

Journées Techniques Ouvrages d'Art 2016



Réparation par Protection
Cathodique par Courant Imposé
du viaduc de Saint-Cloud

PEYRAC P., DAMIEN G., JACQUEL
A., DÉSILLE J., CATHALA J.,
SITLLER E.

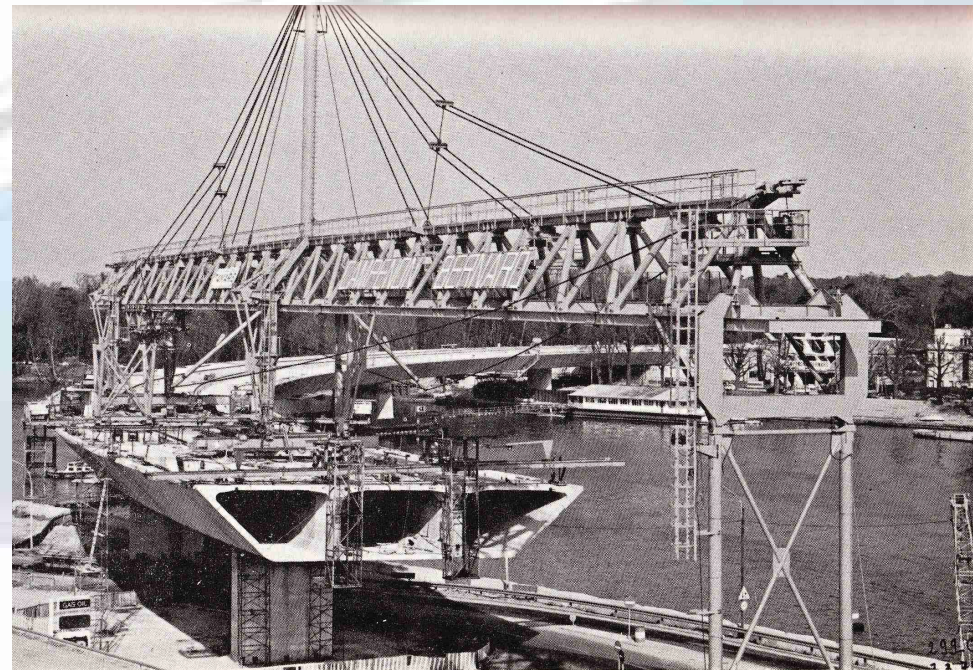
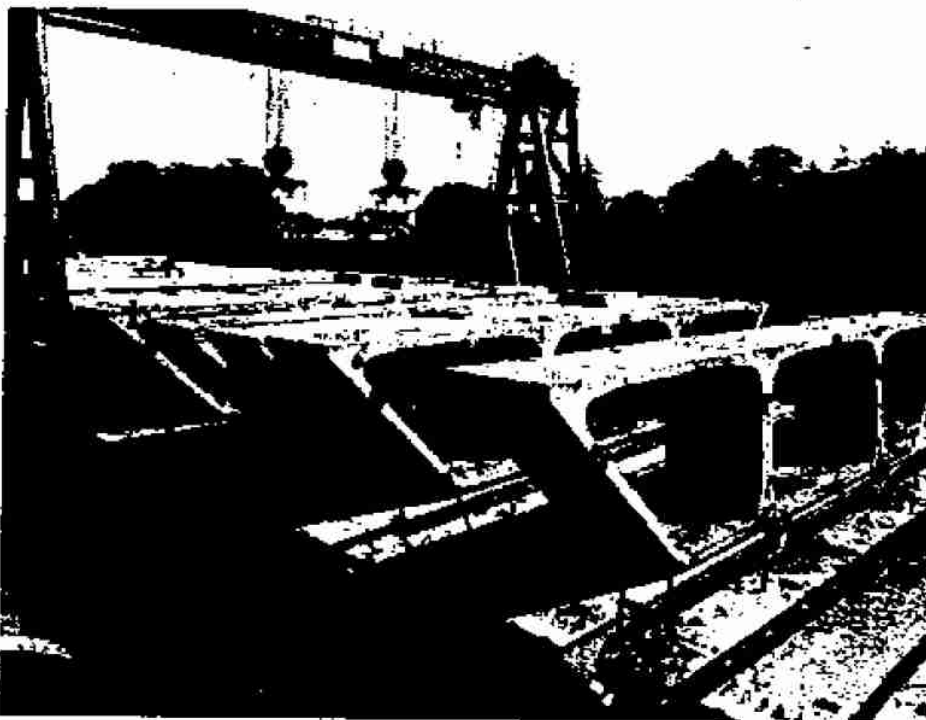
I. Présentation du viaduc de Saint-Cloud

1. Géométrie

- 1100 m – 16 travées
- 2x2 voies sans BAU – 120 000 véh/j
- 550 voussoirs dont 1 cantilever
- Construction par encorbellement

2. Dates clés

- 1972 – 1975 : construction
- 1979 – 1982 : précontrainte additionnelle
- 1986 – 1987 : goudrons actifs hourdis supérieur latéral
- 2005 – 2009 : reprise précontrainte additionnelle
- 2012 – 2015 : protection acoustique





Viaduc Saint-Cloud – Protection Cathodique - J.DESILLE

II. Corrosion et protection cathodique

1. Corrosion par les chlorures

- Exemples de réactions anodiques :

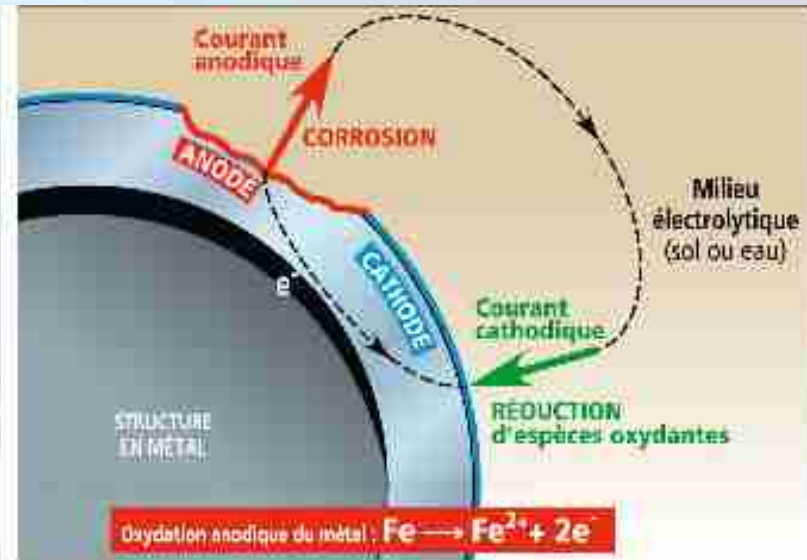


- Exemples de réactions cathodiques:



- Courant créé

- $$I_c = \frac{E_c - E_a}{R_c + R_a}$$



La pile de corrosion

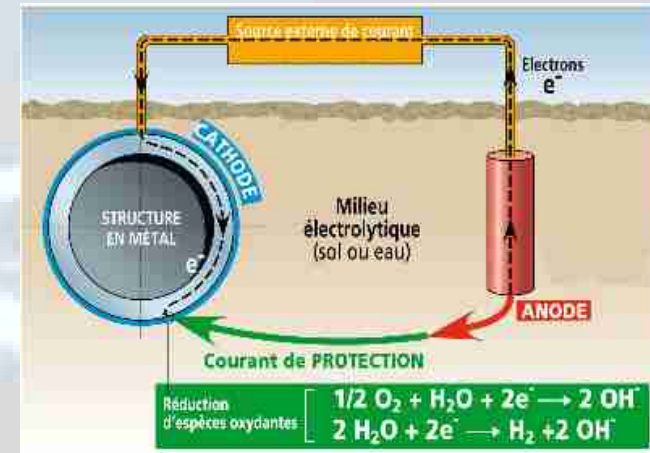
2. Protection cathodique

- Exemples de réactions à l'anode :

- $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{gaz}) + 2\text{e}^-$
- $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{e}^-$
- $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

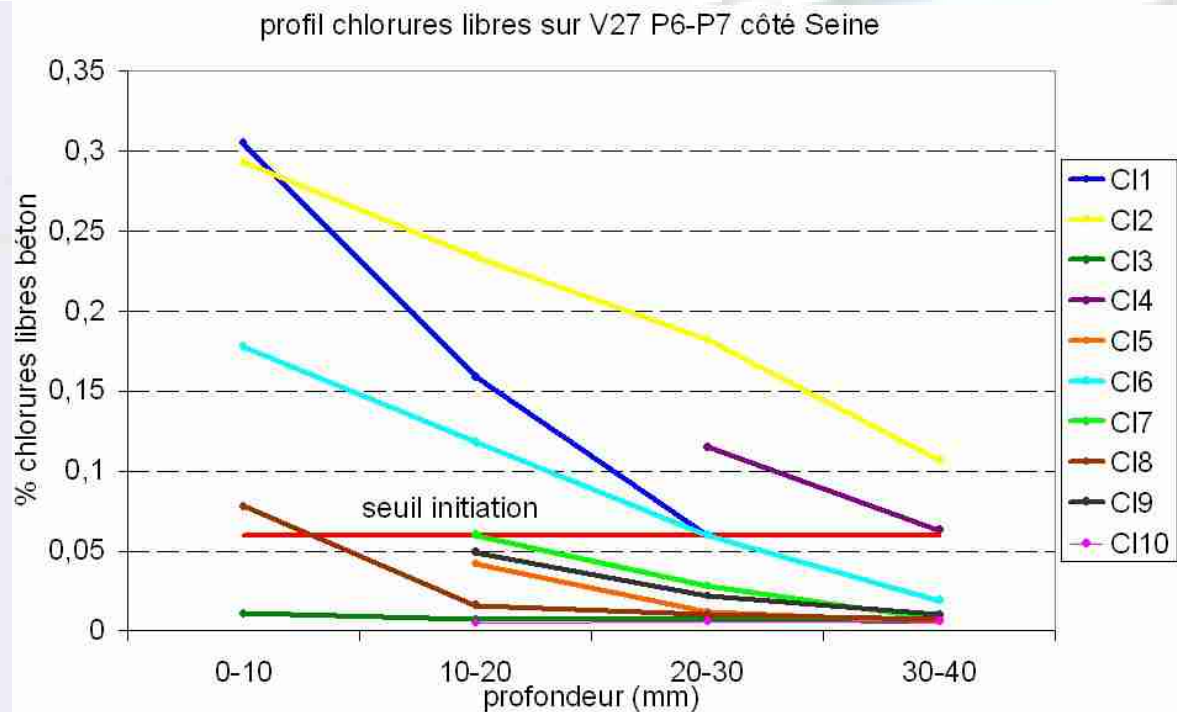
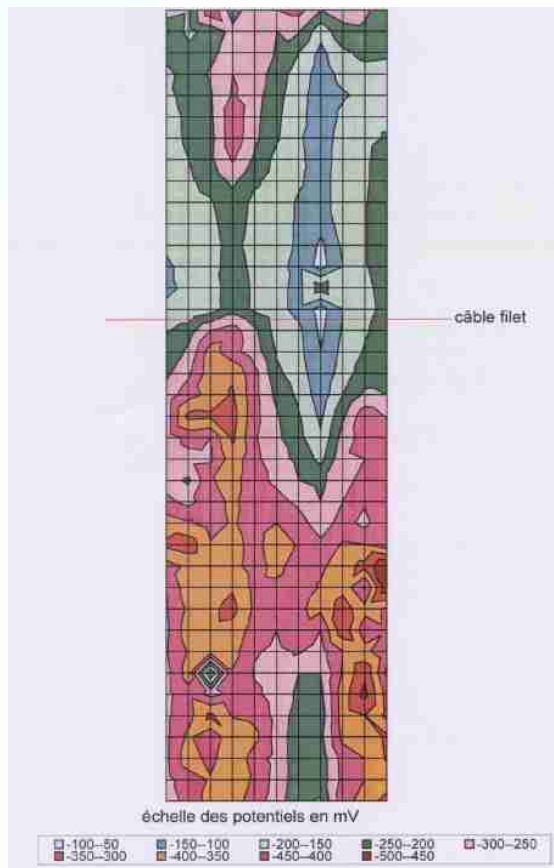
- Exemples de réactions à l'acier :

- $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$
- $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$



III. Études préliminaires

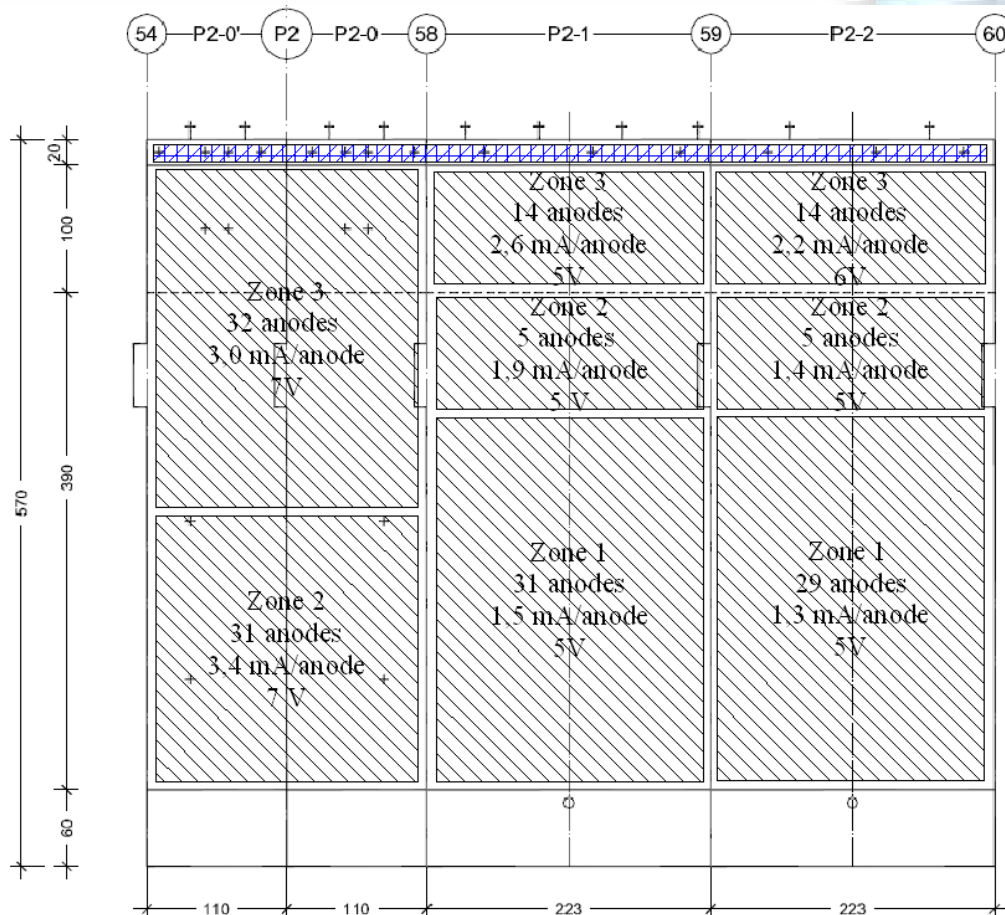
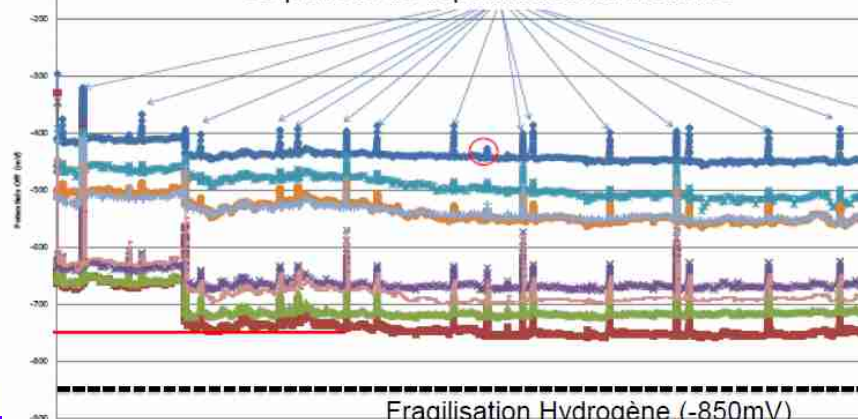
1. Mesures de potentiels et de pénétration de chlorures



2. Essai pilote

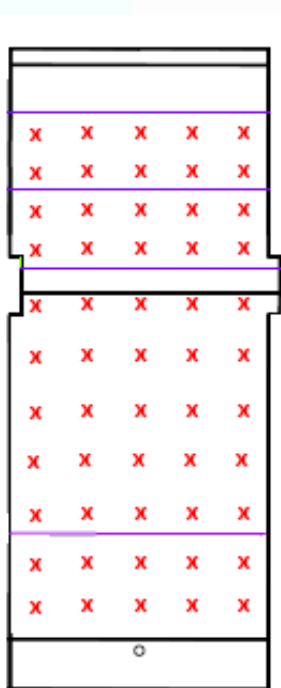


Séquences de dépolarisation mensuelles

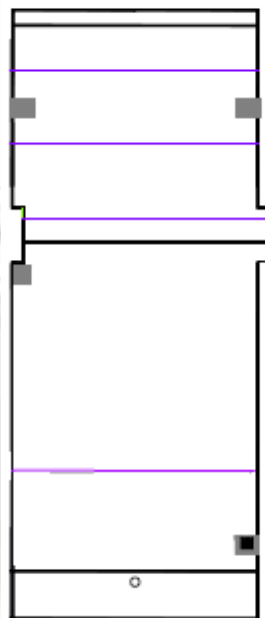


IV. Études d'exécution

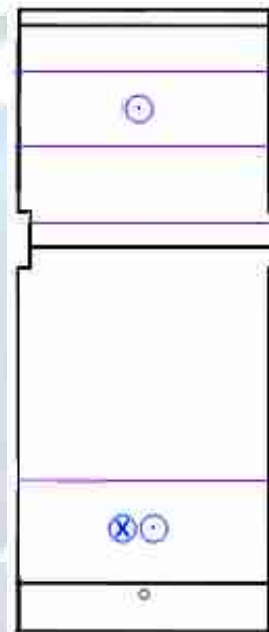
1. Vue d'ensemble



Anodes



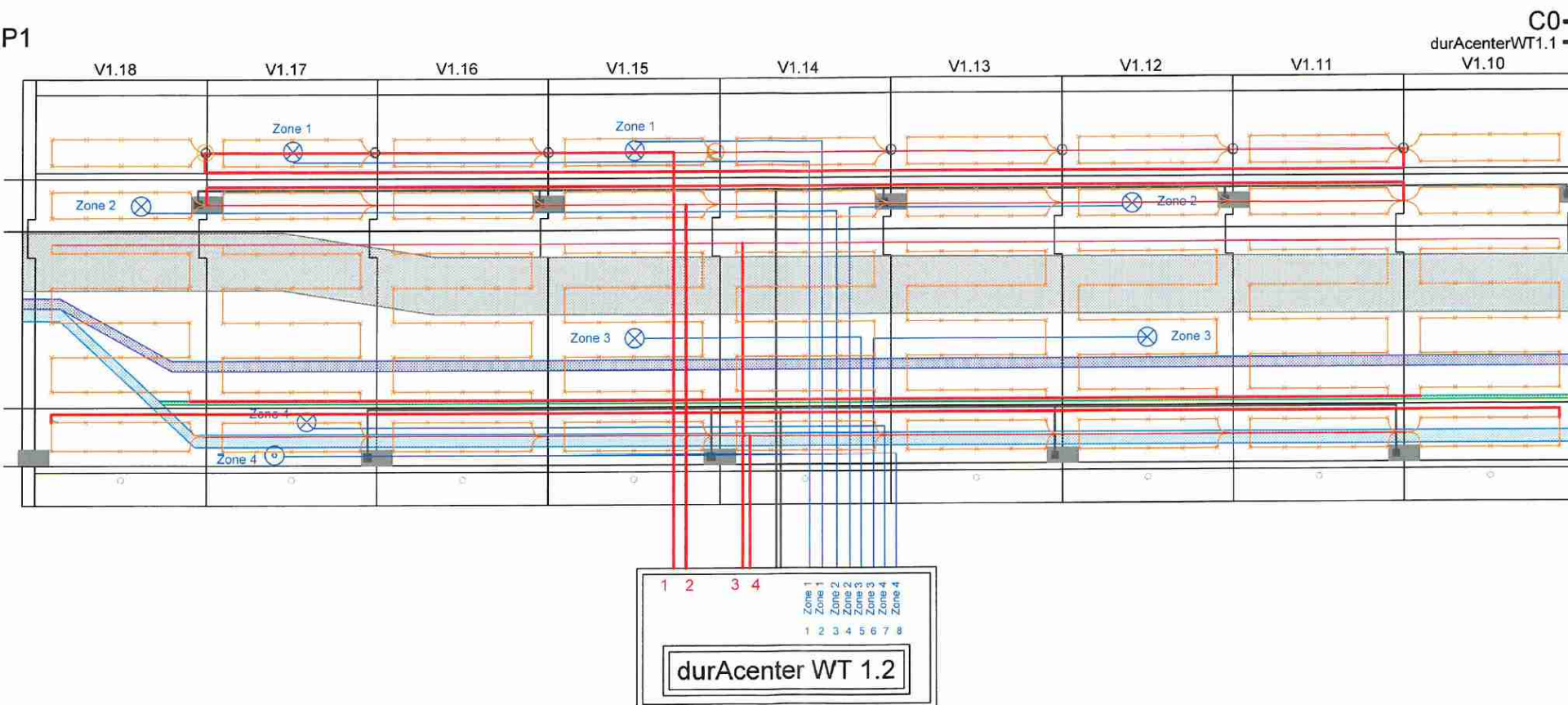
Cathodes



Références

1. Vue d'ensemble

P1



Viaduc Saint-Cloud – Protection Cathodique – J.DESILLE

2. Dimensionnement anodique

• Tension de sortie :

$$I_{\text{marché}} = I_{\text{pilote}} \cdot \frac{S_{a, \text{marché}}}{S_{a, \text{pilote}}}$$

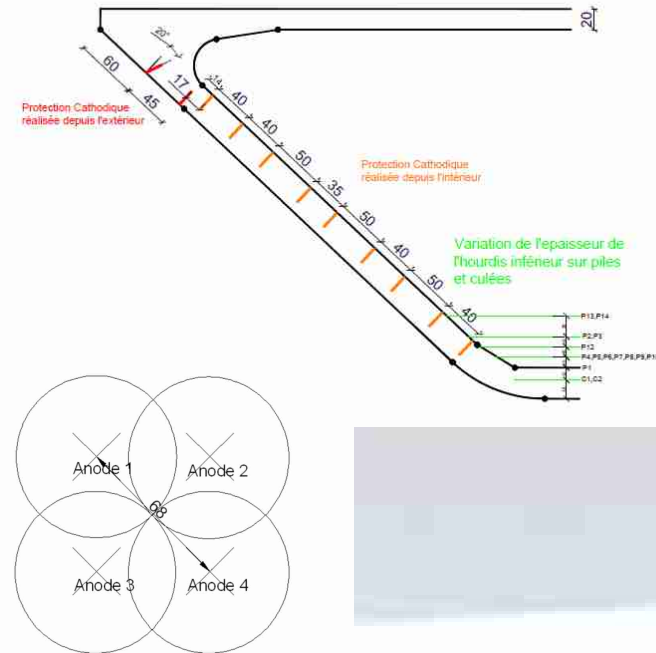
$$N_{\text{anode}} = \frac{I_{\text{marché}}}{I_{S, \text{max}} \cdot L_{\text{utile}} \cdot 2 \pi R} = \frac{101}{220 \text{ mA/m}^2 \cdot 0,17 \text{ m} \cdot 2 \pi \cdot 0,008 \text{ m}} \approx 55$$

• Rayon d'action :

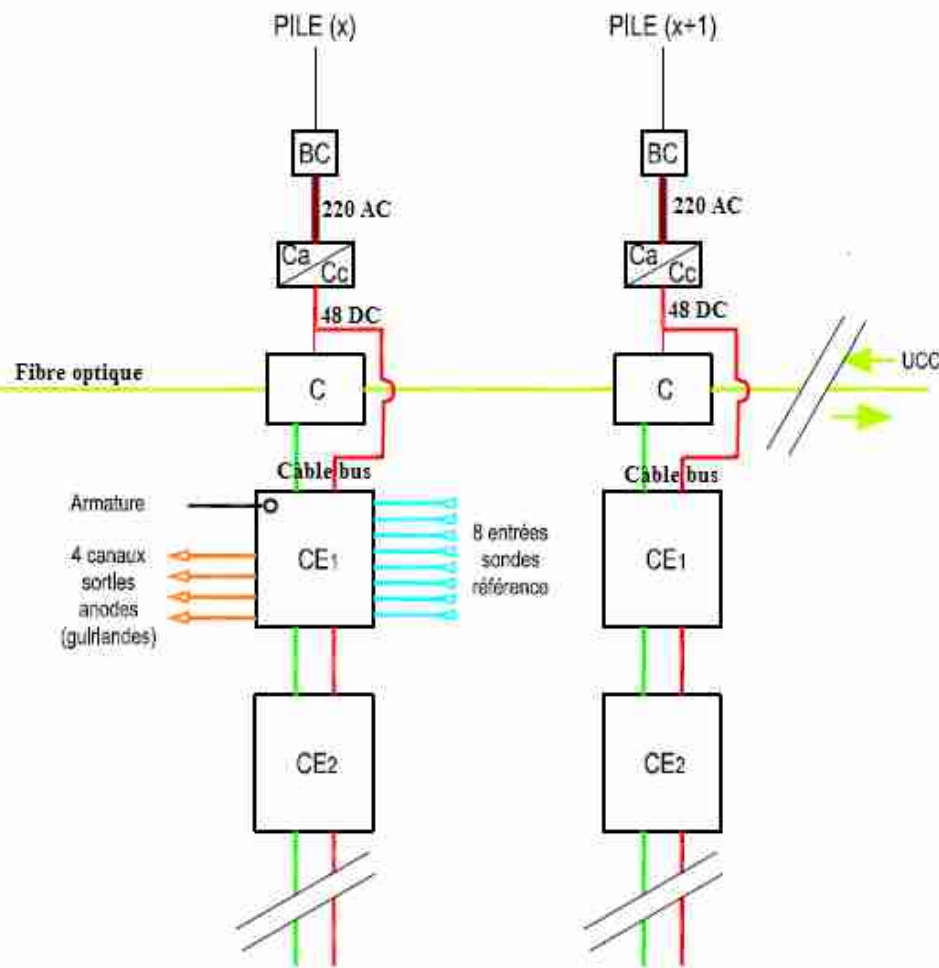
$$R = 2 \cdot L_{\text{active}} = 2 \cdot 0,17 \text{ m} = 34 \text{ cm}$$

• Durée de vie :

- 100 ans à 110 mA/m² (0,88 mA/anodes)
- 25 ans à 440 mA/m²



3. Alimentation/données



UCC : Unité centrale de contrôle

BC : Boîte de raccordement

Ca/CC : Redresseur 220 V AC → 48 V DC

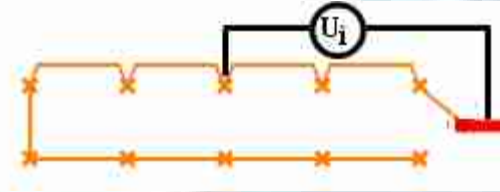
C : Convertisseur fibre optique → Câble bus

CE_i : Cabinet esclave

3. Alimentation/données

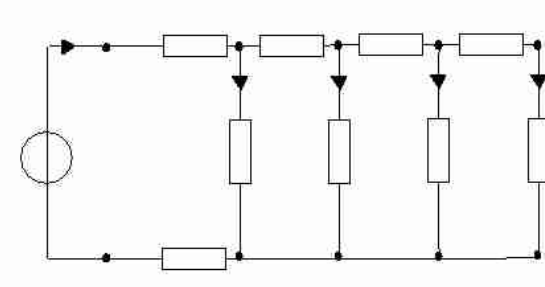
- Tension maximale appliquée :

$$\forall i U_i < 10V$$



- Chute de tension dans le circuit :

$$\Delta U = \frac{U_n - U_1}{U_1} < 10\%$$

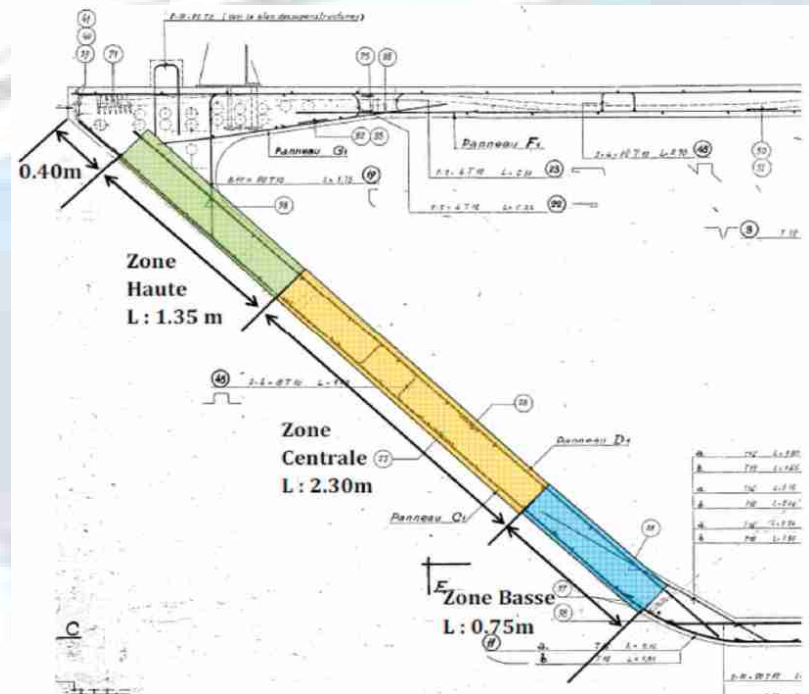


- Courant dans le cabinet :

$$I_{max, cabinet} > I_{marché} \cdot N_{voussoirs} = 101 \text{ mA} * 10 \text{ voussoirs} = 1010 \text{ mA}$$

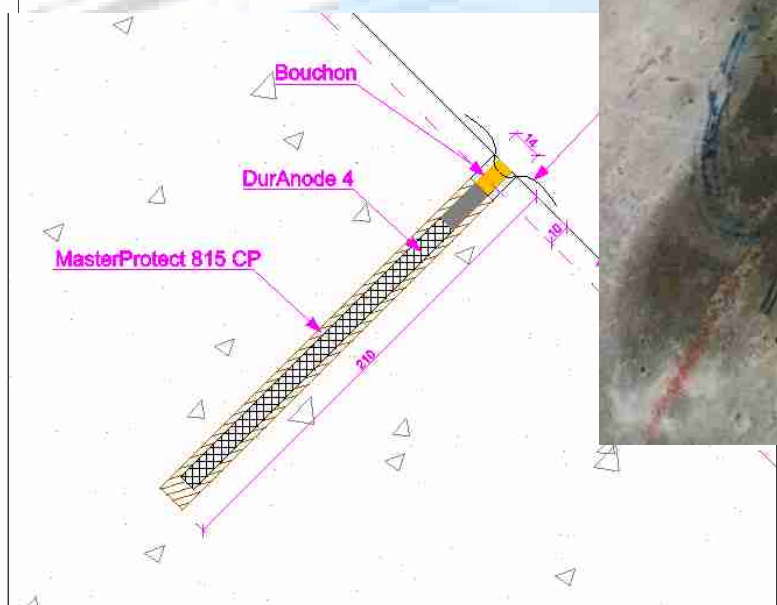
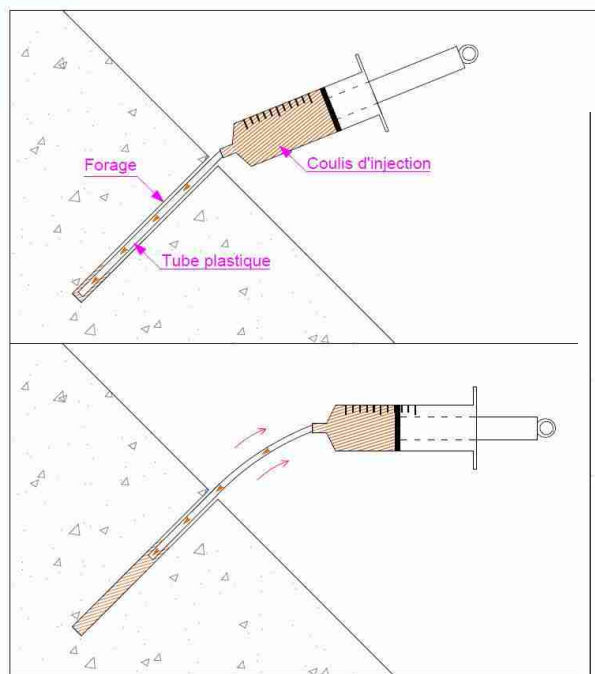
4. Asservissement

- Asservissement de la PCCI à la fragilisation à l'hydrogène :
 - $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H} + \text{OH}^-$
 - $U_{\text{arrêt}} < 850 \text{ mV} - \epsilon$

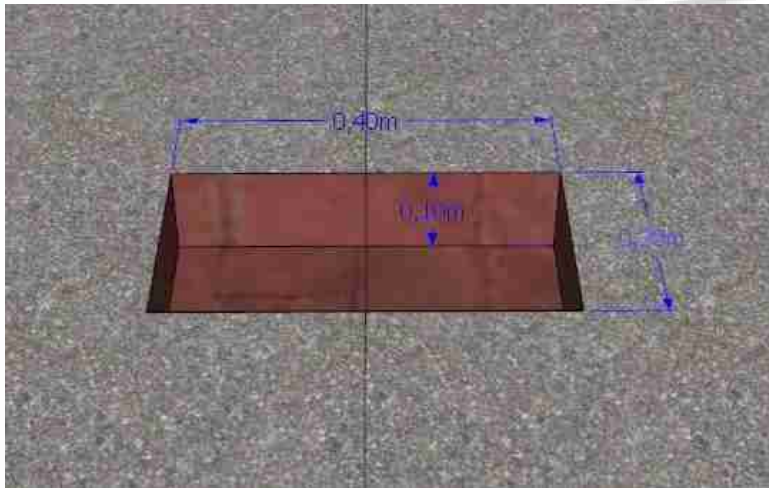


V. Mise en œuvre

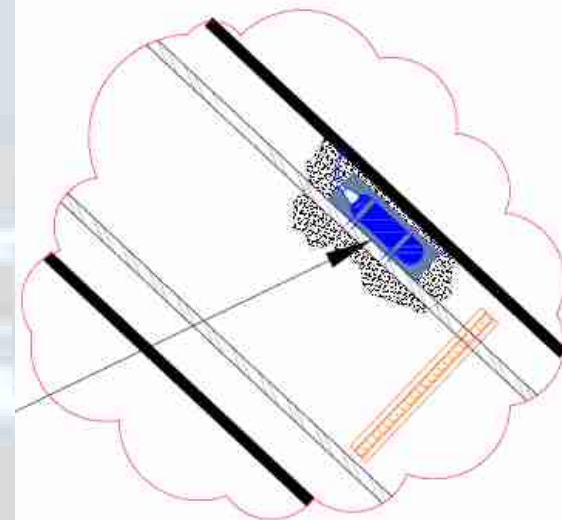
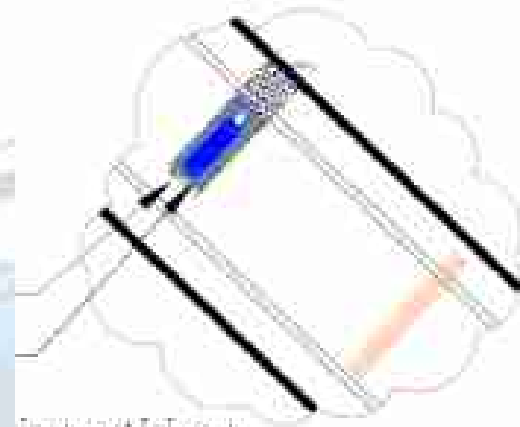
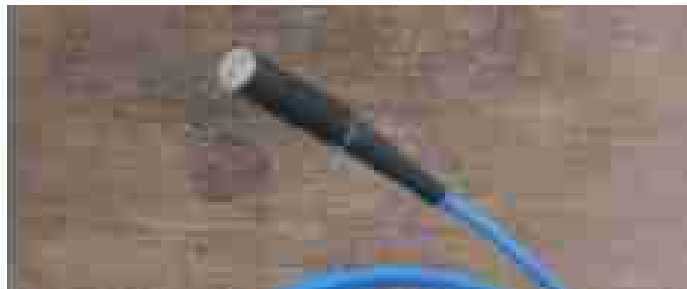
1. Injection des anodes



2. Raccordement au pôle négatif



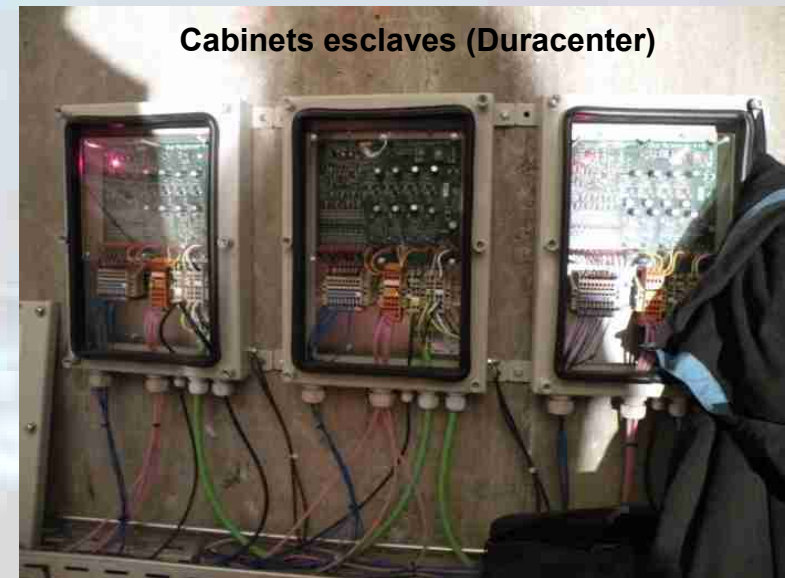
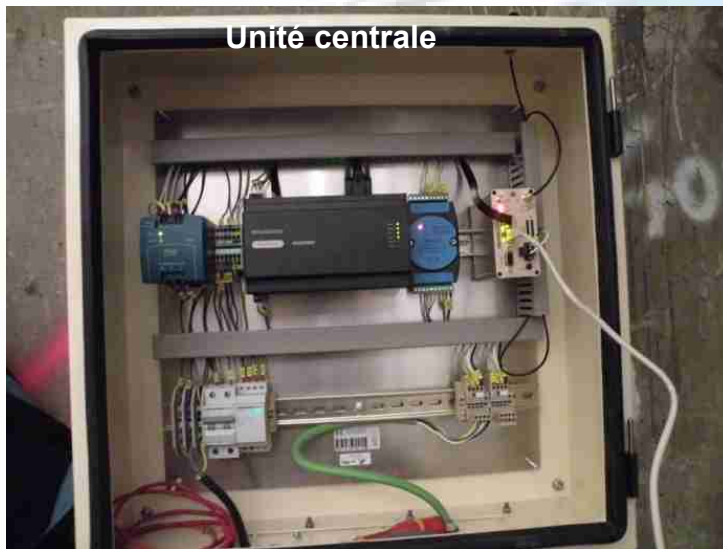
3. Pose des références



4. Câblage



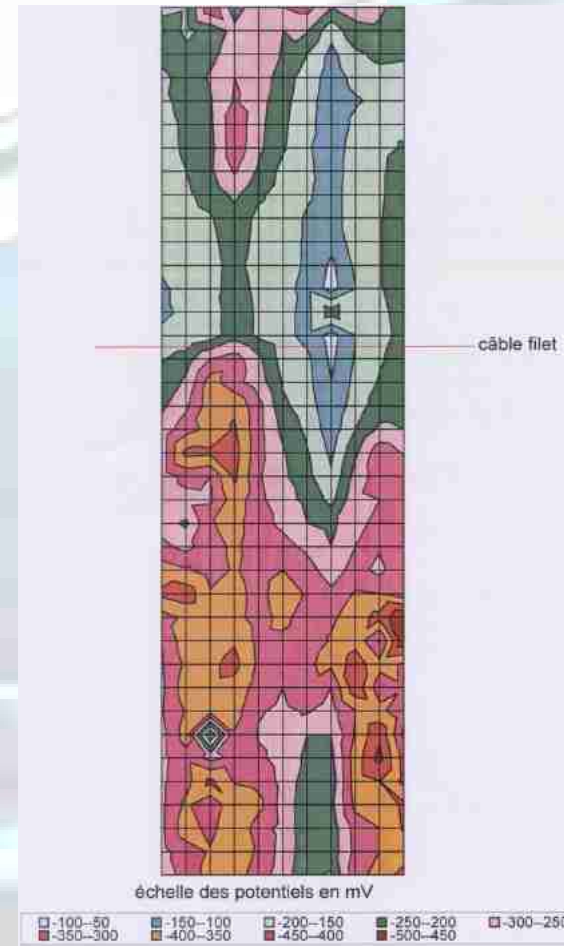
5. Monitoring



VI. Contrôles

1. Contrôles extérieurs

- Cerema (Mesures de potentiel)
- In Situ (VISA des procédures, plan d'exécution et produits)



2. Contrôle maîtrise d'œuvre

- Logiciel dédié (Android)
 - Journaux de chantier
 - Constats de métrés
 - Points d'arrêt

Création constat

Porté à la situation numéro 5

Choisir le prix

Ajouter un commentaire

Valider le constat

PAQ 0.7 F

Vérification de la continuité électrique 22 u

Nacelle positive (nuif) 5 u

Projection de jour 2.15 m3

Édition journal

Nombre de chefs de chantier : 1

Date / Météo

Ateliers

Evénements

Création du PDF

www.lecontrôleur.com/lecontrôleurWeb/index.php?c=constat&leprojet=9

contradiction

CSRI Assistance Casper - Pointeuse Gmail Outlook - pasdequ... Melanie2 DTRF Outils PDF en ligne AUTH Credit Mutuel - Grédk... INTRACOM Les formulaires d'ex...

Julien Desille du service Département d'ingénierie Ouvrages d'Art est connecté

Menu personnel

Comptes

Contrôle

Entreprise

Projet

Accueil / Projet / PCCI / Atelier

15/3/2016 09:42:27

Nouveau

Numéro de constat	Date	Lieu	Commentaire	Situation	Lien	Contrôleur	Action
3	2016-03-15			2		Sittler Erwan	
2	2016-01-27			2		Sittler Erwan	
1	2015-12-14			2		Sittler Erwan	

Afficher les résultats de 1 à 3 (total de 3)



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement
Durable, des Transports et du Logement
Direction régionale et interdépartementale de
l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-
France
Département d'ingénierie Ouvrages d'Art

Réparation par Protection Cathodique par Courant Imposé (PCCI) du viaduc de Saint- Cloud

Marché n° 11 25 031 00 223 94

Titulaire : Freyssinet
Surveillant : Johan Cathala

Journal de chantier du jeudi 17 déc. 2015

Météo : Dégagé
Température minimum : 10 °C
Température maximum : 17 °C
Horaires de chantier : de 10h00 à 15h00

1 chef(s) de chantier présent(s) pour 4 ouvrier(s).

Atelier(s) de travail
<p>Essai d'implantation des anodes extérieures Entreprise : Freyssinet (Titulaire) 3 ouvrier(s) travaille(nt) dans cet atelier. Véhicules/Matériel : 1 nacelle ciseaux 1 foreuse Commentaire : Voussoirs 7, 8 et 9 de la travée 1. Suite au passage radar réalisé par Concrète. Implantation des anodes, 14 cm entre la ligne inférieure extérieure et la ligne supérieure intérieure. Percements sur le voussoir 7. Repérage défaillant, annulation des percements sur V8 et 9 (aciers touchés).</p>
<p>Détection radar des aciers Entreprise : Concrète (Sous-traitant) 1 ouvrier(s) travaille(nt) dans cet atelier. Véhicules/Matériel : 1 radar Hilti Commentaire : Passage du radar sur les voussoirs 7, 8 et 9 de la travée 1 en vue de la réalisation de l'essai d'implantation des anodes extérieures. Le repérage s'est avéré défaillant suite à l'essai de percement.</p>

Johan Cathala

Merci de votre participation



Merci à :

Véronique Bouteiller (IFSTTAR)

Christophe Michaux (In Situ)

Julien Schneider (DTER IdF)