

**Maitre d'ouvrage :**

Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Ile-de-France (DRIEA IF)

**Maitre d'œuvre :** Direction des Routes Ile-de-France (DIRIF)

**Localisation :**

Saint Cloud – Boulogne-Billancourt (92)

**Durée :**

Octobre 2015 à juillet 2017

**Agence :**

Freyssinet Ile de France

**Solution(s) :**

Protection cathodique par courant imposé

**Budget :** 4 000 000 €

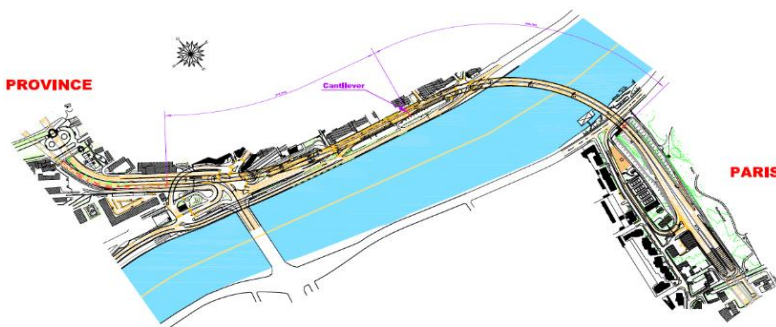


**Description de l'ouvrage :**

Le **Viaduc de Saint Cloud** a été construit **de 1972 à 1974**, d'une **longueur totale de 1.103,20m** mesurée entre axes d'appui des culées extérieures, **il comprend 15 piles et 16 travées**. Le tablier est un **caisson unique a trois alvéoles en béton précontraint** de 3,60m de hauteur avec 2 âmes verticales et 2 bracons inclinés. La largeur du hourdis supérieur varie de 20,40m à 16,986m. A partir de la culée C1 coté SAINT-CLOUD, le tracé en plan se développe selon une courbe de 700m de rayon, se poursuit en alignement droit sur 250m environ puis franchit la Seine selon une courbe de 360m de rayon. La pente longitudinale, à peu près constante est de l'ordre de 0,8%.

De par une **insuffisance d'enrobage extérieur** et une **forte exposition aux sels de déverglaçage**, une **corrosion des aciers extérieurs des bracons** s'est développée de façon importante, **obligeant le maitre d'ouvrage à mettre en place des filets de protection** pour éviter la chute d'éclats de béton sur le public. L'ouvrage étant stratégique, de gros travaux de maintenance ont été réalisés, avec en particulier la mise en œuvre d'une protection cathodique par courant imposé (PCCI) des aciers des bracons, suite à plusieurs années d'études et à la réalisation d'un essai pilote, afin de valider la faisabilité de la technique. **Freyssinet France** a été **mandaté par la DirIF** pour réaliser **les travaux de réparation et de mise en œuvre de la PCCI**. Le marché était décomposé de la façon suivante :

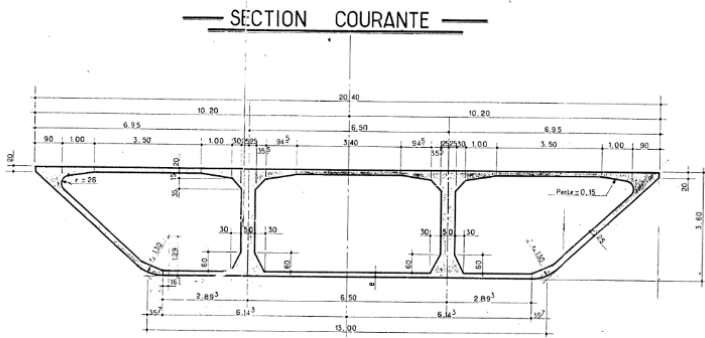
- Une tranche ferme pour les travaux dans le sens Province-Paris (pendant 1 an)
- Une tranche conditionnelle pour les travaux dans le sens Paris-Province (pendant 1 an + 2 mois de préparation)
- Une tranche conditionnelle pour l'entretien du système (pendant 3 ans)



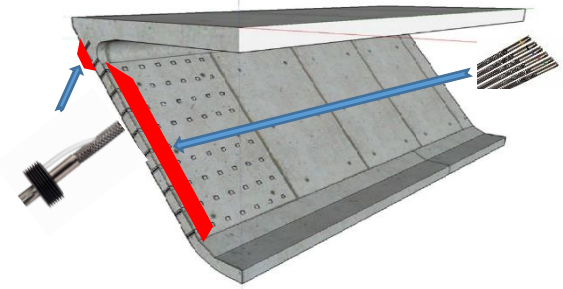
Vue en plan de l'ouvrage



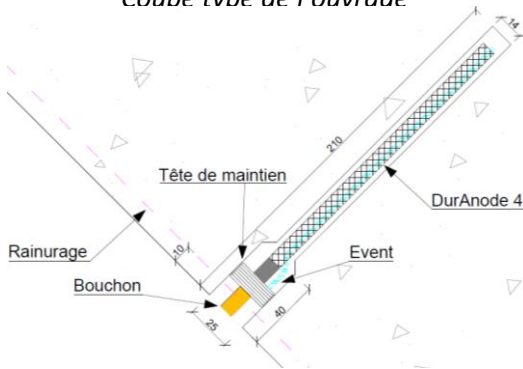
Corrosion des aciers extérieurs des bracons et filets de protection



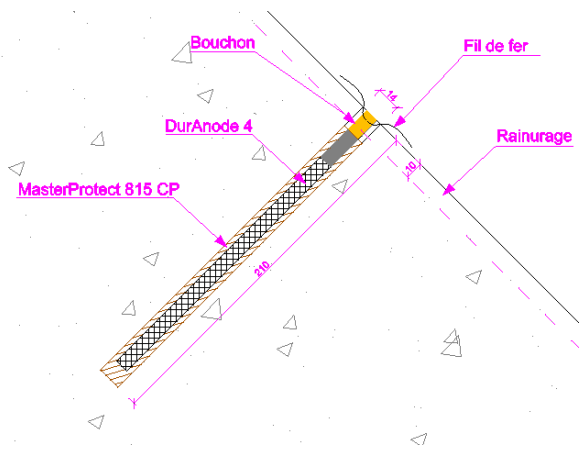
Coupe type de l'ouvrage



Implantation type des anodes dans les bracons



Anodes discrètes - extérieur  
des bracons



Anodes discrètes - intérieur  
des bracons

## Aspects clés des travaux réalisés

- Détermination de la position précise des aciers et des câbles de précontrainte au radar,
- Réalisation des purges et mise en œuvre des contacts armatures,
- Hydro décapage de 11 000 m<sup>2</sup> de parement extérieur des bracons,
- Mise en place de 800 points de mesurage sur l'ensemble du viaduc (Electrode de référence et sondes de dépolarisation),
- Mise en place de la PCCI :
  - o A l'intérieur du viaduc, 37 000 anodes discrètes par scellement en gravitaire,
  - o A l'extérieur du viaduc, 8 000 anodes discrètes par scellement par injection,
- Validation de la continuité électrique des circuits anodiques et cathodiques
- Câblage des circuits anodiques et cathodiques,
- Installation et mise en route du matériel de contrôle et de suivi : 90 armoires esclaves et 2 armoires principales.
- Projection de 500 m<sup>2</sup> de mortier projeté en voie sèche en réparation des parements extérieurs,
- Revêtement LHM,
- 330 m<sup>2</sup> de revêtement LHM sur extérieur bracons



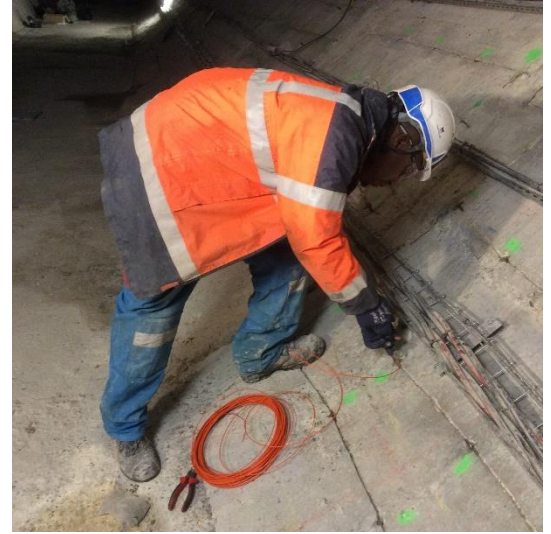
Ci-contre :  
Repérage des  
aciers et câbles  
précontraints à  
l'aide d'un radar

A gauche intérieur  
viaduc

A droite extérieur  
viaduc sur nacelle





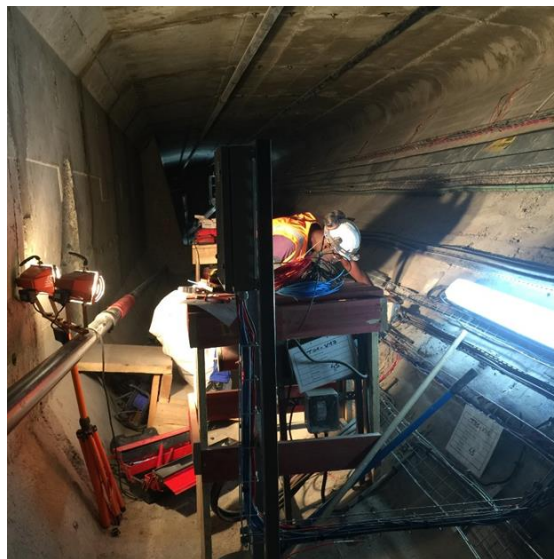


*Forage des trous – vérification des trous – scellement des anodes*

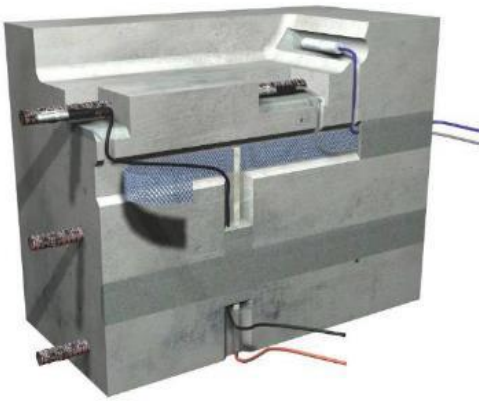


*Ci-contre :  
Electrode de  
référence et sonde  
de dépolarisation  
pré-enrobées*

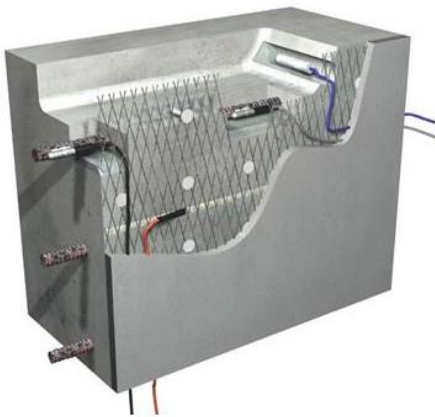
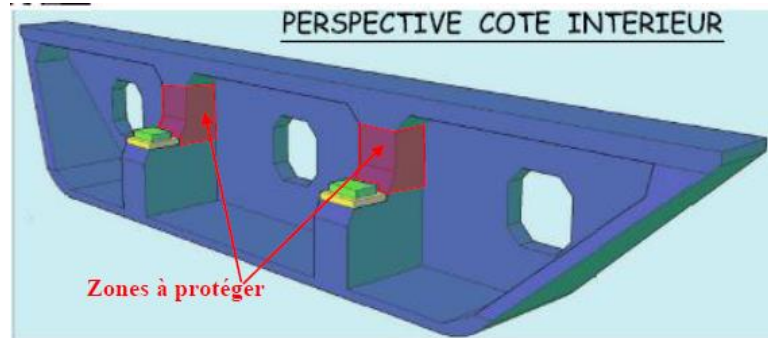
*800 points de  
mesure*



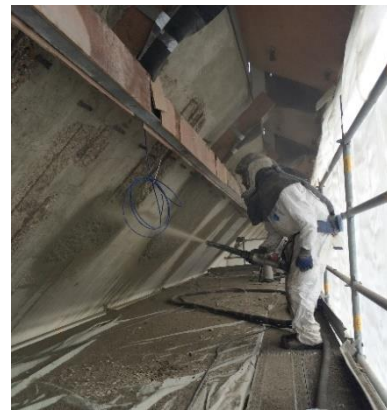
*Complexité de l'implantation avec la présence des réseaux existants – Travail achevé – Etat final*



*Rubans anodique utilisés pour le traitement du cantilever et le voussoir sur culée C1*



*Treillis anodique mis en œuvre sur les voussoirs sur pile VSP2*



*Réparation béton projeté voie sèche extérieur bracons*

## Contraintes particulières :

- Difficultés d'accès aux zones de travail à l'intérieur des caissons,
- Difficulté d'accès aux parement extérieurs – nécessité fabrication d'une seconde nacelle,
- Zonage complexe de la protection cathodique en fonction des variations de densités d'aciers, de la présence des câbles de précontrainte, et d'une forte densité de réseaux à l'intérieur du viaduc,
- Contraintes environnementales : circulation sur et sous l'ouvrage,
- Variation importante de la résistivité du béton (x 2 par rapport à l'hypothèse du marché),
- Variation de la longueur et le nombre d'anodes influant sur la résistance globale de circuit anodique,
- Utilisation de la fibre optique pour la transmission des informations (longueur de l'ouvrage),
- PAQ spécifique à la protection cathodique par courant imposé avec un plan de contrôles très dense,
- Nécessite une ingénierie et un encadrement de chantier spécialisés et certifiés suivant la norme EN15257.





*Contrôleur esclave – Unité centrale et contrôleur esclave sur sens Y – unité centrale*

## Suivi de l'ouvrage

Le **suivi d'installation** est réalisé par **Freyssinet**, dans le cadre d'un **contrat pluriannuel de maintenance** qui lui a été confié par la maîtrise d'ouvrage. Ces travaux d'**études complémentaires** sont effectués par le **service corrosion** de la direction technique opérationnelle de Freyssinet.

Le **suivi** est effectué **à distance via une liaison GSM**, qui permet d'accéder directement à l'automate de contrôle, de **relever les données** de mesurage et le cas échéant de **modifier les consignes** en cas de besoin.

