matériaux charriés sans précédent (Figure 1). Des centaines de bâtiments, des dizaines de kilomètres de voirie et de nombreux ponts ont été emportés ou très fortement endommagés par la crue. Des dizaines d’hectares de ripisylve ont été arrachés. Les lits des cours d’eau ont été métamorphosés.

Au lendemain de la crue, il est apparu nécessaire de caractériser les phénomènes hydrologiques et morphologiques survenus, pour répondre au besoin de compréhension de l'évènement, et en tirer les enseignements au bénéfice de la prévention des risques et de la reconstruction. Le retour d'expérience technique diligenté par la Direction des Territoires et de la Mer des Alpes Maritimes a été organisé en deux volets, un volet hydrologique piloté par le Cerema, qui a donné lieu à un travail de consensus pour établir les débits de la crue, et un volet torrentiel piloté par l'ONF-RTM (Service de Restauration des Terrains de Montagne de l'Office National des Forêts)

Le volet « crue torrentielle » a été dimensionné pour répondre au besoin de caractérisation et de compréhension des phénomènes, et d'anticipation, dans la mesure du possible, de l'évolution prévisible des cours d'eau. Il devait également répondre aux défis immédiats posés par la gestion post-crise, avec un *porter à connaissance* rapide des risques, la mise en place de mesures de sauvegarde et le partage de principes d'aménagement adaptés au contexte torrentiel.



Figure 1 : Photos de terrain post évènement : (gauche) Vue drone, Vieville (source V. Koulinski ETRM) ; (droite) érosion de berge menaçant un bâti (source : F. Adamo Cerema)

### 3. Approche et contenu du retour d'expérience sur le volet torrentiel

Le retour d'expérience de la crue torrentielle exploite les données relevées sur le terrain par le service RTM avec l'appui des collectivités gemapiennes et de la communauté scientifique. Il valorise largement les photographies réalisées par le Cerema lors de survols en hélicoptère, ainsi que les photographies aériennes de l'IGN et les levés LiDAR *ante* et *post* crue. Les indices morphologiques de la crue ainsi que les dommages aux enjeux ont été relevés entre le 5 octobre et le 20 novembre 2020.

Ce travail a été compilé dans deux rapports, l'un concernant la vallée de la Roya, et l'autre la vallée de la Vésubie. La Tinée, fortement touchée par la crue seulement au niveau de certains de ses affluents et sur la partie aval de son cours principal, n'a pas été traitée dans le cadre de ce retour d'expérience technique. Chaque rapport est articulé selon les points suivants :

- **Une présentation du bassin versant** rappelant le contexte géologique, géomorphologique et historique. Ce chapitre développe notamment l'historique des crues passées et leurs conséquences, commune par commune ;
- **Une présentation détaillée des constats** réalisés dans les semaines suivant la crue du 2 octobre 2020 : identification des secteurs impactés, intensité des phénomènes torrentiels, relevé des dommages aux bâtis et aux infrastructures. Ce chapitre présente également le déroulé de la crue, pour chaque commune, reconstitué d'après témoignages. Les dommages aux bâtis et aux infrastructures sont analysés au regard de l'intensité des phénomènes torrentiels et de leur localisation par bassin versant. Les données relevées (qualification et illustration des

endommagements des bâtis et infrastructures) et les synthèses produites (atlas cartographiques) sont fournies en annexe.

- Une analyse détaillée des évolutions morphologiques survenues lors de la crue :
  - en premier lieu, il s’agit d’appréhender qualitativement la contribution sédimentaire des hauts bassins versants. L’analyse géomorphologique réalisée fait l’objet d’une restitution sous forme d’une cartographie fournie en annexe et de fiches de synthèse disponibles également en annexe ;
  - puis, en fond de vallée sur les cours d’eau principaux, il s’agit de caractériser l’évolution des bandes actives et l’évolution des profils en long de chaque cours d’eau, tronçon par tronçon. La surface de la bande active a par exemple été multipliée par 6 sur certains cours d’eau (Boréon). Par ailleurs, les lits se sont en moyenne exhaussés de plusieurs mètres (jusqu’à 10 m sur certains tronçons, par exemple sur le cours aval du torrent de la Madone de Fenestre), et des érosions de berge mettant à nu des talus de grande hauteur, jusqu’à près de 30 m, ont été observées sur la Vésubie (Figure 1). Sont ainsi expliqués et illustrés les élargissements spectaculaires des lits, de même que les niveaux d’érosion et de dépôts phénoménaux observés lors de la crue, et qui ont radicalement changé la morphologie des vallées de la Roya et de la Vésubie.  
Pour la vallée de la Vésubie, la disponibilité de deux LiDAR *ante* et *post*-crue a permis, après réalignement des nuages de points, de développer des analyses complémentaires permettant de quantifier les volumes de matériaux mobilisés, les taux d’érosion et les taux de dépôt. À titre d’exemple sur le haut Boréon, des taux d’érosion en moyenne de l’ordre de 200 m<sup>3</sup>/ml ont été calculés, avec des valeurs exceptionnelles atteignant localement plus de 1000 m<sup>3</sup>/ml, valeur supérieure à toutes les références bibliographiques répertoriées à l’échelle mondiale.  
De multiples atlas cartographiques et un catalogue des profils en travers exploités dans les analyses constituent une base de documents exceptionnelle pour mieux comprendre l’événement, et, dans une certaine mesure, tenter de prédire les tendances futures.
- **Une analyse de la production et du transport des flottants** mobilisés en quantités considérables lors de l’épisode, et dont la contribution au déroulé de la crue a été déterminante. Un développement spécifique est proposé dans ce chapitre, pour quantifier les volumes de bois arrachés, transférés et déposés. On évalue entre 50 000 et 70 000 m<sup>3</sup> le volume de bois exporté pour l’ensemble des deux vallées Roya et Vésubie (hypothèse médiane des modèles). Un atlas cartographique synthétise tronçon par tronçon, les zones contributrices et les zones de dépôt d’embâcles ;
- **Des préconisations pour un réaménagement résilient des vallées en contexte torrentiel.** Les principes fondamentaux visant à réduire la vulnérabilité des réaménagements et des enjeux dans la perspective de futurs épisodes météorologiques marqués, sont énoncés et expliqués, puis déclinés pour les principales traversées urbaines. Sont joints en annexe les supports de présentation préparés par l’ONF-RTM pour partager ces principes lors des ateliers Gemapi organisés par la mission interministérielle pour la reconstruction des vallées entre janvier et août 2021.
- Un dernier chapitre s’intéresse à la **comparaison de l’emprise de la crue du 2 octobre 2020 avec les documents d’affichage du risque existant**. Il souligne le caractère très exceptionnel de cette crue, déjà mis en évidence à travers les différentes analyses, et ouvre sur la question des modalités d’affichage du risque, tant pour la maîtrise de l’urbanisme que pour la gestion de crise.

#### 4. Remarques conclusives

Cette contribution au colloque vise en synthèse à illustrer le caractère exceptionnel de la tempête Alex sur le plan des changements morphologiques. Elle vise aussi à partager la façon dont a été opéré le retour d’expérience, tant sur le plan de la documentation de l’événement (opération qui vise à tirer des leçons à moyen et long termes), que sur celui de court terme qui concernait l’appui aux acteurs sur les mois et années qui ont suivi l’événement. Notons que la façon dont a été mené cet appui a été salué par les inspecteurs de l’Etat [5], ce qui nous laisse penser qu’il est utile de partager la façon dont il a été mené autant que les conclusions auxquelles il a abouti.

#### 5. RÉFÉRENCES

- [1] ONF-RTM, INRAE-ETNA. 2022a. Retour d’expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Roya - Volet torrentiel. Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Alpes-Maritimes (DDTM06): Nice (France). 275 pp.+922 annexes
- [2] ONF-RTM, INRAE-ETNA. 2022b. Retour d’expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Vésubie - Volet torrentiel. Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Alpes-Maritimes (DDTM06): Nice (France). 299 pp.+1540 annexes.
- [3] Cerema, DDTM06, DREAL PACA, EauAzur, EDF, INRAE, MNCA, ONF-RTM, SMIAGE, SPC (Météo France), UCA, Univ. Eiffel (2021) RETEX technique ALEX, Inondations des 2 et 3 octobre 2020, Consensus hydrologique
- [4] Piton, G., Y. Quefféléan, F. Liébault, D. Kuss, S. Carlados, Y. Robert, C. Martins, et C. Guitet. « Alpes-Maritimes - Gestion post-Tempête Alex : Réflexions sur l’estimation de la période de retour des changements morphologiques majeurs associés aux crues extrêmes ». INRAE & ONF-RTM, octobre 2021. 9p.
- [5] Arbizzi, S., B. Cinotti, J.F. Desbouis, L. Moreau, P. Sauzey, et F. Vilms. « Retour d’expérience des intempéries des 2 et 3 octobre 2020 dans les Alpes-Maritimes - Enseignements de la crise et propositions pour une reconstruction résiliente ». CGEDD - IGA, octobre 2021. <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/retour-d-experience-des-intemperies-des-2-et-3-a3155.html>.