

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT CONFRONTÉES AU RISQUE HYDRAULIQUE



Le viaduc de franchissement de la Durance amont (*Liaison Est-Ouest d'Avignon*)



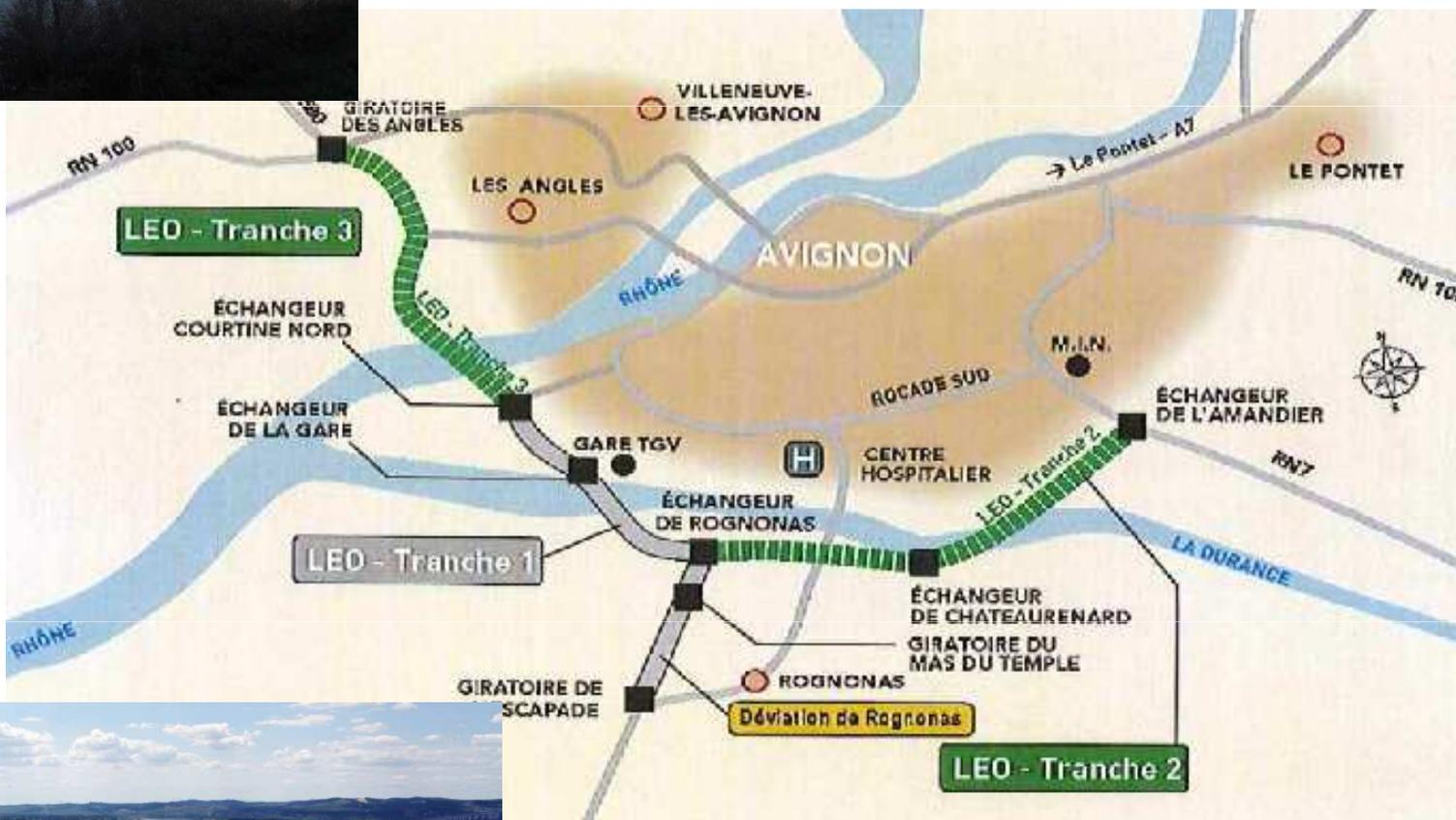
Jeudi 26 novembre 2015

Journée technique sous l'égide de la CoTITA

- **Présentation de la brèche**

- Volet hydraulique et conception du viaduc :
 - Modèle hydraulique numérique
 - Modèle hydraulique physique

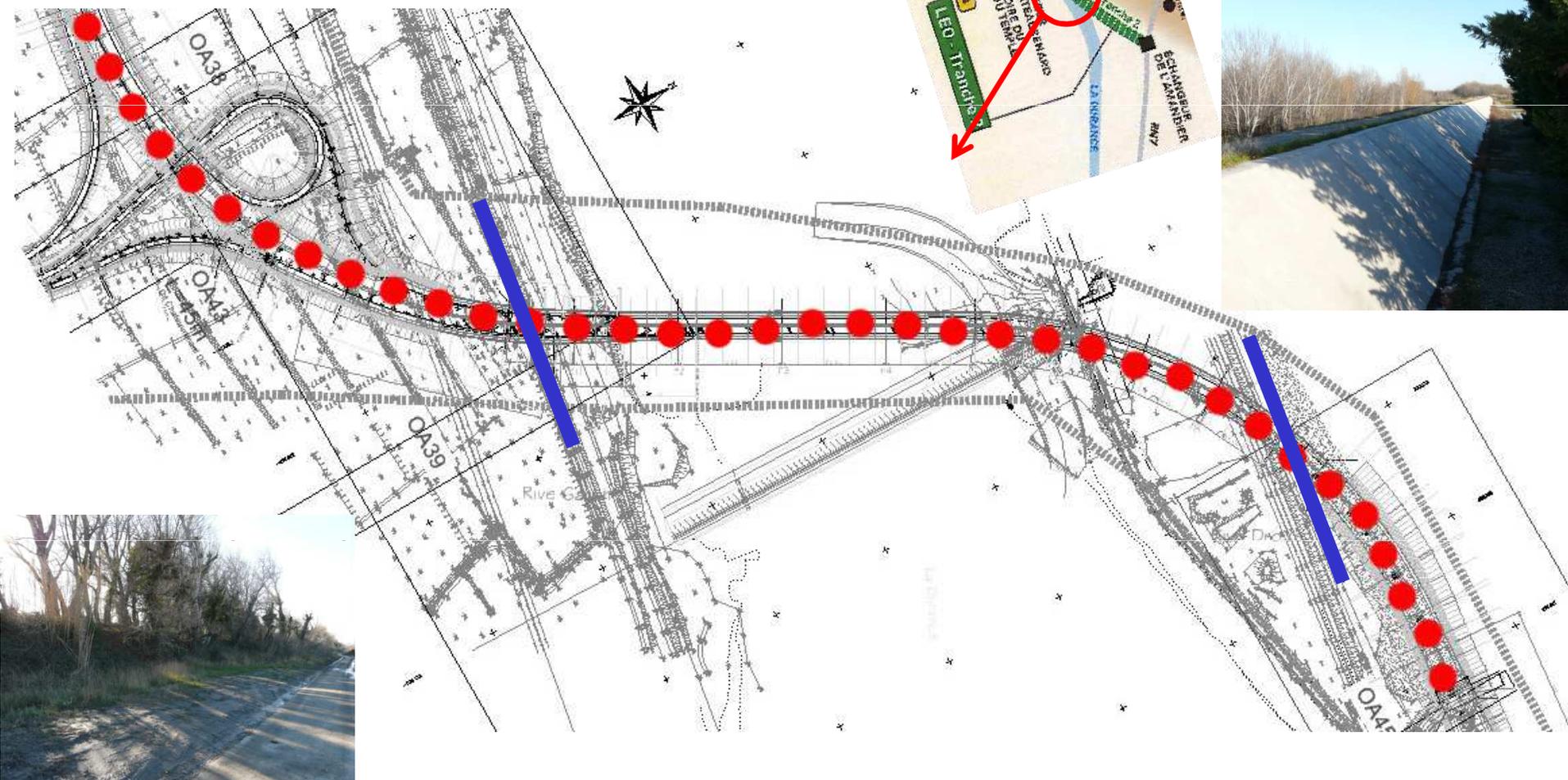
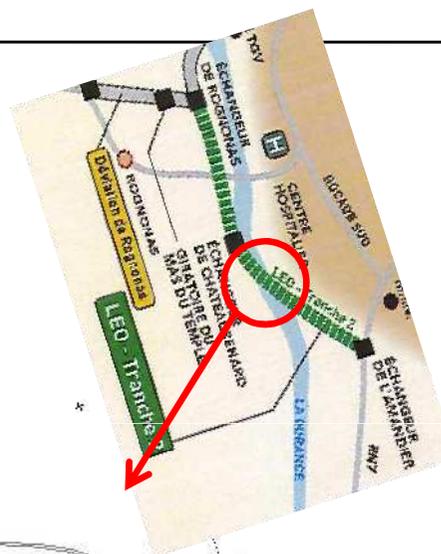
Présentation de la brèche



26 novembre 2015

Infrastructures de transport confrontées
au risque hydraulique

Présentation de la brèche



Contexte hydraulique et sédimentaire

Une présence forte de digues de protection :

- *La digue Chaussée (R.D) (+ la présence de la LGV)*
- *La digue des Alpines (R.G)*

Un fonctionnement de la Durance fortement modifié :

- **1960** : réalisation des **grands aménagements hydroélectriques**
- **1960-1998** : **extractions de matériaux** dans les souilles 67 et 68
 - => *Enfoncement du lit et donc de la nappe d'accompagnement*
 - => *réalisation des seuils 68 (1974) et 67 (1986)*
- **1995-2006** : **Augmentation des volumes** retournant en Basse Durance suite aux mesures de protection de l'Etang de Berre

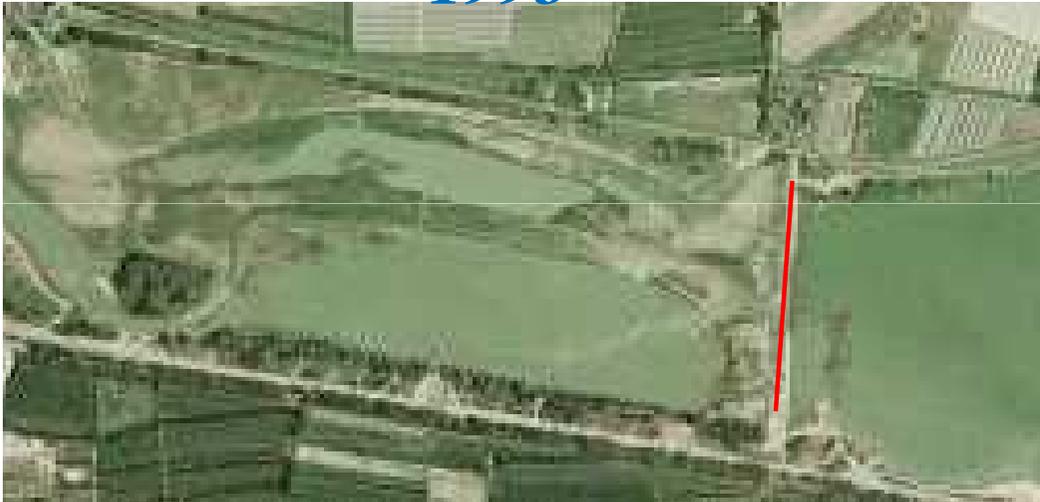
Présentation de la brèche

Contexte hydraulique et sédimentaire

Conséquences :

- ⇒ **Chenalisation du lit vif**, les îles en Durance deviennent pérennes
- ⇒ **Réduction de la capacité hydraulique** du lit : la végétation qui se développe sur les bancs/îlots devenant « résistante aux crues ».
- ⇒ les **apports de limons** sont aujourd'hui **importants** (colmatage des retenues de moyenne Durance + mesure de protection de l'étang de Berre)
- ⇒ Mesures prévues dans le **contrat de rivière** de 2008 : Passes à poissons et passes de délimonage sur les seuils

1993

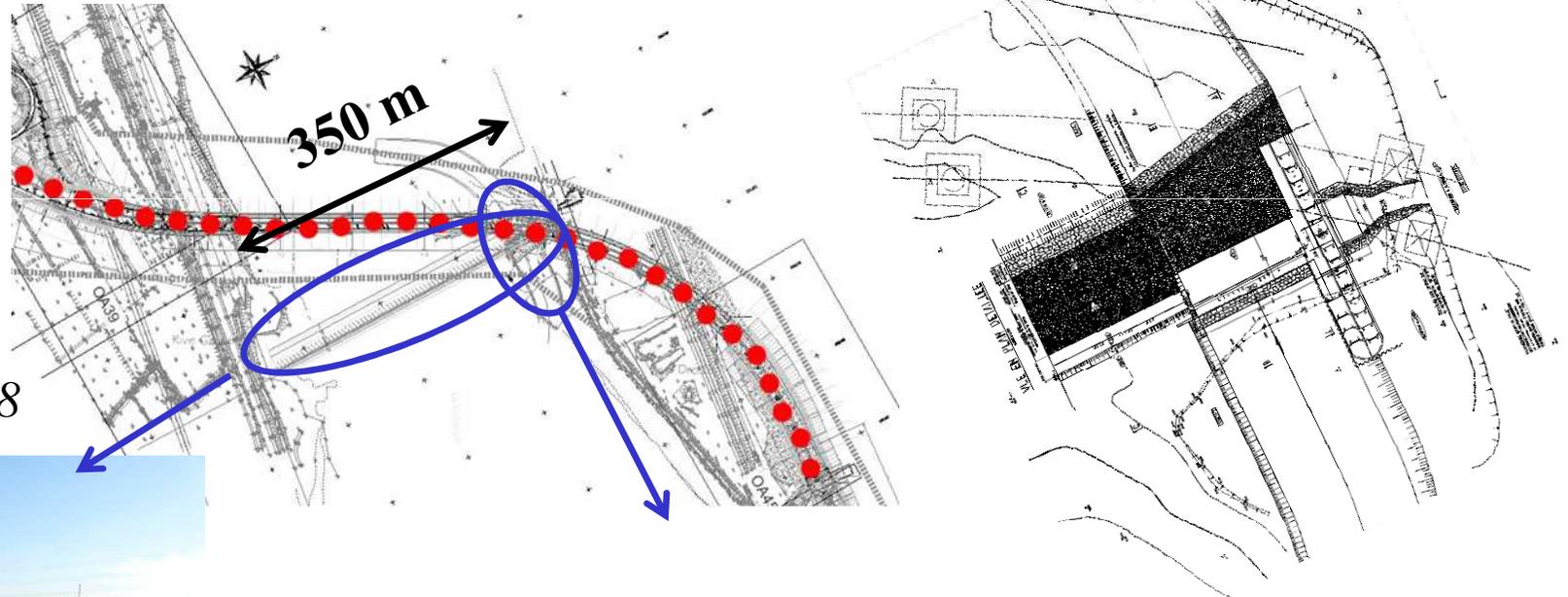


2003

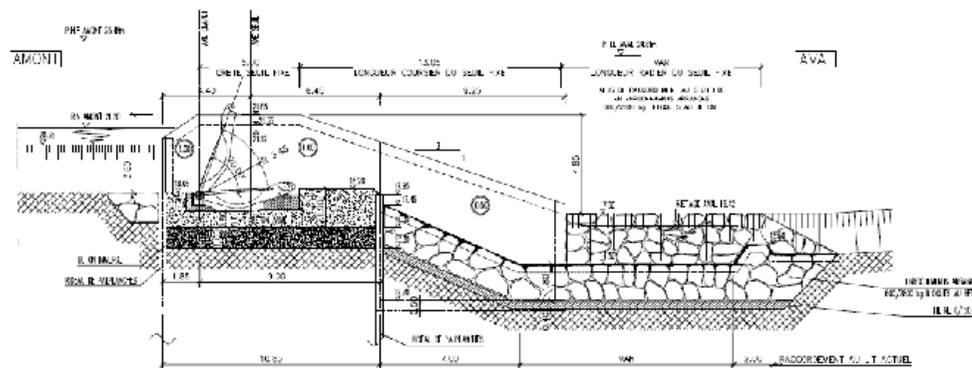


Présentation de la brèche

LIT MINEUR

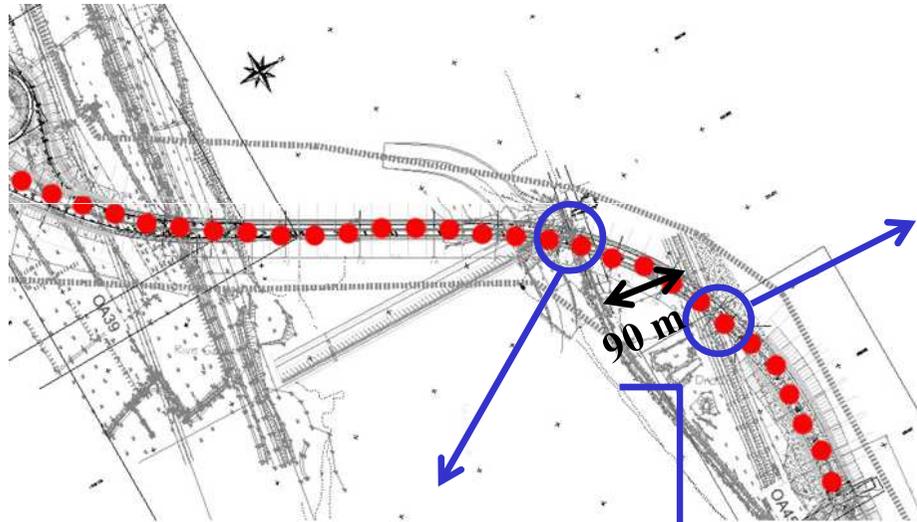


Durance et seuil 68



Présentation de la brèche

RIVE DROITE



digue chaussée

voie communale + digue

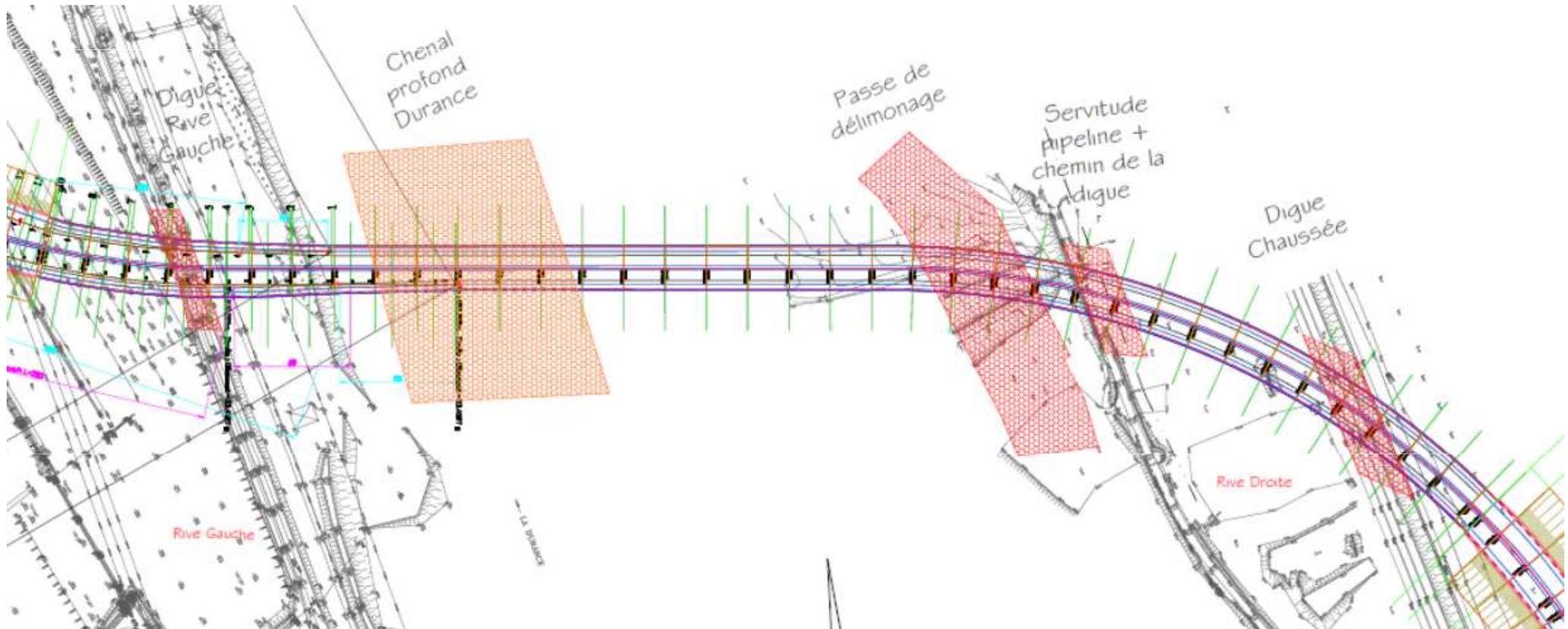


*Présence d'un oléoduc
à 7.5 m du bord de voie*

Présentation de la brèche

BILAN DES CONTRAINTES PUREMENT TECHNIQUES

- 1^{ère} réflexion pour l'implantation des appuis
- lien direct avec le type de structures envisageables



- Présentation de la brèche

- **Volet hydraulique et conception du viaduc :**

- Modèle hydraulique numérique
- Modèle hydraulique physique

Volet hydraulique et conception du viaduc

Etude en 2 phases :

Modèle Numérique :

1/ Actualisation des effets du projet sur les écoulements (Q100), par prise en compte :

- des modifications du projet survenues depuis les études APS et APSM
- des nouvelles connaissances (études SMAVD, PPRi,...)

→ Positionnement et optimisation des ouvrages hydrauliques de décharge

→ **Réalisation de l'EPOA du viaduc : solutions « hydrauliquement compatibles » + choix d'une solution préférentielle**

2/ Analyse hydraulique globale devant servir à orienter les études sur modèle physique

Modèle Physique :

1/ Définition de la cote maximale d'affouillement (en pied d'appui) afin de vérifier la stabilité du viaduc

- affouillement général
- affouillement local en pied d'appuis

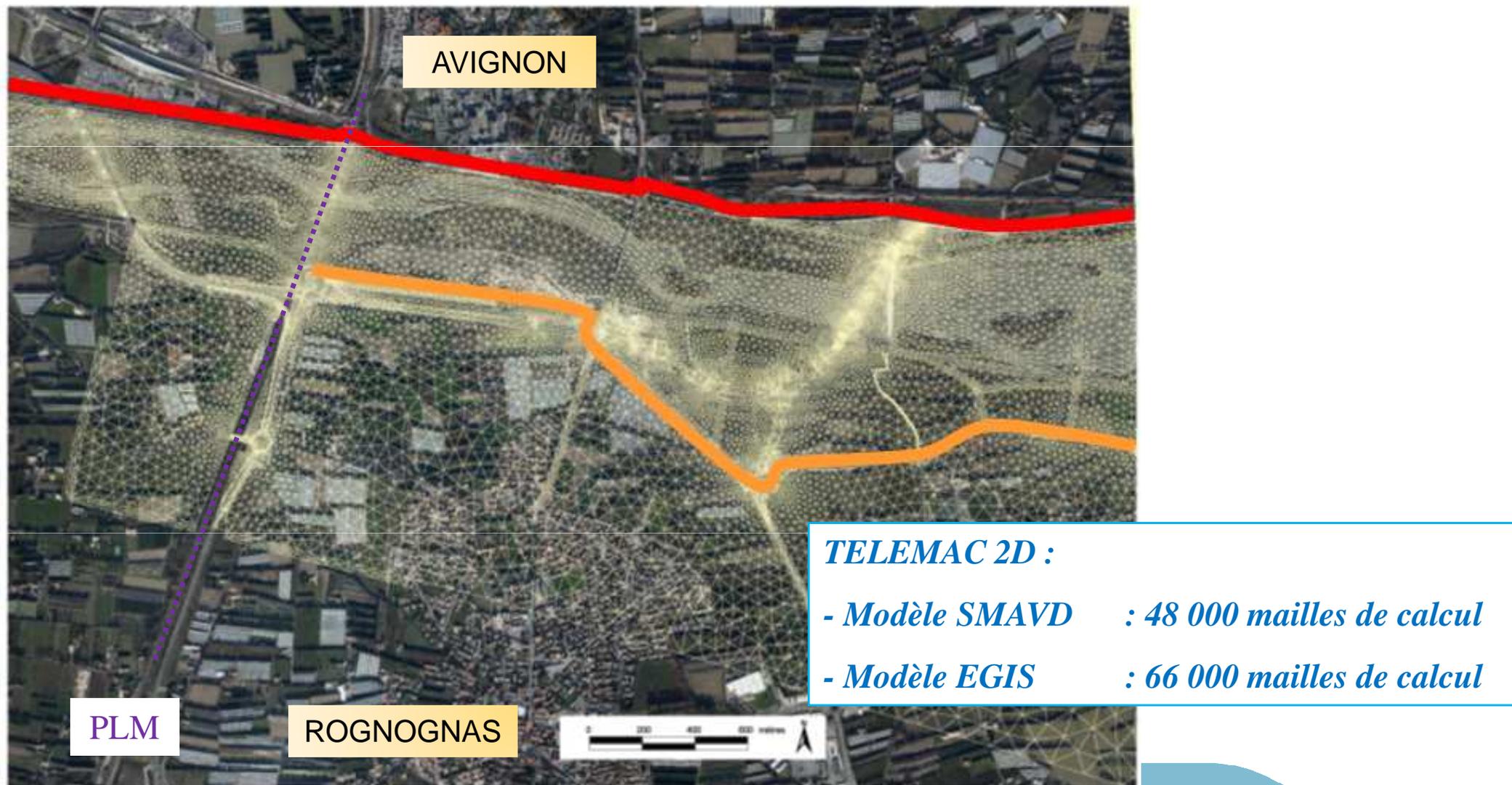
2/ Analyser l'interaction entre le **viaduc** et le **seuil 68**, afin de s'assurer de la stabilité des 2 ouvrages

→ **Réalisation de l'EPMOA du viaduc : valider la faisabilité technique de la solution préférentielle + affiner le coût de l'ouvrage**

- Présentation de la brèche
- Volet hydraulique et conception du viaduc :
 - **Modèle hydraulique numérique**
 - Modèle hydraulique physique

Volet hydraulique et conception du viaduc

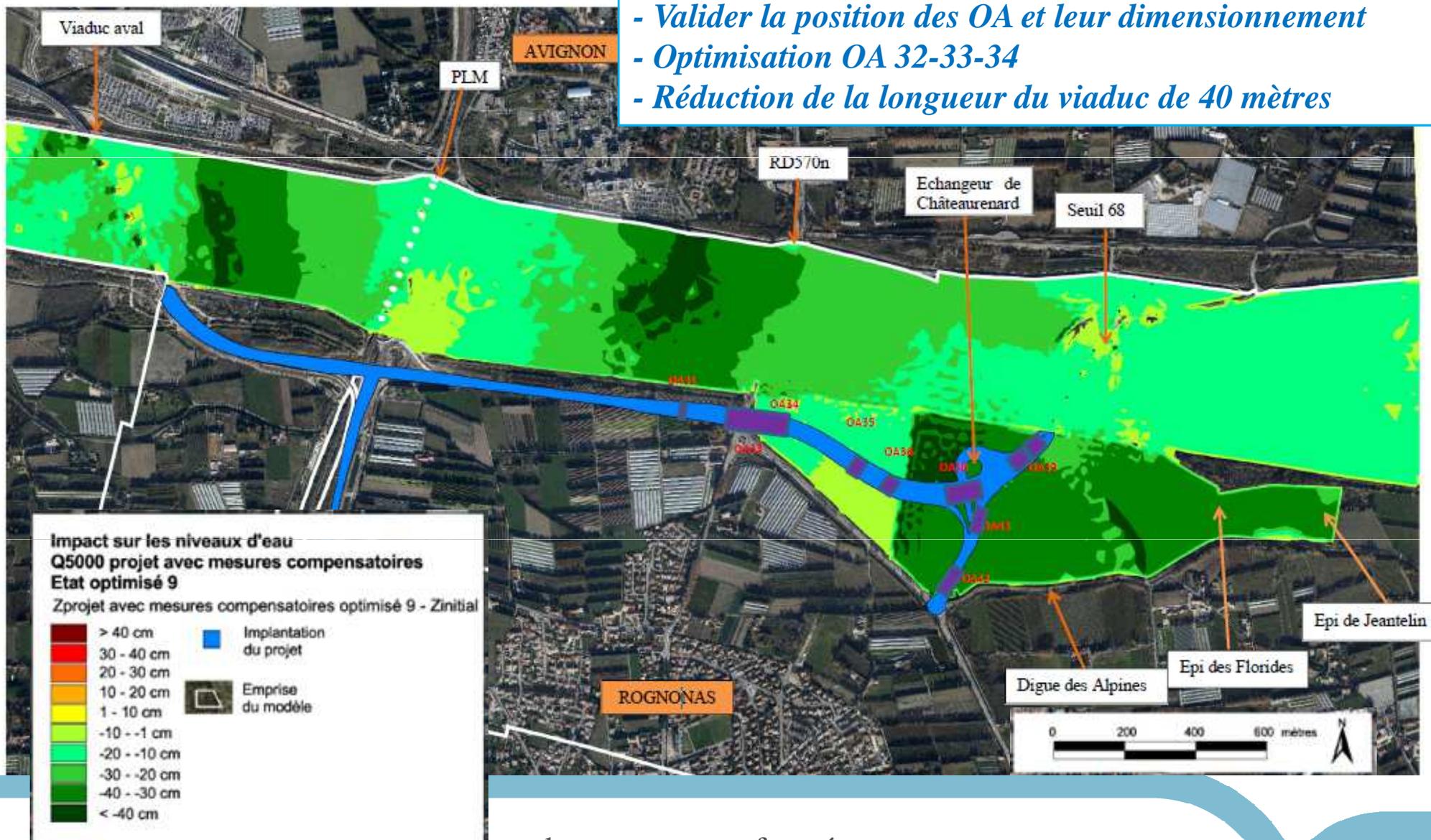
Modèle hydraulique numérique :



Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique numérique :

- Valider la position des OA et leur dimensionnement
- Optimisation OA 32-33-34
- Réduction de la longueur du viaduc de 40 mètres



Modèle hydraulique numérique :

Prise en compte dans la *conception* du Viaduc :

- Respect des niveaux d'eau de la Durance
 - *Limitation de l'épaisseur du tablier : incidence sur position et nombre des appuis*
- Transparence hydraulique
 - *Limitation du nombre d'appuis dans le lit mineur*
 - *Dimensions et nombre de fûts par piles*
 - *Position de la culée RG / digue RG*
- Modes de construction compatibles : maintien des circulations en tête de digue, niveaux des pistes de chantier,...

Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique numérique :

4 solutions proposées et comparées : **EPOA**

- 2 solutions de type bipoutre mixte

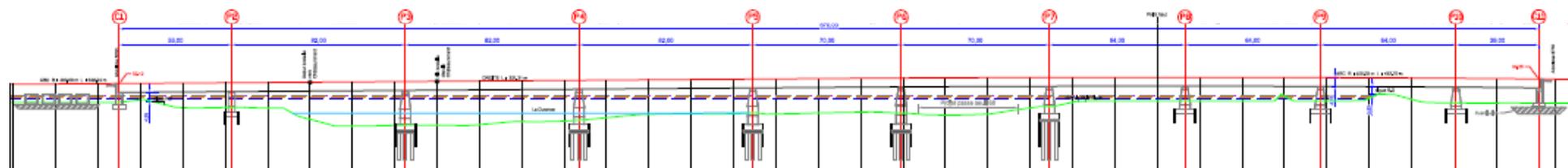
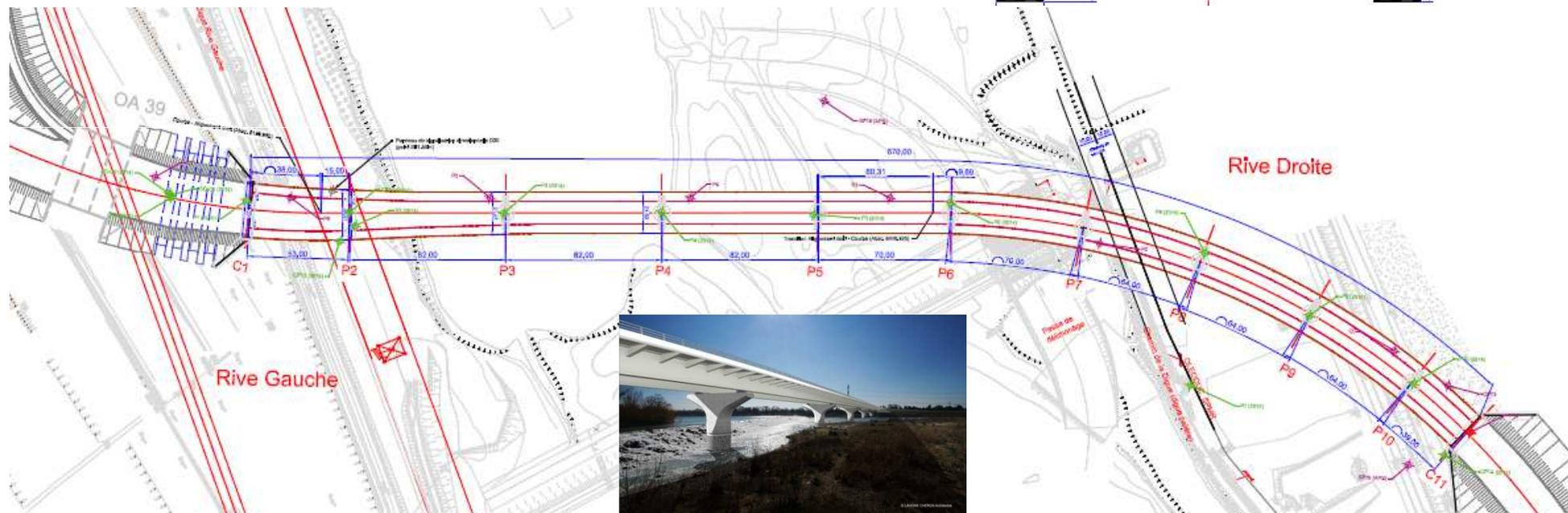
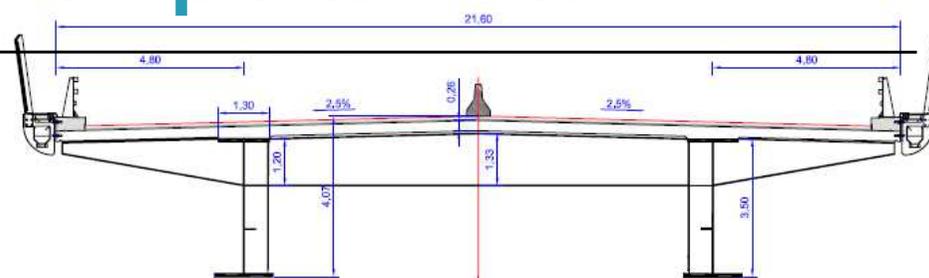


- 2 solutions en béton précontraint



Volet hydraulique et conception du viaduc

Solution proposée



- Présentation de la brèche
- Volet hydraulique et conception du viaduc :
 - Modèle hydraulique numérique
 - **Modèle hydraulique physique**

Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique physique :



Emprises :

- Longueur : 25 m
- Largeur : 14 m

Durée des essais :

- **2 heures** au débit choisi *représentant en réalité 14 heures de crues*

Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique physique :

Le tableau suivant donne une synthèse des résultats pour l'affouillement principal observé.

| Essai | Situation | Cote minimale atteinte | Localisation de la cote minimale atteinte | Plan associé |
|---------------------|---|------------------------------|---|-----------------|
| E01d (09/04) | Q1000 état de référence | <u>9,37 mNGF</u> | fosse aval seuil RD | I00709001PL101B |
| E02d (07/04) | Q100 état de référence | 10,08 mNGF | fosse aval seuil RD | I00709001PL100B |
| E03d (14/04) | Qmd état de référence | 14,73 mNGF | aval seuil équivalent RD, centre, RG | I00709001PL103B |
| E22d (16/04) | Q100 état de référence sans enrochements libres | 9,60 mNGF (déhaus. seuil) | fosse aval seuil RG (déhaus. fosse RD et RG) | I00709001PL104B |
| E33d (22/04) | Qmd projet sans ouv. ann. | 14,27 mNGF | amont pile P6 | I00709001PL105B |
| E41d (24/04) | Q1000 projet sans ouv. ann. atterrissement réduit | 11,10 mNGF | aval pile P6 | I00709001PL106B |
| E51d (30/04) | Q1000 projet atterrissement réduit | 10,02 mNGF | axe passe | I00709001PL108B |
| E53d (29/04) | Qmd projet atterrissement réduit | 10,60 mNGF | axe passe | I00709001PL107B |
| E11d (07/05) | Q1000 projet | 10,10 mNGF | amont pile P6 | I00709001PL109B |
| E11d-bis (26/06) | Q1000 projet répétabilité | 10,00 mNGF | amont pile P6 | I00709001PL112B |
| E13d (19/05) | Qmd projet | 12,40 mNGF | axe passe | I00709001PL110B |
| E61d (17/06) | Q1000 projet fond aval initial non plat | 10,05 mNGF | amont pile P6 | I00709001PL111A |
| E71d-2 (21/07) | Q1000 projet influence batard. 13,0 mNGF | 10,45 mNGF | amont pile P6 | I00709001PL114B |
| E101d (27/10) | Q1000 projet avec protection situation projet cible | 12,27 mNGF (12,55 mNGF) | fosse aval seuil RG (gauche de pile P6) | I00709001PL115A |
| E81d (14/11) | Q1000 projet avec protection sans ouv. ann. | 11,86 mNGF (12,37 mNGF) | fosse aval seuil RG (gauche de pile P6) | I00709001PL116B |
| E91d-1 (08/12) | Q1000 projet avec protection brèche du seuil Lini = 40 m | 12,28 mNGF (12,81 mNGF) | fosse aval seuil RG (axe brèche, aval pile P6) | I00709001PL117B |

*Cote des fonds considérés
comme plats : 16.7 NGF*

Volet hydraulique et conception du viaduc

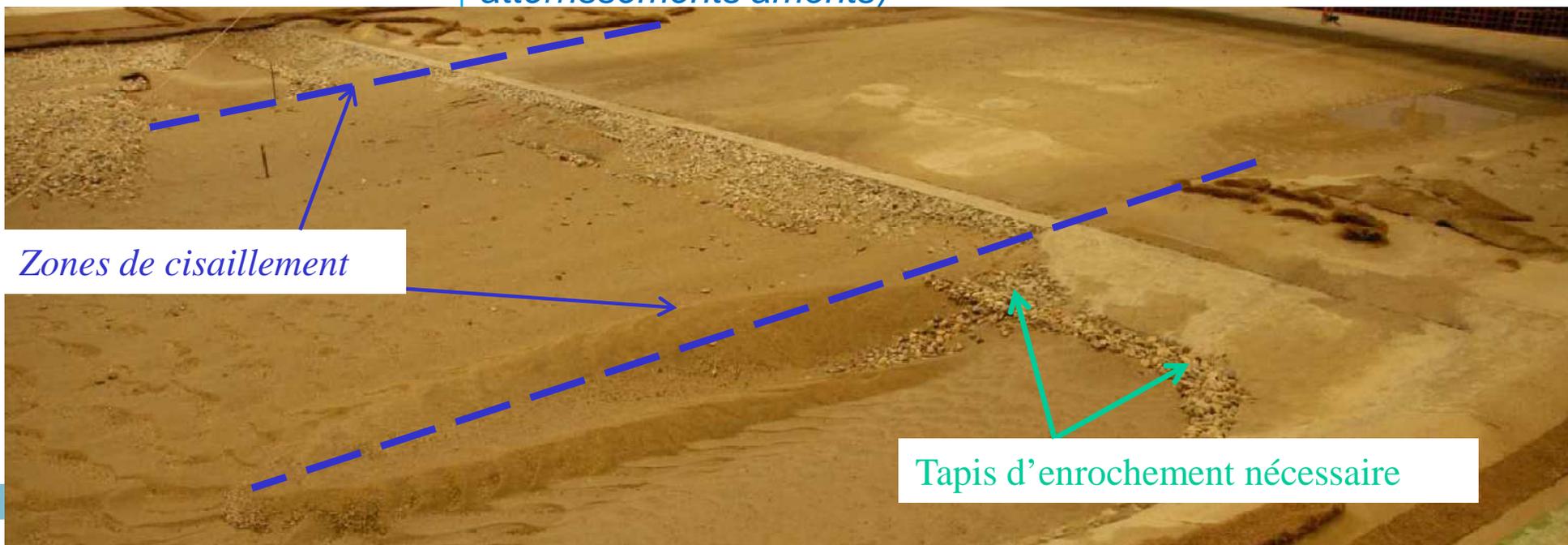
Modèle hydraulique physique :

Etat initial

Comparaison / calage sur les résultats du modèle numérique

Analyse du transport solide :

- ⇒ *Pas d'affouillement général en aval du seuil*
- ⇒ *Seuil 68 déchaussé en cas de crue importante*
 - ⇒ *Tapis d'enrochement à intégrer (non visible sur le terrain)*
- ⇒ *2 fosses d'érosion sont observées en aval du seuil 68 (RD /RG) avec dépôts des matériaux à leur pourtour (dépendant des atterrissements amonts)*



Volet hydraulique et conception du viaduc

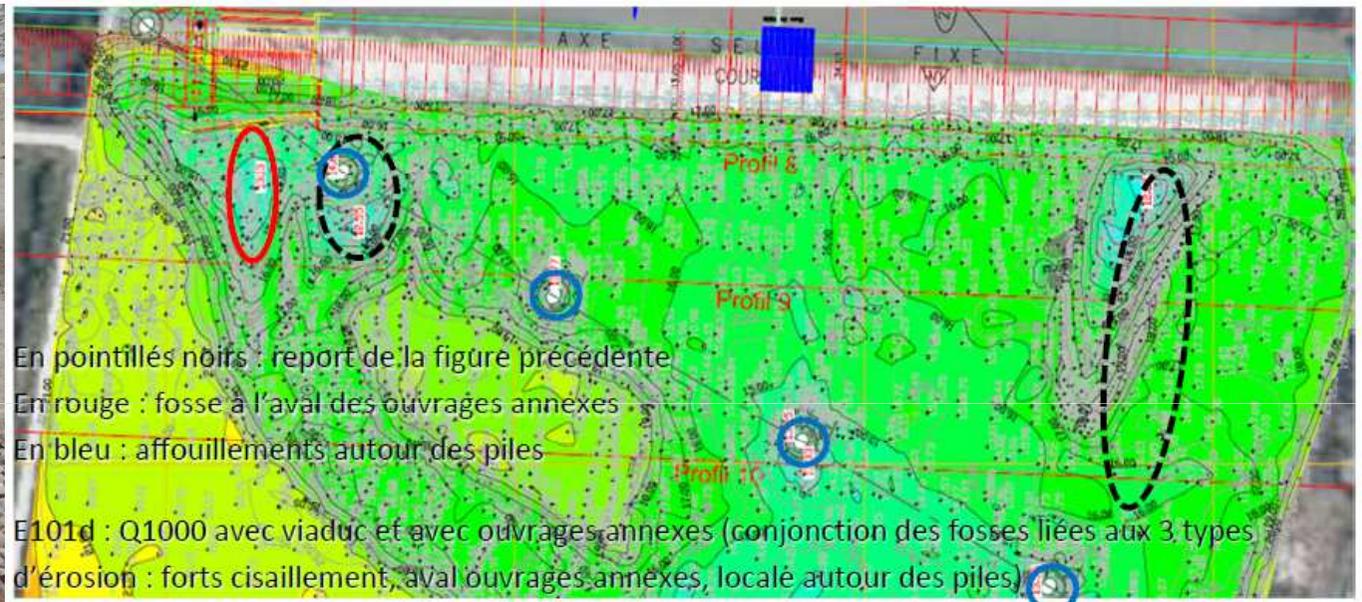
Modèle hydraulique physique :

Etat projet

Analyse des affouillements locaux :

⇒ *Affouillement dû au seuil est prédominant*

⇒ *La pile P6 la plus exposée aux risques d'affouillements*



En pointillés noirs : report de la figure précédente

En rouge : fosse à l'aval des ouvrages annexes

En bleu : affouillements autour des piles

E101d : Q1000 avec viaduc et avec ouvrages annexes (conjonction des fosses liées aux 3 types d'érosion : forts cisaillement, aval ouvrages annexes, locale autour des piles)

Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique physique :

Etat projet

Dimensionnement
des appuis et
protections



Profondeur maximale d'affouillement à considérer :

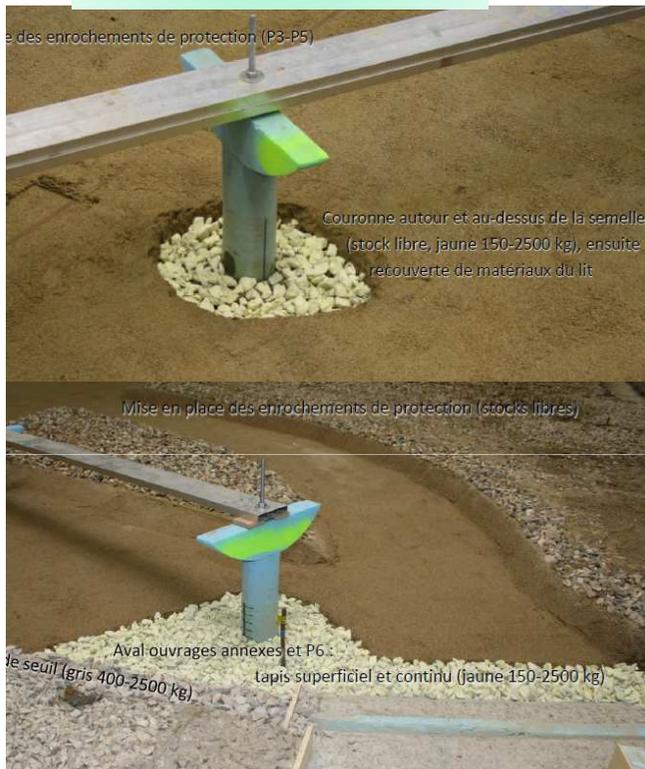
- ⇒ *Affouillement observé dans les fosses en EI pour Q1000*
- ⇒ *A appliquer à tous les appuis*

Tapis d'enrochement proposés :

- ⇒ *Sur piles, ouvrages annexes et seuil 68*
- ⇒ *dimensions idem viaduc aval*
- ⇒ *Protections opérantes même sans les ouvrages annexes ou en cas de brèche dans le seuil 68*

Recommandations :

- ⇒ *Suivi régulier et après crues, de la position des atterrissements amont*
- ⇒ *Suivi après crues, de la position et état des fosses d'affouillements*
- ⇒ *Suivi après crues, de l'état des protections*

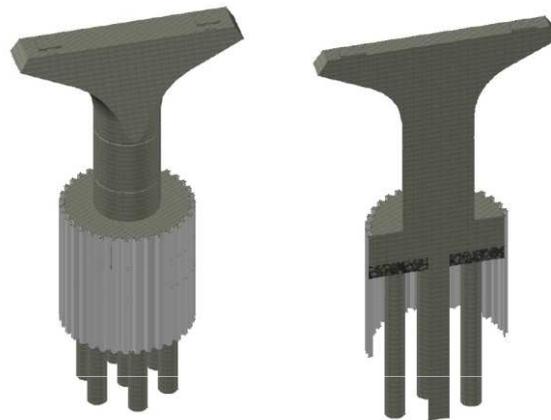


Volet hydraulique et conception du viaduc

Modèle hydraulique physique :

Approfondissement technique et financier de la solution préférentielle :

- Mode de fondation et niveau de fondation
- Méthodologie de construction (tablier et appuis)



→ Etude Préalable Modificative d'Ouvrage d'Art



Merci de votre attention

Arnold BALLIERE

Cerema – Direction territoriale Méditerranée

Division Ouvrages d'Art

© LAVIGNE CHERON Architectes