

CONFERENCE TECHNIQUE TERRITORIALE

RESILIENCE ET OUVRAGES D'ART: DU CONSTAT À L'ACTION

Cerema Méditerranée Aix en Provence

MARDI
31
mai
2022



La résilience des OA vis-à-vis des risques naturels

RETOURS D'EXPERIENCES SUR LA RECONSTRUCTION DES OA IMPACTES PAR LA TEMPETE ALEX

Guillaume CHAUVIN

Responsable de la mission reconstruction de la Roya

Conseil Départemental des Alpes Maritimes



LA TEMPÊTE ALEX UNE « BOMBE CLIMATIQUE »

2 Octobre 2020

Vallées de la Roya, Vésubie, Tinée et
Estéron

Lourd bilan matériel et humain (10 morts – 8
disparus)

70 communes en zone catastrophe naturelle

Infrastructures

Habitations

Équipements divers



LA TEMPÊTE ALEX UNE « BOMBE CLIMATIQUE »

Quelques chiffres...



70 km de routes départementales détruites



32 routes coupées



10 ouvrages d'art impactés dans la Roya



Montant estimé des travaux routiers : 256 M€



UN CONTEXTE TRÈS CONTRAIGNANT

Voie en arrêt de poisson avec des contraintes d'exploitation fortes :

➔ Difficultés importantes de circulation et temps de trajet accrus.

Un grand nombre de personnes totalement enclavées avec les besoins vitaux associés (nourriture, soins, déplacements professionnels, école...). Plus de 5000 personnes dans la haute Roya :

➔ Rétablir une piste provisoire de désenclavement le plus vite possible.

➔ Maintenir des créneaux de circulation, même dégradés, quoi qu'il en coûte.

Absence d'infrastructures nécessaires à la reconstruction (avant Alex pas de centrale à béton ou outil industriel, pas de moyens humains ou matériels...) :

➔ Tous les moyens humains, matériels et matériaux sont acheminés depuis le reste du territoire départemental (rations d'avancement plus faibles et coûts plus élevés).

UN CONTEXTE TRÈS CONTRAIGNANT

Fragilité du réseau aux caractéristiques médiocres (pas de réseau secondaire, Rd en fond de vallée, nombreux aléas, géométrie tourmentée...). Géologie et géomorphologie de la vallée très compliquées... :

- ➔ Impossibilité de reconstruire ailleurs de nouvelles infrastructures.
- ➔ Seuls projets dans les archives Départementales : des tunnels routiers illustrant les difficultés d'aménagement.

Pragmatisme et principe de réalisme : On reconstruit la RD là où elle était en apportant une amélioration à tous les paramètres de résilience lorsque cela est possible (robustesse des ouvrages, implantation, gabarits hydrauliques, choix des matériaux, gabarits et girations, pistes forestières, etc...).

LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Pont Du Perthus
Breil-sur-Roya

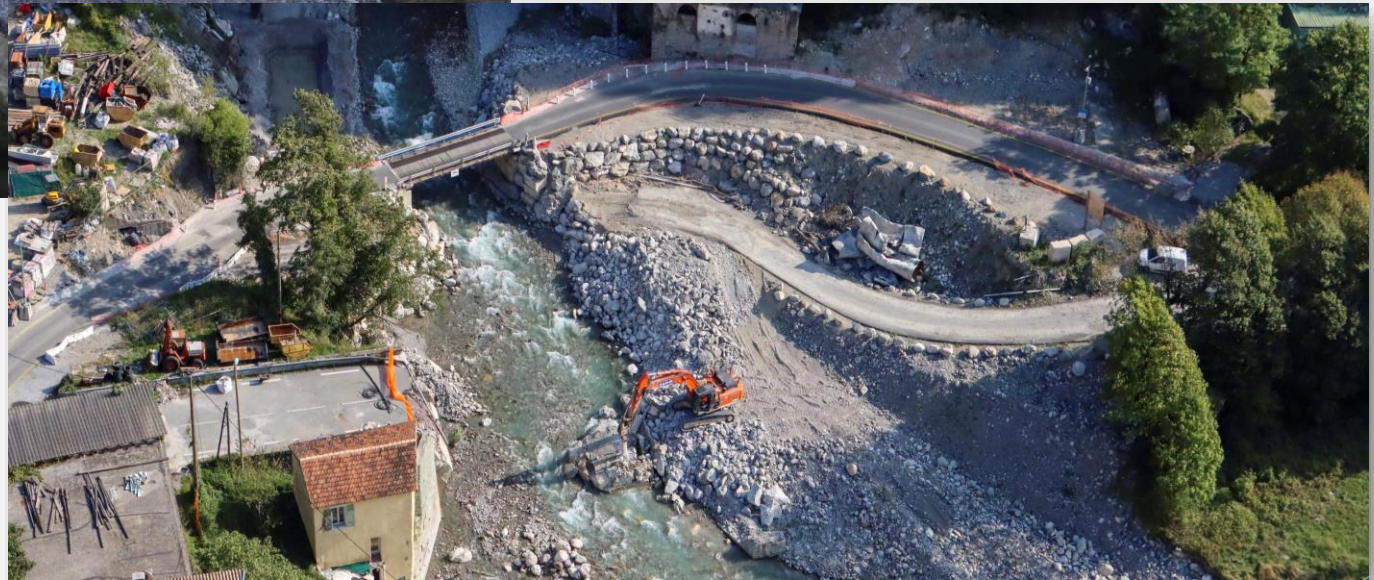
LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Pont Du Cairos
SAORGE



LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Pont d'Ambo
FONTAN

LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Pont des 14 arches
TENDE

LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Pont du Bourg-Neuf
TENDE

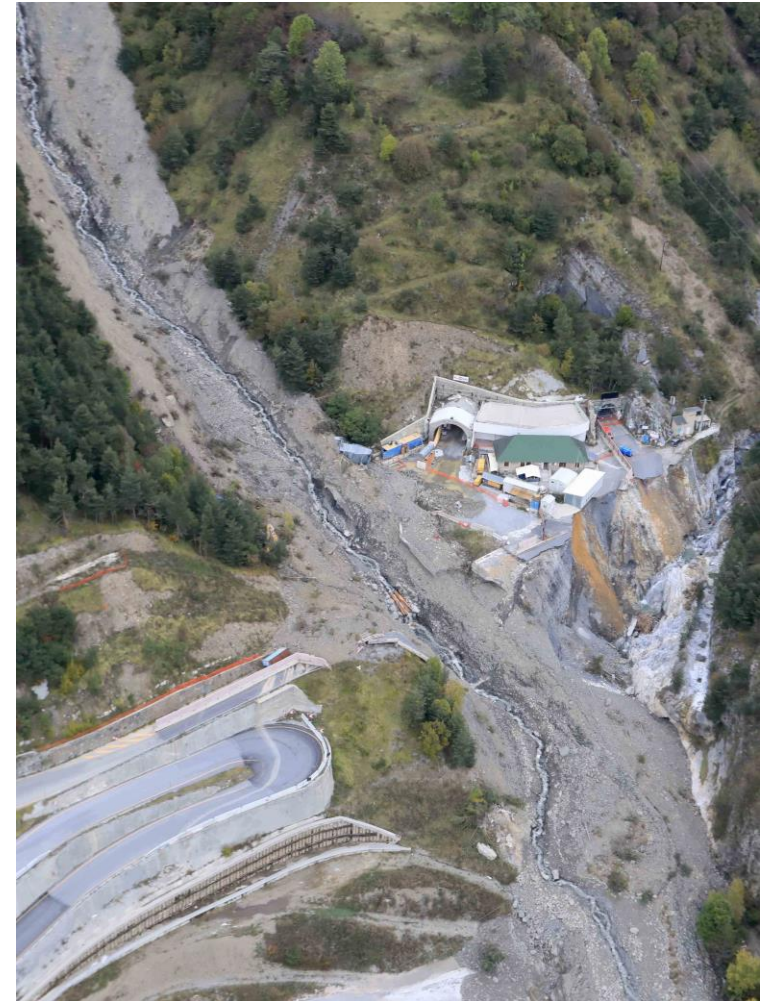


LES PRINCIPAUX OA DE LA VALLÉE DETRUIITS



Tunnel de Tende le 03/10/2020...

Pont Tunnel de TENDE
TENDE



...et le 09/10/2020

L'impact du changement climatique sur les OA

OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT

1ère solution par des passages à gué sur des buses

- Rapide et économique
- Mais difficultés hydrauliques Q1 voir Q5 max.
 - A titre d'exemple au droit du pont de Perthus pour une crue Q5 il faudrait 29 buses de 2000mm...

OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT



A « l'étiage »

En crue annuelle



OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT

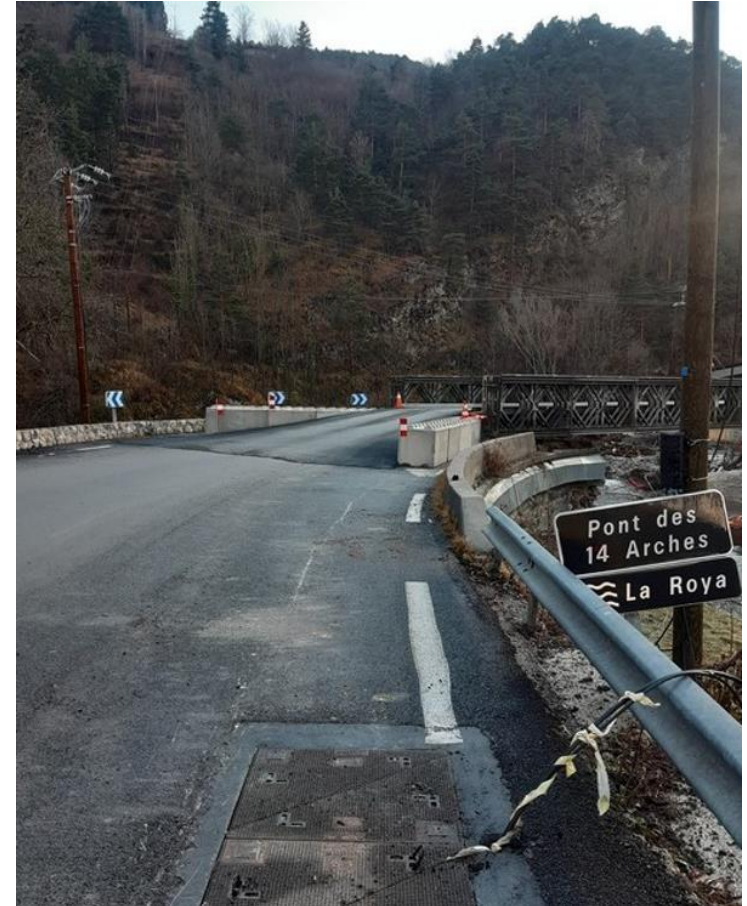
2ème solution par des ponts de secours CEREMA / CNPS

- Technologie pérenne et éprouvée
- Mais difficultés d'acheminement des éléments et mise en œuvre complexe suivant emprises disponibles (zone de lancement, dévers, girations...).

OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT



Pont des 14 arches
TENDE



OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT



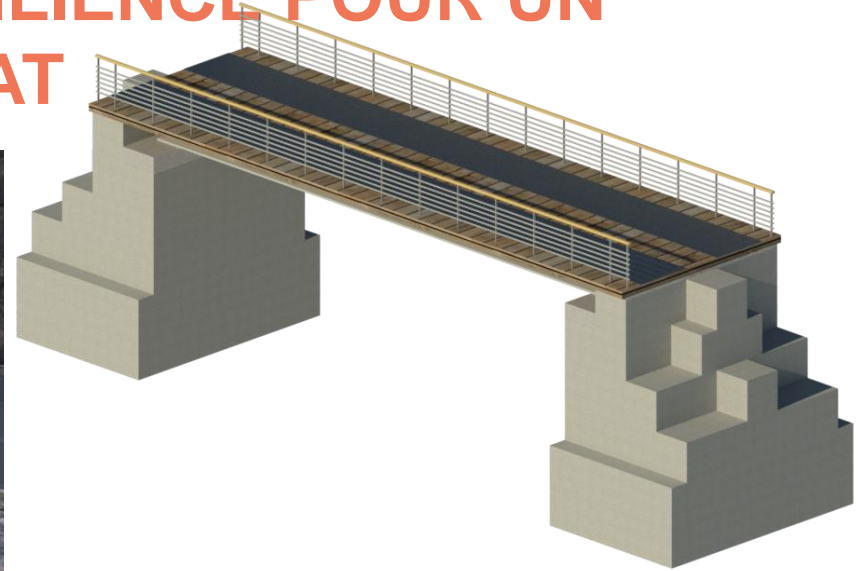
Pont de VEIL
BREIL-SUR-ROYA

OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT

3ème solution par des ouvrages d'art provisoires

- Mise en œuvre aisée pour un débit Q20.
- Réutilisation possible après démontage et stockage (poutres métalliques, traverses chêne, boulonnage...).

OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT



Pont d'Ambo
FONTAN



OA PROVISOIRES : LA RÉSILIENCE POUR UN RÉTABLISSEMENT IMMÉDIAT



**Pont d'Ambo
FONTAN**

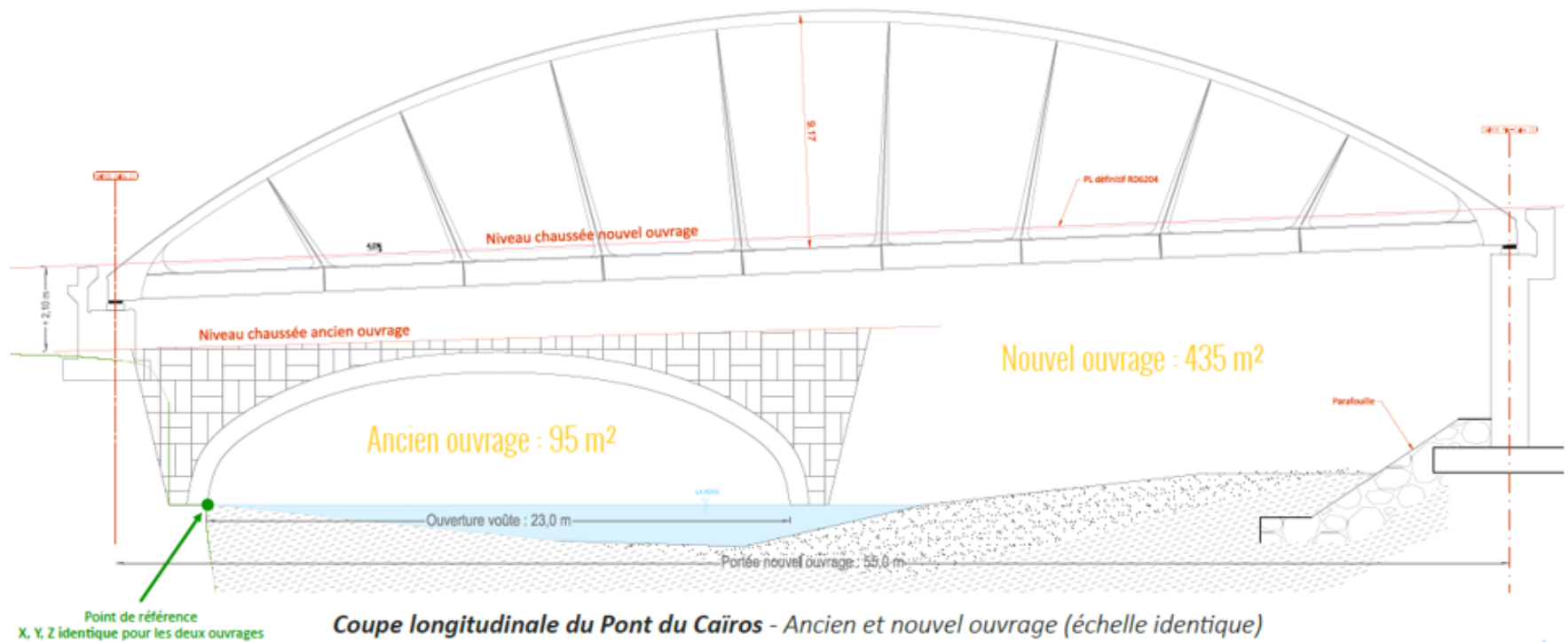
PONTS DÉFINITIFS CAÏROS /AMBO / 14 ARCHES / BOURG NEUF

UN CONCEPT UNIQUE ET NOVATEUR

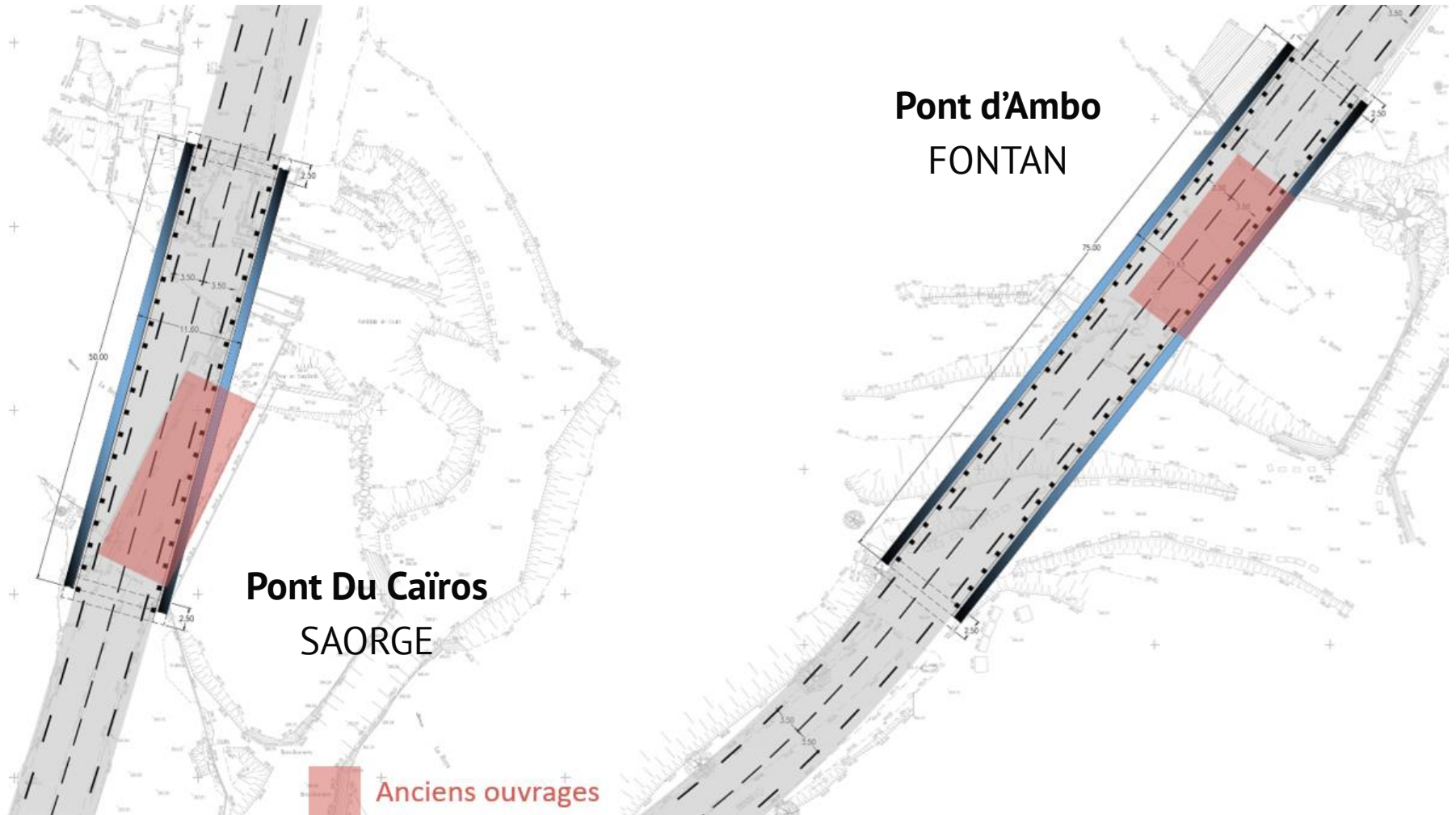
- **4 Ouvrages d'Art** à reconstruire en 2022 et 2023.
- Volonté d'OA « iconiques » afin de donner une identité à la vallée.
- Lancement de l'AO travaux pour les 2 premiers (Caïros et Ambo) en juin 2021, attribution en octobre 2021, pour un démarrage des travaux en **Janvier 2022** – Marché à **9 M€ HT**
- **1 seul lot** du fait de la proximité des 2 OA devant être construit concomitamment et d'une seule aire de préfabrication entre les deux.
- Pont du Caïros : **fouilles archéologiques avec la DRAC**, après levé photogrammétrique, sur la période 15 aout / 15 septembre.
- Etudes réalisées en interne au sein de la DRIT (conception, dimensionnement, impression 3D, film animation...) avec l'assistance du **CEREMA en AMO**.

Objectif : Améliorer la résilience et les caractéristiques géométriques de ces points singuliers que constituent les ponts sur une infrastructure routière.

LES PONTS DE CAÏROS ET D'AMBO



LA RÉSILIENCE DANS LES TRACÉS ROUTIERS



LES PONTS DE CAÏROS ET D'AMBO

La résilience dans les choix techniques :

- **Aucun appui en rivière:** le choix a été fait de franchir les brèches sans appui définitif dans le cours d'eau. Ce choix conduit à des ouvrages de type bow-string de 55,0 m (Pont du Caïros) et 75,0 m (Pont d'Ambo) de portée, au-delà de la ligne de plus hautes eaux (PHE).
- **Méthodologie de mise en œuvre optimisée :** les ouvrages seront mis en place par lancement, permettant d'effectuer toutes les opérations de peinture en dehors de l'emprise du cours d'eau. Les ouvrages seront assemblés sur une plateforme de préfabrication commune située entre les deux ouvrages.
- **Gabarits hydrauliques considérablement augmentés :** les anciens ouvrages étaient des ouvrages voûte d'environ 23 m d'ouverture. La nouvelle typologie et implantation retenue permet d'augmenter considérablement les gabarits hydrauliques. Pour les deux ouvrages, le gain de gabarit hydraulique est de plus de 400%.
- **Un dimensionnement hydraulique exigeant :** L'étude hydraulique effectuée par le CEREMA a permis de redéfinir l'altimétrie des ouvrages permettant de dégager le tirant d'eau suffisant au passage d'une nouvelle crue de type Alex. Le profil en long de la RD au niveau du pont du Caïros sera réhaussé de 2,10 m pour dégager le gabarit nécessaire. Elle a également permis de prendre en compte le niveau d'affouillement « potentiel » et donc le niveau des appuis et les protections nécessaires.

LES PONTS DE CAÏROS ET D'AMBO

- **Un dimensionnement structurel exigeant** lors du choix de la typologie des ouvrages et de leur dimensionnement :
 - * dimensionnement réalisé au séisme et l'adoption de butées de sécurité sur les culées (pour empêcher le tablier d'échapper de ses appuis).
 - * l'adoption de contreventement latéraux en tête des deux arcs et de suspentes inclinées qui réduisent les risques d'instabilité (risque de flambement des arcs) et confèrent plus de robustesse à l'ouvrage
 - * la prise en compte dans le dimensionnement de l'ouvrage de la possible rupture accidentelle d'une suspente afin d'anticiper en exploitation tout accident ou indicent durant la vie de l'ouvrage.
 - * le choix de suspente en plats métalliques au lieu de câbles pour limiter les interventions d'entretien ultérieures.

Avec un **contrôle extérieur** réalisé par le CEREMA durant les phases études et PRO réalisées en régie par le Département, contribuant à la sécurisation du projet et à la bonne conception des ouvrages et donc leur pérennité.

- **Des contrôles en cours d'exécution exigeants** : réception des tôles (dimensions, épaisseur après laminage...), contrôle des matériels, des dispositifs de soudures, des qualifications de personnel, des procédures de mise en peinture... réalisés par le CEREMA sont les gages d'un ouvrage parfaitement exécuté et donc pérenne.

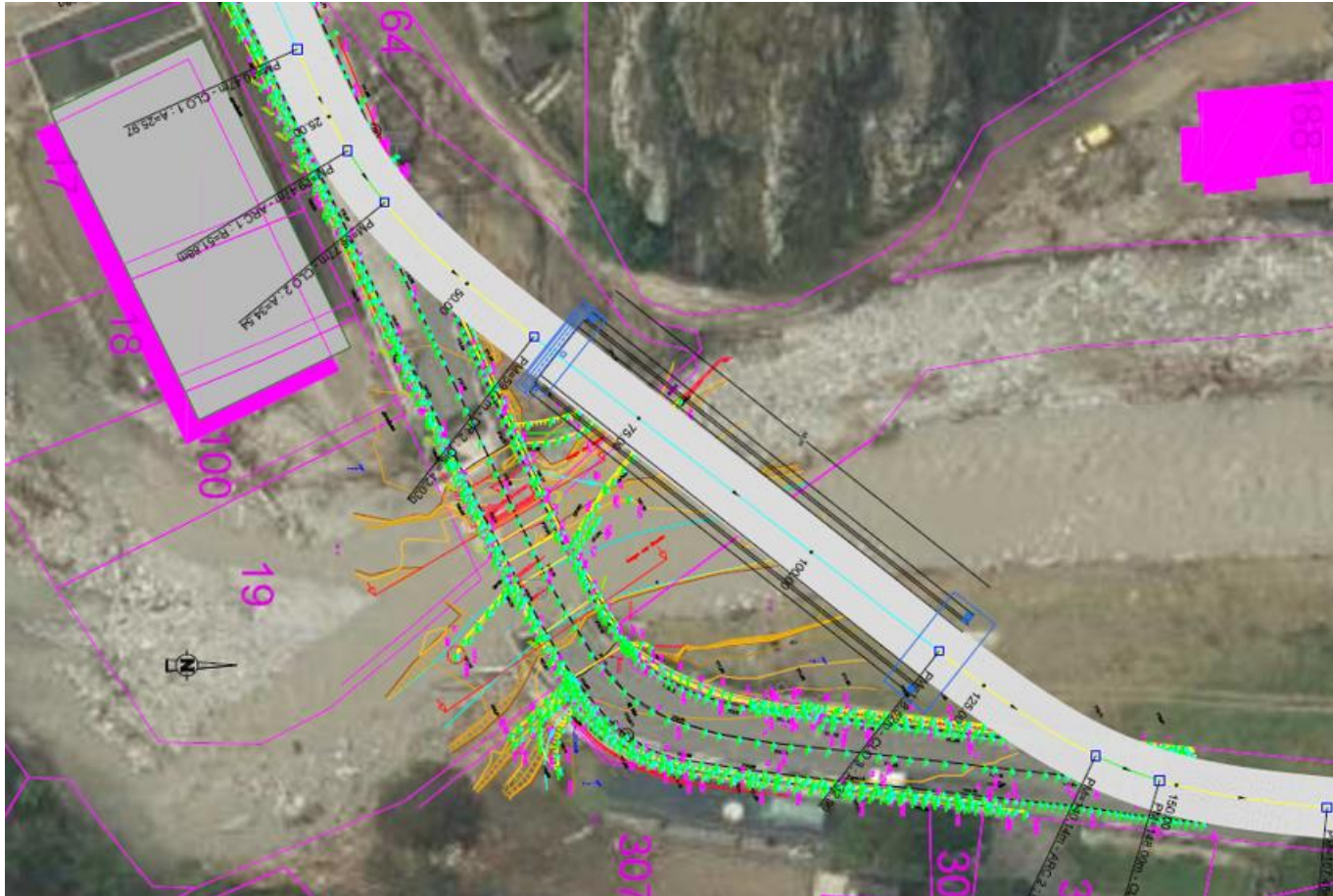
LES PONTS DE CAÏROS ET D'AMBO



Modélisation 3D réalisée en interne pour valider les paramètres esthétiques et dimensionnels.



LA RÉSILIENCE DANS LES TRACÉS ROUTIERS



Pont Des 14 Arches
TENDE

LE PONT DU PERTHUS



LES DÉGÂTS SUR L'OUVRAGE

- Remblais contigus emportés en rive gauche
- Dispositifs de retenue détruits
- Corniches impactées (30% détruites)
- Murs en retour de la culée emportés
- Système de drainage de l'ouvrage engravé

DEUX STRATÉGIES ENVISAGEABLES



1. Reconstruire à l'identique en remblayant la culée en rive gauche avec reprise des murs en retour.

→ Solution la plus **rapide** et la plus **économique**

2. Rétablir une transparence hydraulique en ajoutant une nouvelle travée à l'ouvrage existant.

→ Solution la plus **résiliente** et **pérenne**

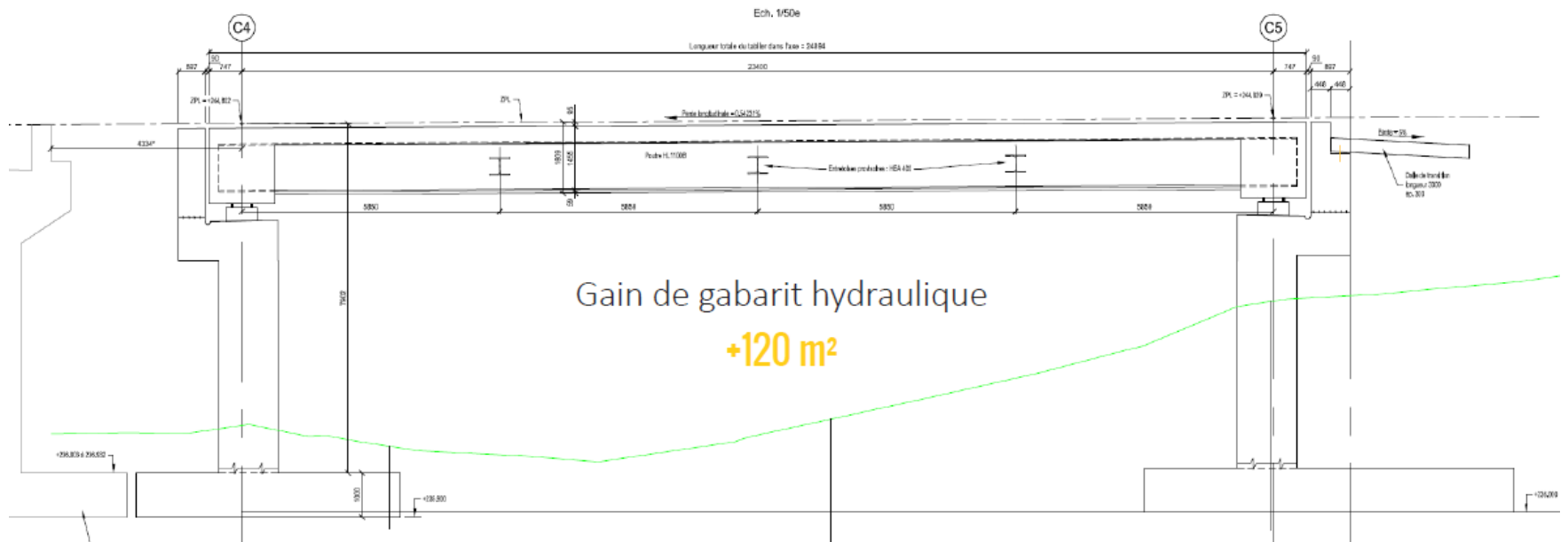


LE PONT DU PERTHUS

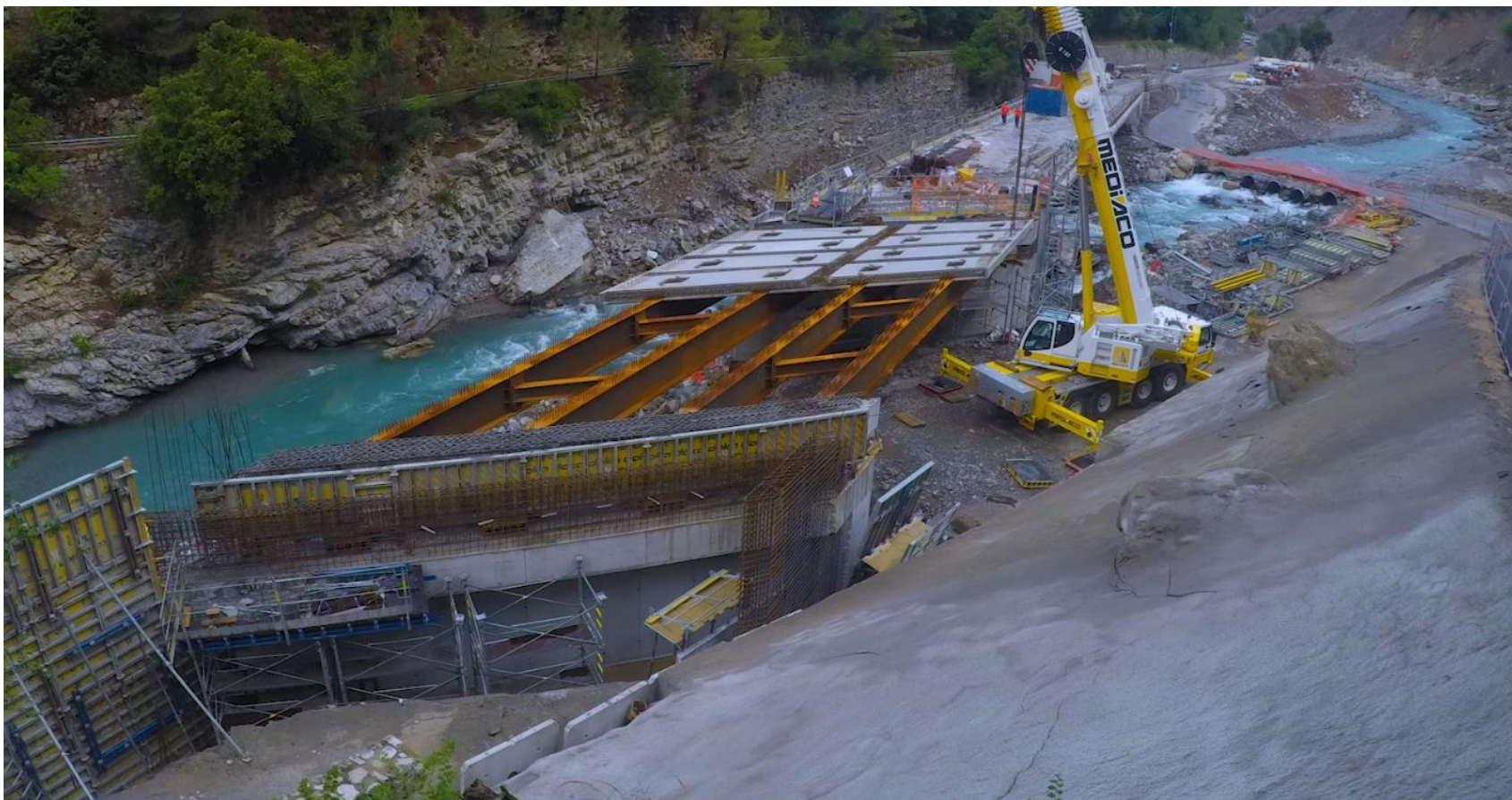
La résilience dans les choix techniques :

- **Acier autopatinable** : aucune remise en peinture durant la durée de vie de l'ouvrage.
- **Reprise complète des superstructures de l'ancien ouvrage** (étanchéité, corniches, gargouilles, enrobés, trottoirs, dispositifs de retenue) -> L'ancien ouvrage ne nécessitera plus de réparation lourde avant 40-50 ans, comme pour la nouvelle travée.
- **Gabarit hydraulique augmenté de 20-25%** par rapport à l'ancienne configuration. Construire une nouvelle travée n'était pas la solution la plus rapide à mettre en œuvre, mais il ne fait aucun doute qu'elle est la plus **pérenne** et **résiliente**.
- **Ouvrage élancé** grâce à la solution quadripoutre mixte (épaisseur du tablier réduite permettant de libérer un tirant d'eau maximum).
- **Amenée à pied d'œuvre** des 4 poutres métalliques HL1100B **par voie ferrée** : laminage en usine et aucun assemblage par soudage in situ (réduction des malfaçons potentielles).

LE PONT DU PERTHUS



LE PONT DU PERTHUS



LE PONT DU PERTHUS



Merci de votre attention

CHAUVIN Guillaume

Responsable de la mission reconstruction de la Roya

gchauvin@departement06.fr – 06.64.05.24.17

