



Cerema



Le viaduc de Martigues

Un ouvrage progressivement remis
« à neuf »

Nathalie Cordier (chef du service Ouvrages d'Art et Bâtiment)

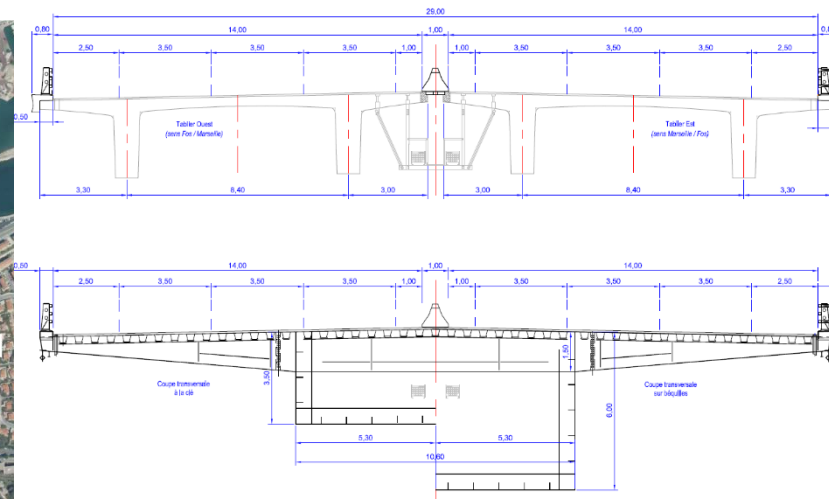
Jean-Christophe Carlès (chef de la Division Ouvrages d'Art)

Cerema Méditerranée

20 septembre 2018 – Portes ouvertes du Cerema Méditerranée

Un ouvrage majeur mais vieillissant

- Un ouvrage majeur mais vieillissant et (lourdement) pathologique
- Un axe stratégique: Autoroute 55 – 2x3 voies de circulation - Plus de 80 000 véhicules/jour
- Pas d'itinéraire de déviation – coupure totale de la circulation quasi impossible

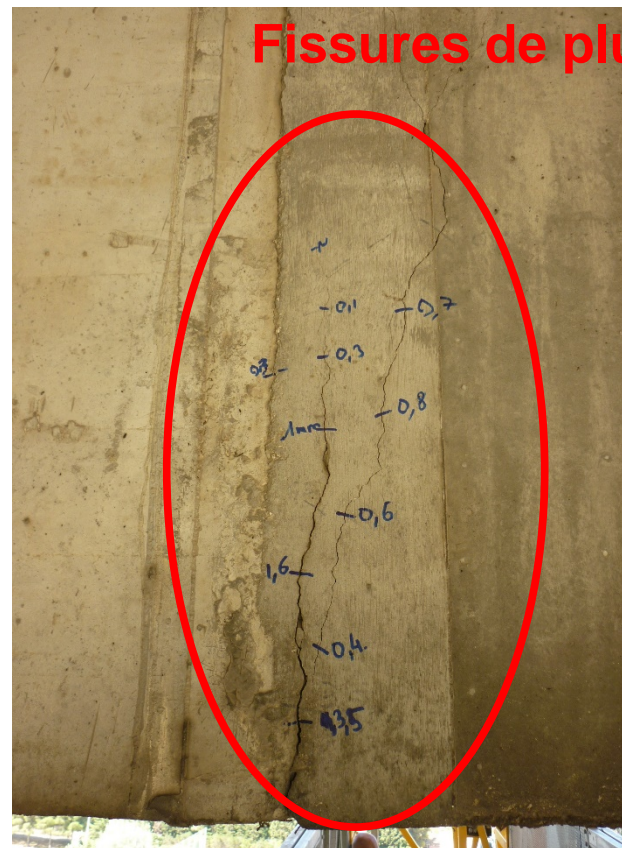


Des désordres répertoriés

Inspection visuelle et cartographie

des désordres

Fissures de plusieurs millimètres



Un ouvrage sous surveillance

Surveillance des tabliers Ouest à 2 X 2 voies pendant les travaux des tabliers Est pendant 1 an ^{1/2}

Objectifs :

- Mesurer en temps réel le battement des fissures (sous les effets du trafic et les effets thermiques)
- Analyser et comparer les mesures à des seuils
- Détecter une anomalie
- Alerter le Maître d'ouvrage



Un système de surveillance sur mesure

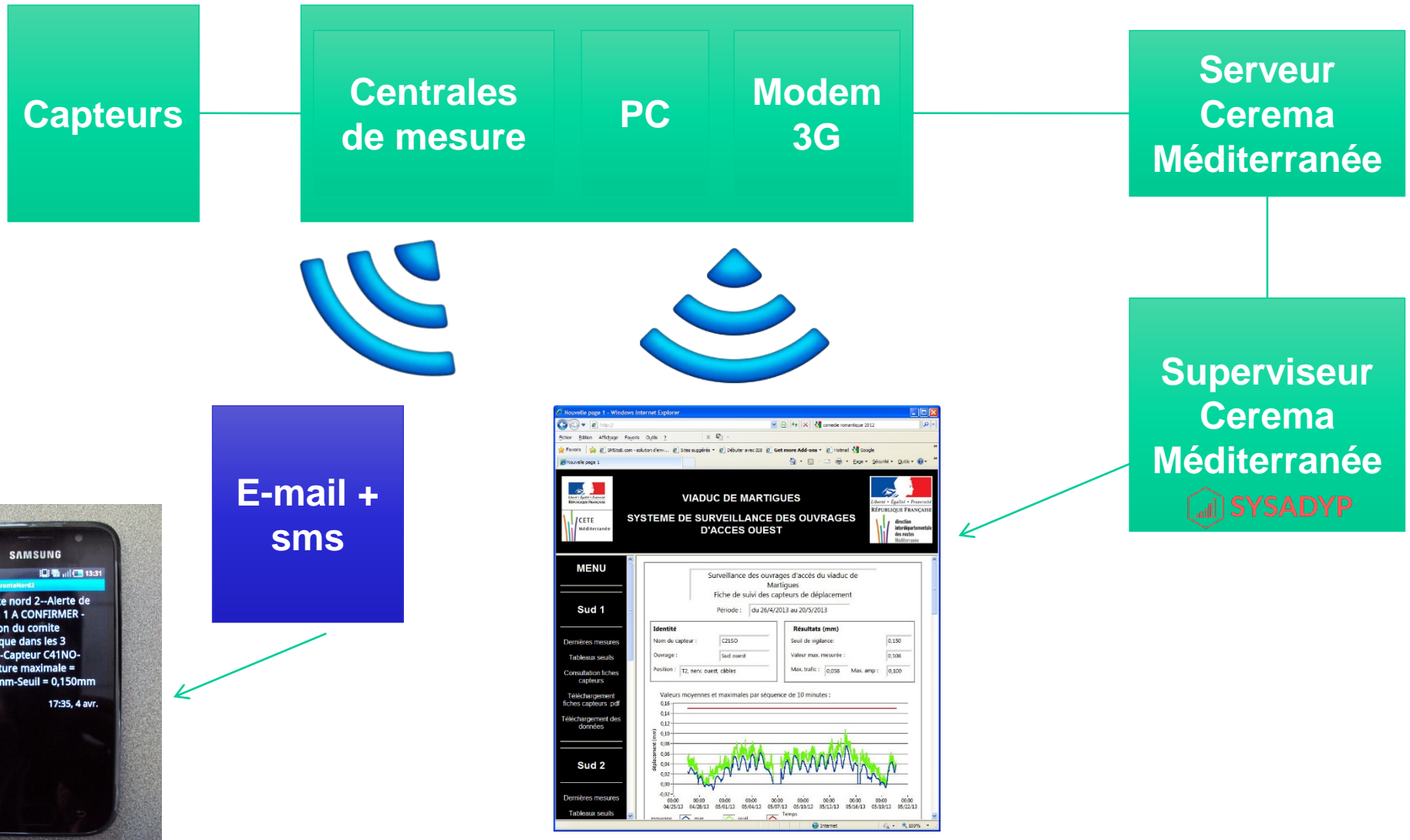
➤ **Systeme développé par le Cerema Méditerranée**

➤ **Quelques chiffres :**

- 75 capteurs de déplacement
- 12 km de câbles
- 5 ordinateurs fonctionnant 24h/24 et 7jours/7
- près de 20 000 mesures traitées toutes les 10 min
- 300 graphiques actualisés en temps réel



Un système de surveillance sur mesure



Une réparation optimisée

Le besoin: réparer l'ouvrage, mais... :

- Sans gêner l'utilisateur (ou le moins possible...)
- A quel prix? – Est-ce seulement faisable?
- Pour quel niveau de service?

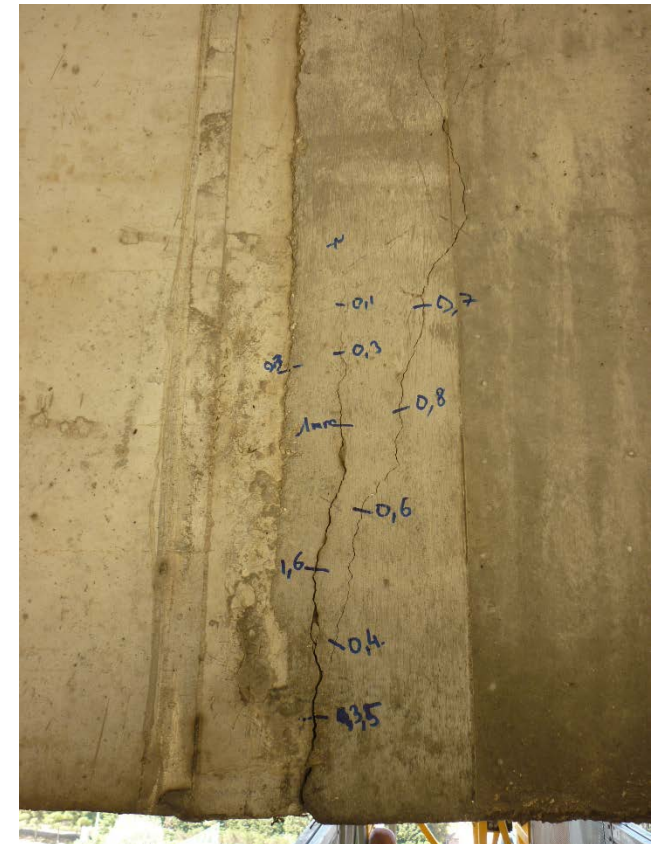
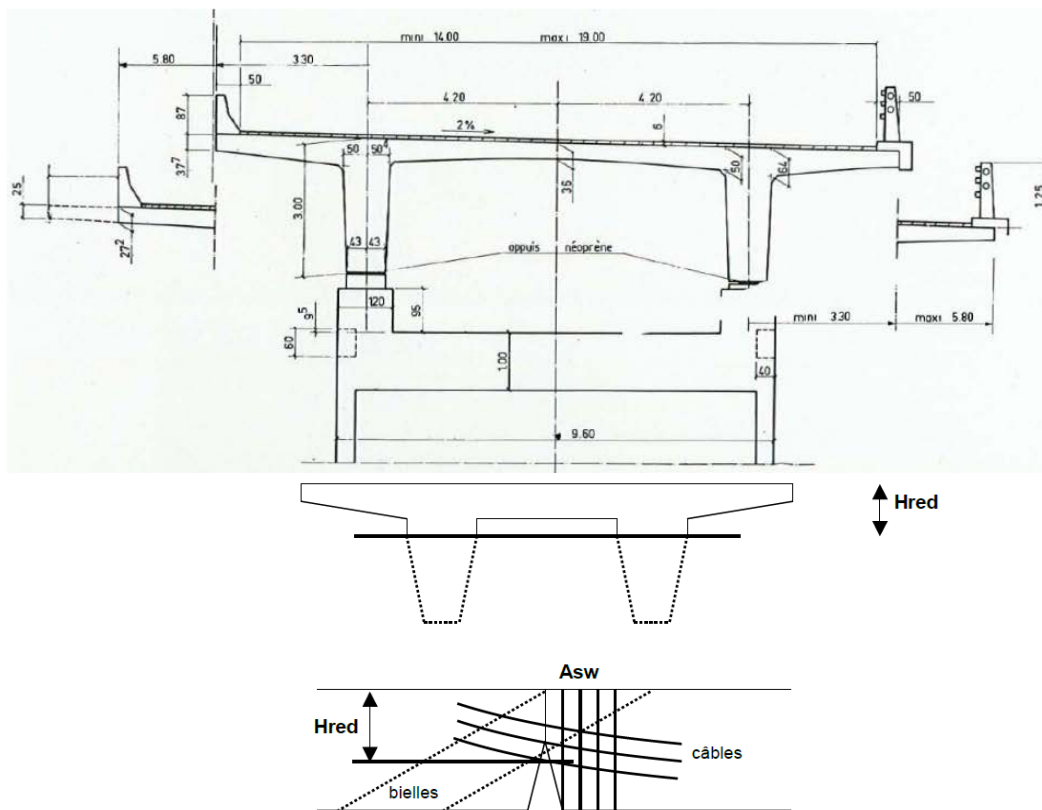
La réponse du Cerema:

Pour chaque réparation, étude de plusieurs scénarios, s'appuyant sur la connaissance acquise du comportement de l'ouvrage par les investigations et évaluations précédemment réalisées (par le Cerema), pour rechercher le meilleur compromis performance/coût

Une résistance structurale des viaducs d'accès diminuée

- Des fissures traversantes qui « battent » sous circulation

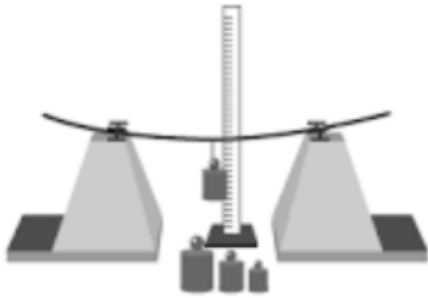
Tablier n°2 - Travée 2 (Poutre Ouest Face Est)



Un recalcul de portance « validé » par des essais de chargement

Mesure sous chargement de 6 camions de 40 tonnes :

- des flèches de l'ouvrage : déformation générale du tablier



- des ouvertures de fissures maximales
- des déformations locales du béton



Objectifs :

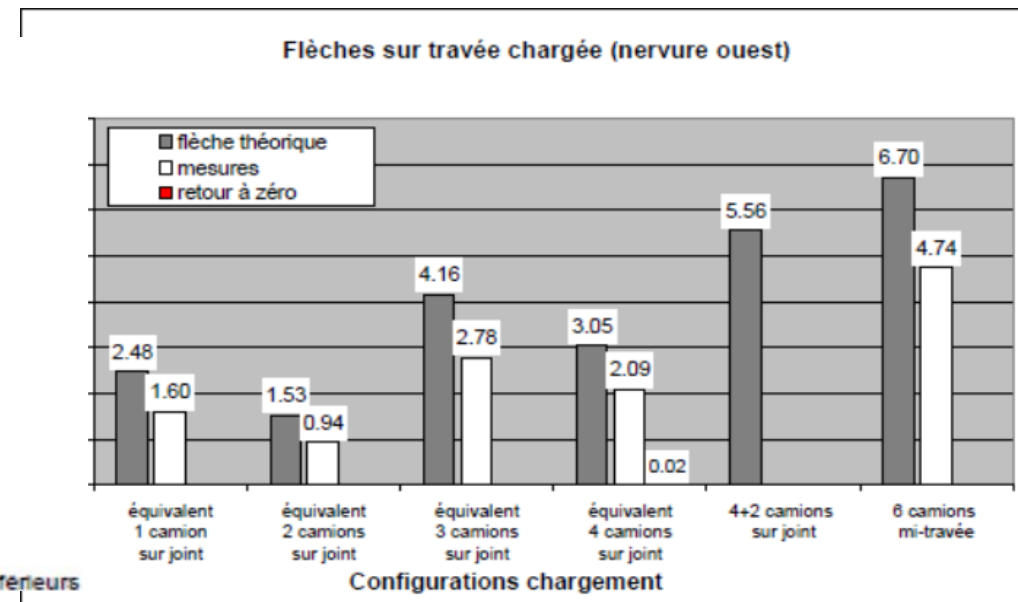
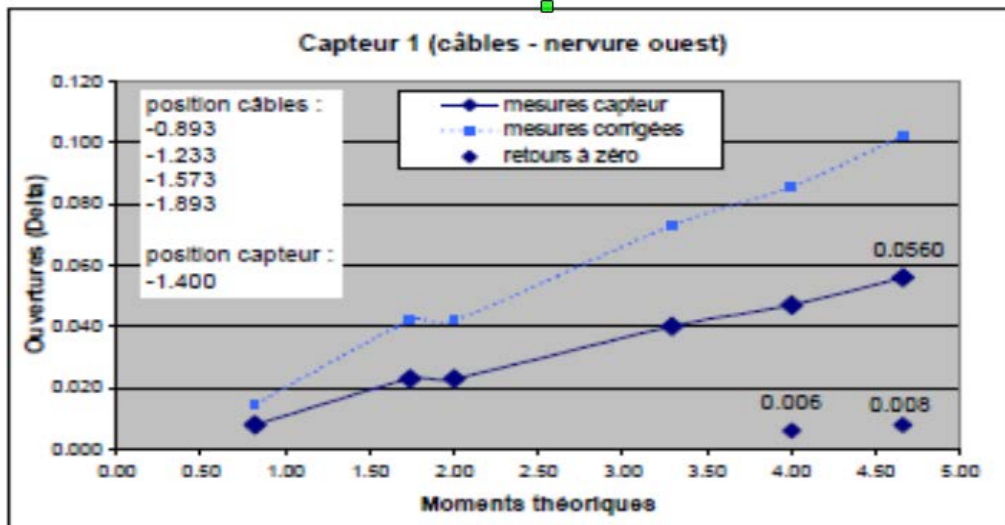
- valider la connaissance du fonctionnement de l'ouvrage
- faire un point zéro pour la surveillance après basculement à 2x2 voies



Un recalcul de portance « validé » par des essais de chargement

Comparaison des flèches et des ouvertures de fissures mesurées aux valeurs théoriques du calcul

=> Robustesse des résultats



mesures corrigées = ouvertures ramenées à une position identique, correspondant aux câbles inférieurs

Une stratégie de réparation optimisée

- Application du guide Cerema et REX méthodologique:
- Choix d'une précontrainte longitudinale additionnelle



Direction technique
Infrastructures de transport et matériaux

Guide méthodologique

Conception des réparations structurales
et des renforcements des ouvrages d'art
Pratiques du Réseau Scientifique et Technique



Une stratégie de renforcement optimisée

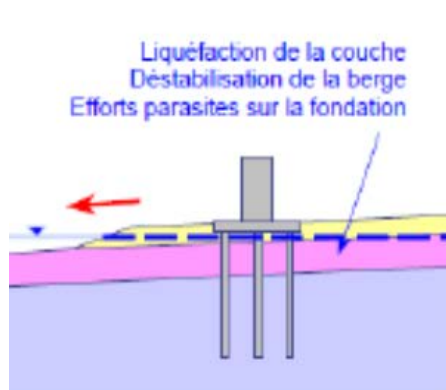
- Mais il faut pouvoir «accrocher» ces câbles à la structure



- Meilleur compromis performance/coût (faisabilité)
 - Gêne à la circulation très limitée
 - Toutes les exigences des règlements actuels pour OA neufs ne sont pas vérifiées, **mais** résistance structurale assurée et durée de vie prolongée: sécurité des usagers et durabilité

Une protection parasismique inopérante

- Dispositifs anti sismiques d'origine rompus => risque d'échappement longitudinal du tablier – forte présomption de risque de liquéfaction des sols



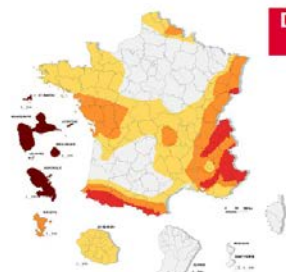
Niigata (Japon, 1964)

- Une évolution des exigences en matière de protection parasismique



Ancien zonage (zones sism. $\geq 1a$) :

- 5000 communes concernées
- 17% du territoire

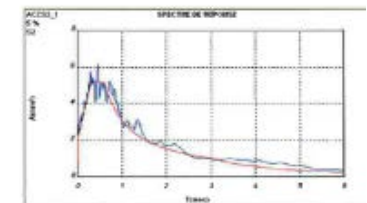
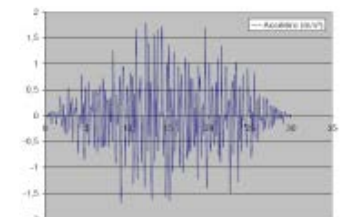
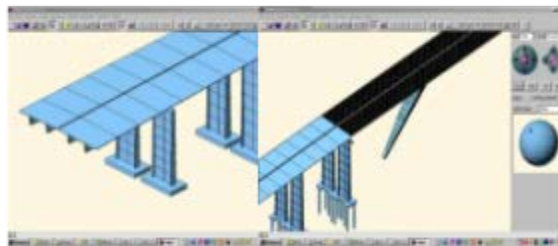
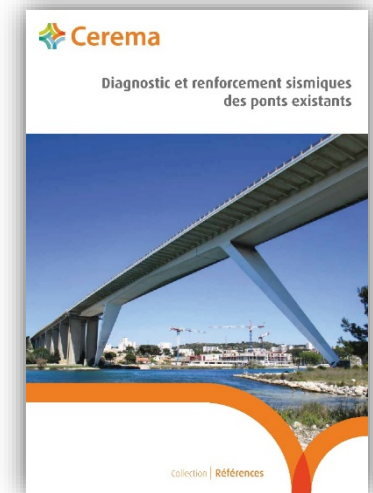
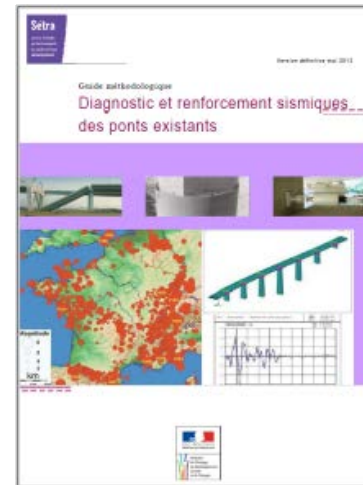


Nouveau zonage (zones sism. ≥ 2) :

- > 21000 communes concernées
- 66% du territoire

Un diagnostic sismique poussé

- Application du guide Cerema et REX méthodologique
- Des analyses de laboratoire sophistiquées pour écarter le risque de liquéfaction
- Une modélisation dynamique 3D de la structure



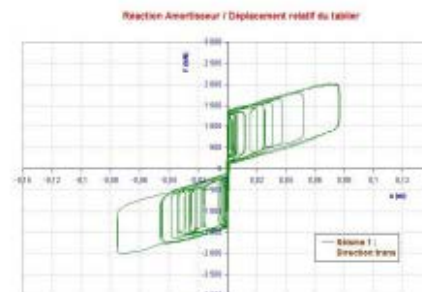
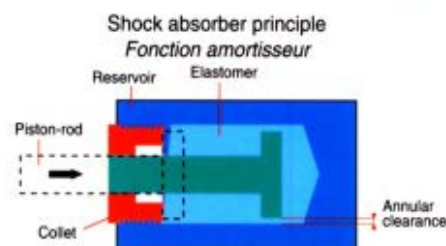
Une stratégie de renforcement optimisée

- Une dizaine de scénarios testés
- Choix de dispositifs amortisseurs



Technologie « RAP » (Ressort Amortisseur Précontraint)

- Seuil de déclenchement (point fixe en service)
- Fonction « recentrage »



- Meilleur compromis coûts/performance (faisabilité)
 - Ouvrage justifié pour 70% du niveau de séisme de calcul des OA neufs
 - Interventions limitées sur les éléments de structure
 - Pas d'impact sur le fonctionnement en service

Des équipements usagés ou inadaptés

Barrières de sécurité et dispositifs anti chute

Dispositifs endommagés, niveau de retenue inconnu



Absence de réseau d'assainissement :

rejet des eaux dans le milieu naturel et béton du tablier endommagé



Des choix de traitement optimisés

• Reconditionnement des barrières

- étude des capacités de la structure à supporter des efforts de choc
- étude du niveau de retenue effectif des barrières existantes

=> choix de reconditionner plutôt que de remplacer



• Création d'un réseau d'assainissement et réfection de la chaussée

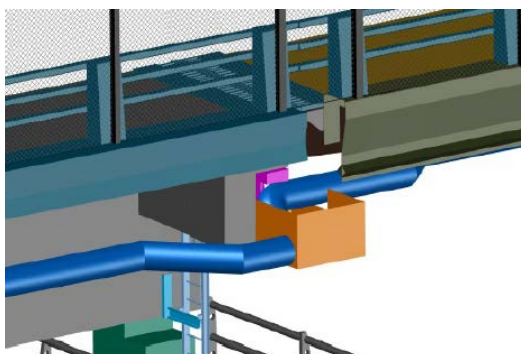


Schéma 3D regard intermédiaire entre tablier BP et tablier métallique



Un suivi des travaux adapté

Maitrise d'œuvre DIR Méditerranée et Contrôle extérieur Cerema

Suivi de toutes les phases de travaux



Mise au point béton autoplaçant et bétonnages

Contrôle mise en tension des barres de clouage



Contrôle de l'injection de protection des barres de clouage

Un suivi des travaux adapté



Contrôle de l'injection des fissures et du coulis



Contrôle mise en tension câbles de précontrainte



Suivi vérinage et changement des appareils d'appui



Contrôle injection à la cire



Et la suite?

La remise en état du viaduc métallique

- Remise en peinture
- Traitement des pathologies du platelage



⇒ surveillance, instrumentation, auscultation, recalcul de portance/diagnostic, études de réparation, suivi des travaux, de nouveau :

mobilisation du continuum d'interventions du domaine OA du Cerema Méditerranée au chevet de cet ouvrage, au service de son gestionnaire la Dir Méditerranée et de ses usagers

Merci de votre attention

