



Région Bretagne,

Diagnostique des structures en
béton armé des ports de
Brest, Lorient et Saint-Malo

Benoit THAUVIN, Cerema (DTEROuest)

Claude LE LAN, Région Bretagne

Contexte



Port de Brest



Port de Lorient



Port de Saint-Malo

- Décentralisation : Transfert des 3 Ports d'Intérêt National (PIN) à la Région Bretagne en 2007
- DDE => Pôle Ingénierie Portuaire de la Région Bretagne (3 antennes)
(Direction des ports, aéroports et voies navigables)



Contexte



- Patrimoine vieillissant, en environnement agressif, enjeux économiques
- Crainte d'une réduction du niveau de service et d'une limitation d'exploitation des ouvrages



- Établissement d'un état des lieux précis portant sur le vieillissement des matériaux et la capacité structurale :
 - Programme de surveillance des ouvrages
 - Programme hiérarchisé de maintenance (assurer le niveau de service et la pérennité des ouvrages)
 - Enveloppe budgétaire nécessaire à la remise à niveau du patrimoine



Marché

Lancement d'un marché de diagnostic :

- Structures en BA
- Durabilité du matériau
- Tenue mécanique
- Aérien / Subaquatique

Site	Nombre d'ouvrages	Linéaire (ml)
Port de Brest	10	2579
Port de Lorient	19	2024
Port de Saint-Malo	18	1025

Mission du Cerema (DTEROuest) : AMO

- Information relative au vieillissement des structures en BA en milieu marin
- Établissement du cahier des charges du diagnostic
- Analyse technique des offres
- Assistance technique dans la conduite du marché

Marché

Consistance du diagnostic

Phase 1	Analyse des dossiers d'ouvrages : Approfondissement de la connaissance des ouvrages Préparation des inspections et des investigations
Phase 2	Inspections détaillées : Parties aériennes et immergées dans les conditions de l'ITSEOA Établissement d'un programme d'investigation
Phase 3	Investigations complémentaires : Caractérisation du vieillissement du matériau Évaluation, prédiction du risque de corrosion
Phase 4	Synthèse : Établissement d'un diagnostic final Proposition d'un plan de maintenance et de surveillance

A l'issue de chaque phase : Point d'arrêt

- Production d'un livrable
- Restitution des résultats en réunion
- Établissement d'une procédure pour la phase suivante

Marché

Les acteurs :

Maîtrise d'ouvrage	Conducteur d'opération : Pôle Ingénierie Portuaire (Région Bretagne)
Assistant technique	Cerema / DterOuest
Bureaux d'études	CONCRETE : Port de Brest et Lorient IOA/LERM : Port de Saint-Malo CTS : inspections subaquatiques

Coût des études : 956800 € TTC

Période : Décembre 2011 à juin 2013

Phase 1 : Analyse des dossiers d'ouvrage

Objectifs

- Examen des dossiers d'archives
- Décomposition en objets (VSC)
- Évaluer **a priori** les risques de corrosion
 - Age des ouvrages
 - Enrobages nominaux
 - Exposition
 - Résistance à la compression
- Identification des contraintes (accès)
- Établissement des plans de report
- Établissement d'une fiche de synthèse par ouvrage

Phase 1 : Analyse des dossiers d'ouvrage

Décomposition des ouvrages en objets

Ouvrage Quai sud 3ème éperon	Nom de l'objet	Type de l'objet	Structure	Matériau	Date de construction	Coupe	Vue en plan
Objet 1	hourdis - reconstruction 1959	hourdis	hourdis BA	BA	1959	892 4A 892 5A	
Objet 2	poutres - reconstruction 1959	poutres	poutres BA	BA	1959	893 4A 892 5A	
Objet 3	poutres de couronnement - reconstruction 1959	poutres	poutres BA	BA	1959	894 4A 892 5A	
Objet 4	pieux front d'accostage - reconstruction 1959	pieux	pieux isolés en BA	BA	1959	895 4A 892 5A	892 - 1A 892 1
Objet 5	pieux courants - reconstruction 1959	pieux	pieux isolés en BA	BA	1959	896 4A 892 5A	893 - 1A 892 1
Objet 6	hourdis - rempiètement 1979	hourdis	hourdis BA	BA	1979	78215 - E2	78215 E1
Objet 7	poutres - rempiètement 1979	poutres	poutres BA	BA	1979	78215 - E2	78215 E1
Objet 8	poutres de couronnement rempiètement 1979	poutres	poutres BA	BA	1979	78215 - E2	78215 E1

Fiche de synthèse

I - IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

- Nom : Quai Sud 3^{ème} éperon
- Identifiant : Quai Sud 3^{ème} éperon
- Site : Port de Brest
- Secteur :

II - VIE DE L'OUVRAGE

II.1 - Documents pertinents associés à la construction de l'ouvrage

Exemples : DCE, Plans (Vue d'ensemble, Vue en élévation, Implantation des pieux, Ferrailage, Coffrage, ...), Note de calculs, Courriers mentionnant les incidents en cours de chantier, ...

Type de documents	Référence	Titre	Archivage	Date	Élément(s) concerné(s)
Plan		Plan projet - Quai poids	Non étudié	1893	

II.2 - Documents pertinents associés à l'historique des interventions

Exemples : Actions de réparation, confortement, renforcement, extension, modification, ...

- Historique des interventions

Type d'intervention/Contexte	Entreprise	Date	Localisation	Documents associés/Référence
Reconstruction	LEVAUX	1959	Totalité ouvrage	Plans : 892 1A, 892 1, 892 4A, 892 5A, 892 6A Note de calcul - Reconstruction définitive du quai du 3 ^{ème} éperon
Rempiètement	DAUDIN	1979	Sur toute la longueur de l'ouvrage	Plans : 78215 E1, 78215 E2, 78215 E4

- Documents pertinents associés pour chaque type d'intervention

Type de documents	Référence	Titre	Archivage	Date	Élément(s) concerné(s)
Plan	892 1A	Coffrage et implantation des pieux - Vue par dessous du niveau + 2.50	6	20.11.1958	Pieux BA octogonaux de 55
Plan	892 1	Coffrage et implantation des pieux - Vue par dessous du niveau + 5.00	6	20.11.1958	Pieux BA octogonaux de 55
Plan	892 4A	Profils I III III IV - Coffrage	6	26.11.1958	Dalle + pieux
Plan	892 5A	Profils V VI VII VIII - Coffrage	6	26.11.1958	Dalle + pieux
Plan	892 6A	Poutres bordure et gousset dalle côté quai - Ferrailage	6	26.11.1958	Poutre bordure et gousset dalle côté quai

Extrait : source CONCRETE

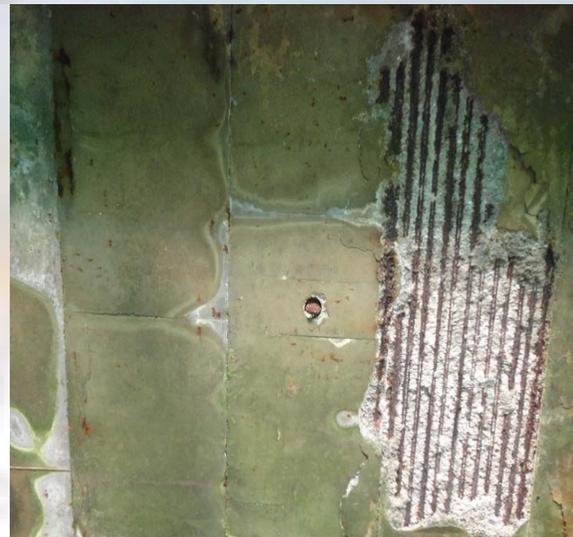
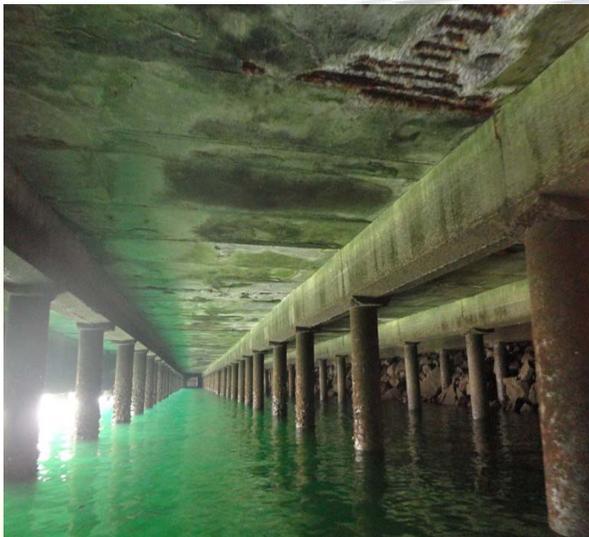
Évaluation du risque de corrosion

Objet	Age (ans)	Géométrie de l'élément	Zone(s) d'exposition	Enrobage (mm)	Résistance (MPa)		Dosage en ciment (kg/m ³)	Risque de corrosion
					nominal (lu)	essais-contrôlés		
1 hourdis reconstruction 1959	53	élément fin, isolé élément massif	Immergée Marnage Embruns Choe		nominal (lu)	280 (kg/cm ²)	450	
					moyen (mesuré)	essais-contrôlés		
2 poutres reconstruction 1959	53	élément fin, isolé élément massif	Immergée Marnage Embruns Choe		nominal (lu)	280 (kg/cm ²)	450	
					moyen (mesuré)	essais-contrôlés		
3 poutre de couronnement 1959	53	élément fin, isolé élément massif	Immergée Marnage Embruns Choe		nominal (lu)	280 (kg/cm ²)	450	
					moyen (mesuré)	essais-contrôlés		
4 pieux front d'accostage 1959	53	élément fin, isolé élément massif	Immergée Marnage Embruns Choe	50	nominal (lu)			
					moyen (mesuré)	essais-contrôlés		

Phase 2 : Inspections détaillées

Objectifs

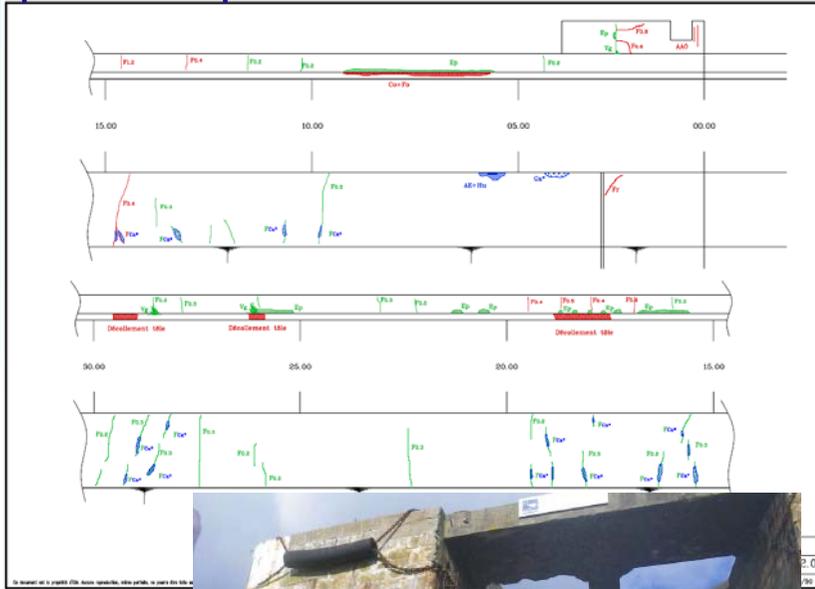
- Inspections détaillées (exigences ITSEOA)
- Évaluation visuelle de l'état des ouvrages (Indice d'État, VSC)
- Évaluation visuelle du niveau de corrosion (Indice de corrosion)
- Mise à jour de l'évaluation du risque de corrosion



Crédit photos : CONCRETE

Phase 2 : Inspections détaillées

Report sur plan des défauts et désordres



Indice d'Etat (VSC)

Indice de corrosion

Evaluation de l'état		Actions		
Indice d'Etat	Etat	Niveau	Type	Temporalité
1	Désordres mécaniques graves – Risque de ruine immédiate	Mise en sécurité immédiate		Immédiat
2	Désordres mécaniques graves sans risque de ruine immédiate	Renforcement / confortement	Curatif	Court terme
3	Dégradation des matériaux ou désordres mécaniques sans gravité	Entretien spécialisé	Préventif	Moyen terme
4	Bon état structurel	Entretien courant		Long terme

		Intensité		
		faible	moyenne	forte
Étendue	faible	1	2	3
	moyenne	2	3	4
	forte	3	4	5

Source : IOA



Objet	Type de l'objet	Date de construction	Désordres	Indice d'un désordre			Indice Corrosion objet	Indice Corrosion ouvrage	Indice Etat objet
				Intensité	Étendue	Corrosion			
1 Dalle reconstruction	Dalle BA	1950	Ec - Revêtement extérieur	1	3	3	4		3
			F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4			
			Ec	1	1	1			
			Ec + AA	2	1	2			
			F > 0,2 mm	2	2	3			
2 Poutres reconstruction	Poutre BA	1950	Fc	3	2	4	1		3
3 Poutre du front d'accostage	Poutre BA	1950	Ec	1	1	1	4		3
			Ec + AA	2	2	3			
			F > 0,2 mm	2	3	4			
			Fc	3	2	4			
			F + C.ox	3	1	3			
4 Pieux	Pieux BA	1950	Fr	3	2	4	1		3
5 Dalle reconstruction	Dalle BA	1960	Ec	1	1	1	4		3
			Ec - Revêtement extérieur	1	3	3			
			F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4			
			F > 0,2 mm	2	1	2			
6 Poutres reconstruction	Poutre BA	1960	Seg	1	1	1	SO		3
7 Poutre du front d'accostage	Poutre BA	1960	Pas de désordres liés à la corrosion des armatures	/	/	/	3		3
			Ec	1	3	3			
			Ec + AA	2	2	3			
			F > 0,2 mm	2	2	3			
			Fc	3	1	3			
8 Pieux	Pieux BA	1960	Fr	3	1	3	1		3
			Seg	1	1	1			
			Ec	1	1	1	1		3

Phase 2 : Inspections détaillées parties métalliques

Objectifs

- Inspections détaillées (parties émergées & immergées)
- Évaluation visuelle de l'état des ouvrages
- Évaluation visuelle du niveau de corrosion
- Mise à jour de l'évaluation du risque de corrosion



Nettoyage haute pression de bandes de 30 cm de largeur de la cote +0,00 CM aux têtes de pieux.

Phase 3 : Investigations complémentaires

Objectifs :

- Évaluation de la **durabilité du BA** vis-à-vis de la **corrosion**

In situ :

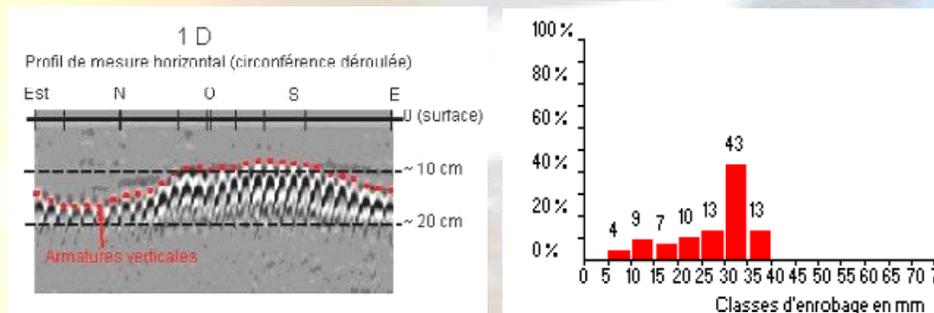
- Relevés statistique d'enrobage
- Cartographies de potentiels
- Résistivité électrique
- Vitesse de corrosion



Cartographie de potentiel



Relevé statistique des enrobages



Source : IOA/LERM

Phase 3 : Investigations complémentaires

Objectifs :

- Évaluation de la **durabilité du BA** vis-à-vis de la **corrosion**

Sur prélèvements :

- Résistance compression
- Profils de chlorures
- Profondeur de carbonatation
- Indicateurs de durabilité



Crédit photos : IOA/LERM



Perméabilité au gaz

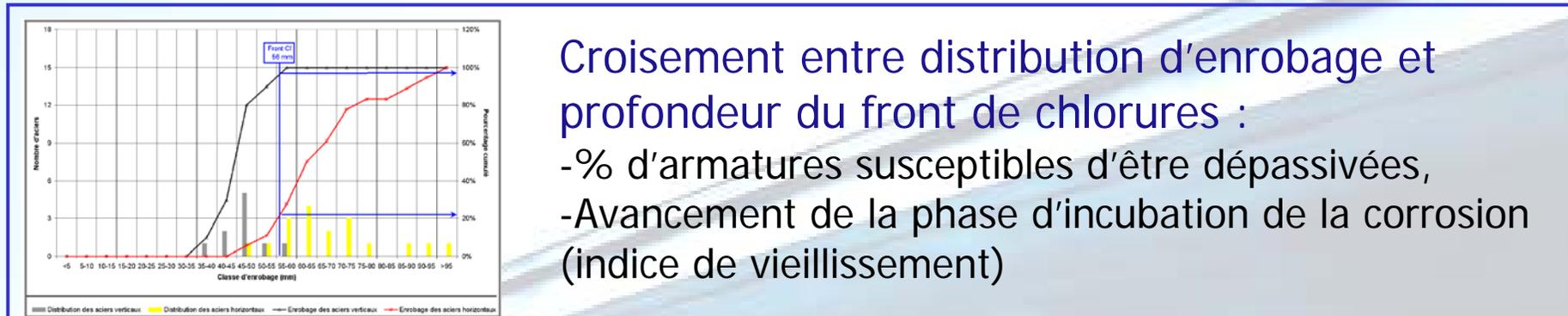
Crédit photos : CONCRETE



Coefficient de diffusion des chlorures

Phase 3 : Investigations complémentaires

Résultats : *(pour chaque ouvrage et chaque zone d'investigation)*



Localisation	Valeurs mesurées moyennes	Coefficient de diffusion des ions chlorures ($e^{-12} m^2.s^{-1}$)	Porosité accessible à l'eau (%)	Perméabilité au gaz ($e^{-18} m^2$)	Résistivité électrique ($\Omega.m$)
Zone exposée aux embruns et aux aspersion		27,81	16,8	416	52
Zone de marnage		4,24	13,6	127	87

Détérioration
Élevée
Moyenne
Faible
Très faible

Évaluation des indicateurs de durabilité :

- Durabilité potentielle du béton vis-à-vis de la corrosion des armatures
- Capacité du béton à résister à la pénétration des chlorures



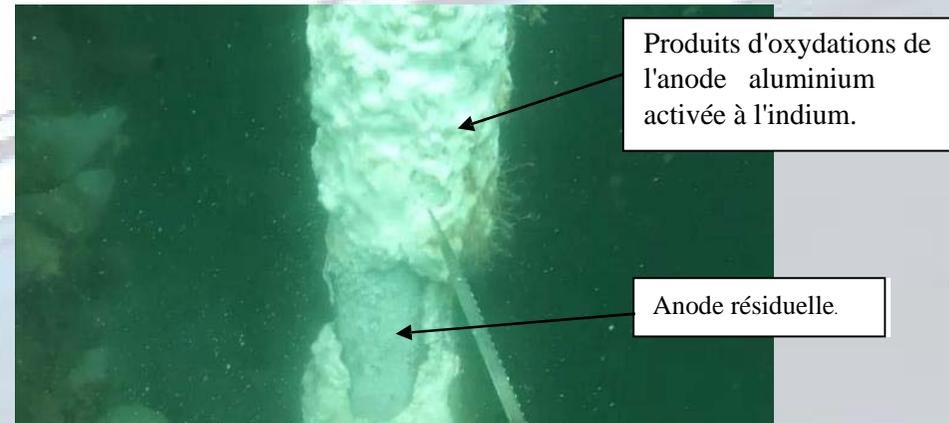
Phase 3 : Investigations complémentaires parties métalliques

Objectifs :

- Évaluation de la **durabilité des parties métalliques** vis-à-vis de la **corrosion**

In situ :

- Mesures électrochimiques
- Vérification des anodes



Mesures de potentiels de protection cathodique des pieux

Phase 3 : Investigations complémentaires parties métalliques

Objectifs :

- Évaluation de la **durabilité des parties métalliques** vis-à-vis de la **corrosion**

In situ :

- Mesures d'épaisseur



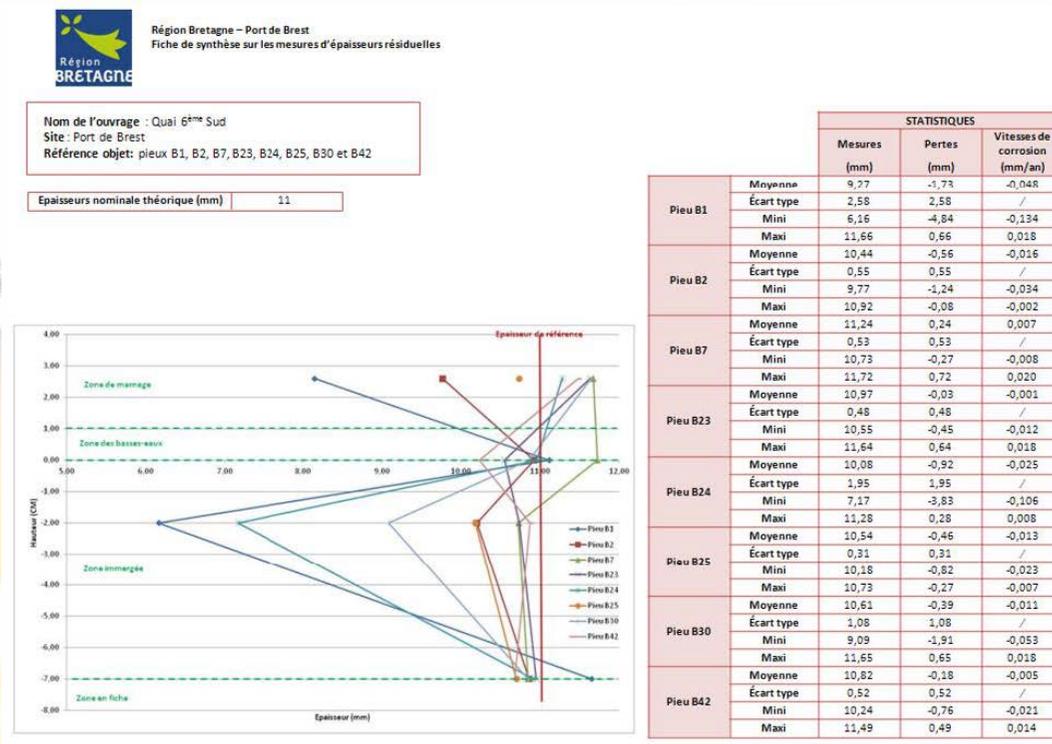
Prélèvement sur le pieu B37.



Mesures d'épaisseur sur l'échantillon et sur l'acier restant sur le béton.

Phase 3 : Investigations complémentaires parties métalliques

Résultats : (pour chaque ouvrage)



Exemple d'une fiche de synthèse sur les mesures d'épaisseurs résiduelles.

Phase 4 : Diagnostic final, synthèse

Objectifs :

- Établissement d'un plan de surveillance et de maintenance
- Estimation des travaux de réhabilitation

Phase 4 : Diagnostic final, synthèse

Fiches de synthèse

Phase 1 - Analyse du dossier d'ouvrage

Caractéristiques de l'ouvrage

Type de structure	Dalle et poutre béton sur pieux octogonaux de 55 en béton
Longueur	265 m
Arase du quai	+ 8,80 CM
Cote bas du front d'accostage	+ 3,00 CM
Profondeur de l'ouvrage	26,60 m
Dalle de quai	+ 7,00 CM
Souille	- 9,00 CM au nord, - 10,00 CM au sud
Utilisation de l'ouvrage	Desservi par le fer avec pesage sur voie ferrée
Surcharges admissibles	Au Nord : 4,75 t/m ² sur 190 m Au sud : 3 t/m ² sur 14 m de large et 2t/m ² en arrière
Date de reconstruction	Entre 1950 et 1960
Vie de l'ouvrage	Nord : 1917 Sud : 1940

Tableau des objets

Lot	Objet	Etat	Surface (m ²)	Volume (m ³)
1	Dalle (1950)			1.000
2	Poutre (1950)			1.000
3	Front de front d'accostage (1950)			1.000
4	Quai (1950)			1.000
5	Dalle (1960)		400	600
6	Poutre (1960)		60	400
7	Front de front d'accostage (1960)		60	400
8	Quai (1960)		60	400

Phase 2 - Inspection détaillée

Objet	Etat	Observations	Indice de dégradation	Indice de corrosion	Indice de fissuration
Dalle					
Poutre					
Front de front d'accostage					
Quai					

Phase 3 - Investigations complémentaires

Objet	Etat	Observations	Indice de dégradation	Indice de corrosion	Indice de fissuration
Dalle					
Poutre					
Front de front d'accostage					
Quai					

Synthèse

Proposition sur les actions à entreprendre

Objet	Date de construction	Age (ans)	Etat	Observations	Proposition des actions à entreprendre	Modalités de réalisation
Dalle	1950	52				
Poutre	1950	52				
Front de front d'accostage	1950	52				
Quai	1950	52				
Dalle	1960	53				
Poutre	1960	53				
Front de front d'accostage	1960	53				
Quai	1960	53				

Source : CONCRETE

Géométrie de l'ouvrage	
- Type de structure	: Dalle et poutre béton sur pieux octogonaux de 55 en béton Deux ducs d'albe ont été incorporés à l'ouvrage lors de la reconstruction de 1960.
- Longueur	: 265 m
- Arase du quai	: + 8,80 CM
- Cote bas du front d'accostage	: + 3,00 CM
- Profondeur de l'ouvrage	: 26,60 m
- Dalle de quai	: + 7,00 CM
- Souille	: - 9,00 CM au nord, - 10,00 CM au sud
Exploitation	
- Utilisation de l'ouvrage	: Desservi par le fer avec pesage sur voie ferrée Comporte des coffrets pour l'alimentation en énergie électrique de conteneurs réfrigérés
- Surcharges admissibles	: - Au Nord : 4,75 t/m ² sur 190 m - Au sud : 3 t/m ² sur 14 m de large et 2t/m ² en arrière
Vie de l'ouvrage	
- Date de reconstruction	: Entre 1950 et 1960
- Vie de l'ouvrage	: - Nord : 1917 - Sud : 1940 Ensemble détruit lors des bombardements de 39/45

Phase 4 : Diagnostic final, synthèse

Fiches de synthèse

Phase 1 - Analyse du dossier d'ouvrage

Caractéristiques de l'ouvrage

Type de structure	Dalle et poutres béton sur poutres encastrées de 55 ans
Longueur	205 m
Largeur des piles	+ 5,00 C/2
Cote lisse du front d'accostage	+ 0,00 C/2
Profondeurs de l'ouvrage	20,40 m
Profondeur de la quai	+ 7,00 C/2
Épaisseur	+ 0,30 C/2 au bord, 10,00 C/2 au bord

Usages de l'ouvrage

Destiné pour le trafic de passage sur voie ferrée
Composé des catènes pour l'alimentation en énergie électrique de caténaire caténaire

Caractéristiques administratives

Année de construction : 1950 et 1960
Année de l'ouvrage : 1960
Année de la reconstruction : 1960 et 1960

Phase 2 - Inspection détaillée

Objet	Zone(s) d'exposition	Désordres	Intensité	Etendue	Corrosion	Indice d'état objet
1 Dalle reconstruction	Marnage et embruns	Ec - Revêtement extérieur	1	3	3	3
		F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4	
		Ec	1	1	1	
		Ec + AA	2	1	2	
		F > 0,2 mm	2	2	3	
2 Poutres reconstruction	Marnage et embruns	Ec	1	1	1	3
		Ec + AA	2	2	3	
3 Poutre du front d'accostage	Marnage, Embruns et chocs	Ec	1	3	3	3
		F > 0,2 mm	2	3	4	
		Fc	3	2	4	
		F + C.ox	3	1	3	
		Fr	3	2	4	
4 Pieux	Immergée et marnage	Ec	1	1	1	3
		F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4	
5 Dalle reconstruction	Marnage et embruns	F > 0,2 mm	2	1	2	3
		Seg	1	1	1	
6 Poutres reconstruction	Marnage embruns	Pas de désordres liés à la corrosion des armatures	/	/	/	
7 Poutre du front d'accostage	Marnage Embruns	Ec	1	3	3	3
		Ec + AA	2	2	3	
		F > 0,2 mm	2	2	3	
		Fc	3	1	3	
		Fr	3	1	3	
8 Pieux	Immergée, marnage et chocs	Ec	1	1	1	3
		Seg	1	1	1	

Phase 3 - Investigations complémentaires

Désordres liés à la corrosion des armatures	Indice corrosion objet	Indice corrosion ouvrage	Indice d'état objet
1	4	4	3
2	4	4	3
3	4	4	3
4	4	4	3
5	4	4	3
6	SO	SO	SO
7	3	3	3
8	1	1	3

Synthèse

État général : Satisfaisant

Mécanisme de dégradation : non-corrépond au dossier d'ouvrage

Zone de marnage : non-corrépond au dossier d'ouvrage

Zone de chocs : non-corrépond au dossier d'ouvrage

Durabilité potentielle : inférieure à 30 ans (Indicateurs de durabilité)

Durée de vie résiduelle : nulle

Phase de propagation de la corrosion

Les poutres et la poutre du front d'accostage de 1960 (objets 6 et 7) ne présentent pas de désordres liés à la corrosion des armatures. Leur étendue est en effet encadrée par l'objet 5 (marée 2). C'est vraisemblablement la faible quantité en oxygène au droit des armatures qui freine la propagation de la corrosion, malgré la concentration largement suffisante en chlorures au creux des armatures. La corrosion est plus difficilement susceptible pour des marnages de 42 à 90 ans. En la présence d'écoulements continus sur les structures de quai de Seine EST est liée à l'action combinée des marnages localement faibles et de la pollution en chlorures azotés.

Proposition sur les actions à entreprendre

Objet	Date de construction	Age (ans)	Durée d'exploitation	État	Opération	Préconisations	Travaux de réparation	Recommandations
1 Dalle reconstruction	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
2 Poutres reconstruction	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
3 Poutre du front d'accostage	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
4 Poutres reconstruction	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
5 Poutres reconstruction	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
6 Poutres reconstruction	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
7 Poutre du front d'accostage	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses
8 Pieux	1960	62	100	Dégradé	Dégradé	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses	Reparations des fissures denses

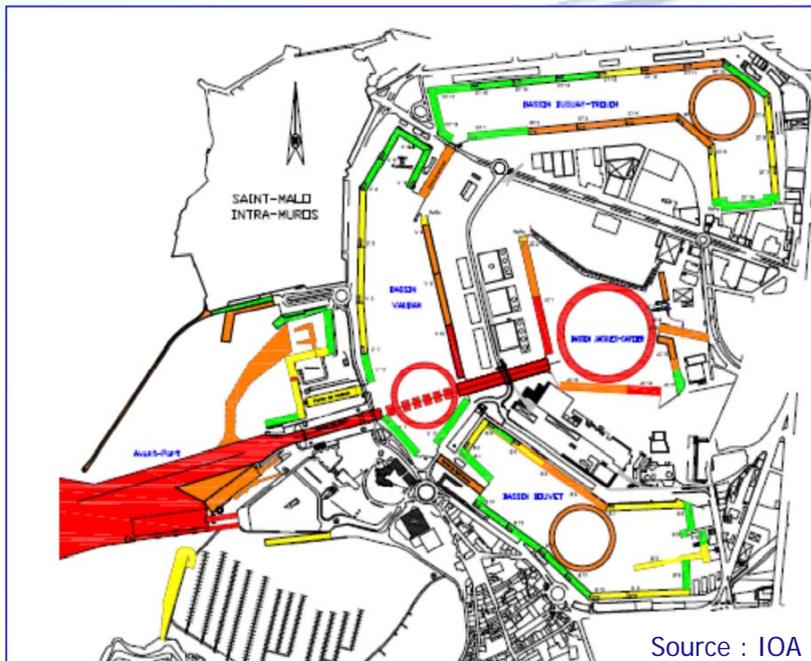
Source : CONCRETE

Objet	Zone(s) d'exposition	Désordres	Indice d'un désordre			Indice corrosion objet	Indice corrosion ouvrage	Indice d'état objet
			Intensité	Etendue	Corrosion			
1 Dalle reconstruction	Marnage et embruns	Ec - Revêtement extérieur	1	3	3	4		3
		F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4			
		Ec	1	1	1			
		Ec + AA	2	1	2			
		F > 0,2 mm	2	2	3			
2 Poutres reconstruction	Marnage et embruns	Fc	3	2	4	1		3
		Ec	1	1	1			
3 Poutre du front d'accostage	Marnage, Embruns et chocs	Ec	1	3	3	4		3
		Ec + AA	2	2	3			
		F > 0,2 mm	2	3	4			
		Fc	3	2	4			
		F + C.ox	3	1	3			
4 Pieux	Immergée et marnage	Fr	3	2	4	1		3
		Ec	1	1	1			
5 Dalle reconstruction	Marnage et embruns	Ec - Revêtement extérieur	1	3	3	4		3
		F > 0,2 mm - Revêtement extérieur	2	3	4			
		F > 0,2 mm	2	1	2			
6 Poutres reconstruction	Marnage embruns	Seg	1	1	1	SO		3
		Pas de désordres liés à la corrosion des armatures	/	/	/			
		Ec	1	3	3			
7 Poutre du front d'accostage	Marnage Embruns	Ec + AA	2	2	3	3		3
		F > 0,2 mm	2	2	3			
		Fc	3	1	3			
		Fr	3	1	3			
		Seg	1	1	1			
8 Pieux	Immergée, marnage et chocs	Ec	1	1	1	1		3
		Seg	1	1	1			

Phase 4 : Diagnostic final, synthèse

Indice stratégique et fonctionnel

Importance	Couleur	Commentaire
Très Haute	1	Les ouvrages les plus stratégiques quai de grande longueur très utilisé avec un tirant d'eau important
Haute	2	Ouvrage stratégique quai de grande longueur moyennement utilisé avec tirant d'eau important
Moyenne	3	Ouvrage peu utilisé, importance moyenne
Faible	4	Ouvrage peu ou pas utilisé



Programmation

Nom de l'ouvrage	Objet	Indice d'état	Indice fonctionnel	Indice de corrosion	Priorité
Avant-port Car-ferry P2	6 - Caisson duc d'albe (C2)	2	1	1	1
Avant-port Car-ferry P2	7 - Platelage fusible	3	1	NE	2
Avant-port Car-ferry P2	5 - Platelage duc d'albe (C1)	3	1	4	3
Quai Chateaubriand	2 - Poutres transversales	3	1	4	4
Pertuis Chateaubriand Nord-Ouest	4 - Paroi moulée	3	1	4	5
Pertuis Chateaubriand Nord-Est	4 - Paroi moulée	3	1	4	6
Pertuis Chateaubriand Sud-Est	4 - Paroi moulée	3	1	4	7
Pertuis Chateaubriand Sud-Ouest	3 - Poutre front d'accostage	3	1	4	8
Pertuis Chateaubriand Sud-Ouest	4 - Paroi moulée	3	1	4	9
Avant-port Car-ferry P2	3 - Caissons duc d'albe (C2 à C6)	3	1	3	10
Quai Chateaubriand	3 - Poutre de couronnement	3	1	3	11
Pertuis Chateaubriand Nord-Ouest	3 - Poutre front d'accostage	3	1	3	12
Pertuis Chateaubriand Nord-Est	1 - Dalle	3	1	3	13
Pertuis Chateaubriand Nord-Est	3 - Poutre front d'accostage	3	1	3	14
Pertuis Chateaubriand Sud-Est	3 - Poutre front d'accostage	3	1	3	15
Pertuis Chateaubriand Nord-Ouest	1 - Dalle	3	1	2	16
Avant-port Car-ferry P2	1 - Voie de roulement 1 (C2 à C6)	3	1	1	17
Avant-port Car-ferry P2	2 - Platelage duc d'albe (C2 à C6)	3	1	1	18
Avant-port Car-ferry P2	4 - Voie de roulement	3	1	1	19
Avant-port Car-ferry P2	8 - Caisson fusible	3	1	1	20
Quai Chateaubriand	1 - Dalle	3	1	1	21
Pertuis Chateaubriand Nord-Ouest	2 - Poutres	3	1	1	22
Pertuis Chateaubriand Nord-Est	2 - Poutres	3	1	1	23
Pertuis Chateaubriand Sud-Est	1 - Dalle	3	1	1	24
Pertuis Chateaubriand Sud-Est	2 - Poutres	3	1	1	25
Pertuis Chateaubriand Sud-Ouest	1 - Dalle	3	1	1	26
Pertuis Chateaubriand Sud-Ouest	2 - Poutres	3	1	1	27
Avant-port Car-ferry P1	2 - Platelage duc d'albe	3	2	4	28
Quai des Corsaires	3 - Poutre front d'accostage (1970)	3	2	4	29
Quai des Corsaires	5 - Poutre front d'accostage (1974)	3	2	4	30
Avant-port Car-ferry P1	1 - passerelle piéton	3	2	3	31
Avant-port Car-ferry P1	3 - Caissons duc d'albe	3	2	2	32
Quai des Corsaires	1 - Caissons	3	2	2	33
Quai des Corsaires	2 - Dalle (1970)	3	2	2	34
Quai des Corsaires	4 - Dalle (1974)	3	2	2	35
Poste Ro-Ro Chateaubriand	?	3	3	3	36

Conclusions

Éviter les diagnostics au forfait

Marché

- Intérêt du phasage du diag. avec points d'arrêt
- Précision dans le référentiel technique des essais
- Définition précise de la notion de « zone d'investigation »
- Définition précise de la nature des investigations

Prestation

- Vigilance quant à l'analyse et l'interprétation des résultats
- Obtention d'une image qualitative et hiérarchisée d'un patrimoine d'ouvrages de même nature et dans un état visuel proche => **Besoin d'une méthodologie** (analyse de risques ?)
- Choix des modalités de réhabilitation (corrosion) :
 - Techniques traditionnelles
 - Techniques électrochimiques (PCCG, PPCI)

Coût / Durabilité / Efficacité

Fiabilité et pérennité des installations
Contraintes de gestion

Merci de votre attention