



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

AUTOTOUTE A7 - VIPP 211 a

Chasse-sur-Rhône

Renforcement du tablier  
FOREVA® ULTRASON



Date : 23 novembre 2016

une société de  SOLETANCHE FREYSSINET

# Intervenants

- Maître d'ouvr 

- Maître d'œuv  **ARCADIS**

- CSPS :



- Les entreprises :

- FREYSSINET (Mandataire)

- CAMPENON BERNARD REGION  
(VINCI Construction France)

- Durée des travaux : 14 mois



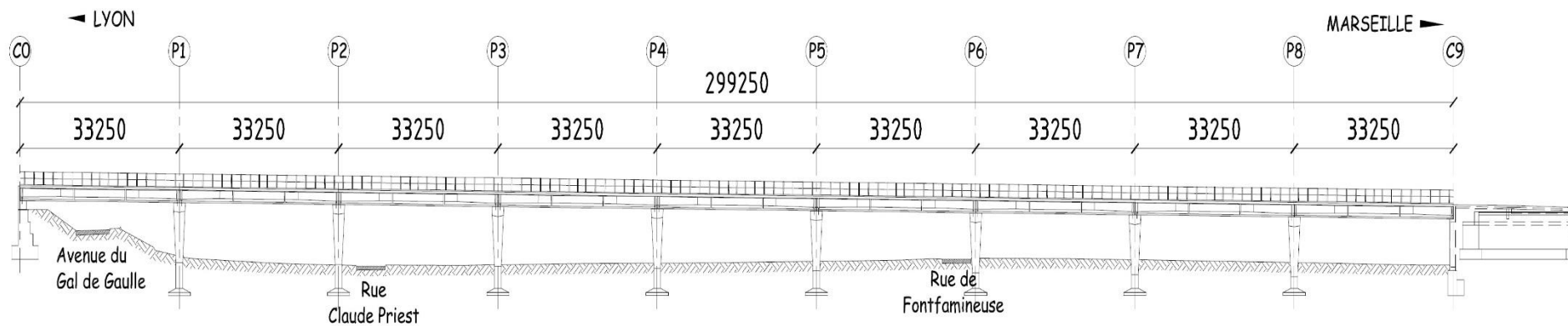
# Sécurité

- Travaux dans le cadre de la démarche MOZA
  - Présence d'un animateur sécurité
  - Accueil du personnel avec livret + questionnaire
  - Identification secouriste avec port d'un gilet vert
  - ¼ h sécurité avec Maîtrise d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre, CSPS
  - Contrôle extérieur pour audit sécurité (toutes les 2 semaines)
  - 1 audit FREYSSINET par mois
- Quelques chiffres :
  - 24 000 heures travaillées
  - Plus de 200 accueils réalisés
  - 25 Fiches événements sécurité
  - 0 accident



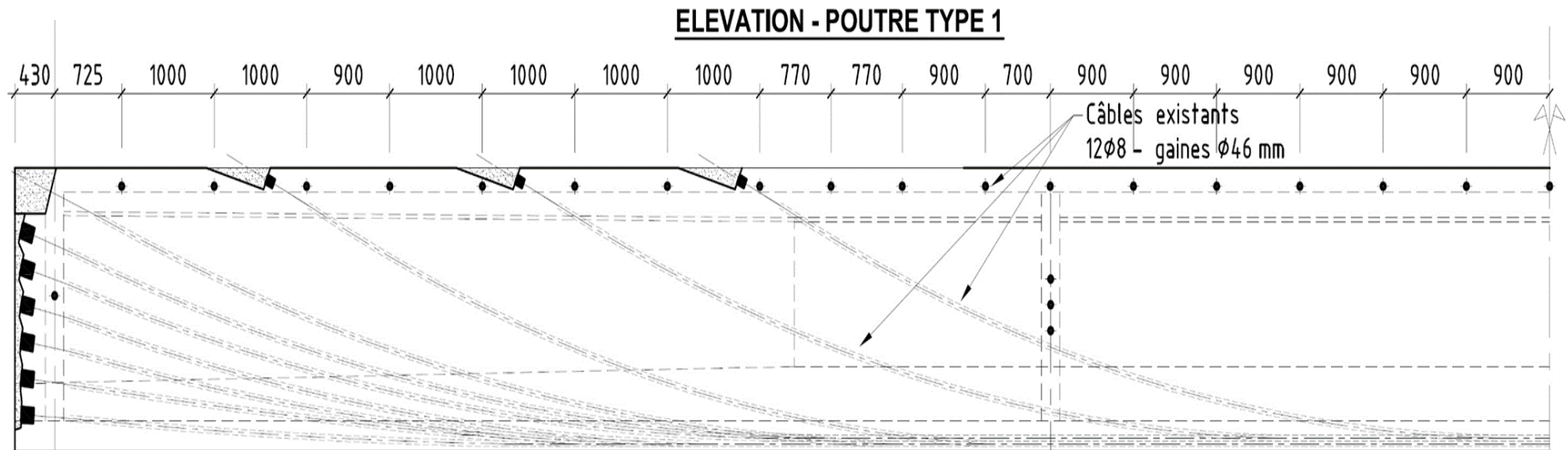
# Caractéristiques de l'ouvrage

- Construit en 1963, il s'agit d'un viaduc à poutres préfabriquées précontraintes comportant 9 travées indépendantes d'une longueur totale d'environ 300 m.



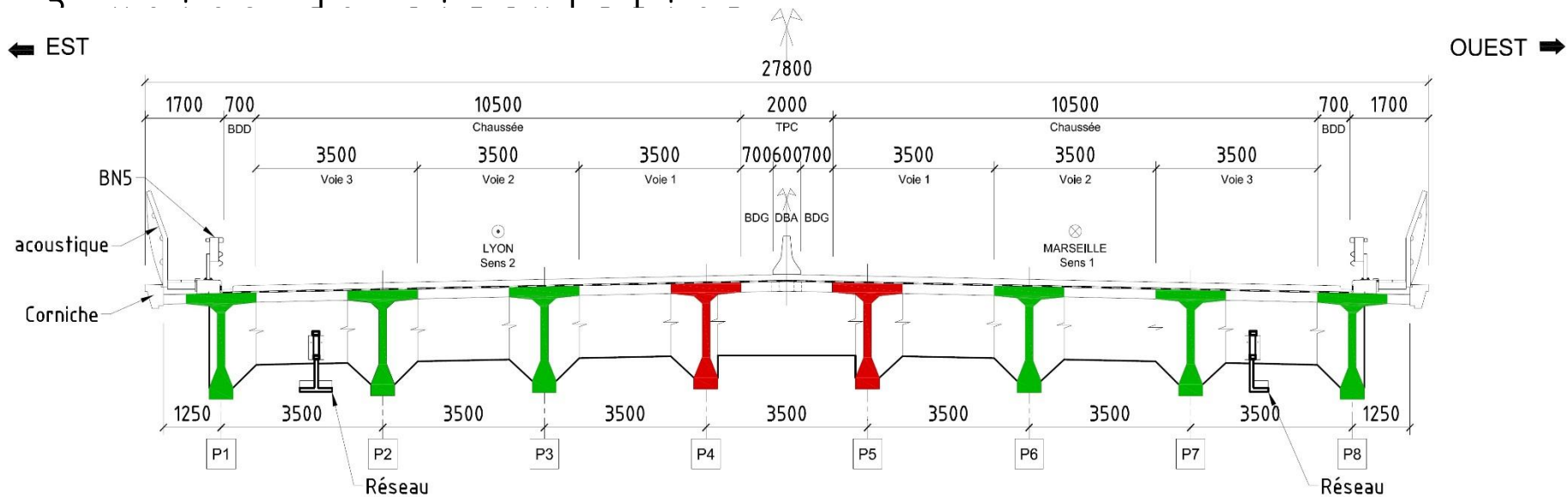
# Caractéristiques de l'ouvrage

- Chaque travée est composée de 8 poutres d'une portée d'environ 32 m, précontraintes par des câbles du type 12Ø8.
- Chaque poutre courante comporte 10 câbles de précontrainte dont 4 sont relevés et ancrés sous la chaussée.



# Caractéristiques de l'ouvrage

- Le tablier, d'une largeur de 27,80 m, porte 2 x



- À l'origine, le VIPP 211 était constitué de deux tabliers indépendants. En 2005, des travaux ont permis l'élargissement de la largeur circulaire en rendant continu transversalement le hourdis et les entretoises.



# Investigations de l'ouvrage

- ASF a lancé en 2009 une campagne d'investigations sur cet ouvrage.
- Il en ressort les principaux éléments suivants :
  - une carbonatation du béton jusqu'aux armatures passives,
  - la présence d'ions chlorure dans les gaines de précontrainte,
  - aucun fil de précontrainte rompu parmi ceux investigués,
  - une tension résiduelle faible de la précontrainte,
  - des défauts d'injection aux extrémités de gaines,

# Renforcement des poutres principales

- Les poutres principales sont renforcées à la flexion par 3 couches Foreva® TFC





# Renforcement des poutres principales

- Le renforcement à l'effort tranchant est constitué d'une bande de **Foreva® TFC** faisant le tour de chaque retombée de poutre. Un dispositif anti-poussée au vide par mèche d'ancrage est également mis en œuvre.



# Renforcement des poutres principales

- Les renforts d'équilibre du coin comportent 3 couches de **Foreva® TFC** ancré par plaques inox.



# Travaux

- Quelques chiffres :
  - 72 poutres
  - 4 000 m<sup>2</sup> de Foreva® TFC
  - 12 000 mèches d'ancrage en carbone
  - 2300 plaques inox chevillées





# Entretoises d'about / vérinage du tablier

- Le vérinage du tablier nécessite le renforcement des entretoises d'about par travée à l'aide de 3 monotorons gainés graissés T15S ancrés



# Travaux

- Quelques chiffres :
  - 144 FREYSSIBARS
  - 3 x 1 T 15S TGG par about d'ouvrage (51 câbles)





# Entretoises d'about / vérinage du tablier

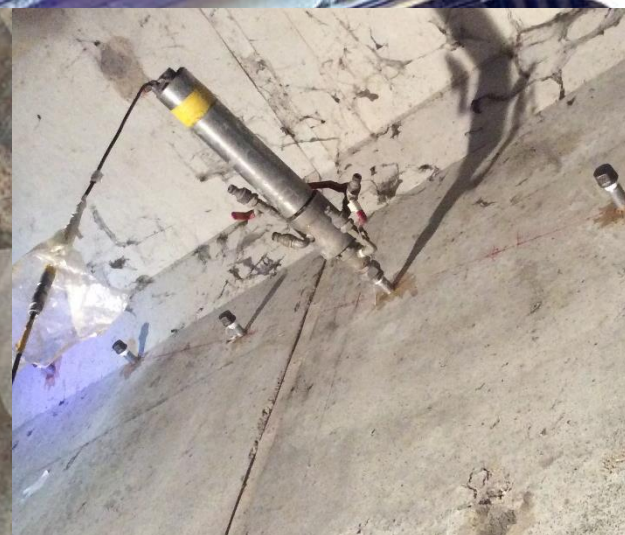
- Le vérinage est effectué avec le système de Levage Assisté par Ordinateur LAO®.
- La centrale hydraulique pilote l'ensemble des vérins en assurant une dénivelée maximale de 0,3 mm entre 2 vérins.



# Travaux

- Quelques chiffres :
  - Levage de 6 cm sur piles et de 1 cm sur culées
  - Levage réalisé en 3 opérations de 1 nuit sous coupure totale de l'autoroute
  - Utilisation de 104 vérins en simultanée
  - 144 appareils d'appuis fournis





**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

# Traitement des câbles de précontrainte par imprégnation ultrasonore d'inhibiteurs



Date : 23 novembre 2016

une société de  **SOLETANCHE FREYSSINET**

# Problématique

- Armatures peu accessibles (précontrainte intérieure)
- Aciers de précontrainte sensibles à la fragilisation par hydrogène
- Risques de corrosion par piquûre induite par les chlorures
- Protection intégrale de la surface des armatures de précontrainte
- Pérennité de la protection



# Principe du procédé

- Imprégnation par ultrasons d'une solution inhibitrice dans le coulis de ciment pour le saturer complètement.
- L'inhibiteur de corrosion réagit avec l'intégralité des surfaces d'armatures
- Il neutralise l'action des chlorures (effet barrière) et bloque le processus de corrosion.
- In fine, un micro-coulis de ciment est injecté pour remplir les éventuels vides et constituer un réservoir alcalin.

**TRANSDUCTEURS  
ULTRASONORE  
MUNIS DE  
LEURS  
ENCEINTES DE  
COMPRESSION**

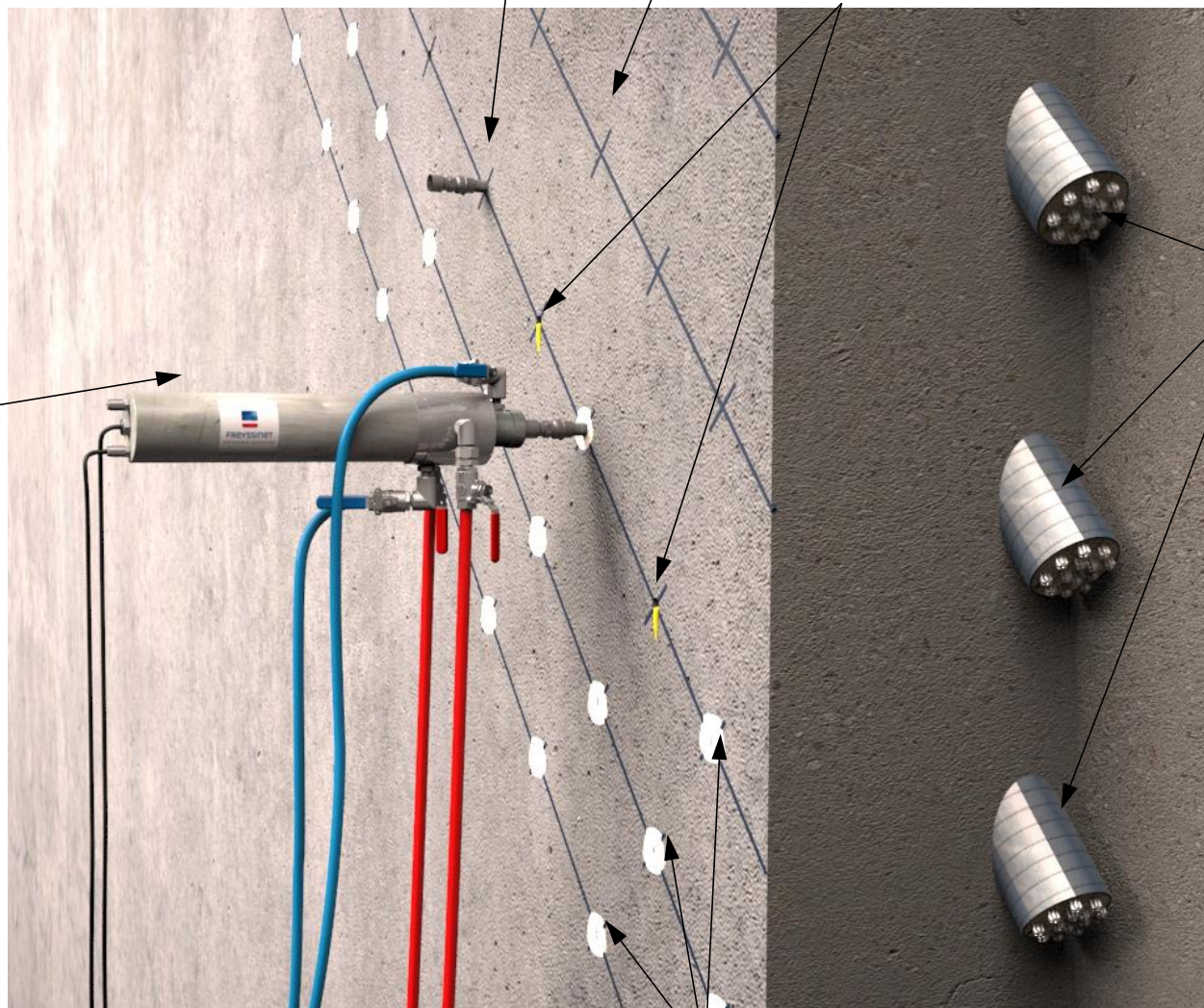
**REPERAGE DES  
CABLES A  
TRAITER**

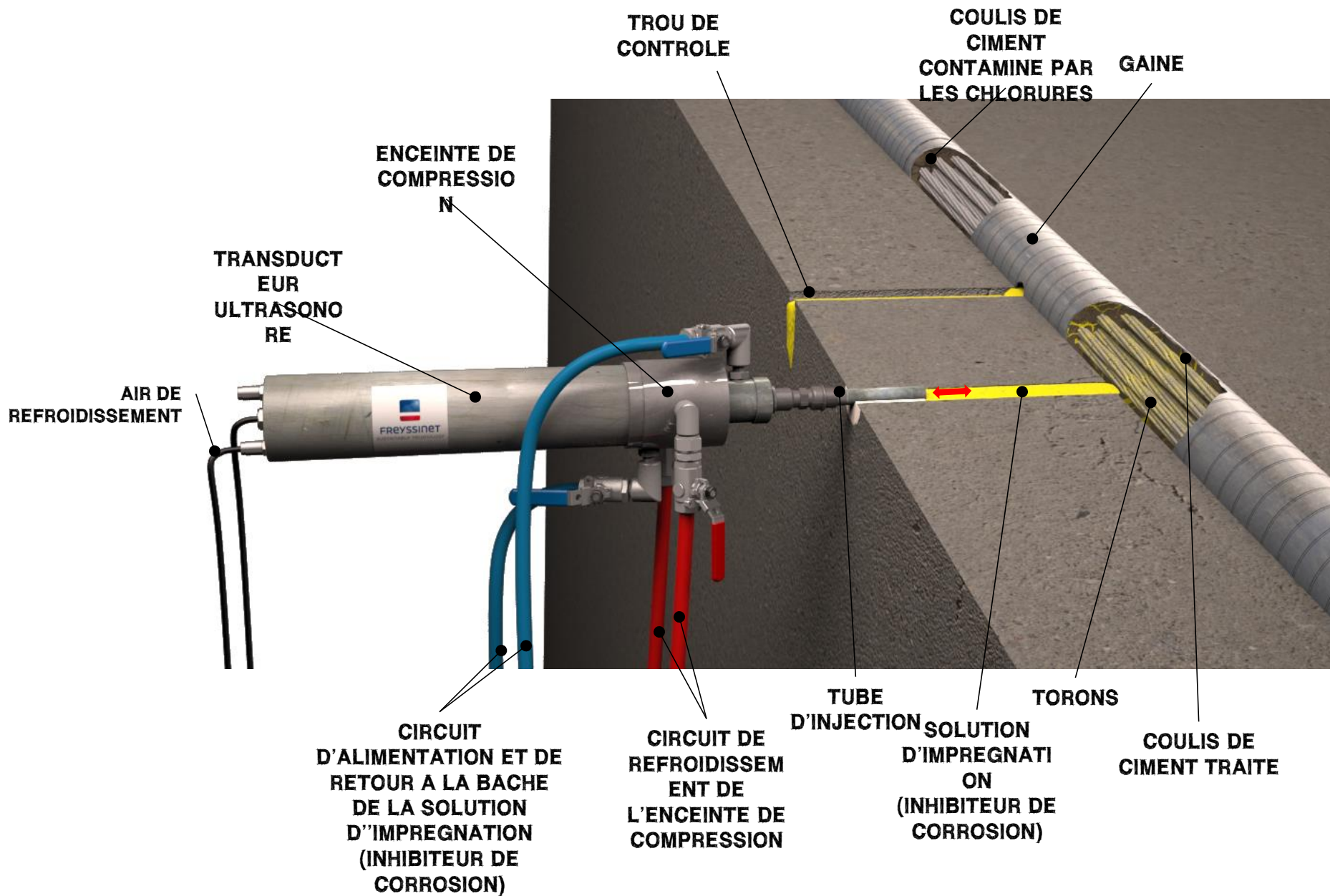
**TUBE  
D'INJECTION**

**TROUS DE  
CONTROLE**

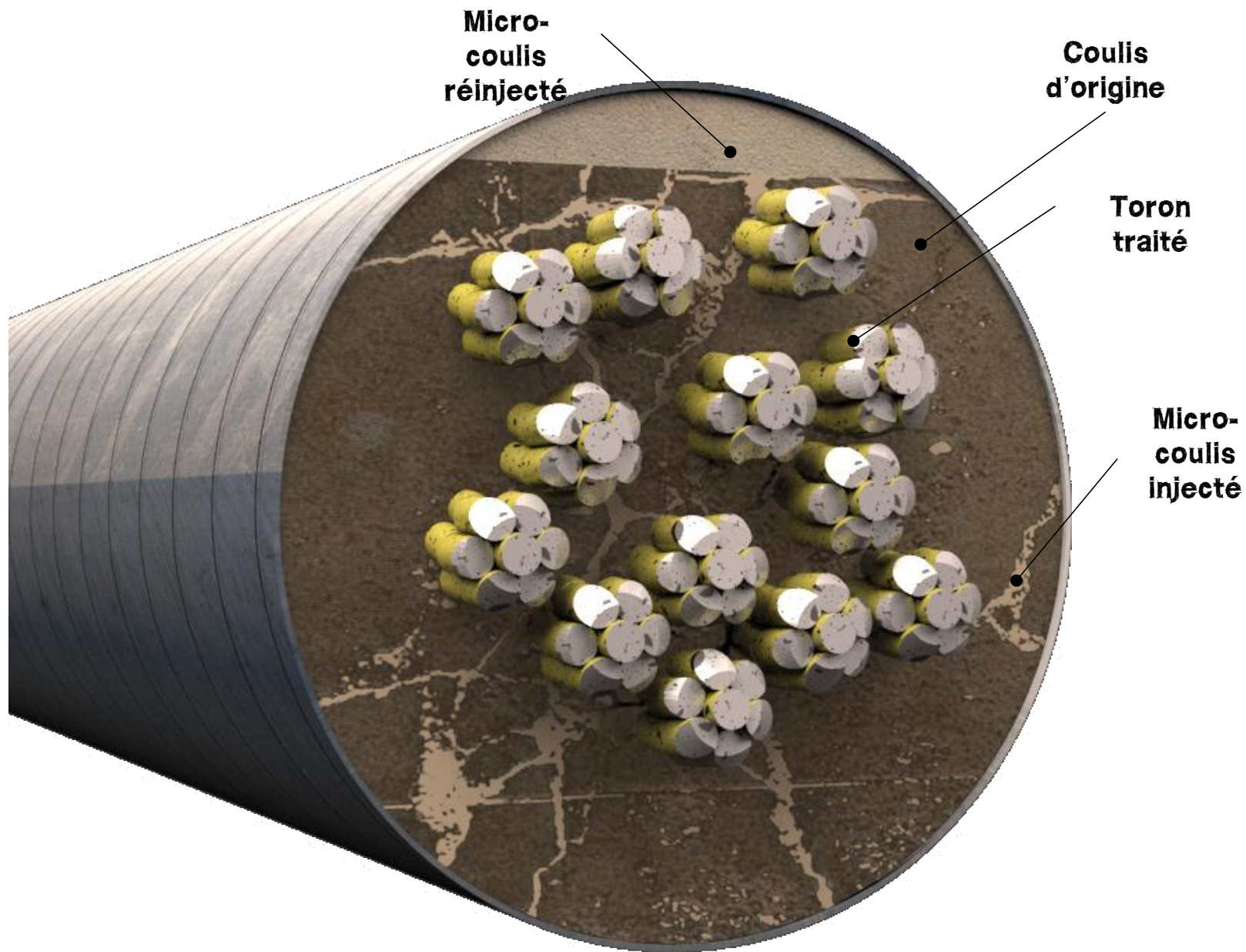
**CABLES  
A  
TRAITER**

**REBOUCHAGE  
DES TROUS  
APRES**











# Mise en œuvre

## ■ Travaux préalables

- ✓ Repérage des câbles
- ✓ Forage et percement de la
- ✓ Dosage en chlorures du co
- ✓ Cartographie des chlorure



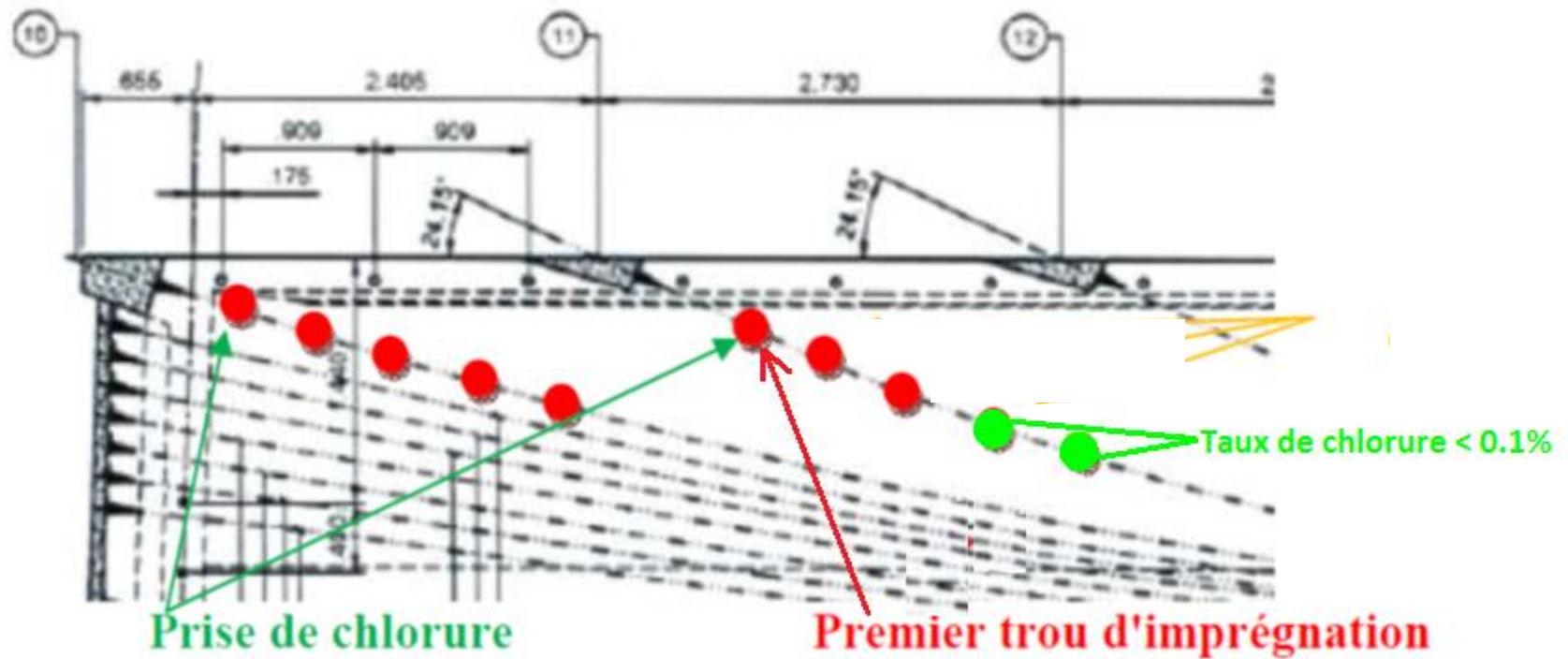
## ■ Traitement si le taux de chlorures total est $> 0.1\%$ du poids de ciment

- ✓ Scellement des injecteurs
- ✓ Percement de trous évents
- ✓ Mise en place du transducteur
- ✓ Imprégnation de l'inhibiteur
- ✓ Suivi de la progression (durée et volume)



# Mise en œuvre

- Définition de la zone à traiter



# Mise en œuvre

## ■ Injection finale au coulis

- ✓ Substitution de l'excès de solution inhibitrice par injection d'un micro-coulis.
- ✓ Pour les volumes de vide importants, la gaine est d'abord remplie de la solution inhibitrice, avant réinjection classique



# VIPP 211 - Travaux

## Quelques chiffres :

- Réalisation de 2000 prélèvements et tests chlorures
- Mise en place de 3000 évents d'injection
- Travaux effectués sur 900 abutements





# Retours d'expérience

- Procédé appliqué pour la 1<sup>ère</sup> fois en 1994 à titre expérimental sur une travée du viaduc de Lultzhausen
- Procédé validé par le Centre Scientifique de la Construction (CSTC) en Belgique
- Communications détaillées dans le bulletin du SETRA n°59 (novembre 2008)
- Viaduc de Courrière : autoroute des Ardennes (2008)
- Viaduc à Courcelles : autoroute de Wallonie (2012)

~~■ Procédé appliqué sur le VIPP 118 de l'autoroute A7 et en cours d'application sur le VIPP 211 de la même autoroute~~

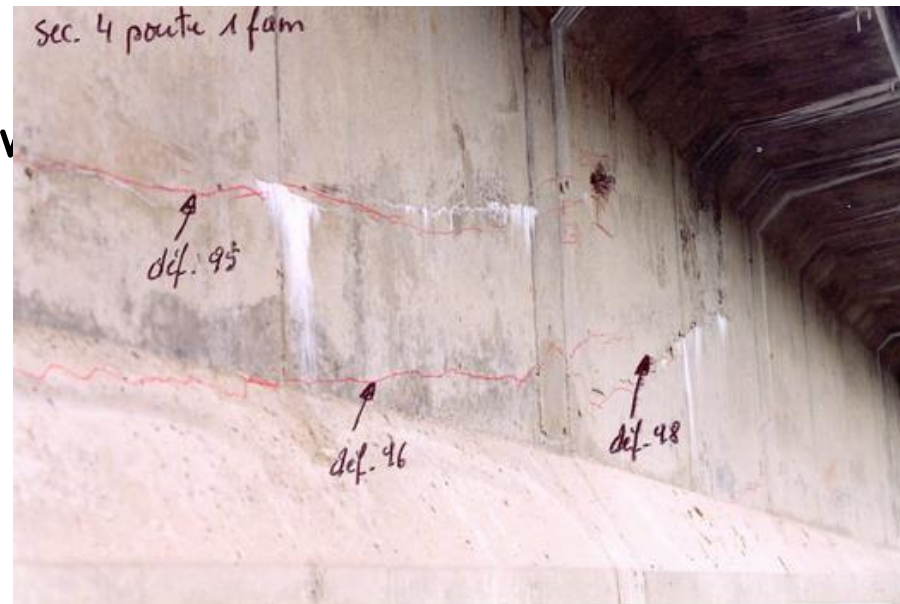
# Viaduc de LULTZHAUSEN

- Le viaduc est composé de poutres précontraintes type VIPP composées de 11 câbles de précontrainte de 12 fils de 7 mm.
- Ce viaduc a été démoli début 2012. On



# Viaduc de LULTZHAUSEN

- Nombreuses fissures le long des câbles
- Exsudation calcaires le long des câbles avec passage d'eau
- Injection mal remplie ou absence d'injection
- Corrosion parfois av sans rupture de



# Viaduc de LULTZHAUSEN

## Observations réalisées sur site après démolition en 2012

- ✓ Absence de reprise de corrosion des aciers de précontrainte
- ✓ Excellente réinjection au coulis de ciment microfin.
- ✓ Qualité de la réinjection attestée par la similitude du ré-ancrage des fils en zone de cou



éré  
ainte



# Viaduc de LULTZHAUSEN

- Observations sur carottes après démolition en 2012



# Viaduc de LULTZHAUSEN

## ■ Comparaison

- La comparaison des câbles traités (longitudinaux) et des câbles non traités (transversaux), démontre l'efficacité de l'action de l'inhibiteur et la durabilité du procédé.
- La teneur en inhibiteur est assurée par méthode chimique. 10 ans, il reste une teneur en inhibiteur encore suffisante.

Câbles transversaux non traités



Câbles longitudinaux traités



# Traitement d'ouvrage VIPP pour ASF



VIPP 118 sur  
A7

VIPP 211 sur  
A7N



# Prise en charge de l'activité Foreva® Ultrasons

- Technique généralement mise en œuvre dans le cadre d'un renforcement global de l'ouvrage par les agences régionales
- Activité centralisée au sein de l'agence FREYSSINET SCCM – GPF par des ingénieurs et techniciens formés et dédiés



# CONCLUSION



RCI DE VOTRE ATTENTION

