



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



# Colloque SHF : Prédiction des crues et des inondations – Avancées, valorisation et perspectives

## Tempête Alex : Retour d'expérience des crues torrentielles du 2 octobre 2020 dans les Alpes-Maritimes

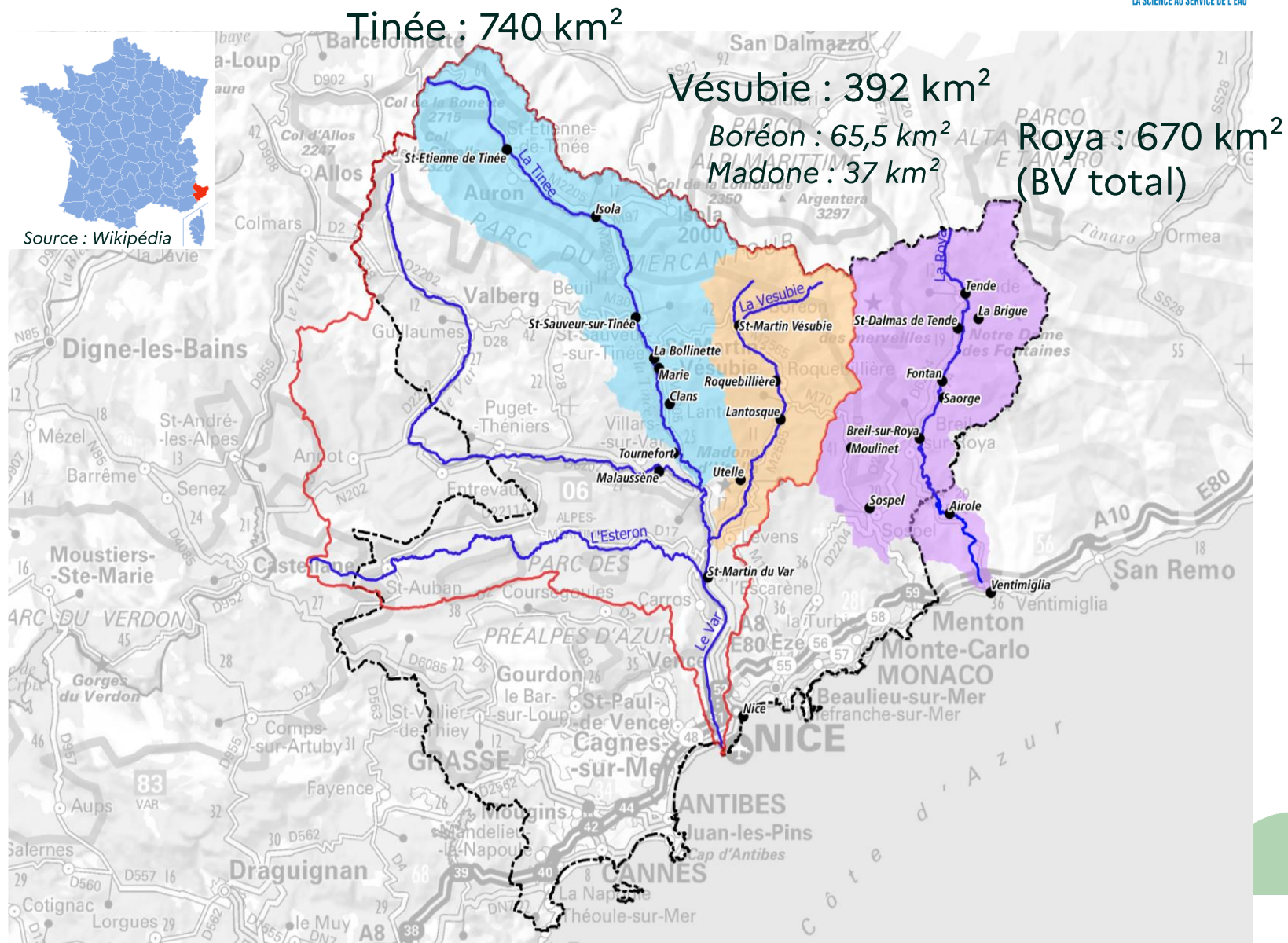
Céline Martins (ONF-RTM06) sur la base d'un travail collectif D. Kuss (SYMBHI) ; C. Guitet (ONF-RTM06) ; Y. Queffélec, S. Carlados (ONF-RTM DRN) ; G. Piton, F. Liébault (INRAE) ; G. Melun (OFB) ; M. Chapuis (UCA) ; M. Flipo (Sorbonne Univ.) ; P. Passy (Univ. Paris-Cité)

28/11/2023



## Contexte

- Épisode méditerranéen
- Cumuls pluviométriques exceptionnels en Vésubie et en Roya
  - St Martin-Vésubie : 500 mm/24h*
  - Les Mesches : 660 mm/24h*
  - Clans (Tinée) : 430 mm/24h*
- Vaste secteur géographique impacté : BV Roya et Vésubie, dommages observés en Tinée aval et Var moyen





# RETEX technique Alex : objectifs et contenu

## ➤ Commandé par l'État / DDTM06

## ➤ 2 volets techniques :

- Volet hydrologique (pilotage CEREMA)
- Volet torrentiel (pilotage ONF-RTM) : 2 rapports distincts, un pour chaque vallée principalement impactée (Vésubie et Roya)

## ➤ Objectifs RETEX Volet torrentiel :

- Caractériser et comprendre les phénomènes associés à l'évènement
- Accompagner les services de l'État et les collectivités gemapiennes : mise en sécurité, maîtrise de l'urbanisation et réduction de la vulnérabilité, réaménagement des vallées résilient face à l'aléa torrentiel

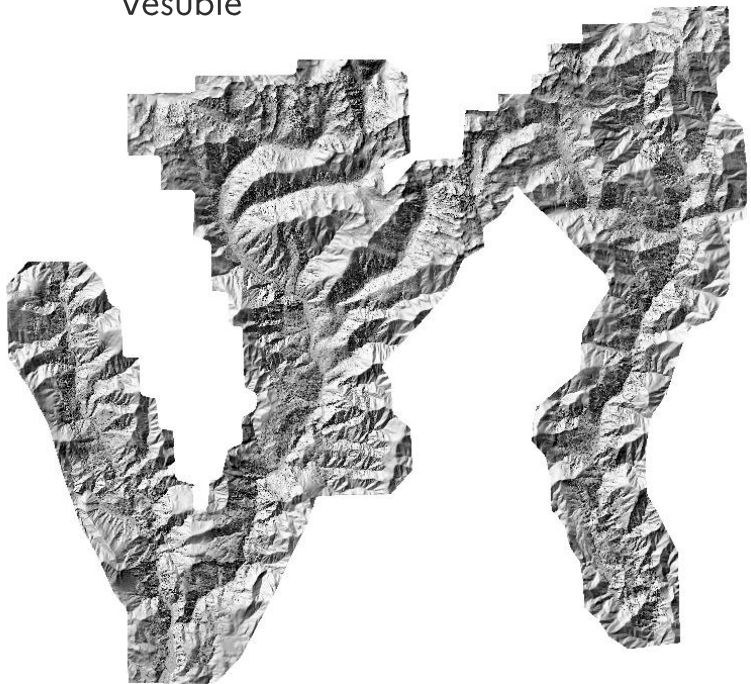




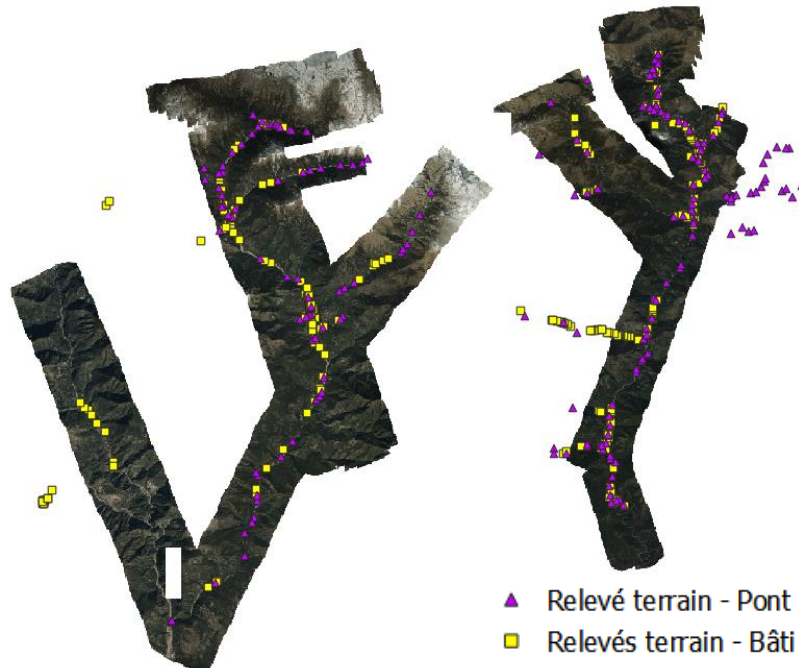
## Données d'entrée : socle de base du RETEX torrentiel

### Données topographiques précieuses !

- Acquisition LIDAR + Orthophotographie post-crue par l'IGN dans un délai remarquablement court !
- LIDAR avant-crue existant sur l'ensemble du territoire de MNCA, notamment sur l'ensemble du BV Vésubie

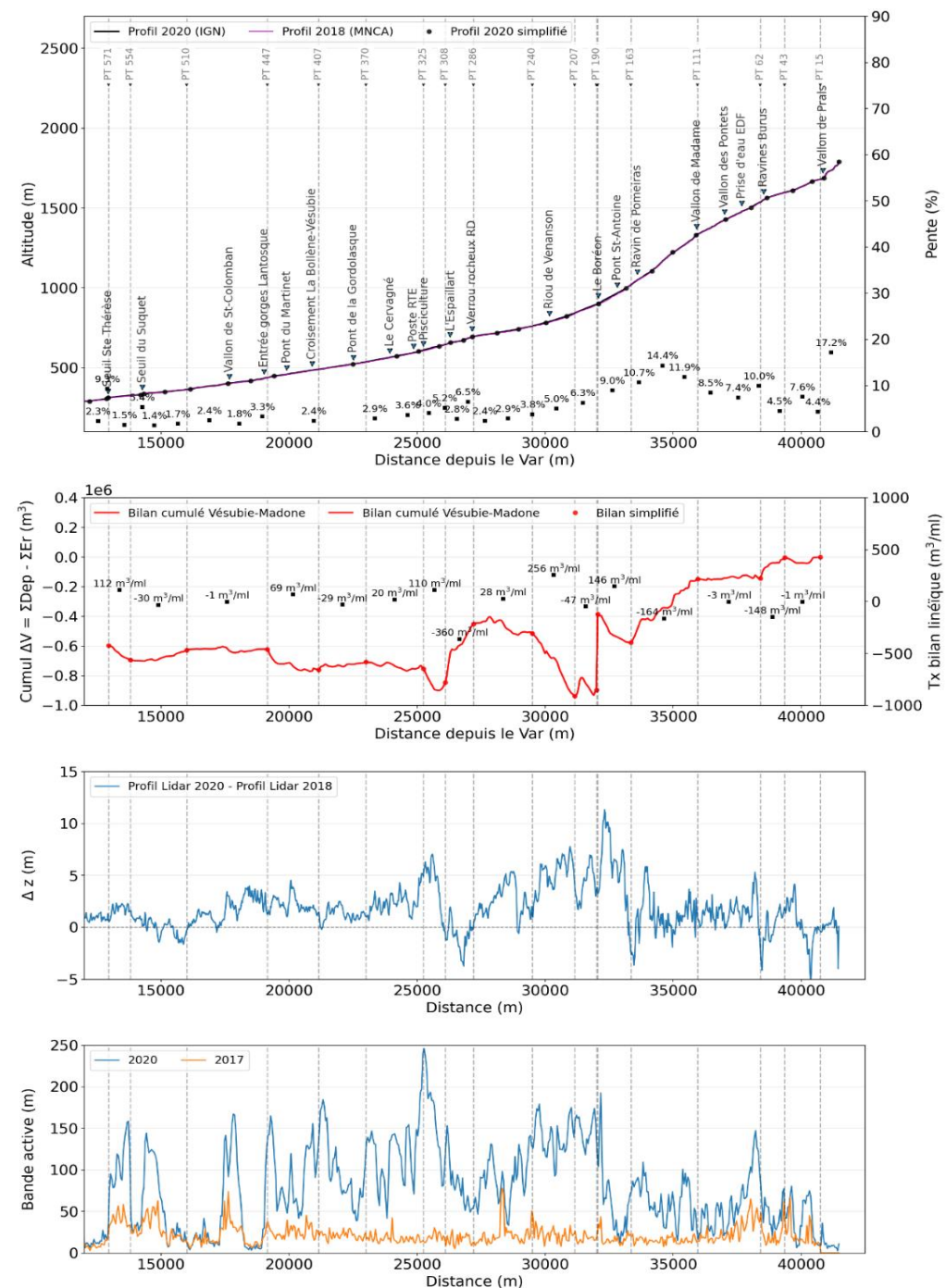


Vaste campagne terrain post-crue sur les 2 vallées avec des relevés spécifiques en collaboration avec les différents partenaires du territoire (CARF, MNCA, SMIAGE, Université Côte d'Azur)



Vaste campagne photographique par hélicoptère réalisée par F. Adamo (CEREMA) et par drone réalisée par V. Koulinski (ETRM)







# Des évolutions morphologiques majeures

## ➤ Évolutions latérales spectaculaires

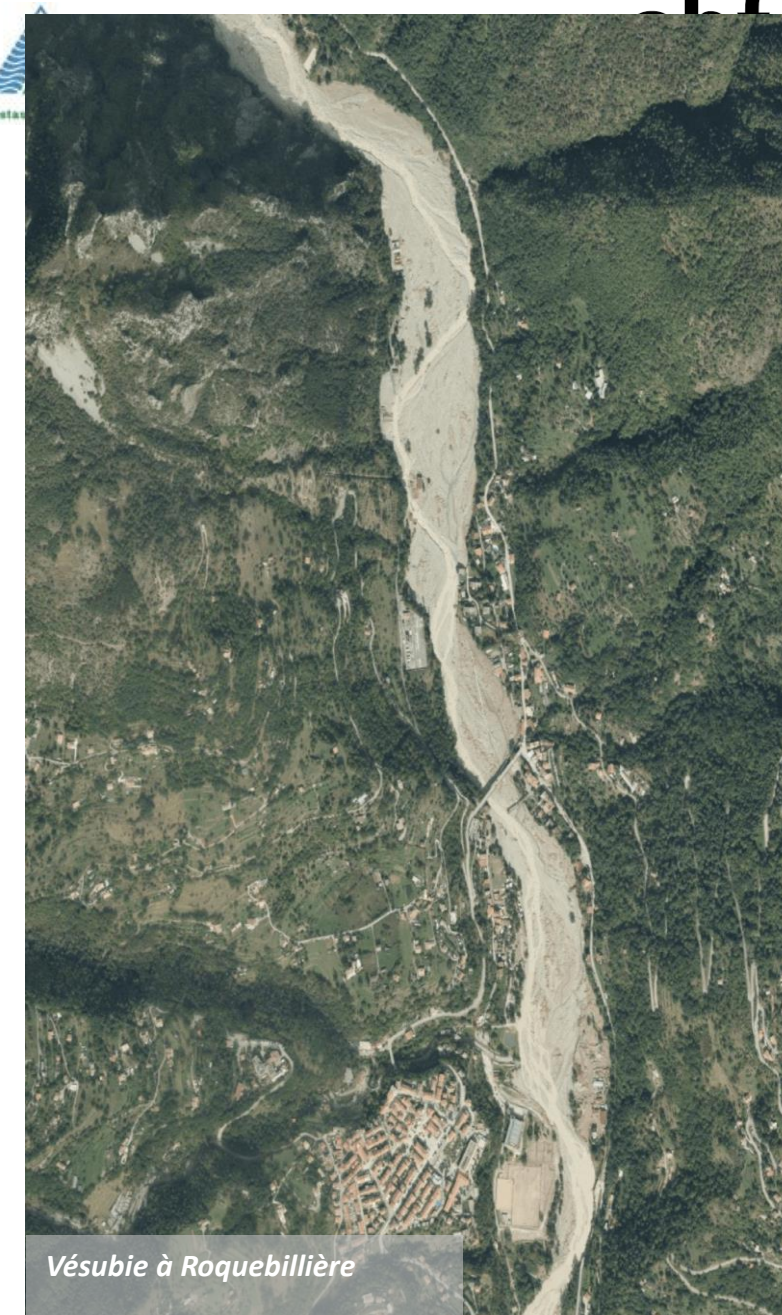
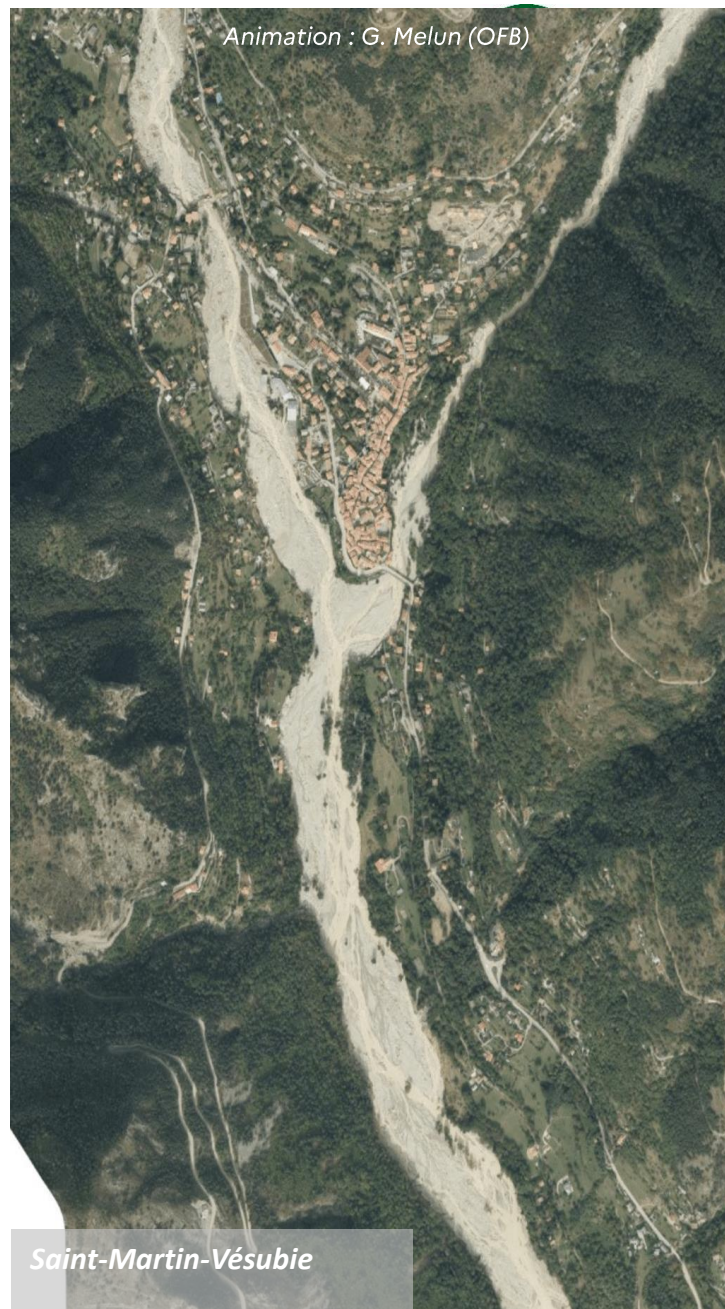
Explosion des bandes actives  
entre 2017 et 2020 –

Métamorphose fluviale

*Vésubie globale : augmentation  
d'un facteur 4*

*Haute-Vésubie, Boréon : x 6*

*Roya : x 2*





# Des évolutions morphologiques majeures

## ➤ Évolutions latérales spectaculaires



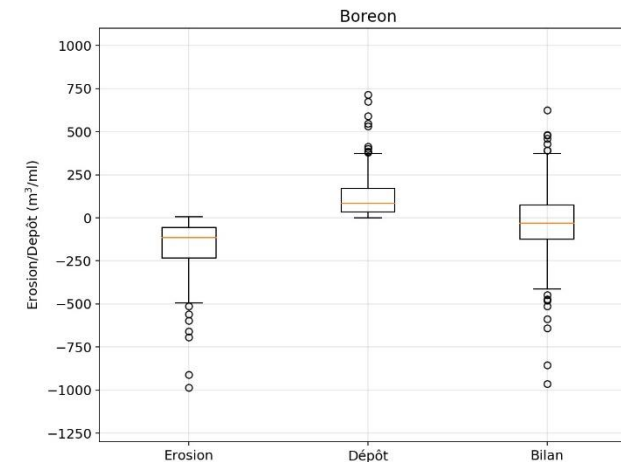
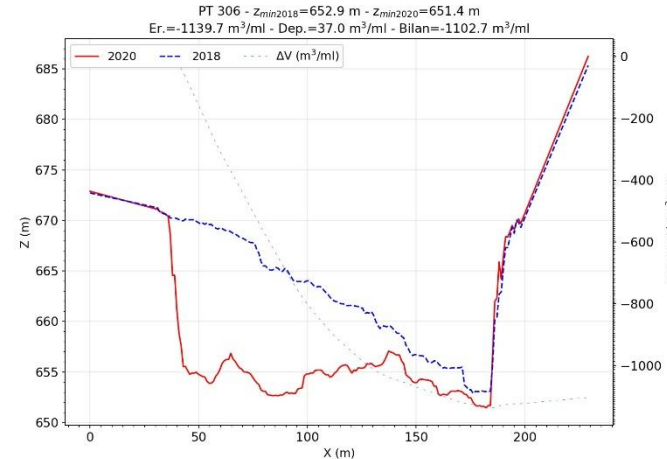


## Des évolutions morphologiques majeures

### ➤ Des phénomènes de divagation et d'érosion d'une magnitude exceptionnelle

Remobilisation de cônes de déjection anciens et d'anciennes terrasses fluvio-glaciaires

Taux d'érosion exceptionnels de -100 à -165 m<sup>3</sup>/ml en moyenne et des valeurs extrêmes dépassant -650 m<sup>3</sup>/ml pour le Boréon, la Madone et la Vésubie, et un maximum de -1 177 m<sup>3</sup>/ml atteint sur la Vésubie

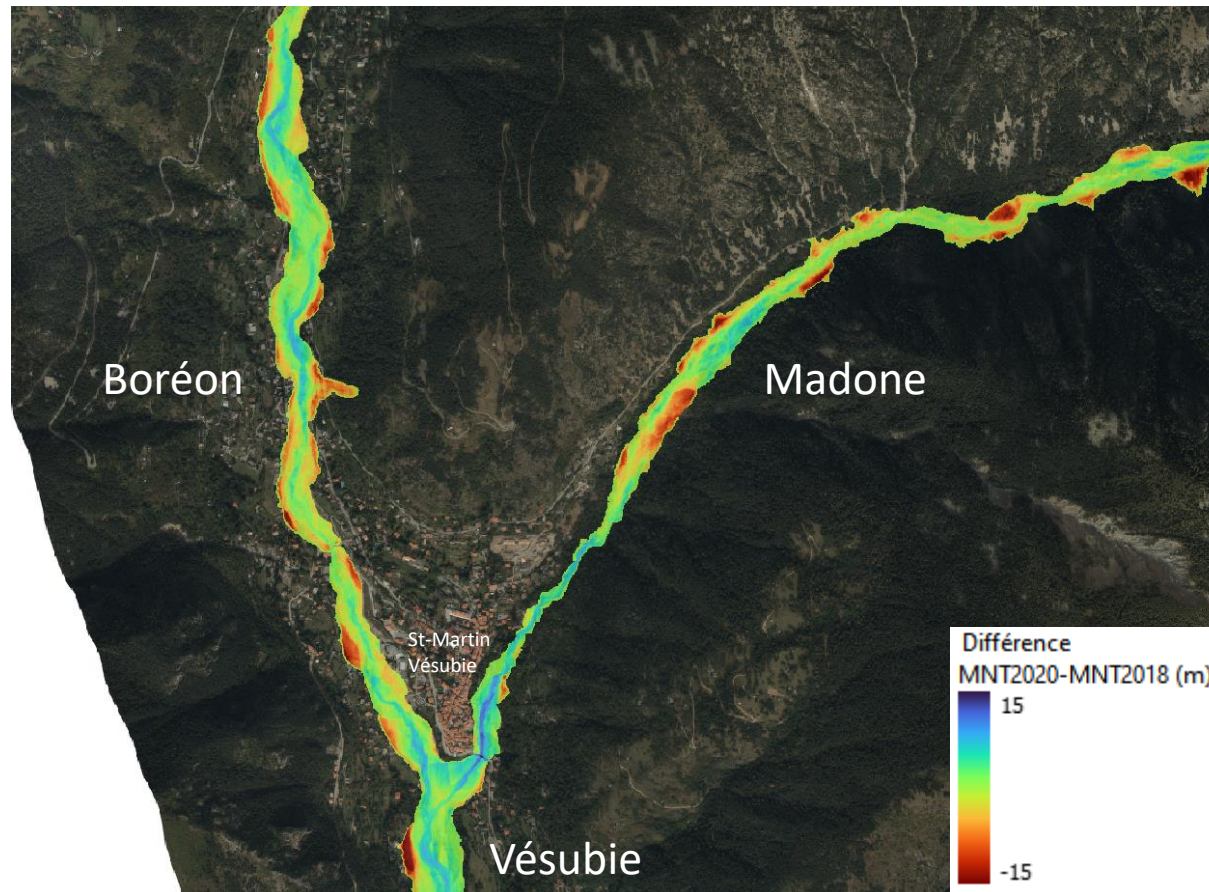


Statistiques d'érosion, dépôt et de bilan topographique  
entre profils en travers échantillonnés tous les 50 ml



# Un transport solide exceptionnel

## ➤ Des volumes de matériaux mobilisés exceptionnels



### Boréon du barrage à la Vésubie (8,4 km)

Erosion : -1 358 000 m<sup>3</sup>

Dépôt : +837 000 m<sup>3</sup>

**Bilan : -521 000 m<sup>3</sup>**

### Madone (8,3 km)

Erosion : - 990 000 m<sup>3</sup>

Dépôt : +595 000 m<sup>3</sup>

**Bilan : -395 000 m<sup>3</sup>**

### Vésubie jusqu'au Suquet (18,7 km)

Erosion : -1 966 000 m<sup>3</sup>

Dépôt : +2 286 000 m<sup>3</sup>

**Cumul Bilan : +319 000 m<sup>3</sup>**

### Global y/c Boréon amont

Erosion : -4 409 000 m<sup>3</sup>

Dépôt : 3 900 000 m<sup>3</sup>

**Bilan : -510 000 m<sup>3</sup>**

/!\ Il faut encore ajouter  
les affluents (en cours  
sur projet RITA)



# Une forte contribution des flottants et des embâcles

## ➤ Analyse des zones contributrices

Vésubie : 185 ha de surface de boisement érodée

Roya : 110 ha de surface de boisement érodée

## ➤ Analyse des densités de peuplement

Vésubie : en moy. 160 m<sup>3</sup> de bois flottant /ha de forêt

Roya : en moy. 175 m<sup>3</sup> de bois flottant /ha de forêt

## ➤ Digitalisation des troncs déposés

Vésubie : 25 000 pièces – 121 km de troncs – L<sub>95</sub> = 12 m

Roya : 16 868 pièces – 33 km de troncs – L<sub>95</sub> = 5 m



Tapis de bois flottants sur les plages  
du littoral suite à la tempête Alex  
(Source : FR3 PACA)

## ➤ Bilan

Apports Vésubie : 52 000 m<sup>3</sup> / Apports Roya : 18 000 m<sup>3</sup>

Dépôts Vésubie : 7 000 m<sup>3</sup> / Roya : 900 m<sup>3</sup>

**Export total tempête Alex ≈ 62 000 m<sup>3</sup> de bois flottants**  
(gamme d'incertitude : x2 ; /2)



# Des dommages matériels considérables avec des modes d'endommagement spécifiques au contexte torrentiel

- **Plus de 400 bâtis impactés**
  - 171 bâtis totalement détruits*
  - 52 bâtis menaçant de ruine*
  - 203 bâtis avec dommages divers*
- **Répartition géographique bâtis détruits**
  - Vésubie : 57%*
  - Roya : 43%*
- **Différents modes d'endommagement recensés**
  - Par inondation/submersion*
  - Par engravement*
  - Par affouillement des fondations : principal mode observé***





## Crue de la tempête Alex en résumé

- Des précipitations extrêmes et de longue durée
- Des débits liquides forts mais pas extrêmes ( $\pm$  de l'ordre de la centennale), mais des crues longues ( $\pm$  24h)
- Les **évolutions morphologiques ont quant-à-elles été exceptionnelles** : des niveaux d'engrèvement ( $> 10$  m), respirations du lit, taux d'érosion (jusqu'à  $1000 \text{ m}^3/\text{ml}$ ), accroissement de la bande active ( $\times 4-5$ ) et changement de style fluvial (lit pavé, unique à lit en tresses) rarement observés dans de telles proportions
- Un **transport sédimentaire extraordinaire** :  $4,4 \text{ M m}^3$  de matériaux érodés et  $3,9 \text{ M m}^3$  matériaux déposés (sur la Vésubie)
- **Des dégâts considérables** : 30 ponts détruits & 15 menaçant ruine, 171 bâtiments détruits & 52 menaçant ruine & 134 endommagés, +25 km de route endommagée
- **Phénomène le plus dommageable** : l'**érosion directe** par le cours d'eau et l'**affouillement des fondations** (liées aux divagations, aux fortes vitesses, à l'obstruction d'ouvrages de franchissement...)
- **Facteur fortement aggravant** : les **flottants de grande taille** (amplification des phénomènes de divagations et de respirations des lits, impact dynamique sur les bâtiments)
- **Enseignements relatifs à la réduction de la vulnérabilité des infrastructures et des bâtiments** : ne pas reconstruire de bâtiment d'habitation dans les zones à risques, préserver de l'espace et conserver des lits larges (les plus larges possibles), aménager des zones de régulation de matériaux, augmenter la portée des ouvrages de franchissements (pour qu'ils ne réduisent pas la largeur de lit), protéger les enjeux les plus sensibles par des ouvrages de protection suffisamment hauts pour éviter leur surverse, et solidement et profondément fondés et/ou munis de sabots parafoilles de grands volumes



## Pour aller plus loin



### Liens de téléchargement des rapports RETEX Alex – Volet torrentiel :

Vésubie : [https://drive.google.com/drive/folders/1h6Dnr\\_KR392IjTClQavapN2mFIWbBdA7?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1h6Dnr_KR392IjTClQavapN2mFIWbBdA7?usp=sharing)

Roya : <https://drive.google.com/drive/folders/1nzwplHXasGfr4FF5W8hFpQkrPEMmCK1E?usp=sharing>





**Office National des Forêts**

Merci pour votre attention