

# Bienvenue au Workshop #3

22 mai 2026



# Retour d'expérience sur le diagnostic corrosion du Pont d'Oléron

RD26- Bourcefranc- Le-Chapus (17)



# Sommaire

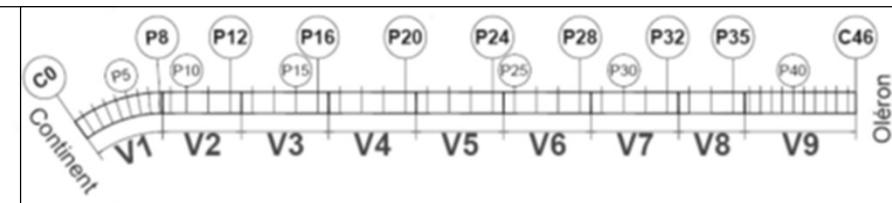
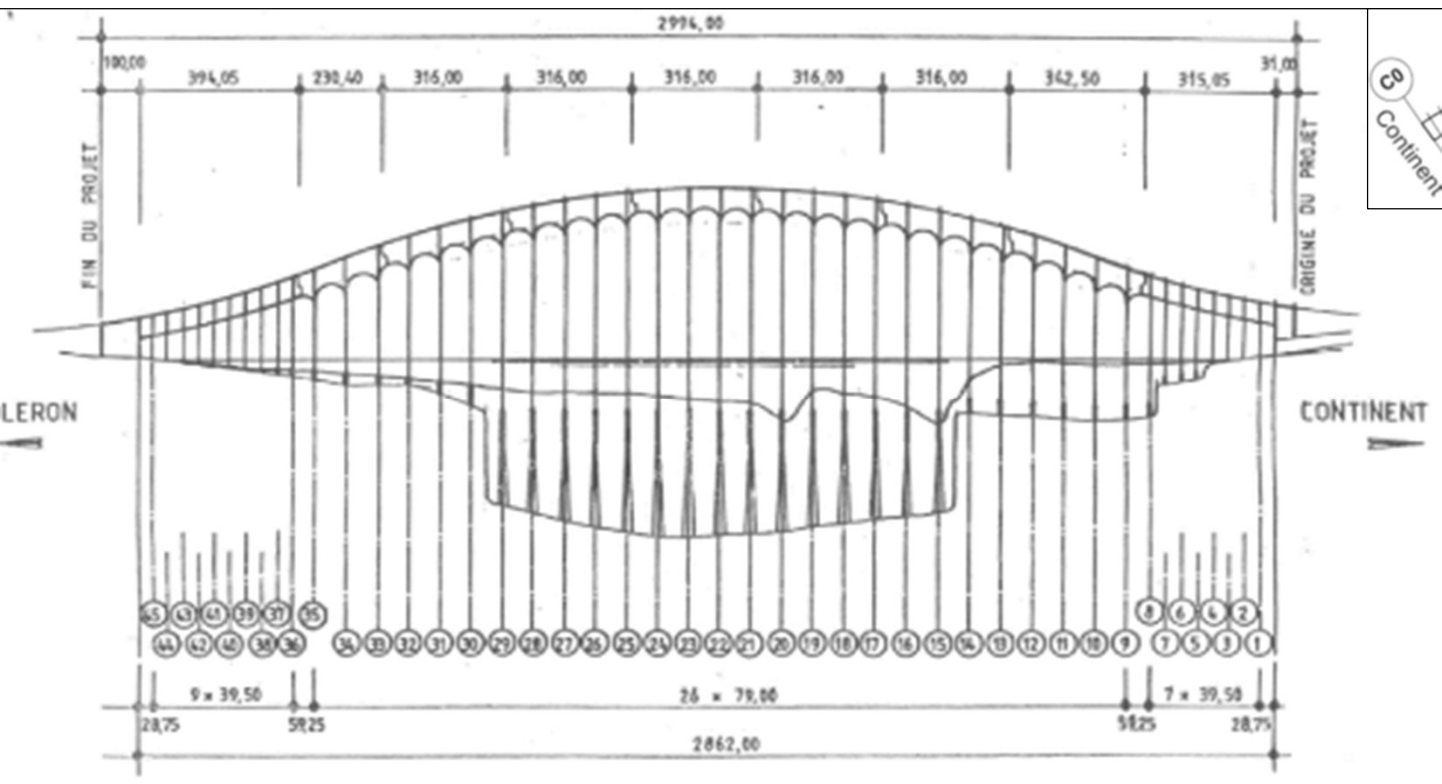
---

1. Présentation de l'ouvrage
2. Programme du diagnostic
3. Contraintes de réalisation
4. Déroulement du diagnostic
5. Résultats du diagnostic et analyse
6. Conclusion et suites au diagnostic

# 1 Présentation de l'ouvrage

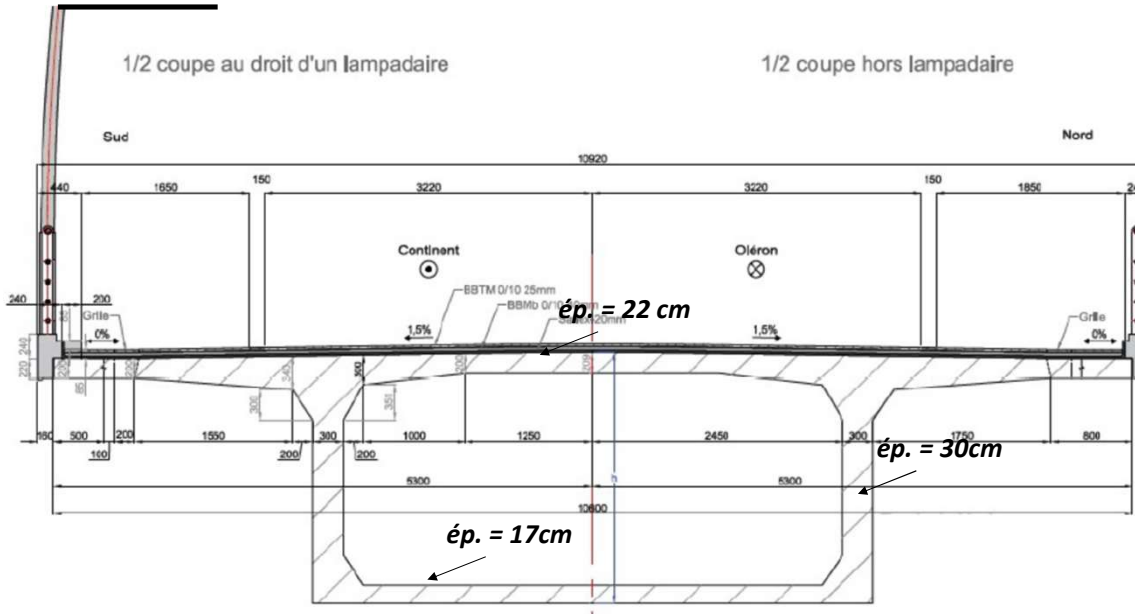
- Le pont de l'île d'Oléron a été mis en service en 1966.
- Longueur d'ouvrage: 2 862 m
- 47 appuis: ont 2 culées aux extrémités de l'ouvrage et 45 piles (15 piles toujours en eau et 30 découvrables à marée basse)
- 4 passes navigables offrant au minimum 15m de tirant d'air
- 860 voussoirs constituant le tablier, assemblés entre eux grâce à de la précontrainte
- Environ 28 000 m<sup>3</sup> de béton armé soit 65 000 tonnes dont 2000 tonnes d'acier

Nota: La sous-face du tablier entre P44 et C46 (côté Oléron) est aussi soumise à la marée



# 1 Présentation de l'ouvrage

## • Tablier



- Largeur totale tablier: 10,92m
- Largeur utile: 10,60m
- Hauteur des voussoirs de 2,55 à 4,55m
- Câbles de précontrainte intérieurs: câble de fléau (bleu) pour le montage et câbles de solidarisation (vert)
- Précontrainte additionnelle extérieure (1996 et 2000): 9900ml de câbles ajoutés
- Réseaux concessionnaires à l'intérieur des voussoirs (eau potable, électricité, télécoms)



*Extrait film Construction Pont d'Oléron -groupe Freyssinet*

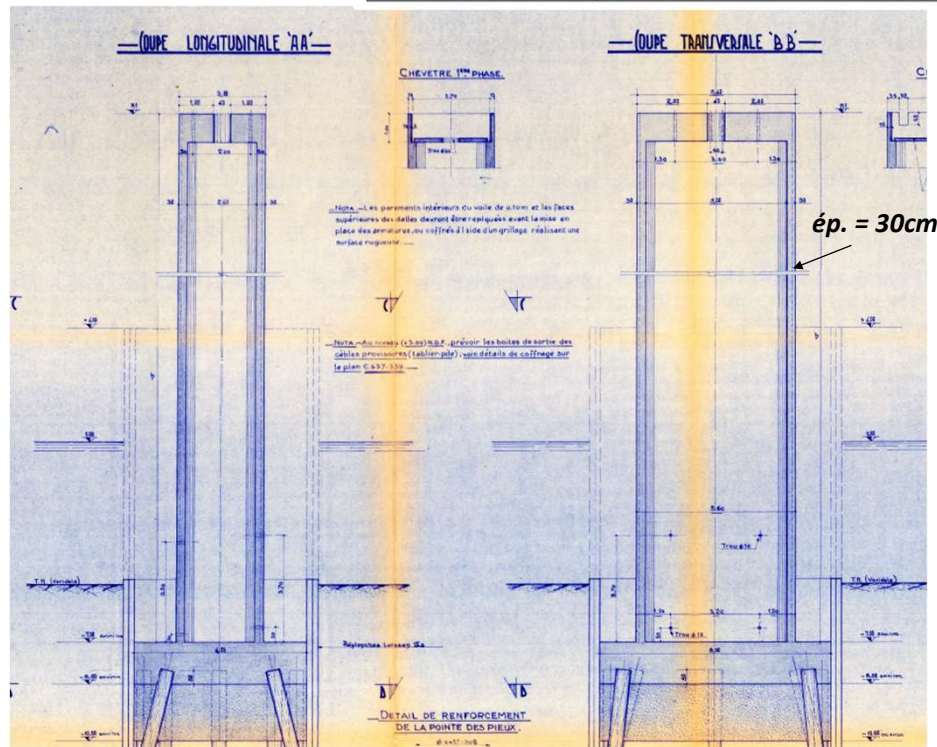


*Coupe longitudinale avec position des câbles de précontrainte intérieure et extérieure*

# 1 Présentation de l'ouvrage

## • Piles

Piles	Description
P1 à P4 et P42 à P45	piles <b>pleines</b> de section 5,60mx1.60m, <b>fondées sur semelles</b>
P5 à P7 et P37 à P41	piles <b>creuses</b> de section 5,60x2,50m, <b>fondées sur semelles</b>
P8 et P36	piles <b>creuses</b> de section 5,60x3,00m <b>fondées sur semelles</b>
P9 à P14 et P30 à P35	piles <b>creuses</b> de section 5,60x3,00m, <b>fondées sur semelles</b> (la pile 9 est équipée de colonnes complémentaires de fondation)
P15 à 29	piles <b>creuses</b> de section 5,60x3,00m, <b>fondées sur pieux</b>



←Extrait Plan de coffrage des piles



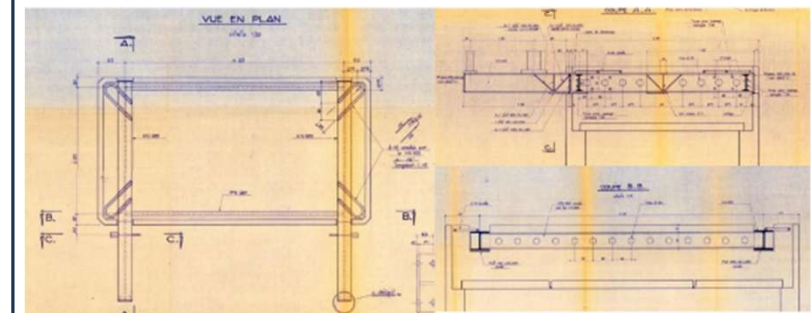
Extrait film Construction Pont d'Oléron -groupe Freyssinet



Figure 8 : vue d'une zone de cachetage - Pile P13



Figure 9 : vue d'une zone de cachetage - Pile P17



Spécificité têtes de piles

# 2 Programme de diagnostic

## Objectifs:

- Déterminer les causes de dégradation des bétons de structure
- Evaluer le niveau de dégradation des bétons et estimer la durée de vie résiduelle
- Etablir des préconisations de réparation, renforcement et protection des bétons

- **Sur la base de l'inspection détaillée de 2015**, les principaux désordres sont:
  - Sur les piles: larges zones d'éclat de béton, armatures apparentes avec pertes de diamètre, non adhérentes au béton et parfois dissoutes, fissures en tête, etc
  - Sur les voussoirs: faïençage, fissures, éclats béton ponctuels aciers apparents corrodés ponctuels, larges éclats et nombreux aciers apparents sur les voussoirs à proximité de la culée C46 (côté Oléron)
- **Diagnostic réalisé en 2 parties**: 2023 (mai-juin et octobre) puis 2025 (mars)



Photo 44 : Faïençage en hourdis inférieur du voussoir 23A2



Photo 72 : Aciers apparents corrodés, éclats de béton et amorces d'éclat en hourdis inférieur du voussoir 46.C2

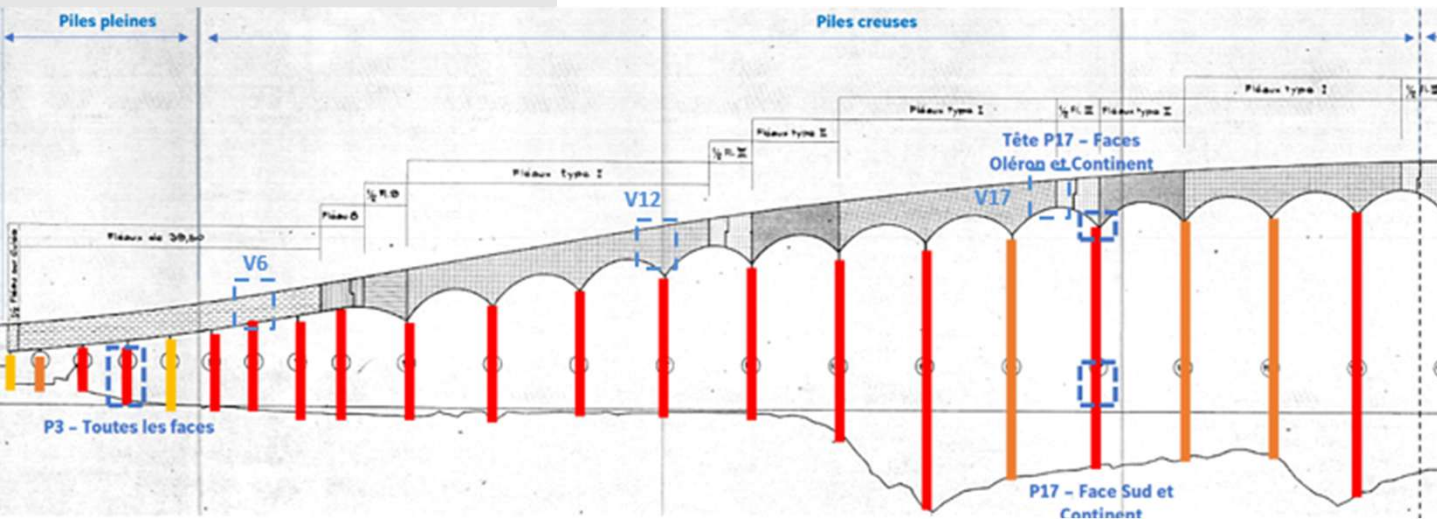


94 : Fissure horizontale, coulures d'oxyde et aciers apparents corrodés sur P3, face Sud



Face Nord, Pile 17

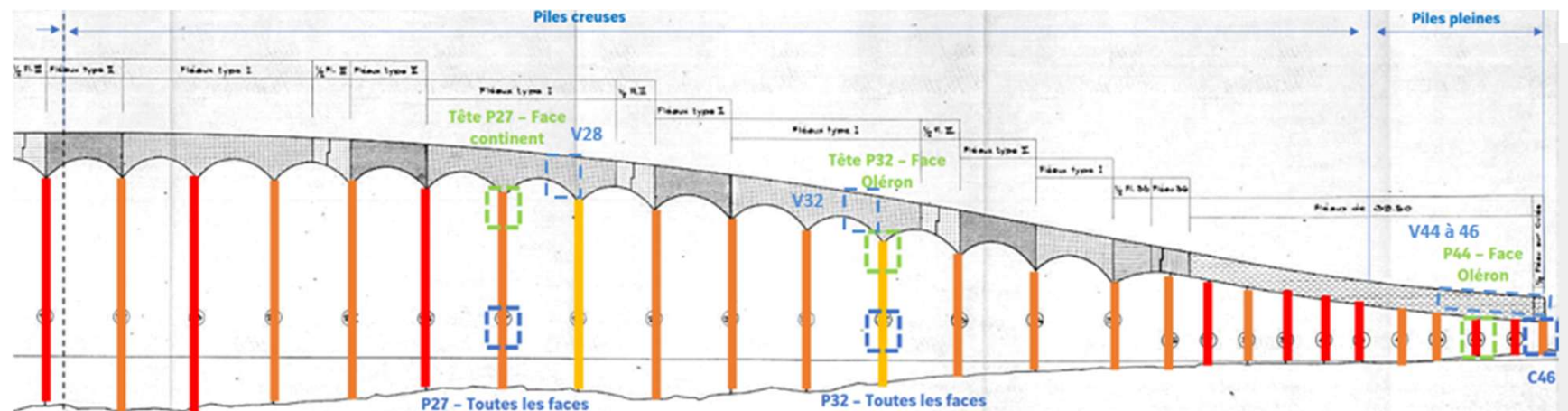
## 2 Programme de diagnostic



### Etat:

- Peu dégradé
- Moyennement dégradé
- Très dégradé

- Pour le diagnostic: 5 piles et 6 voussoirs ciblés



# 2 Programme de diagnostic

## Programme des investigations 2023

- Essais sur site:
  - Mesures d'enrobage des armatures
  - Mesures d'humidité relative de surface des bétons
  - Mesure du potentiel de corrosion des aciers
  - Mesures de résistivité de surface du béton
  - Réalisation sondages destructifs pour mise à jour des aciers
  - Réalisation de prélèvements de béton pour essais en laboratoire
- Essais en laboratoire
  - Analyse des indicateurs de durabilité du béton vis-à-vis de la corrosion
    - Mesure de la perméabilité au gaz du béton de surface
    - Mesure de la porosité accessible à l'eau du béton
    - Détermination du coefficient de diffusion apparent des chlorures
    - Mesure de la résistivité du béton en labo
    - Identification de la nature du liant et des granulats
    - Détermination de la formulation
    - Evaluation de la teneur en eau moyenne
  - Analyse des témoins de durée de vie
    - Mesure profondeur de carbonatation
    - Détermination teneur en agents agressifs: chlorures et sulfates
  - Résistance à la compression
  - Observations au MEB en recherche de pathologies pouvant affecter la matrice cimentaire

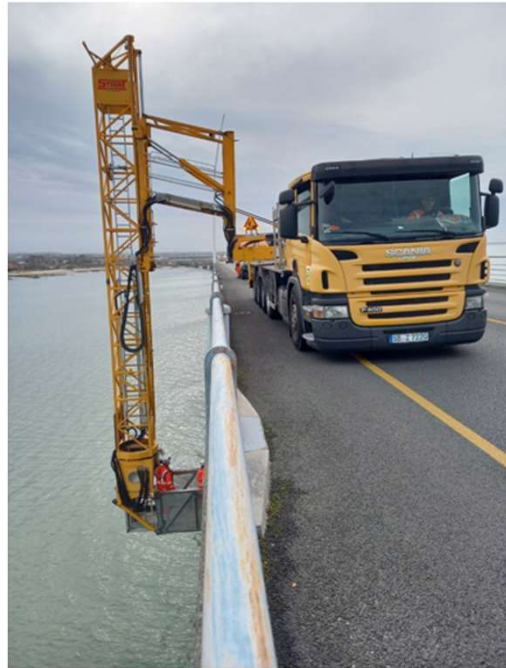
## Programme des investigations complémentaires 2025:

- Mesures de la vitesse de corrosion sur 3 piles(en tête y compris investigations complémentaires comme diagnostic précédent)
- Investigations sur pile P44 et sur des zones complémentaires en sous face de tablier entre P44 et C46
- Sondages au niveau précontrainte des voussoirs entre P44 et C46 pour vérification état des armatures + prélèvement coulis pour déterminer la teneur en agents agressifs

***Nota: Le programme de diagnostic s'est basé sur la méthodologie développée lors du projet « DéCoF-Ré » (Aide à la Décision par Diagnostic Corrosion en toute Fiabilité sur le pont de l'île de Ré- 2014) notamment pour les investigations des piles qui sont soumises à la marée.***

# 3 Contraintes de réalisation

- Trafic routier 10 000 véhicules/jour et 25 000 véhicules/jour en saison estivale
- Largeur de l'ouvrage limitée
- Hauteur de l'ouvrage
- Météo (Vent)



**Ce qui a nécessité:**

- L'utilisation d'une passerelle négative
- La mise en place d'une circulation alternée (10h-16h)
- Interventions printemps et automne

# 3 Contraintes de réalisation

- Accès restreints à l'intérieur de l'ouvrage



➤ Intervention de cordistes

# 3 Contraintes de réalisation

- Ouvrage soumis à la marée



**Ce qui a nécessité:**

- L'utilisation d'un bateau
- Des horaires en fonction de la marée

# 4 Déroulement du diagnostic

## Phasage particulier relatif aux marées à mettre en place

### # - Marée descendante

#### ETAPE 1: ZONE EMBRUN

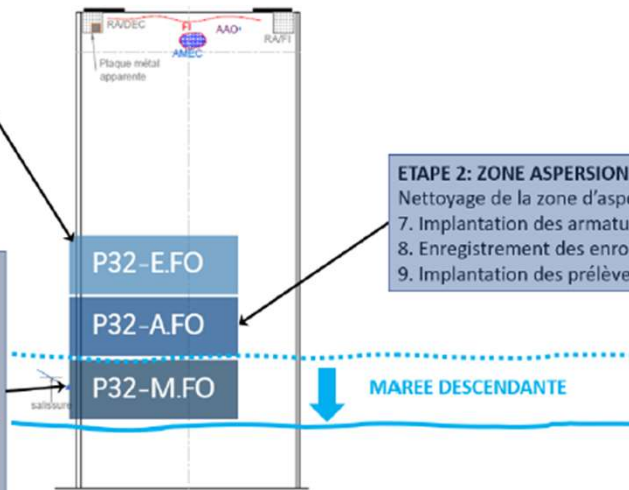
1. Nettoyage de la zone d'embrun
2. Implantation des armatures
3. Enregistrement des enrobages
4. Sondage destructif
5. Implantation des prélèvements

#### ETAPE 2: ZONE ASPERSION

- Nettoyage de la zone d'aspersion
7. Implantation des armatures
  8. Enregistrement des enrobages
  9. Implantation des prélèvements

#### ETAPE 3: ZONE DE MARNAGE

10. Nettoyage de la zone de marnage
11. Implantation des armatures
12. Enregistrement des enrobages
13. Réalisation des mesures de potentiel sur l'ensemble des zones (marnage à embrun)
14. Réalisation des mesures de résistivité sur l'ensemble des zones (marnage à embrun)
15. Implantation des prélèvements et des sondages en zones anodique



### # Marée montante

#### ETAPE 6: ZONE EMBRUN

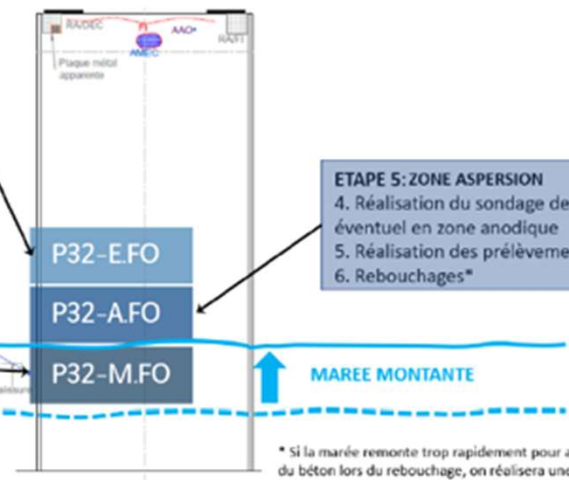
7. Réalisation du sondage destructif éventuel en zone anodique
8. Réalisation des prélèvements
9. Rebouchages

#### ETAPE 5: ZONE ASPERSION

4. Réalisation du sondage destructif éventuel en zone anodique
5. Réalisation des prélèvements
6. Rebouchages\*

#### ETAPE 4: ZONE MARNAGE

1. Réalisation du sondage destructif éventuel en zone anodique
2. Réalisation des prélèvements
3. Rebouchages\*



\* Si la marée remonte trop rapidement pour assurer la prise du béton lors du rebouchage, on réalisera une première passe avec un mortier à prise rapide et la finalisation du rebouchage sera réalisée lors d'une autre marée

### Critères d'intervention sur les piles:

- Investigations sur zones d'embruns, d'aspersions et de marnage
- Réalisation d'une campagne d'essais sur une seule marée
- Minimum 2 faces opposées sur les zones d'embruns et d'aspersions, et sur les 4 faces en zone de marnage

# 4 Déroulement du diagnostic

Mesures d'enrobage (pachomètre), examen état des armatures (fenêtres),  
prélèvements par carottage



# 4 Déroulement du diagnostic

Mesures de résistivité, cartographies de potentiels de corrosion



# 4 Déroulement du diagnostic

Investigations similaires sur voussoirs



# 5 Résultats du diagnostic et analyse

## Caractéristiques des bétons

	Piles	Culée (C46)	Tablier
Dosage en ciment	345 à 372kg/m3 (E/C 0,39 à 0,57)	276kg/m3 (E/C=0,56)	370kg/m3 (E/C de 0,4 à 0,5)
Masse volumique apparente	2400kg/m3	2400kg/m3	2300kg/m3
Resistance à la compression	Entre 45 et 60 Mpa Avec P17 à 33-35MPa	55,8 MPa	Entre 45 et 80MPa
Teneurs en eau	3,5 à 4,5%	3,7%	3%

*Tableau dossier d'ouvrage: caractéristiques des bétons*

	Culée	Pile	Voussoir
Dosage en ciment théorique	300 kg.m <sup>-3</sup>	350 kg.m <sup>-3</sup>	400 kg.m <sup>-3</sup>
D <sub>max</sub>	60 mm	25 mm (40 pour les piles pleines)	25 mm
Résistance en compression	25 MPa	35 MPa	36 MPa
Enrobage théorique	/	50 mm	30 mm
Dénomination du ciment	CPAL 210/325 PM	CPAL 210/325 PM	CPAL 210/325 PM
Autres informations extraites de l'étude du dossier d'ouvrage			adjuvant Plastocrete 0,25% poids ciment
Aciers	Tor (T) ou aciers doux de type rond lisse (RL)		

- Résultats cohérents par rapport au dossier d'ouvrage excepté le dosage en ciment des voussoirs et de la culée légèrement plus bas
- La pile P17 qui visuellement est la plus dégradée : la plus petite résistance à la compression
- Type de ciment équivalent au CEMII /A

# 5 Résultats du diagnostic et analyse

## Indicateurs de durabilité

	Piles	Culée (C46)	Tablier
Porosité accessible à l'eau	Entre 10 et 12%	13%	Entre 9 et 10%
Perméabilité au gaz (e-18m <sup>2</sup> )	Entre 300 et 3493 (résultatshétérogènes difficiles à interpréter )	298	Entre 84 et 671
Coefficient de diffusions des ions chlorures (e-12m <sup>2</sup> /s)	3 groupes: <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 à 4 (pile peu dégradée)</li><li>• 7 à 9 (pile moyennement dégradée)</li><li>• &gt;12 (pile très dégradée)</li></ul>	2,12	Entre 3,70 et 21 (très hétérogènes sans facteurs spécifiques qui pourraient jouer sur les résultats)
Résistivité (Ω.m)	63 à 92 (+ élevée en zones d'aspersion et marnage)	73	Entre 50 et 100

### Approche performantielle:

➔ La simple analyse des résultats, obtenus en Laboratoire, vis-à-vis des seuils et des critères de durabilité présentés par Baroghel-Bouny et dans le guide du LCPC met en évidence que les caractéristiques physico-chimiques des bétons par rapport à l'environnement maritime et à la durée d'utilisation attendue de 100 ans ne confèrent pas à l'ouvrage la durabilité potentielle et les performances adaptées permettant à l'ouvrage de résister et de se protéger contre le phénomène de corrosion sur une durée aussi longue.

# 5 Résultats du diagnostic et analyse

## Témoins de durée de vie

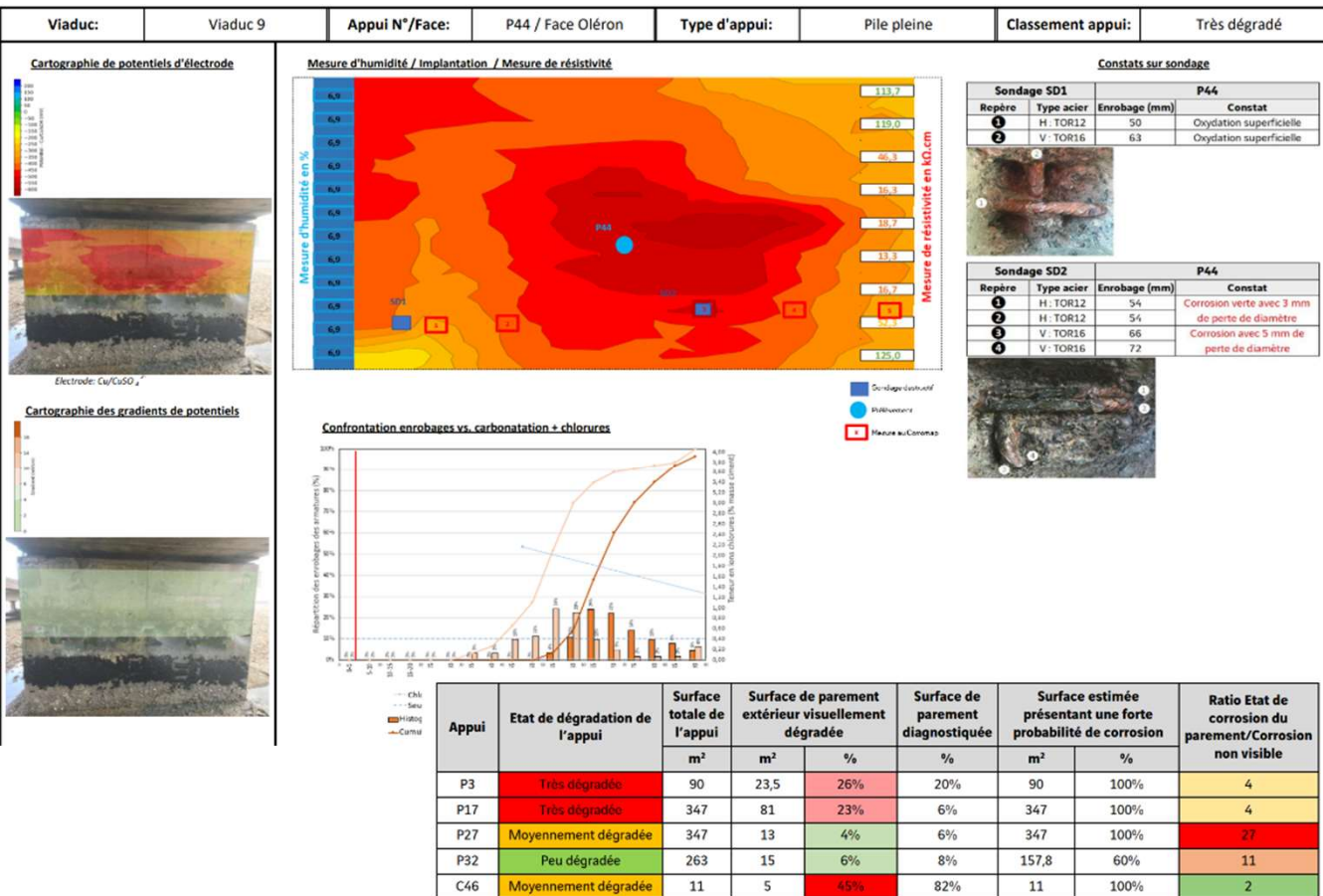
	Piles	Culée C46	Tablier
Enrobage (mm)	Entre 40 et 60mm →sauf P17 qui présente des enrobages à 24mm par endroit	50mm	En sous face 10mm à 35mm Ailleurs 30 à 50mm
Front de carbonatation (mm)	<10mm (sauf P3 et P17 seulement tête jusqu'à 30mm)	<1mm	<10mm
Teneurs en ions sulfates (%masse ciment)	<4%masse ciment= pas de pathologie en lien avec présence de sulfates	<4%masse ciment= pas de pathologie en lien avec présence de sulfates	<4%masse ciment= pas de pathologie en lien avec présence de sulfates
Teneurs en ions chlorures libres (%masse ciment)	Globalement au-delà du 1 <sup>er</sup> lit d'armatures compris entre 0,5 et 4%= résultats hétérogènes quelque soit l'exposition.  <i>A noter sur carottages traversants (zone d'embruns, teneurs &lt; au seuil parement intérieur)</i>	Jusqu'à 80mm avec 0,5% à 2%	Globalement jusqu'à 20mm avec teneurs comprises entre 0,4 et 2%

- Les enrobages restent globalement inférieurs à 50mm et sont particulièrement faible sur la Pile 17 et en sous-face des voussoirs
- Pollutions aux ions chlorures importante au-delà du 1<sup>er</sup> lit d'armatures
- Pollutions aux ions chlorures encore limitée à l'enrobage pour les voussoirs

# 5 Résultats du diagnostic et analyse

## Cartographies potentiels et résistivité/ Etat des aciers

### PILES



\* La surface totale de l'appui correspond à la surface totale du parement extérieur du fût au-dessus de la PBMVEE.

Les cartographies de potentiels de corrosion obtenues, montrent globalement des valeurs de potentiel plutôt électro-négatives, signe de corrosion active des armatures, notamment en zone de marnage, ce qui semble en corrélation avec le niveau de pollution des bétons.

Les gradients de potentiels sont généralement plus marqués à proximité des désordres de types éclats en formation et aciers apparents corrodés affectant le parement. Les mesures de résistivité électrique des bétons indiquent généralement des risques de corrosion plus élevés en zone de marnage, mesures qui peuvent être impactées par l'humidité du parement. On note aussi que les mesures réalisées au niveau des désordres indiquent généralement des risques de corrosion plus forts.

L'examen de l'état des aciers montre que les armatures situées directement ou à proximité des désordres ou des zones anodiques très marquées sont corrodées avec des pertes de diamètres pouvant aller jusqu'à la dissolution (essentiellement pile P3, P17, P44). Au-delà de ces zones, la très grande majorité des armatures, présentent une oxydation généralisée et parfois une corrosion sans perte de diamètre,

# 5 Résultats du diagnostic et analyse

## Cartographies potentiels et résistivité/ Etat des aciers

### TABLIER

Zone	Etat de la zone	Surface totale du voussoir	Surface de parement extérieur visuellement dégradée (hors fissure)		Surface de parement diagnostiquée	Surface estimée présentant une forte probabilité de corrosion		Ratio Etat de corrosion du parement/Corrosion non visible
		m²	m²	%	%	m²	%	
Fléau de P6	Peu dégradée	48	0,7	1%	50%	1	2%	2
Fléau de P12	Peu dégradée	66	2,5	4%	47%	15	22%	6
		66	2	3%	47%	15	22%	7
Fléau de P17	Moyennement Dégradée	77	1,5	2%	100%	12,5	16%	8
Fléau de P28	Très peu dégradée	131	1,5	1%	100%	41	31%	31
Fléau de P32	Moyennement Dégradée	47	1,5	3%	40%	2	4%	1
		66	1	2%	70%	11	17%	11
Fléau de P32	Moyennement Dégradée	66	3	5%	27%	5,5	8%	2
		57	1,5	3%	32%	2	4%	1
Fléau de C46	Très dégradée	47	10	20%	50%	20	40%	2

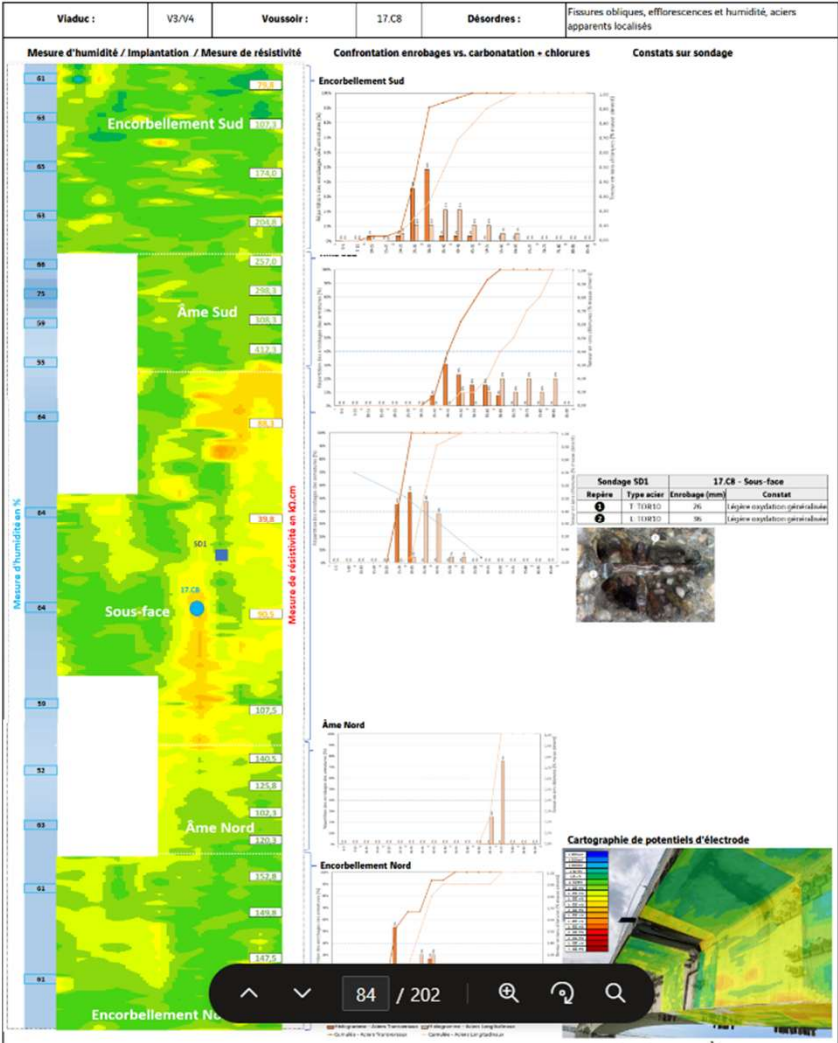
\* La surface totale du voussoir correspond à la surface totale du parement extérieur.

Les cartographies de potentiel obtenues, mettent globalement et logiquement en évidence la présence de zones ponctuelles fortement anodiques (zone de corrosion) à proximité des désordres de types éclats en formation et aciers apparents corrodés affectant le parement. Ces cartographies mettent aussi en évidence (les mesures de résistivité vont aussi dans ce sens) une probabilité de corrosion modérée à forte en sous-face de voussoir. L'existence d'une telle probabilité malgré le fait que les polluants n'ont généralement pas atteint en quantité suffisante les armatures en zone courante, est sûrement liée à la présence de défauts ayant permis aux polluants d'atteindre les armatures comme les fissures affectant largement la sous-face ou encore les zones de ségrégation, les trous de construction ou les ragréages.

Concernant la sous-face du voussoir 46.C1, la probabilité de corrosion est logiquement forte sur la quasi-totalité de la surface.

L'examen visuel des aciers montre que les armatures situées directement ou à proximité des désordres ou des zones anodiques très marquées sont corrodées avec des pertes de diamètres pouvant aller jusqu'à la dissolution.

Au-delà de ces zones, la très grande majorité des armatures, toutes zones confondues présente tout au plus une oxydation généralisée



# 6 Conclusion et suites

## Conclusions du diagnostic

- La corrosion est due à une pollution aux ions chlorures et accentuée par le manque d'enrobage ou fissuration
- Pour le tablier, la pollution aux ions chlorures et la corrosion sont limitées excepté sur la zone comprise entre P44 et C46 (soumise à la marée et éclaboussures).
- Pour les appuis, la pollution aux ions chlorures est profonde quelque soit l'exposition de la zone investiguée mais la corrosion est surtout plus importante sur les zones d'aspersions et d'embruns.
- Le diagnostic est cohérent avec les désordres visibles
- Les bétons de structure ont atteint leur durée de vie

## Suites au diagnostic:

- Les travaux de réparation seront réalisés sur une période de 8 ans environ en priorisant la réparation des piles: 1<sup>ère</sup> phase les appuis (2030-2034) et 2<sup>e</sup> phase le tablier (2034-2038)
- Dans le cadre des études réhabilitation des piles, afin d'aider dans le choix des techniques envisagées: Investigations complémentaires notamment pour vérifier la continuité électrique des armatures, vérifier le degré de corrosion sur d'autres zones (fenêtre d'autopsie), essais traction , inspection à l'intérieur des piles, etc
- Il serait intéressant de pouvoir comparer ce diagnostic avec d'autres ouvrages situés en milieux maritimes (Pont de Ré, Pont de Seudre en Charente-Maritime par exemple).

# 6 Conclusion et suites

---

## REX Maître d'ouvrage:

- Difficultés pour monter un diagnostic complet de l'ouvrage en prenant en compte toutes les contraintes liées à la taille de l'ouvrage, à l'environnement, au budget et aux compétences techniques en internes (et parfois externes): combien de zones à investiguer? Quels essais sont pertinents? Délais?
- Ne pas chercher forcément à tout faire sur une même campagne de diagnostic: une première phase de résultats peut soulever d'autres questions
- Pas toujours évident en termes de montage de marchés (CCTP, BPU)
- Satisfaction quant au déroulement des opérations d'investigations et de la qualité des rapports.
- Les préconisations de travaux données sont maintenant très focalisées sur la protection cathodique: **La solution retenue devra être la plus adaptée** en fonction de l'ensemble des données recueillies, contraintes d'exploitation, contraintes environnementales, budget et politique de gestion .
- S'appuyer sur des organismes compétents et spécialisés dans le domaine
- Dialoguer et partager avec nos homologues confrontés aux mêmes problématiques
- Se Former



# Merci

---



**Présentée par:** Mélanie DE NALE (Responsable service ouvrages d'art-Direction des Infrastructures- DEPARTEMENT 17)  
**[melanie.de-nale@charente-maritime.fr](mailto:melanie.de-nale@charente-maritime.fr)**