



[www.cfmr-roches.org](http://www.cfmr-roches.org)

**CFMR**

COMITÉ FRANÇAIS  
DE MÉCANIQUE  
DES ROCHES



COMITÉ FRANÇAIS DE  
GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR  
ET DE L'ENVIRONNEMENT

[www.cfgi-geologie.fr](http://www.cfgi-geologie.fr)

# Travaux d'urgence & ingénierie géotechnique en « mode dégradé »

*Focus sur les infrastructures de la vallée de la Roya (06)*

**Nicolas VILLARD, NGE Grenoble**

[nvillard@nge.fr](mailto:nvillard@nge.fr)

+33 (0)6 85 12 17 32



**NGE  
FONDACTIONS**



## Contexte transfrontalier de la Roya (06) :

- Vallée ravagée sur 40 km / D+2000m
- Pluviométrie 650 mm en 10h (>>Q<sub>100</sub>)
- 18 victimes, 1.5 Md€ de dégâts
- 10 ponts, 3 OA, 200 brèches, 70 km / 32 RD
- 170 bâtis emportés, 2000 impactés
- dont 1 EHPAD, 1 caserne, 2 cimetières...
- Crises couplées (migrants, Covid, incendie...)

➔ Érosion indicative : 1,5 Mm<sup>3</sup> ~ 250m<sup>3</sup>/ml

➔ 3000 personnes à désenclaver à Tende (via 1 infrastructure critique en péril...)





# APERÇU DES CONDITIONS D'INTERVENTION



**Modalités à J+2 : sécurité du personnel, téléphone, ~~électricité~~, ravitaillement... ?**

**➔ Temporiser 48h : meilleure équipe possible « d'urgentistes » + cellule décision**



## Sidération et confusion locale :

- Proximité des victimes + traumatismes locaux
- Réactivité de l'état : Préfet, Maire ? (cf. loi Matras)
- Nombreuses interfaces EPCI locaux (décentralisation)
- Arbitrages & injonctions politiques
- Riverains : évacuations, nuisances, avis / assurances...
- Communication de crise, sociologie, rumeurs...
- Démocratie locale, chantiers « participatifs »... ?

➔ Engagement informel « ultra-local » (Entreprise = AMO)  
Écoute et humilité (qualité des relations pré-existantes)  
**Décider vite, à plusieurs, avec cumul d'incertitudes... ?**



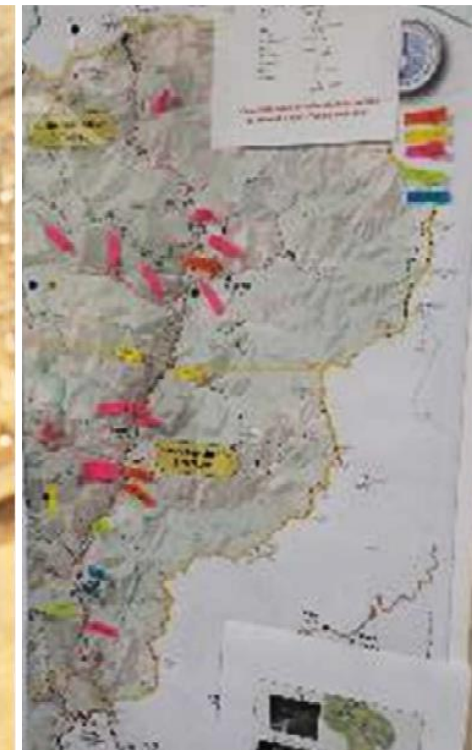
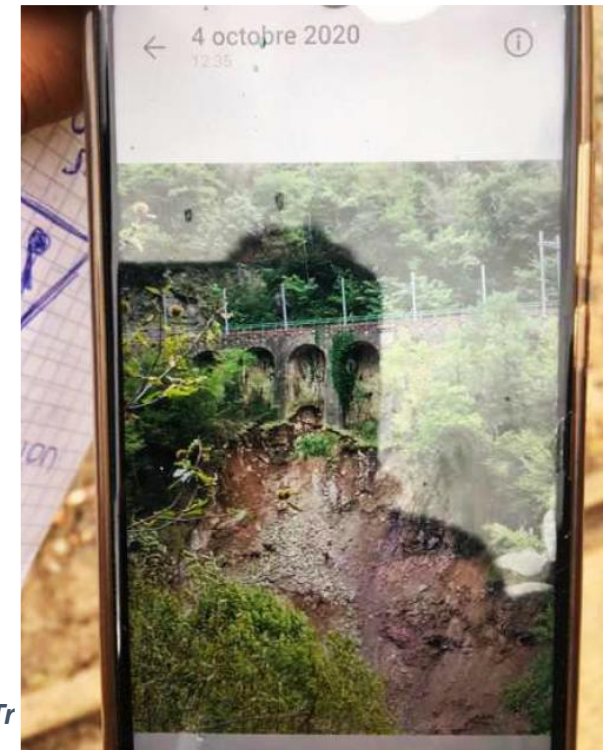
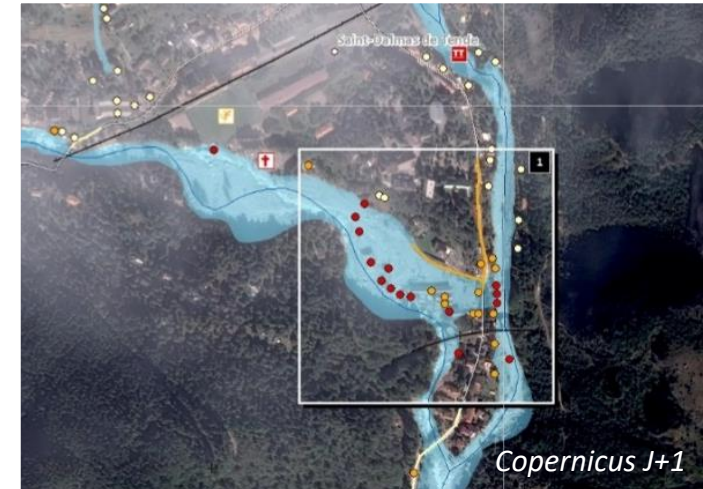
## Zonage d'intervention :

- Dommages : hors PPR (38%) et AZI (24%)
- Multitude de sites « potentiels » détectés
- Remontées et partage d'informations ?

## Priorisation des sites :

- IMPORTANT vs. URGENT (vs. CONNU... ?)
- Enjeux AMONT ou AVAL ? (bâti, infra., riv.)
- 10 km de gorges : lit majeur = mineur...
- Implantation travaux + foncier en rivière ?

➔ Arbitrage + engagement d'un gestionnaire





# POUR QUAND ? (3 mois de crise + 6 mois d'urgence...)

## Urgent vs. Important ? :

- Critères de péril imminent / sauvegarde / enclavement... ?
- (re) Construire « résilient » à J+10... ?!?
- Engager des travaux conservatoires sans validation ?
- Appréhender des évènements plus que Centennaux ?
- Impatience des riverains / coupures et cohabitation (2 ans)

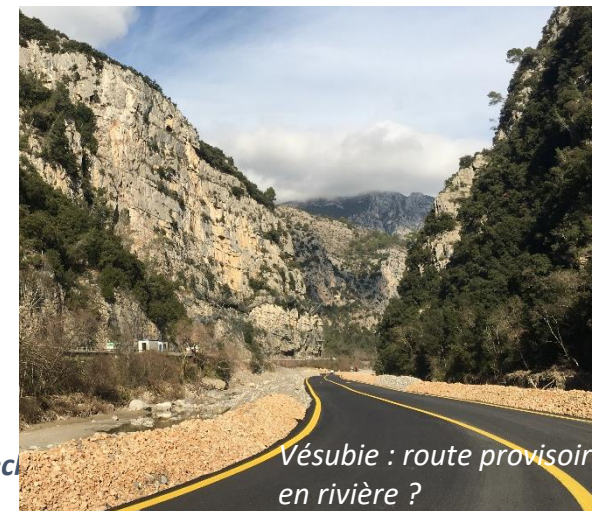
## ➔ Rapidité du DIAGNOSTIC-ACTION (loi de « Pareto 80/20 »)

Temporiser 48h / meilleure cellule réflexive + urgentistes

Préférer le quasi définitif > provisoire vulnérable qui dure

Assumer (cf. « No Regret / Build Back Better »)

Sortir de l'urgence ? (difficile réouverture / danger...)



Vésubie : route provisoire en rivière ?

**Base contractuelle :** (cf. infrastructures RD ou SNCF)

- Accord-cadre préexistant ? consultation restreinte, marché d'urgence... (CMP)
- Conception-Réalisation (BE intégré) > ~~Réalisation-Justification...~~
- 1 seul opérateur peut faciliter plusieurs gestionnaires...

**Réglementaire :**

- Arrêtés préfectoraux, etc (envir., GEMA, L211, PAC...)
- Dérogations (conformité, SPS, technique, NF...)

  
PRÉFET  
DES ALPES-  
MARITIMES  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction départementale  
des territoires et de la mer

Réf. : DDTM-SEAFEN-PE-AP n°2020-193

Nice, le 07/10/2020

**ARRÊTÉ**  
Portant déclaration d'intérêt général  
et reconnaissance du caractère d'urgence  
des travaux de rétablissement du libre écoulement des eaux  
à la suite des intempéries du 2 au 3 octobre 2020

Le préfet des Alpes-Maritimes  
Chevalier de la Légion d'Honneur  
Officier de l'Ordre National du Mérite

Vu le code de l'environnement et notamment les articles 211-7, L214-1 à L214-6 L215-7, L215-12 et R214-44,

➔ **Ingénieur géologue = entre la décision (politique) et la réalisation (technique)**

Légitimité, assurance ? + contrôles extérieurs (PAQ, Cour des Comptes...)

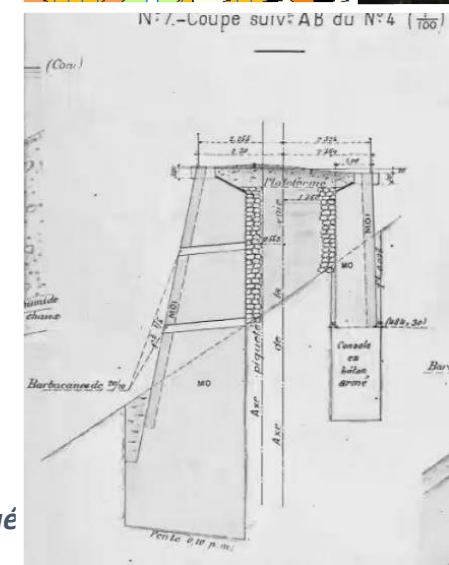
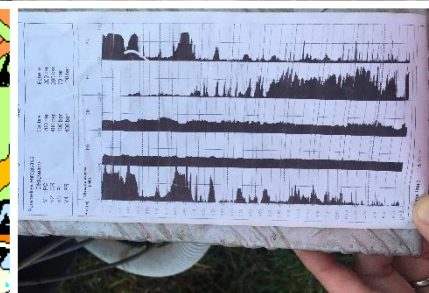
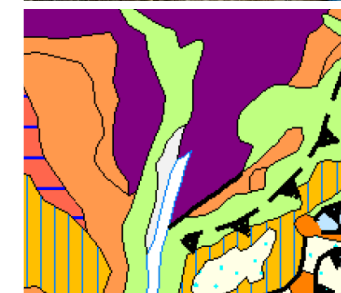
Déontologie et service de l'intérêt général (confiance récurrente)

Minimiser les impacts (procédés, envir...) : **ADAPTATION / ATTÉNUATION**

## Reconnaitances géologiques : *1<sup>ère</sup> semaine*

- Primo-intervenants expérimentés
- Évaluation des enjeux (amont, aval) + communication
- Levé topo. simplifié (télémètre 2D, drone)
- Témoignages, archives, biblio ? (BDSS)
- Caractérisation (pénétrromètre de poche...)
- Forages légers destructifs (avant sondages plus longs)
- Essais de traction : frottement lat. (Qs) / ancrages

➔ **Interprétation G5 (NF) initiale primordiale !**



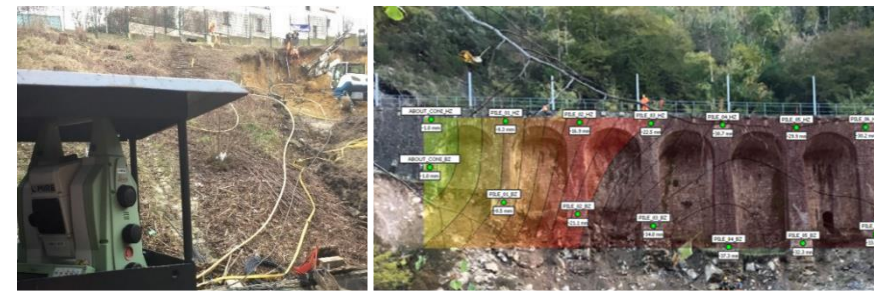


## Sécurité des interventions :

- Attention aux suraccidents !!
- Équipement des accès (cordes, 4x4, hélico.)
- Monitoring : personnel, riverains, circulations...
- Facteur humain : relève 24/7/WE
- Ouvrages de protection provisoire
- (2<sup>ème</sup> vague Covid...)

➔ Seuils objectifs de surveillance ? (10, 20 mm)

➔ Discernement : sur-aléas, risques couplés... (pyro.)

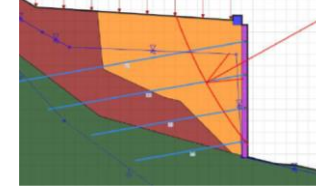
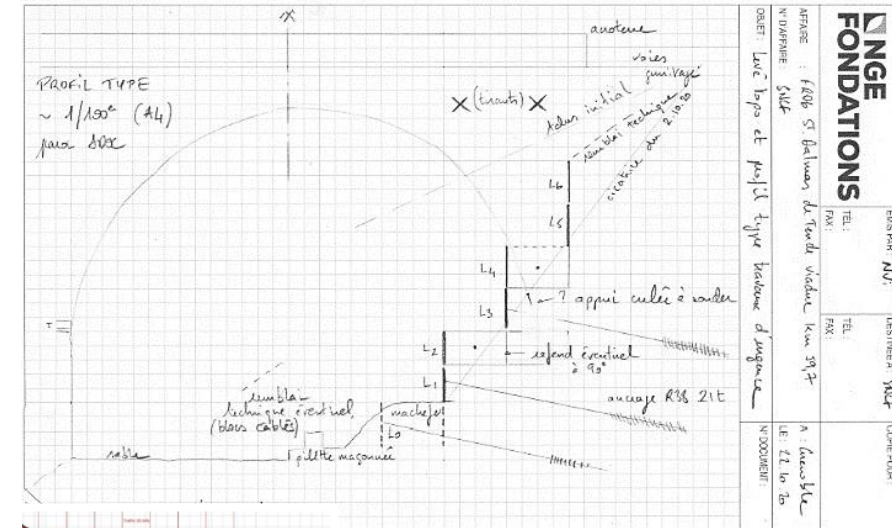




## Conception géotechnique : (NF P94-500)

- Rétro-calcul de la rupture (G5/G2) < J+10
- Dimensionnement avec coef. global +30 %
- Préfabrication ADOC = MODULO 3 m<sup>2</sup> / 210 kN
- Hypothèses d'horizon géol. + rupture
- Étude G3 à rebours + essais / contrôles
- Modélisations souvent (trop) longues...

- ➔ Pas trop d'informations ! (délais, détail... < 20%)
- Rester conservateur / hydrostatique-dynamique
- Concept de « revanche » sécuritaire (+ 1 m)
- Adaptation en temps réel = BE intégré 24/7





## Matériels / Procédés génériques : **+ « kit d'urgence BTP »**

- Engins : levage / manutention + forage
- Accès : escarpés ou ferroviaires (pelle araignée, rail-route...)
- Composants en stock (appro, usines fermées / Covid...)

➔ **AUTONOMIE / MODULARITÉ / REDONDANCE / ROBUSTESSE**  
(cf. URD méthodes de gestion de crise / humanitaire)

## Réalisation des ouvrages :

- Travaux « par le haut » (moindres impacts en rivière / OFB)
- Confortement de berges vs. ~~digues torrentielles~~
- Principalement en sous-traitance des terrassiers...





## Confortement de berge : *paroi clouée préfabriquée*

- Fondation plus large / plus profonde ; moindres impacts en rivière





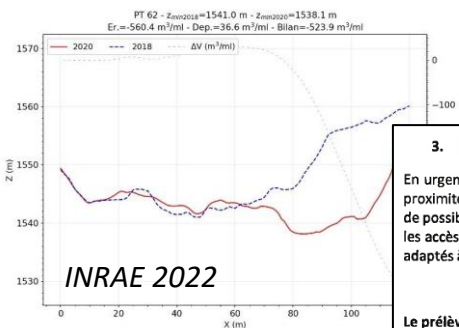
**Choix des procédés :** *béton / préfabrication / souple / matériaux du site ?*  
- Bilan carbone transports vs. gabions remplis depuis la rivière (robustesse ?)



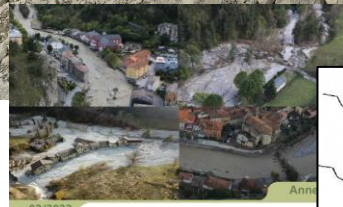


## Transit sédimentaire : *anticiper l'évolution prévisible AVANT travaux*

- Attention : prélèvement et ouvrages dans le lit mineur... !? (hors embâcles)
- Expertise torrentielle : difficile persuasion des décideurs locaux + opinion !!



ONF RTM 10/2020



**3. PRÉLÈVEMENT DE GROS BLOCS**

En urgence des protections provisoires sont érigées en prélevant des blocs dans les dépôts à proximité. Cette pratique est largement répandue et compréhensible en urgence en l'absence de possibilité d'approvisionner des blocs de carrière. Cette pratique devra être arrêtée dès que les accès seront recréés permettant l'acheminement des blocs. Les blocs de carrière sont plus adaptés à la construction d'ouvrages de protection (meilleure imbrication des blocs entre eux).

**a. Cas à proscrire**

**Le prélèvement de gros blocs est à proscrire dans les lits vifs des cours d'eau torrentiels.**

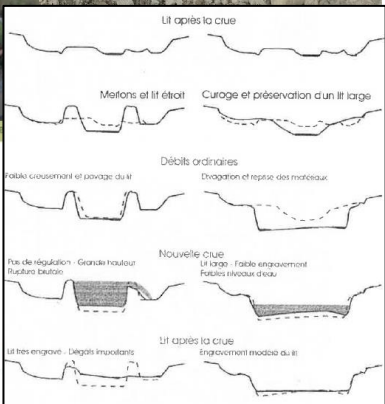
Ainsi aucun gros bloc ne doit être prélevé directement dans le lit vif au risque de provoquer à terme son dévissage lors de futures crues et faciliter ainsi son incision.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

d'expérience technique de la crue du 10 octobre 2020 dans la vallée de la Roya

Volet torrentiel

INRAE





## Options de franchissements : *en rivière*

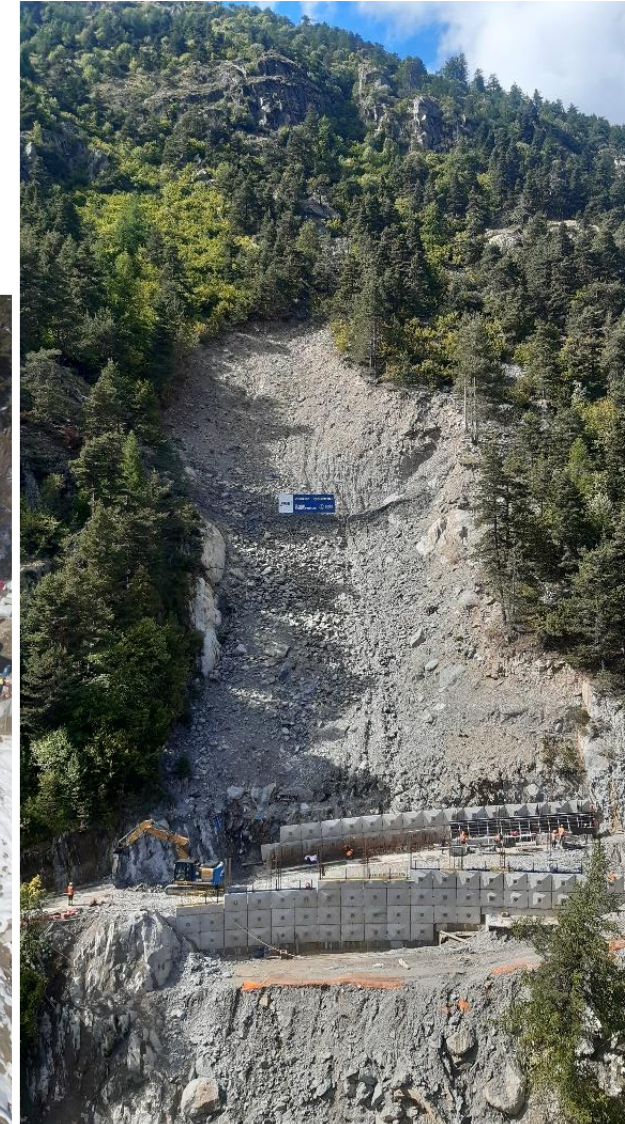
- Gués précaires / ponts provisoires / cadres définitifs / OA... : gabarit et appuis ?





## Ouvrages d'art : *protection risques gravitaires*

- Pont protégé OU galerie paravalanche ?
- ESQ + AVP + PRO + EXE en 18 mois !







## Interventions NGEF 2022 :

- 100 sites expertisés
- 70 J de terrain (G5)
- 80 J de calcul BE
  
- 40 chantiers
- 50 personnes
- 60 000 h de travail
- 30 km de forages
- 5000 m<sup>2</sup> de parois
- 3000 m<sup>2</sup> de filets

➔ Aléas sur 2 sites (G2) !



→ Aide à la décision rapide en gestion de crise = expérience / expertise géo.

## Discussion :

- Critères de qualité d'ingénierie / travaux en mode dégradé ?
- Urgence propice aux innovations ? (organisations + techno. R&D applicable)
- Arbitrage investissements + délais (infrastructures vs. bâti)



  
GOUVERNEMENT  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

Retour d'expérience des  
intempéries des 2 et 3 octobre  
2020 dans les Alpes-Maritimes

### 12 Importance de la dimension sociologique dans la reconstruction

Les analyses bibliographiques (Programme Cocorisco<sup>96</sup>, RAITAP<sup>97</sup>...) montrent que les réflexions pour réduire la vulnérabilité voire corriger des dysfonctionnements historiques (en termes de mobilités, de réseaux ou d'équipements publics, de logements sociaux...), sont trop souvent enclenchées en réaction immédiate à un sinistre important (dans la phase post catastrophe). Elles profitent de la sensibilisation forte des populations et de la nécessité de réflexion avant de reconstruire, le principal risque étant alors, compte tenu de l'attente forte et de la sociologie des habitants dont l'objectif principal est le retour aussi vite que possible à la normale (la reconstruction individuelle est souvent liée à la reconstruction de l'environnement, la restauration du voisinage, du cadre de vie), que l'on ne profite pas de la situation pour mettre en œuvre les principes du « mieux reconstruire ».