

De quoi la tempête Alex a-t-elle été le catalyseur ?



JEUDI
09
déc
2021

Aix-en-Provence

Amphithéâtre des 13 vents

Conférence technique territoriale organisée
par le Cerema Méditerranée

Connaissance du phénomène

Les phénomènes torrentiels

Pour situer : le RTM, missions, implication dans la gestion de l'événement

La prévention des risques

Connaissance des aléas

Maîtrise de l'urbanisation

Information préventive

Réduction du risque

Retour d'expérience

Catnat

Relevé des événements

- caractériser l'événement
- compiler et partager les données

Mission d'intérêt général - MTES
Appui au Préfet et aux collectivités

- ✓ Avis/alerte sur des situations de risque
- ✓ Porter à connaissance du risque
- ✓ Décrire, comprendre, anticiper

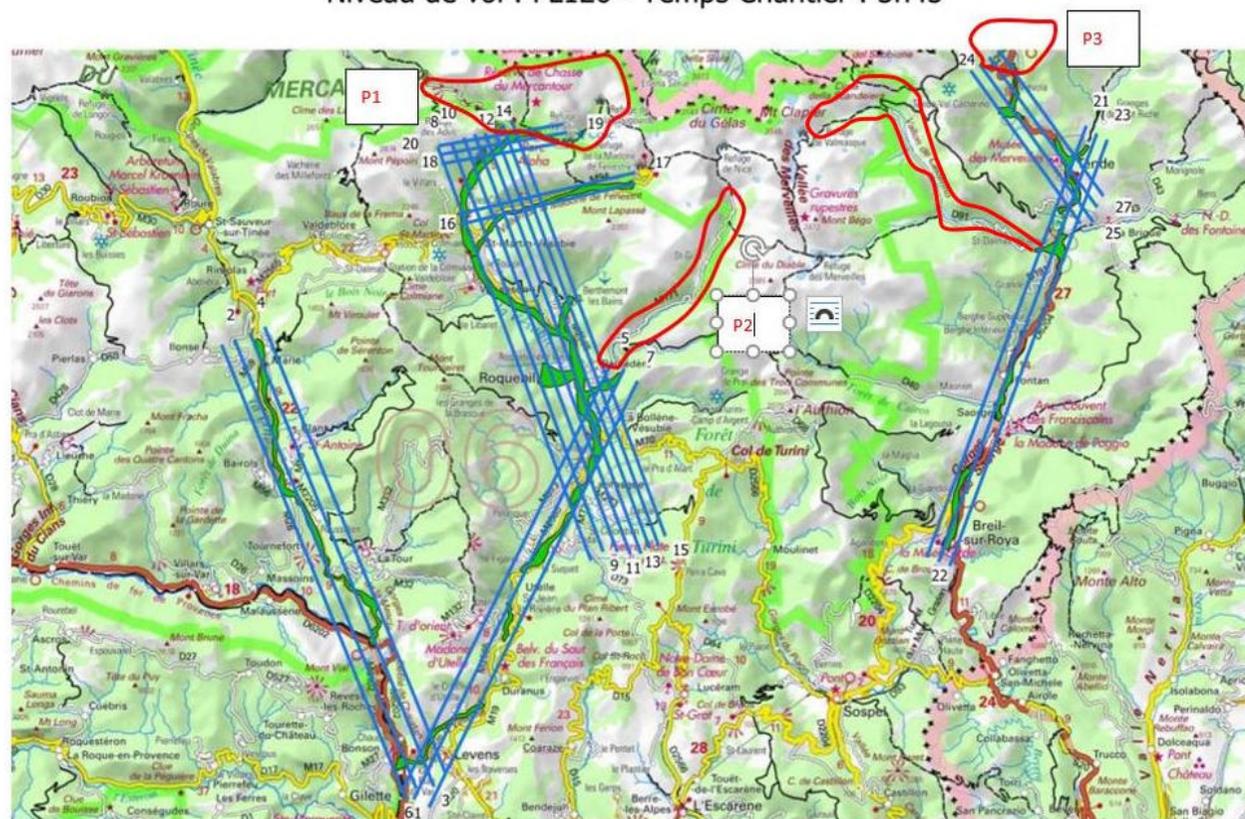
Ampleur géographique, intensité exceptionnelle,
inaccessibilité du territoire
→ remise en question du schéma habituel, adaptation

Réflexe acquisition orthophotographie / LiDAR

→ Une dimension particulière avec l'implication de l'IGN dès le 3 octobre

- ✓ Importance de la collaboration en amont
- ✓ Réactivité

Plan de vol IGN du 5 octobre 2020
Mission Urgence Alpes-Maritimes
Niveau de vol : FL120 - Temps Chantier : 3h45



→ Déterminant à toutes les étapes de la gestion post-crise et particulièrement pour la connaissance

Le relevé des événements dans le cas particulier de la tempête Alex

Vaste zone géographique

Moyens humains disponibles?

Quels relevés?

- Optimisation des relevés,
- Valorisation spécifique des données

➤ Utilisation de l'application



- Optimiser notre méthodologie de travail terrain/bureau
- Post-traitement sous SIG rapide : BDD mise à jour automatiquement sur le terrain, export de la BDD, import de la BDD et création automatique des tables sous ArcGis/Qgis
- Pas de fond cartographique
- Objet ponctuel
- 2 formulaires de saisie mobile disponibles et réutilisables par tous
- Réflexion sur les champs à relever et listes de choix possibles

Relevés Enjeux

Bati
Ouvrage
Pont
Voirie
Réseaux

Relevés Indices morphologiques

Submersion
Érosion
Dépôt
Embâcle
Blocs
Lave torrentielle
Glissement

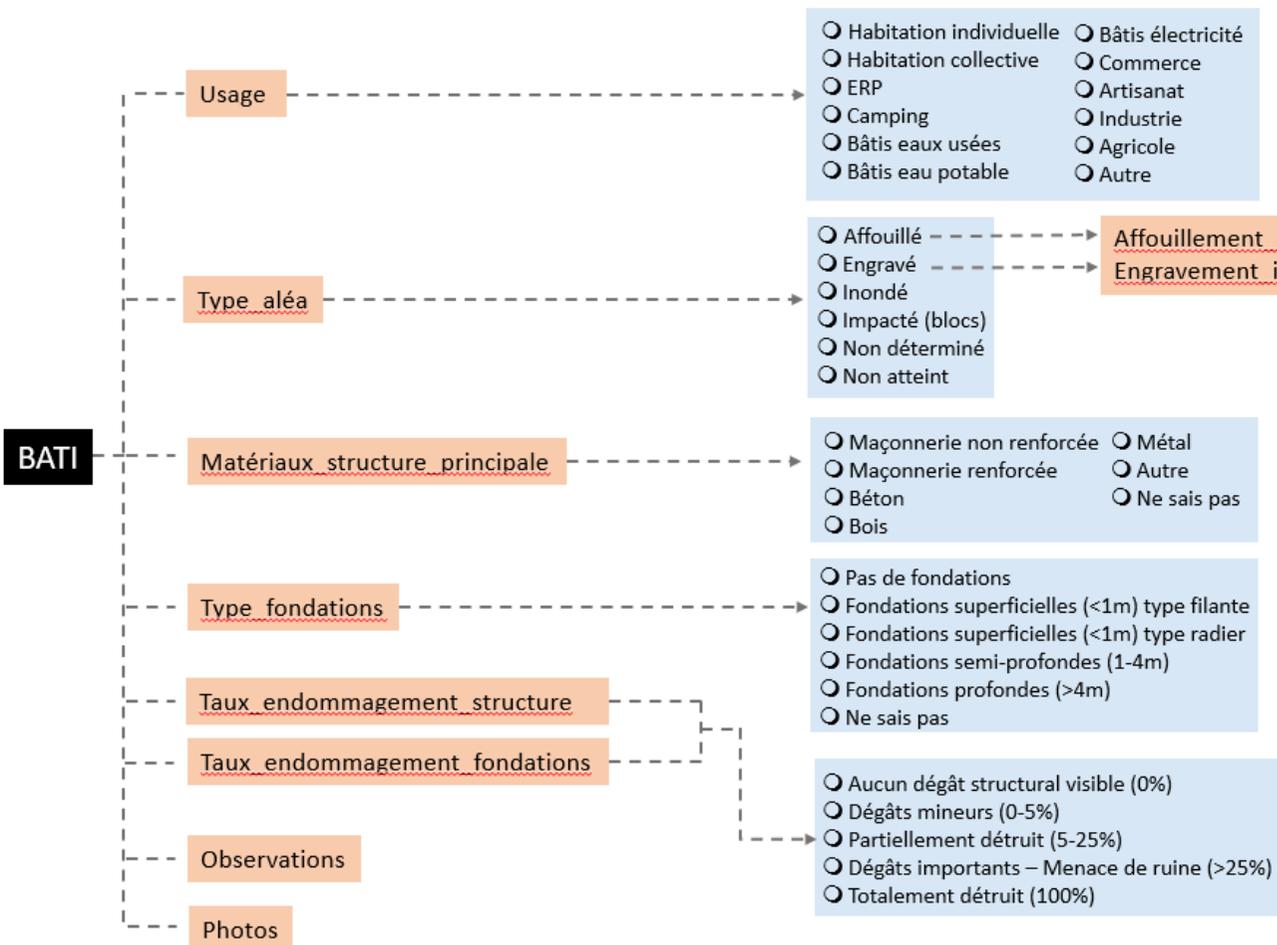
Relevé des évènements : optimisation, valorisation des données

➤ Exemple formulaire de saisie : BATI

✓ Mobilisation des experts

✓ Renforts

INRAE, SMIAGE, MNCA, univ Nice



✓ Constitution base de données SIG relevés + base de données SIG photos

✓ Valorisation sous forme de rendus spécifiques

- Carte intensité
- Carte exposition bâtis

Un RETEX technique pour analyser un événement hors norme

Objectifs principaux :

- Caractériser et comprendre les phénomènes
- Améliorer les connaissances
- Anticiper l'évolution prévisible des lits
- Proposer des principes d'aménagement adaptés
- Proposer des éléments clés pour les scénarii de référence PPRI

Une analyse approfondie pour servir la prévention des risques

Articulation : 1 rapport Roya / 1 rapport Vésubie

P1-2-3 - Présentation BV

- Hydrographie
- Géologie
- Historique de crue
- Débits de crue caractéristiques
- Documents d'affichage du risque existants

P4 - Constats post-crue

- Pluviométrie observée
- Estimations de débit
- Déroulé de crue d'après témoignage
- Embâcles
- Intensité des phénomènes torrentiels
- Dommages aux bâtis et aux infrastructures

P5 - Évolutions géomorphologiques

- Sources sédimentaires
- Bilan de volume
- Embâcles/Flottants
- Analyse de profil en long
- Analyse diachronique

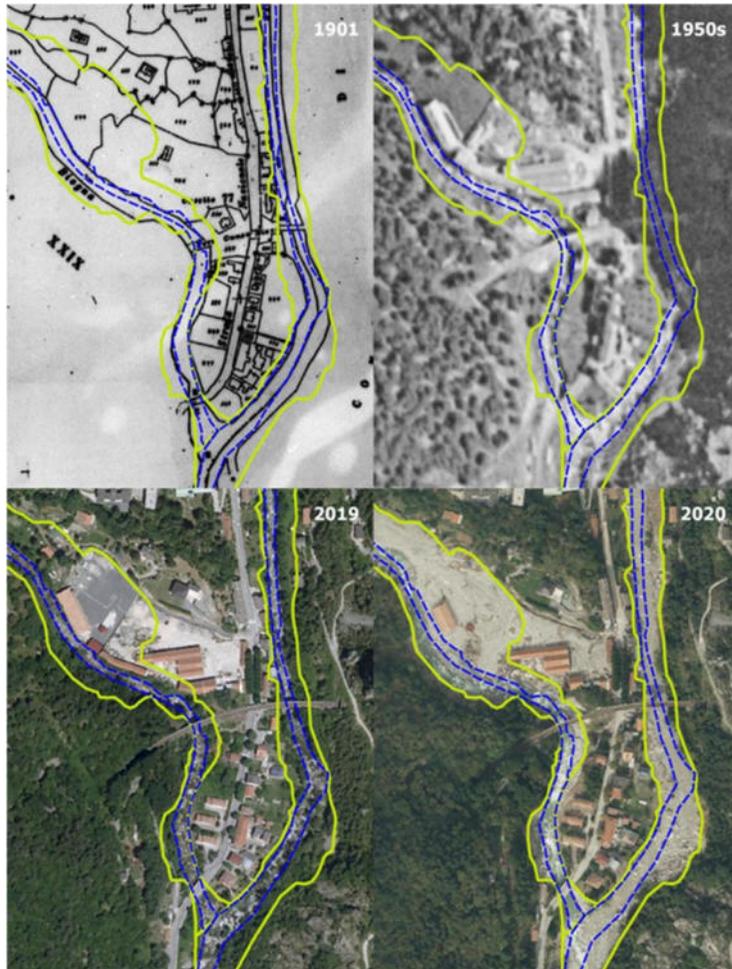
P6 - Évolutions prévisibles

- Evolutions prévisibles
 - Analyse à large échelle
 - Apports de la modélisation
- Principes d'aménagement

Au fur et à mesure des besoins exprimés, pour répondre aux questions de réaménagement

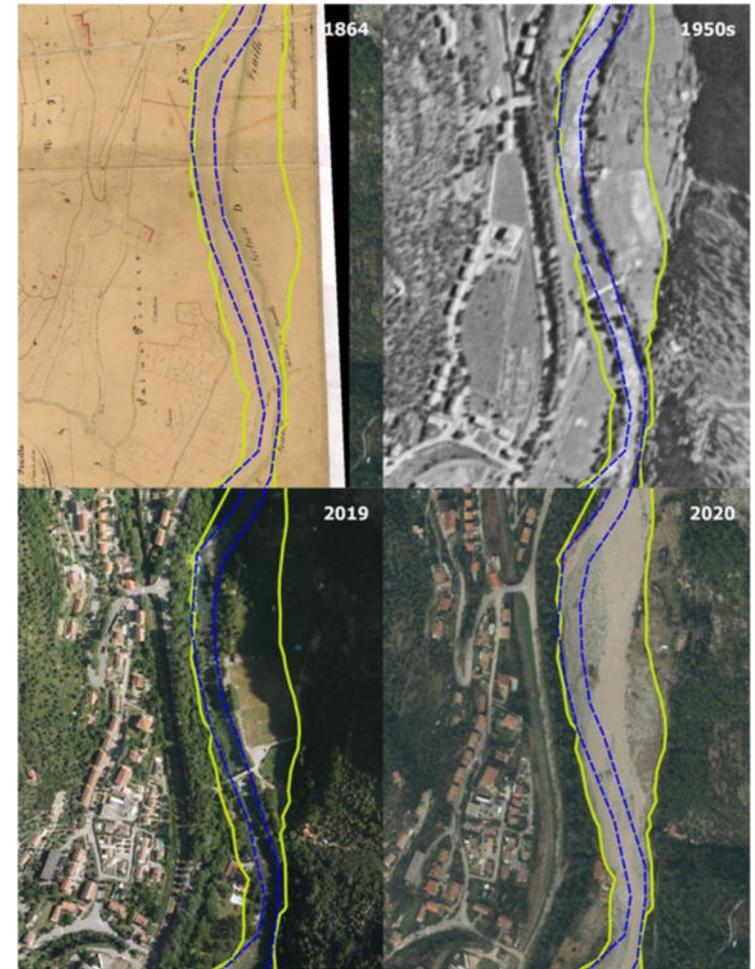
Enseignements de la crue du 2 octobre 2020

Évolutions géomorphologiques : élargissement spectaculaire des bandes actives



Analyses diachroniques à large échelle

Evolution de la largeur du lit à St Dalmas de Tende



Evolution de la largeur du lit à Breil

→ Un événement exceptionnel par les évolutions morphologiques générées

Légende

Bande active



0 50 100 150 m



Légende

Bande active



0 75 150 225 m

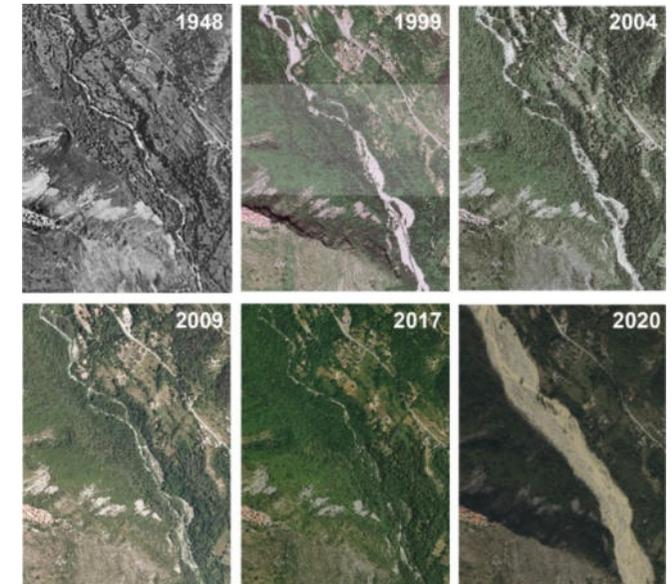
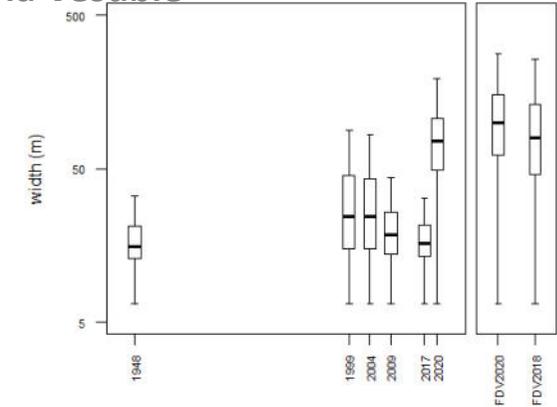
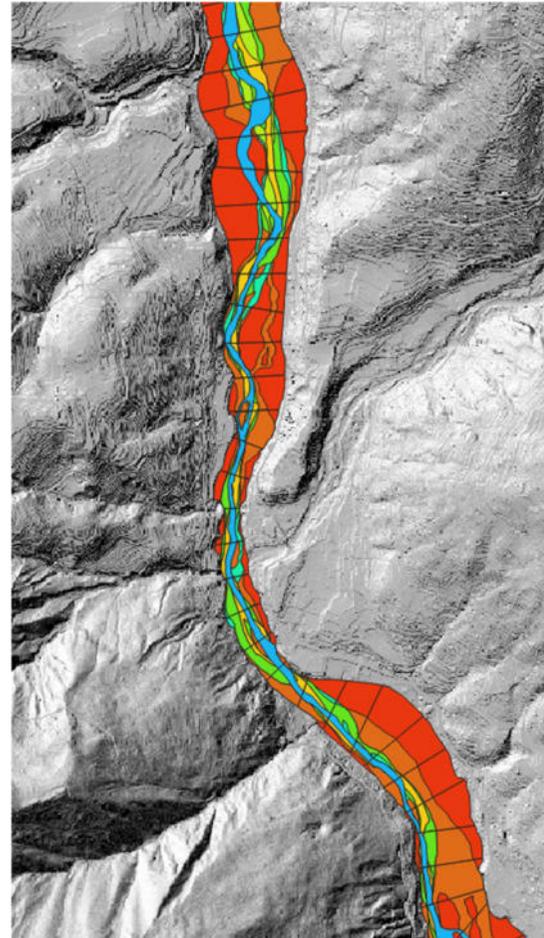


Enseignements de la crue du 2 octobre 2020



Évolutions géomorphologiques : analyse diachronique/taux d'élargissement du lit sur la Vésubie

- Analyse diachronique des bandes actives de la Vésubie depuis 1948 sur 35 km
- Cartographie du fond de vallée moderne (dépôts fluviaux historiques) / LiDAR 2018 et 2020
- **Alex a augmenté la surface de bande active d'un facteur 4 (facteur 6 sur le Boréon)**
- L'effet d'Alex sur les bandes actives est 4 fois plus intense que celui de la crue centennale de 1997 à Roquebillière

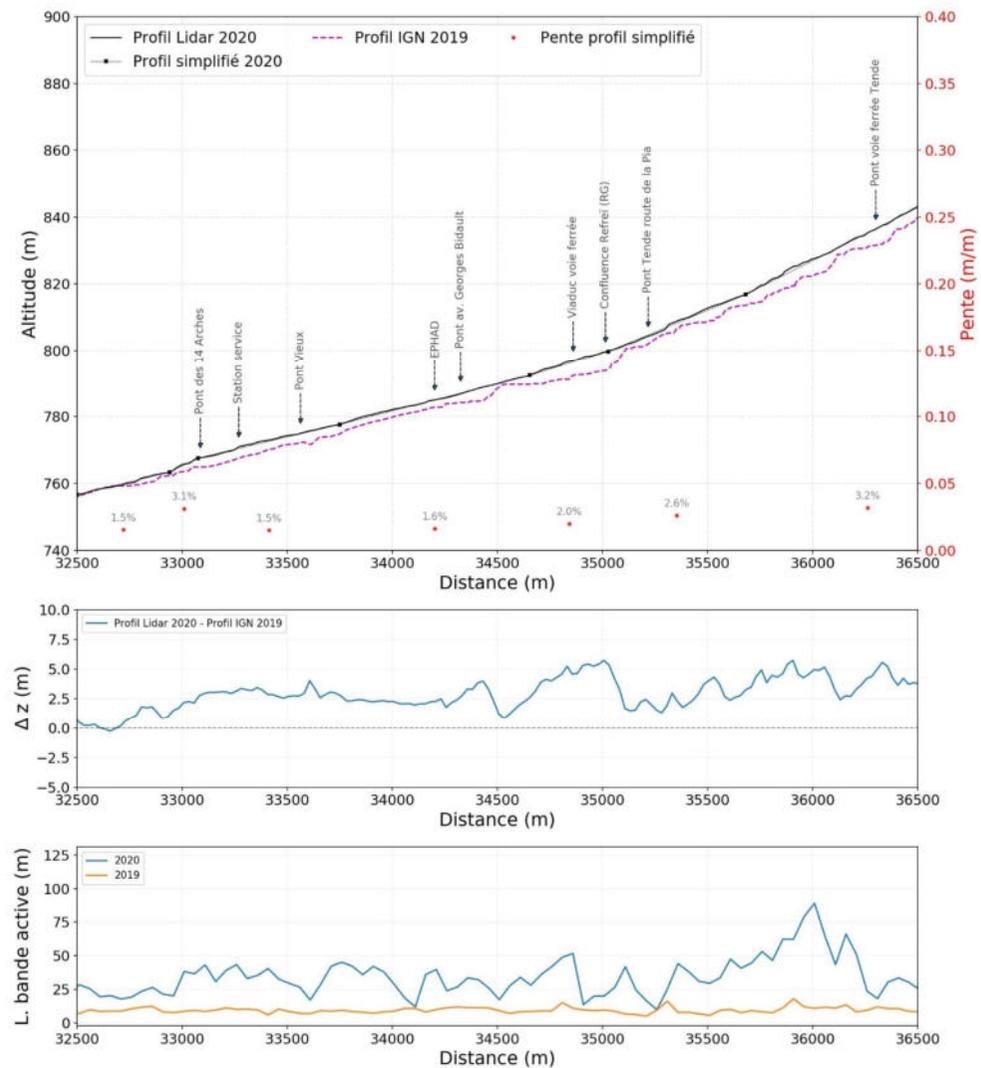


Source : F. Liébault (INRAE)

Évolutions géomorphologiques : analyse profil long

Exemple de la traversée de Tende

- Évolution de fond de lit
 - Dépôt généralisé : 3m en moyenne sur le tronçon (Rupture de pente dans le profil général + contractions)
- Évolution de la bande active
 - Facteur 4 entre pont des truites/pont des 14 arches ➔ nombreux affouillements

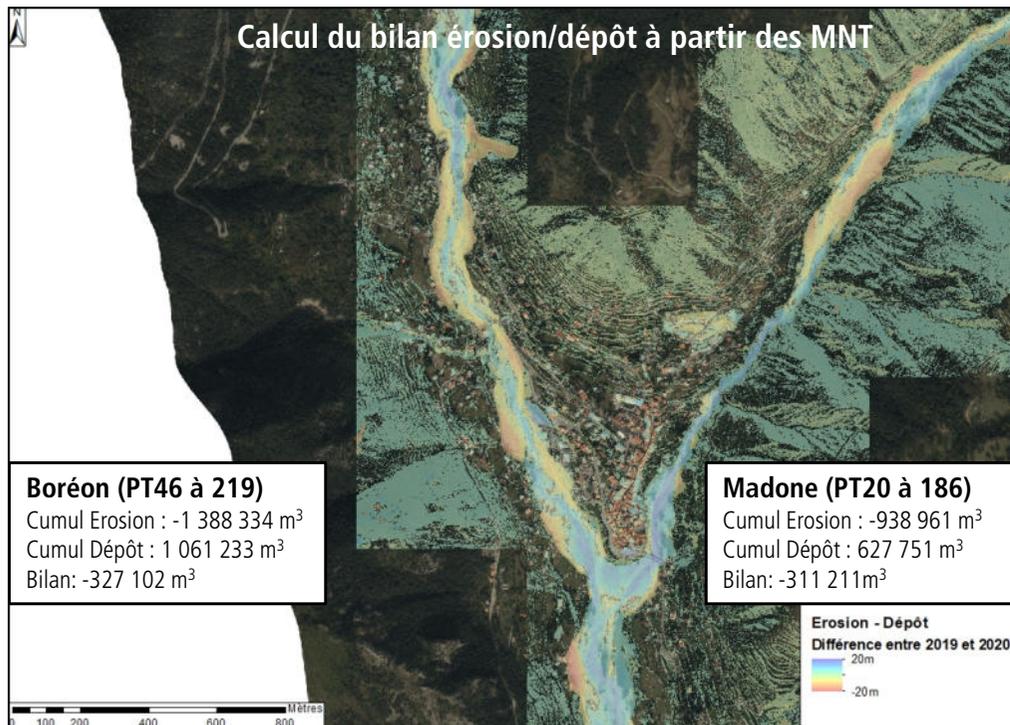


Enseignements de la crue du 2 octobre 2020



Évolutions géomorphologiques : bilans érosion-dépôt sur le Boreon et la Vésubie

- Taux d'érosion moyen : 230 m³/ml
- Taux de dépôt moyen : 175 m³/ml
- Hauteur de dépôt > 10 m par endroit
- Hauteur d'érosion de berge > 20 m par endroit



Exhaussement généralisé du lit en Roya et forte disponibilité pour les transports solides



La Roya en amont de Vievola

➔ Un paramètre important pour l'anticipation de l'évolution des fonds de lit

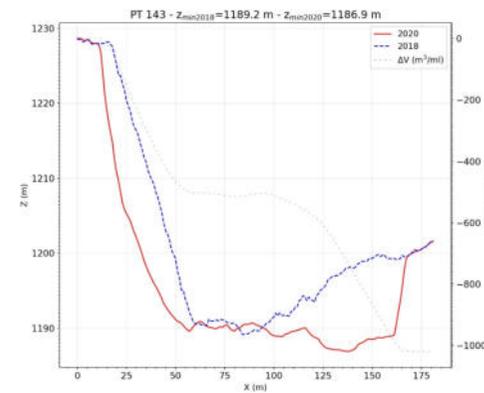
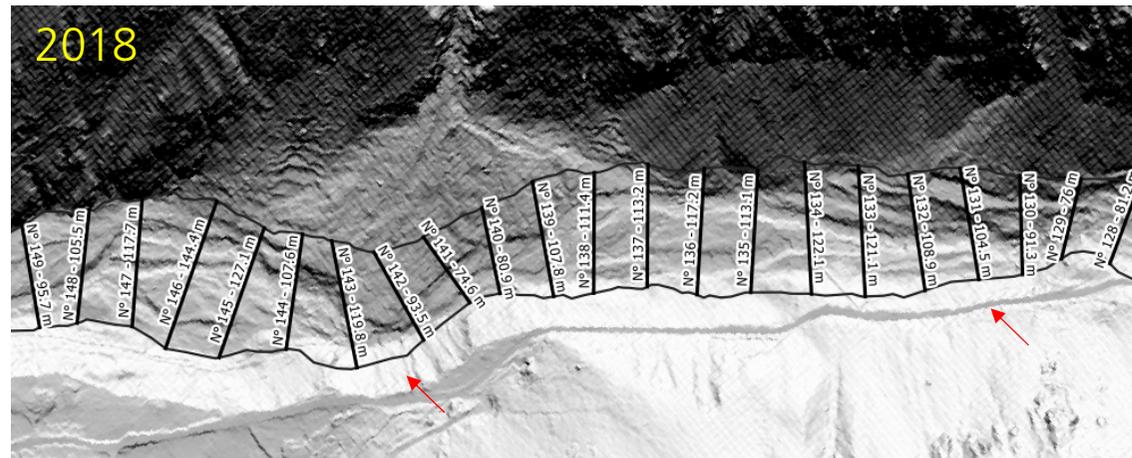
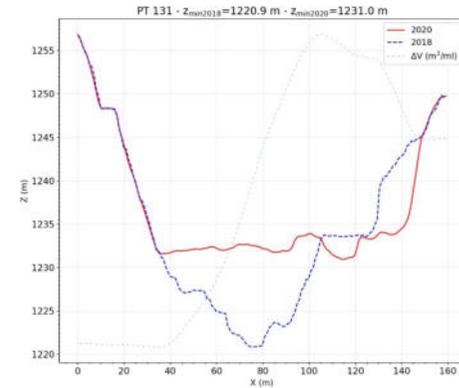
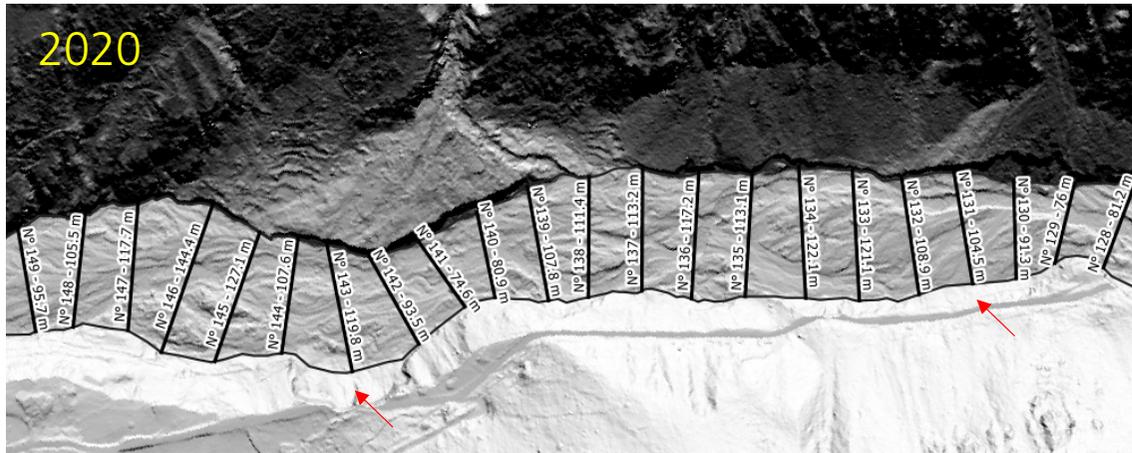
Enseignements de la crue du 2 octobre 2020

Évolutions géomorphologiques : analyse profil long

Le Boréon amont - illustration entre PT129 et PT145



- Taux d'érosion jusqu'à 1 000 m³/ml
- Hauteur de dépôt > 10 m par endroit
- Hauteur d'érosion de berge > 20 m par endroit



Enseignements de la crue du 2 octobre 2020

Comprendre la dynamique et la mobilité des grands flottants



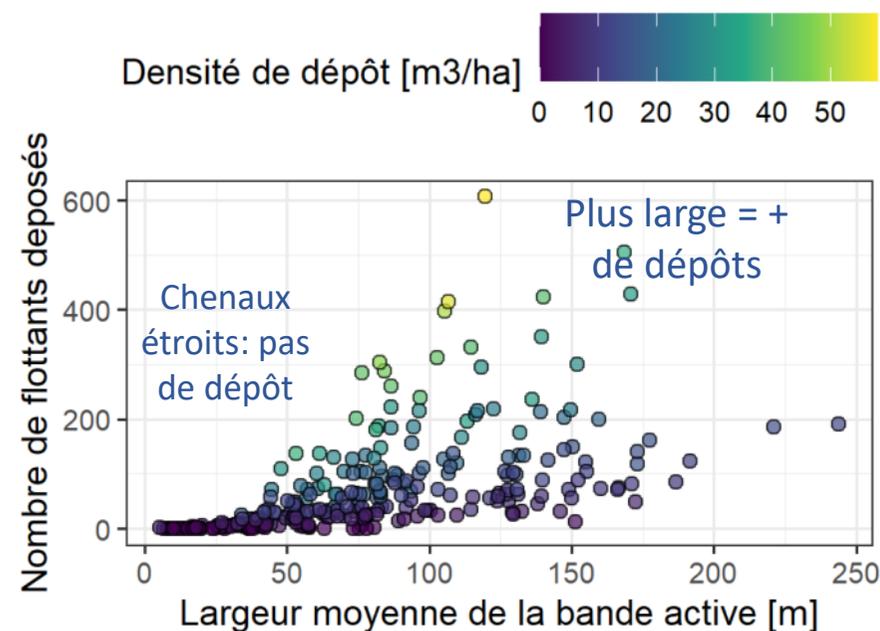
- Zone sources: Croisement BD forêts et bandes actives
 - Vésubie: 193 ha
 - Roya: 111 ha
- Analyse des densités de peuplement (60 -170 - 450 m³/ha)
- Digitalisation des troncs déposés
 - Vésubie: 23 581 pièces – 118 km de troncs – L_{95%}= 12 m
 - Roya: 13 868 pièces – 33 km de troncs – L_{95%}= 5 m



- Bilan:
 - Apports: Vésubie 52 000 m³ / Roya : 24 000 m³
 - Dépôts: Vésubie: 7000 m³ / Roya : 2000 m³

Export total tempête Alex: ≈ 67 000 m³ de bois flottants (gamme d'incertitude: 36 000 – 125 000 m³)

Source : G. Piton (INRAE)



- ✓ Effet des zones alluvionnaires sur le transport
- ✓ Aggravation des phénomènes d'affouillement

➔ Promouvoir une gestion du corridor fluvial qui maximise leur régulation naturelle

➔ Adapter les ouvrages de franchissement

Enseignements de la crue du 2 octobre 2020



Modes d'endommagement et intensité de la crue

- ✓ Le phénomène le plus destructeur : l'affouillement

Vrai pour le bâti mais aussi les ponts, les routes



- ✓ Pour des niveaux d'affouillement équivalents, certains bâtis sont moins endommagés

Importance des dispositions constructives : fondations des bâtiments, portée des ponts



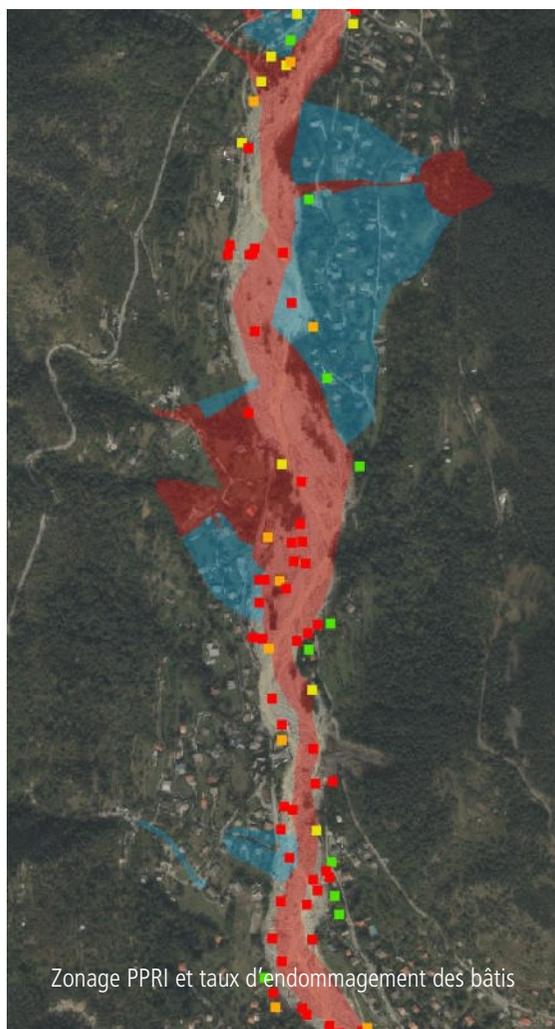
- ✓ Les protections contre l'affouillement ont pu être dépassées mais elles ont limité ou retardé les dégâts

Importance de la protection contre l'affouillement



Enseignements de la crue du 2 octobre 2020

Répartition des dommages et cartographie informative



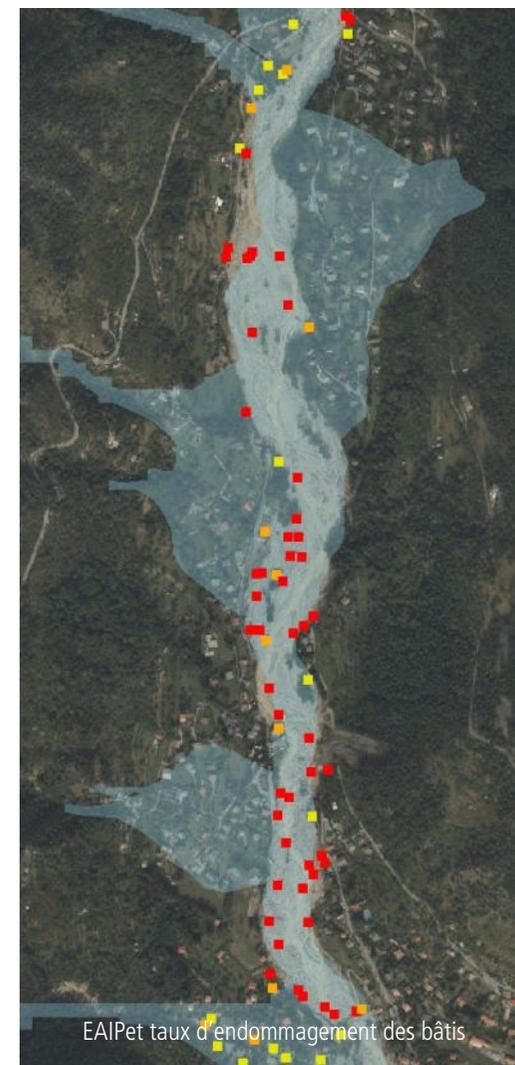
Zonage PPRI et taux d'endommagement des bâtis

Intensité forte et endommagement fort au delà du scénario de référence du PPRI

→ La prise en compte du recul de berge en question pour l'étude des aléas torrentiels dans les PPRI

Enveloppe EAIP et répartition des niveaux d'endommagement

→ Un événement suffisamment exceptionnel pour dépasser toutes les prévisions



EAIP et taux d'endommagement des bâtis

Période de retour « morphologique »



direction

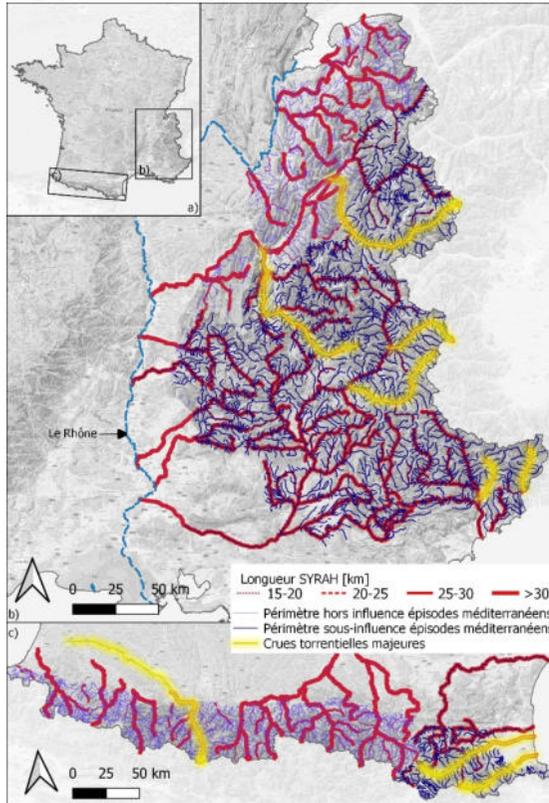
Guillaume PITON (INRAE)
Thierry QUEFFELEAN (ONF-M)

lecture

Désirée LIEBAULT (INRAE)
Nicolas KUSS (ONF-RTM)
Thierry CARLADOUX (ONF-M)
Thierry ROBERT (ONF-RTM)
Christine MARTINS (ONF-RTM)
Philippe CHIFFET (ONF-RTM)

Alpes-Maritimes - Gestion post-tempête Alex : Réflexions sur l'estimation de la période de retour des changements morphologiques majeurs associés aux crues extrêmes

Objet : Proposer une approche simple d'estimation de la période de retour associée aux bouleversements morphologiques liés à des épisodes du type de la tempête Alex



Probabilité : $P = N / (D * M)$

Période de retour : $T = 1/P$

Comprise entre 600 et 1000 ans

Estimation de la probabilité qu'une vallée donnée soit dévastée par une crue torrentielle :

D : Durée (le siècle écoulé)

N : nombre d'épisodes comparables à cet événement (1)

M : nombre de vallées montagnardes de même échelle que la Vésubie et la Roya, susceptibles d'être impactées par des phénomènes torrentiels de cette intensité (2)

(1) Episode ayant entraîné des changements morphologiques majeurs et d'importants dégâts au bâti et aux infrastructures, sur un linéaire étendu (>plusieurs dizaines de km). $N=8$ à 9

(2) Cours d'eau >25km de linéaire, de pente >0.5% ou >1%, en contexte de forçage hydrologique de type méditerranéen ou retour d'est. $M=49$ à 94