

IMGC

ADAPTATION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE AUX NOUVELLES CONDITIONS DE SERVICE

Journée Technique
Vendredi 21 septembre 2017
à l'Amphithéâtre AUGUSTE BRULÉ

Le calcul des ponts en maçonnerie
Exemple du pont de Pinsaguel

Thomas Stablon - thomas.stablon@arcadis.com



1 Présentation de l'ouvrage

Franchissement de la Garonne par RD820X (ex. RN20)

1826 : Construction avec 9 arches en maçonnerie de brique de 15.6 m

1838 : Reconstruction des 3 arches rive gauche (crue 1835)

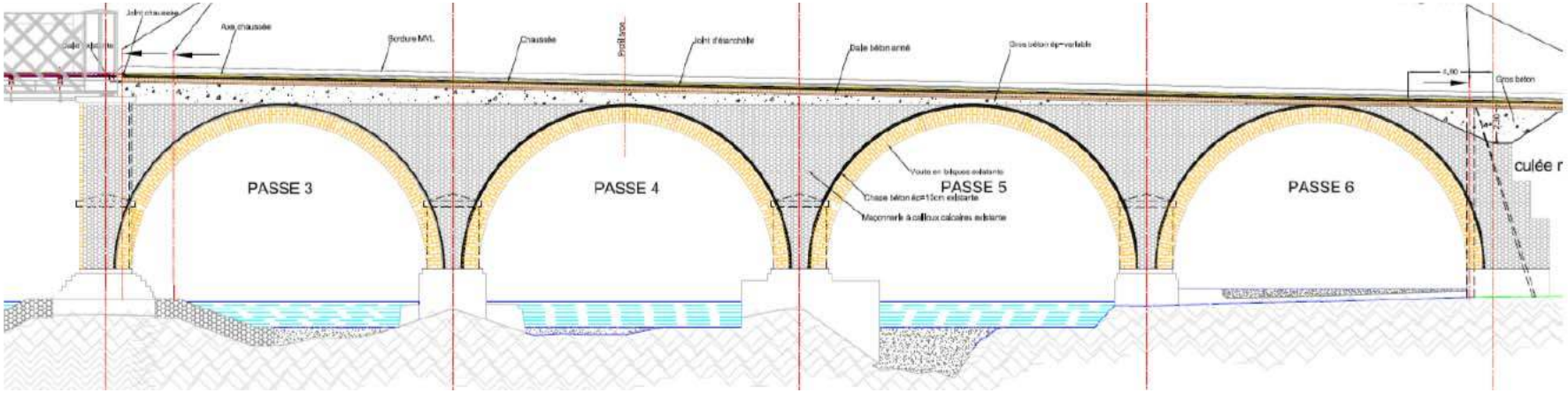
1875 : Tablier métallique en poutres latérales à treillis (2 travées de 46,15 m) en remplacement des 5 arches rive gauche (crue)

1962 : Voûtains en brique remplacés par dalle béton armé.

Chaussée de 6 m bordée de 2 trottoirs de 0,7 m

1 Présentation de l'ouvrage





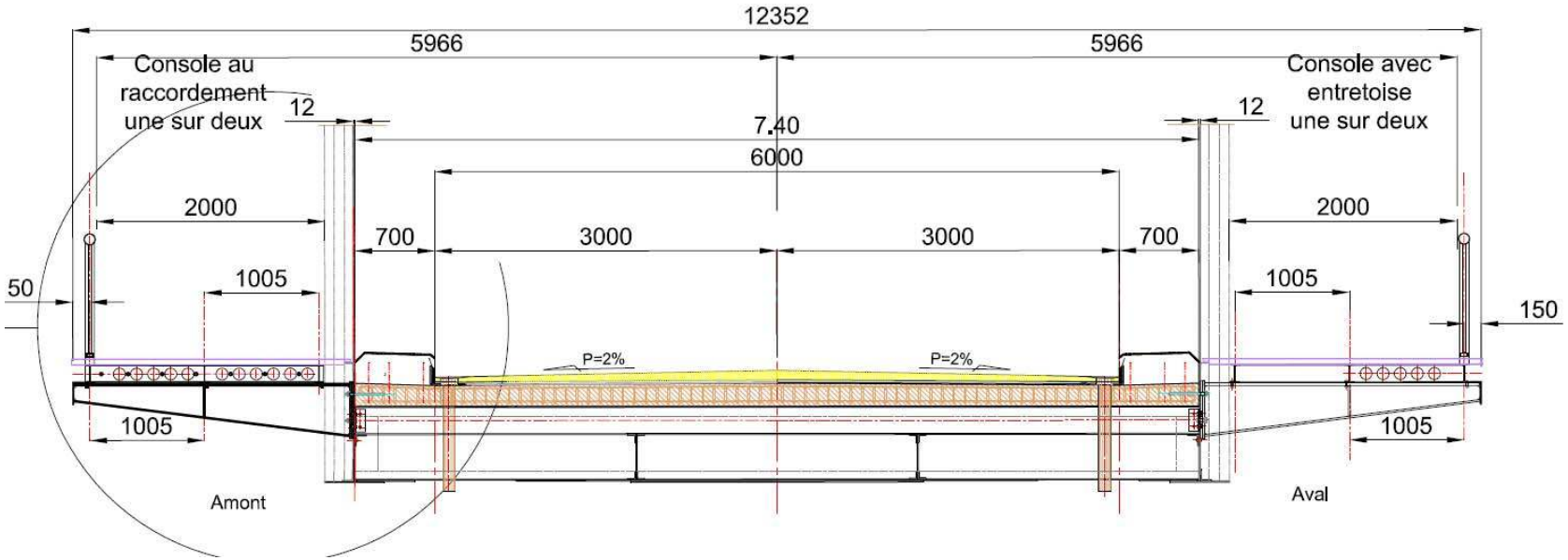
2 Présentation des travaux

- Maître d'ouvrage : Conseil Départemental 31
- Maître d'œuvre : CD 31 DVI - Service des OA

- EIFFAGE GC (Mandataire), BATTAGLINO, ARCADIS
- Montant des travaux : 2 m€ HT
- Exécution : mai 2015 - mars 2016

2 Présentation des travaux

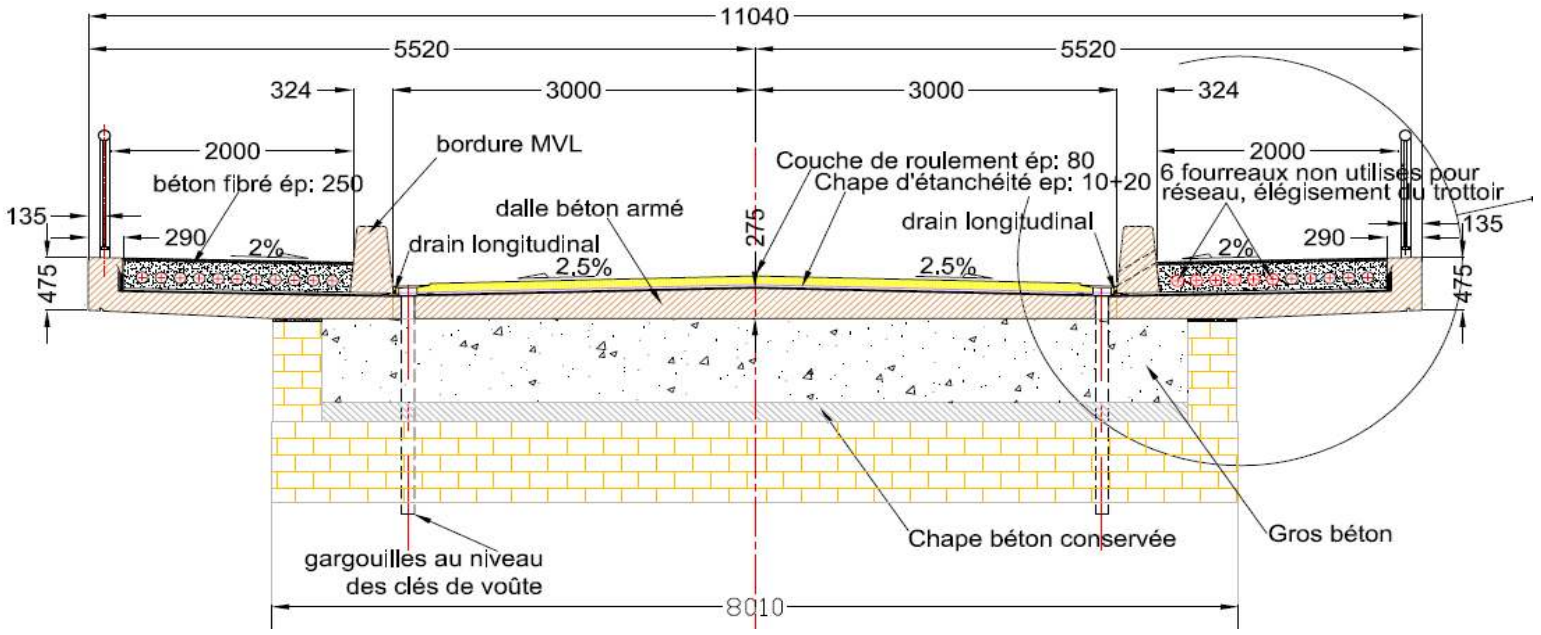
- **Travaux prévus : Ajout de 2 trottoirs de 2 m + réparations et remise en peinture**



Ouvrage métallique

2 Présentation des travaux

- **Travaux prévus : Ajout de 2 trottoirs de 2 m + réparations et remise en peinture**



Ouvrage maçonnerie

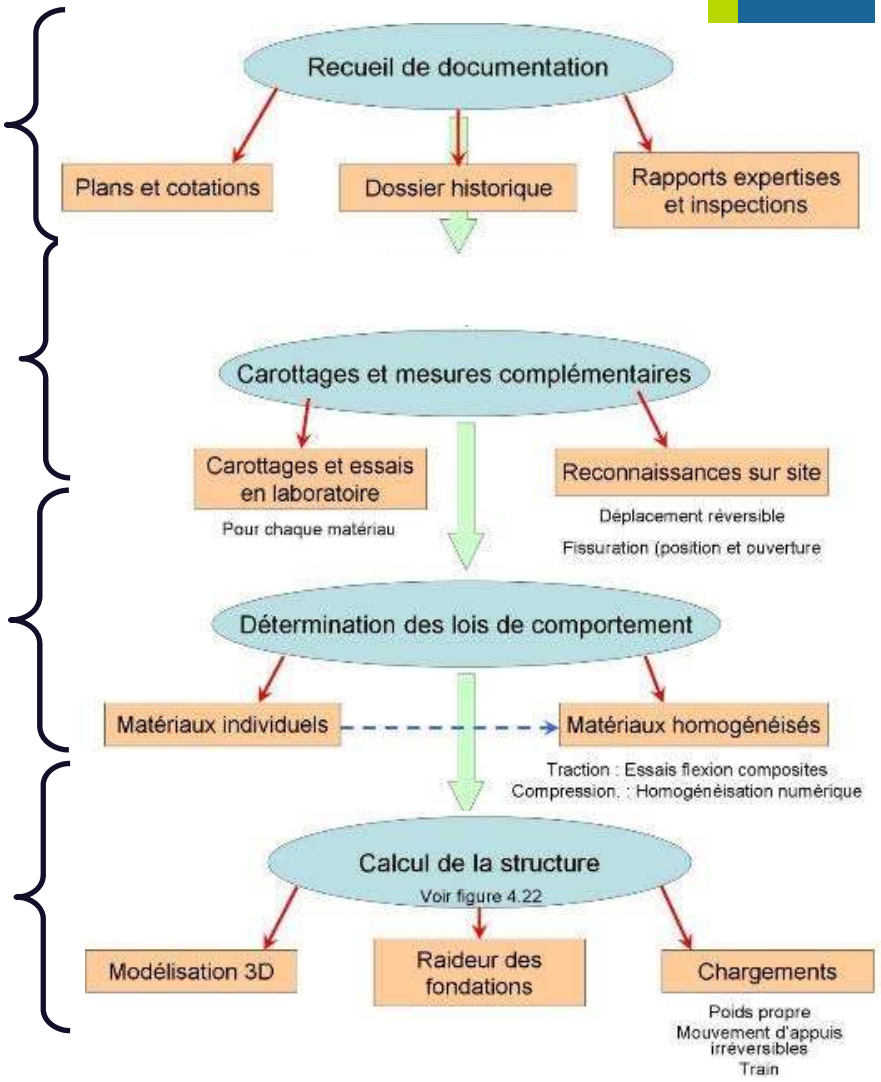
3 Recalcul des structures

Données historiques

Prélèvements et mesures sur site

Détermination des lois de comportement

Calcul de la structure



3 Recalcul des structures



Méthode avec peu d'entrants
Détermination de la capacité portante

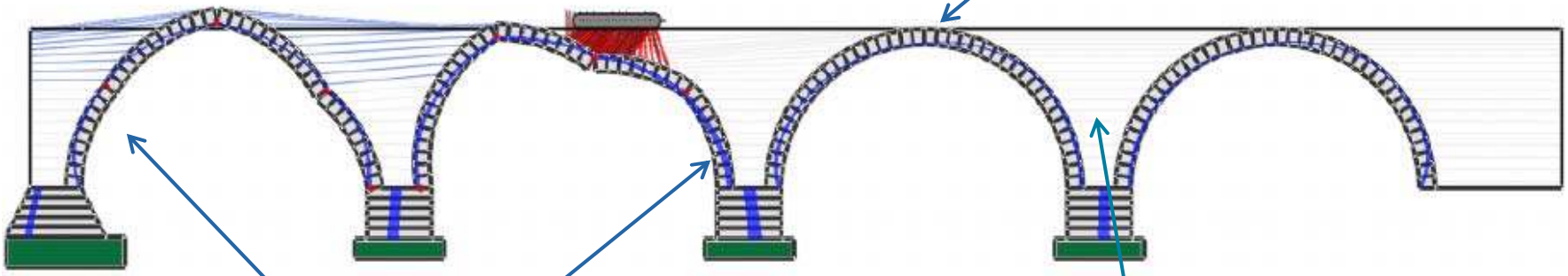
3.1 Modélisation des appuis

Côté OA métal : culée non stabilisée par remblai -> culée décrite explicitement (hauteur, largeur, discrétisation) -> mode de rupture « numérique » possible par instabilité de culée

Côté Pinsaguel : culée appuyée sur remblai -> modélisée par appui en butée sur remblai

Aucun tassement d'appui signalé -> Appuis sur sol rigide

3.2 Modélisation de la structure



Maçonnerie en bon état
Densité : 21 kN/m^3

REVET. DE SURFACE
Densité 18 kN/m^3
Diffusion : 26°

Voûte : Epaisseur = 0.85 m

Discrétisation : 40 blocs

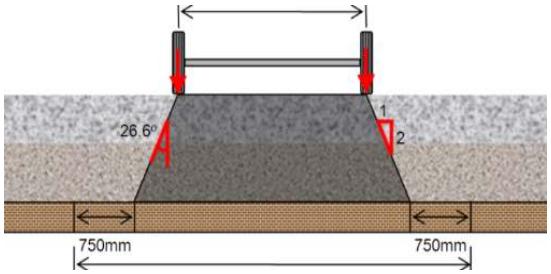
Résist. comp. de la maçonnerie : 7 MPa

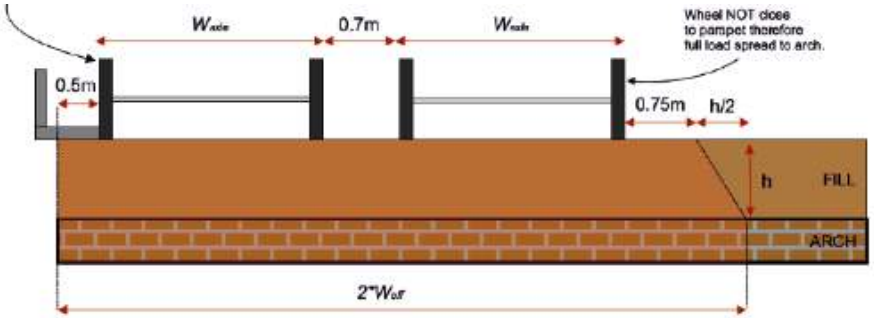
Remplissage :
Densité 18 kN/m^3
Pas de cohésion
Angle de frott. interne : 30°

3.3 Chargement

Surcharges civiles -> Fascicule

Surcharges spécifiques de travaux





$$W_{eff} = [0.5 + W_{axle} + 0.7 + W_{axle} + 0.75 + h/2] / 2$$







3.4 Phasage des travaux

1 phase transitoire prévue
(grue ou pelle sur OA décaissé)

16 phases transitoires étudiées

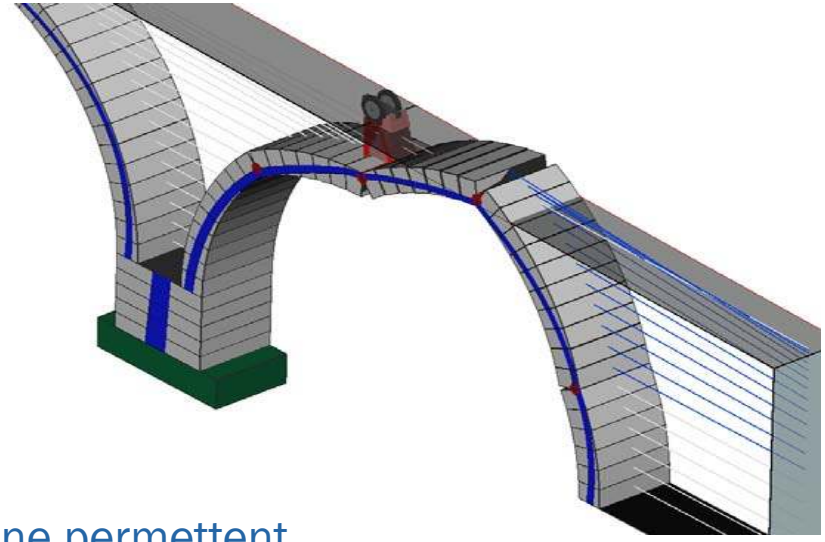
Modification *in fine* :

- Matériel (pelle, grue, plaque de répartition,…),
- Géométrie (adaptation béton)
- Phasage (rechargement prioritaire des zones les plus déchargées, définition des zones à risque,…)

Phase 1	Camion nacelle	Dépose réseau aval/Pose consoles équipées de garde-corps au niveau polystyrène – 10cm
Phase 2	Pelle 20t + camion 6x4	Dépose couronnement et démontage des trottoirs depuis OA métallique vers culée
Phase 3.1	Raboteuse 18t + camion 6x4	Rabotage OA métallique + OA maçonné
Phase 3.2	Pelle 20t + camion 6x4	Terrassement de la purge jusqu'au niveau des voûtes depuis OA métallique vers culée
Phase 4	camion 3.5t	Sciage parapet niveau dessous polystyrène horizontalement (+ verticalement pour faciliter le chargement)
Phase 5.1	Toupie sur OA métallique	Remplissage GB sur 100 cm sur passe 3 jusqu' 40 cm passe 4
Phase 5.2	Pompe 35m + tuyau sur culée	Remplissage GB sur 40cm depuis passe 4 et l'axe de la passe 5 puis Remplissage GB hauteur fini de l'axe passe 5 vers culée
Phase 5.3	Pompe 35m + tuyau sur pile 5/4	Remplissage GB hauteur fini sur passe 3 et passe axe passe 4
Phase 5.4	Toupie en direct sur OA	Remplissage GB hauteur fini sur axe passe 4 et axe passe 5
Phase 6	Pelle 20t + camion 6x4	Démolition + évacuation des parapets
Phase 7	Camion 6x4	Mise en œuvre du sable
Phase 8.1	Grue 90t + semi sur culée	Mise en œuvre des dalles côté culée
Phase 8.2	Grue 90t + semi sur OA coté métal	Mise en œuvre du solde des dalles
Phase 9	Toupie en direct	Ferraillage et clavage des dalles à l'avancement pendant cette phase la 90t est encore sur l'ouvrage
Phase 8.2	Grue 90t + semi sur OA coté métal	Mise en œuvre du solde des dalles
Phase 9	Toupie en direct	Ferraillage et clavage des dalles à l'avancement pendant cette phase la 90t est encore sur l'ouvrage

4 Étude de la structure

Arches en brique, très peu remblayées et à décaisser

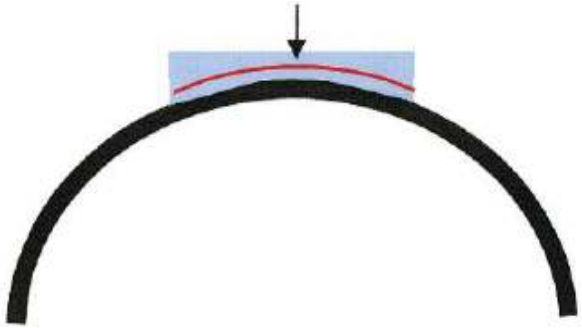


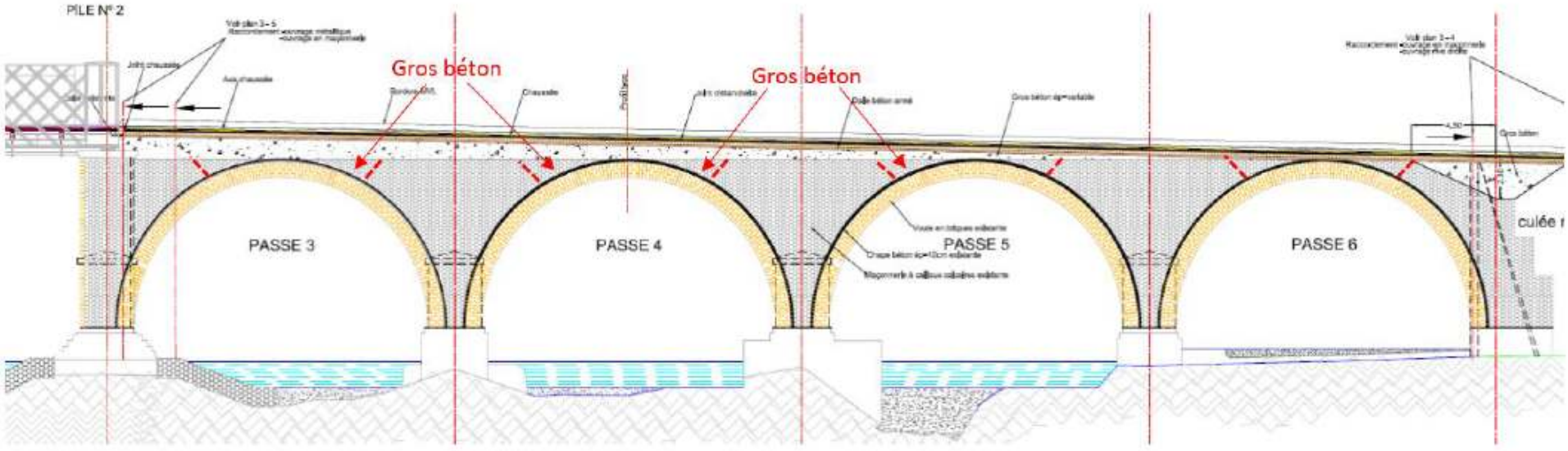
Calculs habituels des phases transitoires ne permettent pas de vérifier l'ouvrage.

Besoin d'affiner très précisément toutes les phases travaux, et adaptation des méthodes pour limiter au maximum l'impact des phases provisoires sur l'ouvrage.

4 Étude de la structure

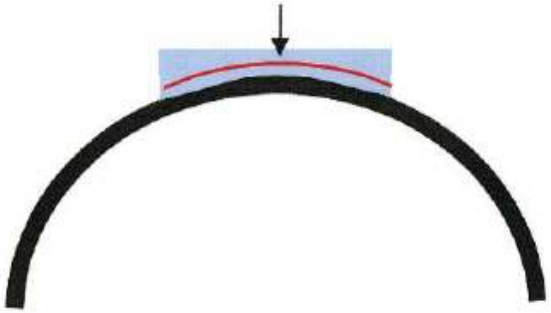
Ajout d'un béton épousant la voute sur une longueur de 5 m au droit de la clé pour répartir les efforts

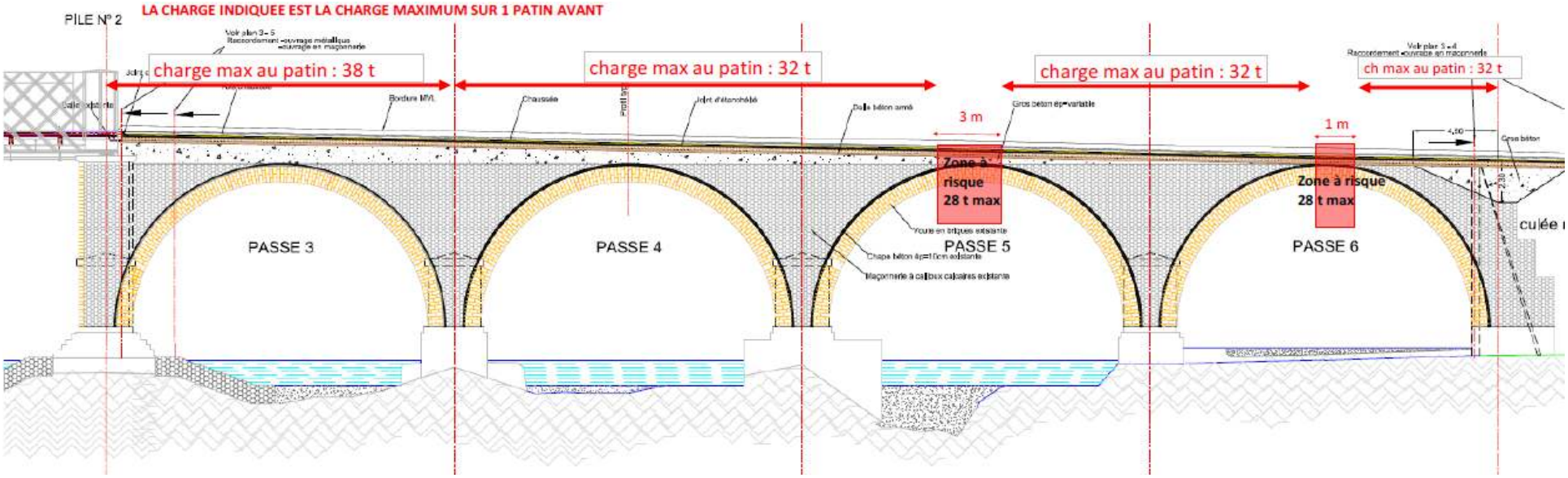




4 Étude de la structure

Ajout d'un béton épousant la voute sur une longueur de 5 m au droit de la clé pour répartir les efforts

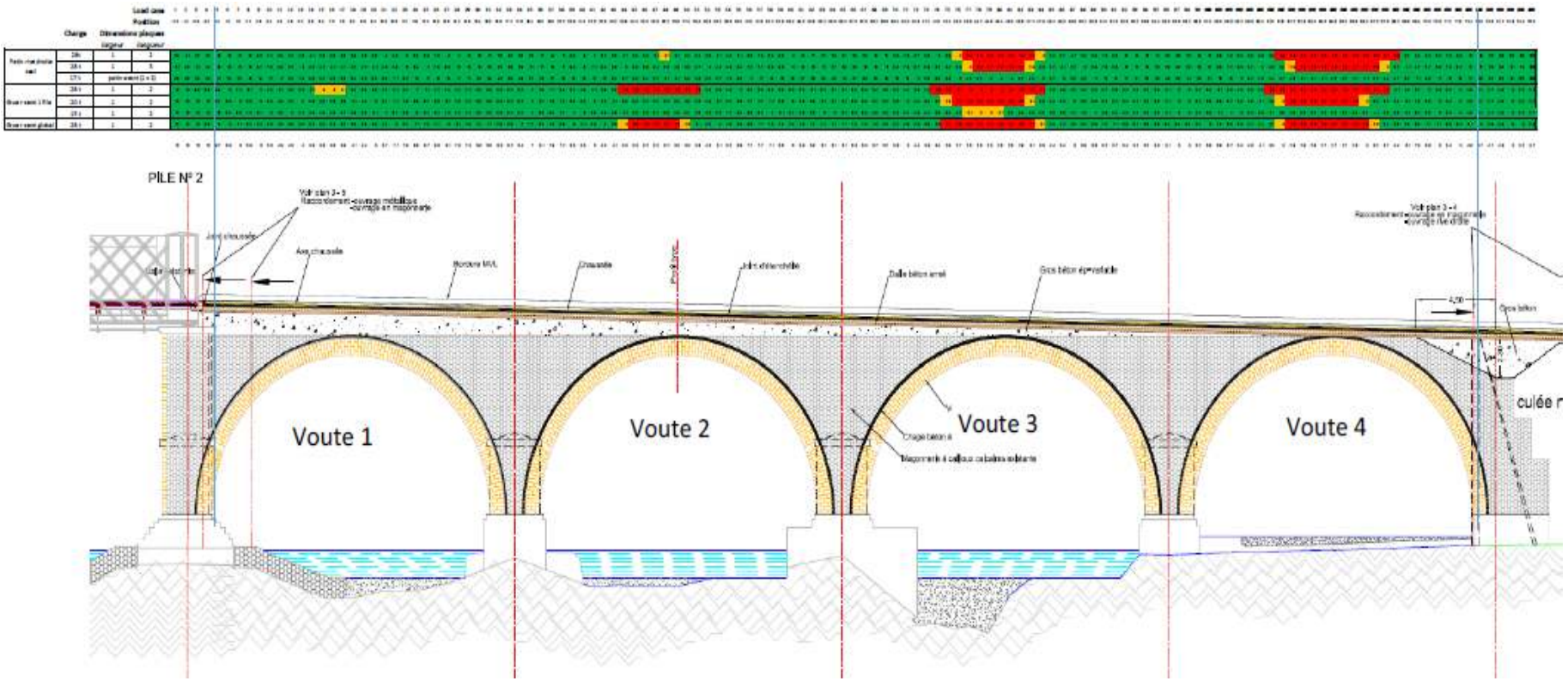




4 Étude de la structure

Analyse de l’ensemble des phases travaux

Détermination des zones « interdites » par type d’engin



5 Quelques illustrations









5 Quelques illustrations







6 Bilan

Aléas sur l'existant:

- Prévus : problèmes sur la structure métallique
- Imprévus : problèmes sur la structure maçonnée (réputée robuste)

Vide réglementaire

Risque d'être trop sécuritaire ou pas assez…

Le décaissement d'un ouvrage maçonnerie n'est pas une opération anodine et peut entrainer une instabilité non prévisible.



Analyse de l'ensemble des phases travaux

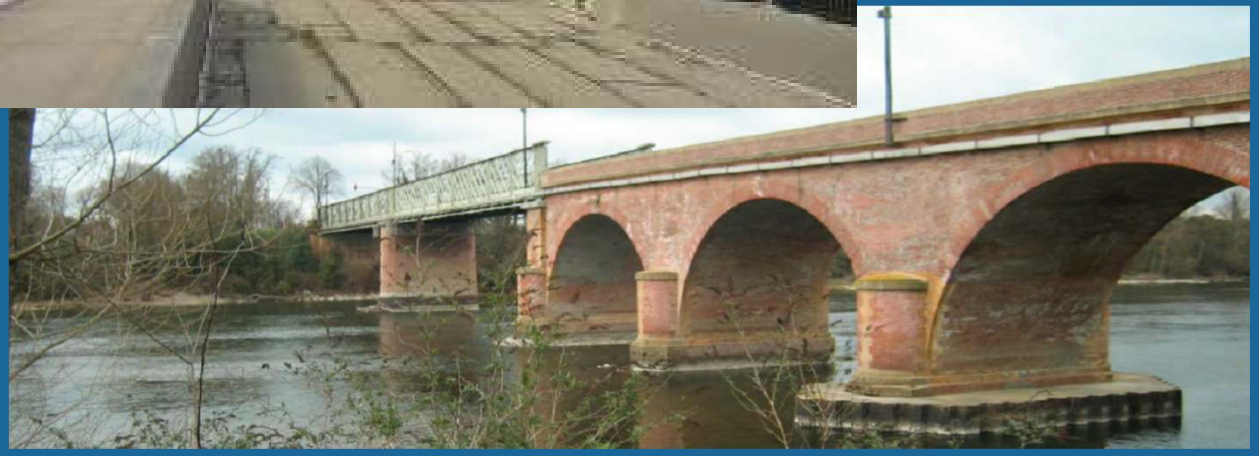
Détermination des zones « interdites » par type d'engin

Méthodes adaptées pour éviter au max les déplacements d'engins et les sollicitations sur les voutes décaissées

(zones interdites par type d'engin, réduction des charges, véhicule seul et au pas, stationnement des engins hors ouvrages)

Le calcul des ponts en maçonnerie
Exemple du pont de Pinsaguel







Thomas Stablon - thomas.stablon@arcadis.com