

**RN 481_PONT DE PIQUEPIERRE -
Commune de SAINT MARTIN LE VINOUX**
Investigations pour la charpente métallique

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION DE LA MISSION	2
I.1.	OBJET DE LA MISSION.....	2
I.2.	CONTENU DE LA MISSION	2
I.3.	LIMITE DE LA MISSION	3
I.4.	CONDITIONS DE VISITE	3
II.	IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE	7
II.1.	PLAN DE SITUATION.....	7
II.2.	ELEVATION (<i>vue d'ensemble</i>).....	8
II.3.	INTRADOS (<i>vue d'ensemble</i>).....	9
II.4.	IDENTIFIANT	10
II.5.	CARACTERISTIQUES GENERALES	11
II.6.	PLANS DE L'OUVRAGE	12
III.	CONCEPTION, EXECUTION, VIE DE L'OUVRAGE.....	13
III.1.	CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE	13
III.2.	SURVEILLANCE	14
III.3.	ENTRETIENS, REPARATIONS	15
IV.	DOCUMENTS DE REFERENCE	15
V.	DIAGNOSTIC & ESSAIS	16
V.1.	VISITE DE RECONNAISSANCE.....	16
V.2.	ESSAI(s) PREALABLE(s) DE DECAPAGE	54
V.3.	CARACTERISATION DES MATERIAUX METALLIQUES	59
V.4.	RECHERCHE DES CORROSIONS AVEC PERTES D'EPAISSEUR	68
VI.	SYNTHESE & CONCLUSION	80
VI.1.	SYNTHESE	80
VI.2.	CONCLUSION.....	85

I. PRESENTATION DE LA MISSION

I.1. OBJET DE LA MISSION

La présente mission est réalisée à la demande du Maître d'Ouvrage La **DIR CENTRE EST** dans le cadre d'Investigations pour la charpente métallique de l'ouvrage de Génie civil **PONT DE PIQUEPIERRE** sur la Commune de Saint Martin Le Vinoux.

I.2. CONTENU DE LA MISSION

Le **Diagnostic et le Contrôle de la protection anticorrosion en place** conformément à l'Annexe IV du FASCICULE 56 du CCTG, a pour objet :

1) **Visite de Reconnaissance** de l'ouvrage et de ses anciens fonds afin de déterminer :

- a) L'environnement de l'ouvrage général et particulier (*voir la norme NF EN ISO 12944-2*)
- b) Le ou les type(s) de protection(s) en place (*peinture sur acier décapé ou métallisé ou galvanisé ou autre(s) ...*)
- c) La nature des produits appliqués (*notamment liants, pigments et éventuellement composés toxiques des peintures*)
- d) L'efficacité résiduelle de la protection (*degré de corrosion, adhérence des différentes couches, friabilité des produits, etc....*)
- e) La consistance envisageable des travaux d'entretien s'ils s'avèrent nécessaires telle que la remise à nu de l'acier par élimination intégrale du revêtement en place (*décapage "primaire" selon la norme NF EN ISO 12944-4*) et application d'un système certifié ACQPA ou équivalent pour travaux neufs ou de maintenance, ou bien, remise à nu de l'acier dans les zones oxydées ou dégradées et "avivage" (*voir commentaire n°2 à l'art. 4.4*) des autres surfaces (*décapage "secondaire" selon la norme NF EN ISO 12944-4*) et application d'un système adapté certifié ACQPA ou équivalent pour travaux de maintenance exclusivement

2) **Essais préalables de décapage** afin de déterminer :

- a) La faisabilité du décapage secondaire s'il est envisagé
- b) La dangerosité des résidus **Sans objet** pendant à la consistance des travaux finalement retenue et, en conformité avec la réglementation en vigueur, la filière adaptée d'élimination de ces déchets

3) **Caractérisation physicochimique des matériaux métalliques** afin de déterminer :

- a) La caractérisation Physique des matériaux métalliques afin d'en déterminer leurs caractéristiques $R_{p0.2\%}$, R_m et $A\%$
- b) La caractérisation Chimique des matériaux métalliques afin de rechercher et de doser les principaux composés métalliques et non métalliques en vue d'en évaluer leur soudabilité

- 4) **Recherche et mesure de toute détérioration significative** de la charpente métallique afin de déterminer :
- a) L'état résiduel structurel de la charpente métallique
 - b) Les pertes d'épaisseur des sections courantes
 - c) Toute autre détérioration structurelle (*déformation, plastification, fissure, déchirure, etc.*)

I.3. LIMITE DE LA MISSION

Seuls, les éléments structurels **visibles** et **accessibles** ont fait l'objet du présent Diagnostic. Aucun affouillement, aucune évaluation exhaustive de la charpente métallique, aucune **Inspection Détaillée Particulière** de l'OA, de ses appuis en maçonnerie définie conformément à l'Instruction Technique du 19/10/1979 du FASCICULE 02 ne sont concernés par notre présente Mission.

I.4. CONDITIONS DE VISITE

Planning d'intervention :

- **23 et 24/07/2020** : Visite de Reconnaissance des anciens fonds de peinture et prélèvement des échantillons métalliques en vue de leur caractérisation physicochimique en Laboratoire COFRAC

Moyen(s) humain(s) :

Visite de reconnaissance :

- **Damien BERTHILLOT**, Inspecteur IWT - COFREND II - ACQPA FROSIO III - Certifié « Sous-section IV » PR/B050-Amiante Cumul de Fonctions selon Code du Travail
(Laboratoire ILS, 38660 LA TERRASSE)

Personne(s) rencontrée(s) :

- /

Moyens techniques :

Visite de reconnaissance :

- Cutter, riflard, grattoir
- Sachets plastiques étanches et transparents
- Sacs transparents étiqueté « Amiante »
- Scotch tissé Américain
- Surfactant
- Lingettes
- EPI conformes aux exigences de la Sous-section IV du Code du travail (*Combinaison papier jetable « TYVEK » ou équivalent de catégorie III, type 5/6 (CE0072), surbottes papier jetable « TYVEK » ou équivalent de catégorie III, type 5/6 (CE0072), gants jetables marquage CE, EN374-3, EN388 et EN374-2, demi-masque à filtres P3*)
- Appareil photo numérique CANON IXUS 970 IS 10.0 MEGA PIXELS
- Bécher + M.E.K
- Microscope ESCHENBACH grossissement x30
- ELCOMETER 141_PIG
- ELCOMETER 456 TOP_Microtest électronique
- ELCOMETER 319_Thermomètre/hygromètre
- Rugosimètre digital MarSurf PS1
- ELCOMETER 125_Comparateur de surface Viso/tactile Grit
- ELCOMETER F506_Pull-Off test avec plots Ø 20 mm + colle Cyanoacrylate
- ELCOMETER E270_Eponge humide
- Lampe torche
- Groupe électrogène 3KVA
- Disqueuse Ø230 mm
- Meuleuse Ø110 mm

Moyens d'accès :

- Nacelle positive sur VL 3.5t de 16 mètres



Gestion de Circulation :

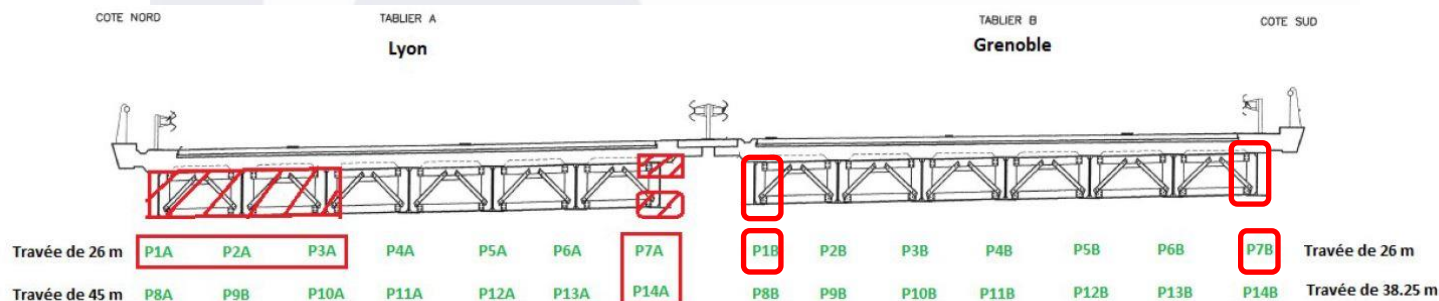
- Zone de chantier au voisinage de C2 sous balisage à la charge de l'Exploitant

Conditions climatiques :

Sec, ensoleillé et particulièrement chaud :

- HR = 45.7%
- T_{ambiante} = 30.1°C
- T_{sup.} = 29.6°C
- PR = 16.8°C
- Δ = **+12.8**

Zones d'investigations :



Difficulté(s) rencontrée(s) :

Pour des raisons évidentes de sécurité, aucune investigation possible en la travée T1 (C0/P1) franchissant entre-autre, les Voies SNCF.

Idem au voisinage de l'appui P1, eu égard à la circulation routière de la bretelle d'accès.

Quant à l'inspection des zones sur appui C2, leur état de dégradation avancée par la corrosion et le foisonnement a rendu particulièrement difficile, les mesures d'épaisseur UT, état de surface incompatible avec la transmission d'ondes Ultrasonore. Un nettoyage ponctuel par piquage au marteau, voir par brossage mécanisé, a néanmoins été effectué au mieux afin de permettre quelques mesures UT.



II. IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

II.1. PLAN DE SITUATION

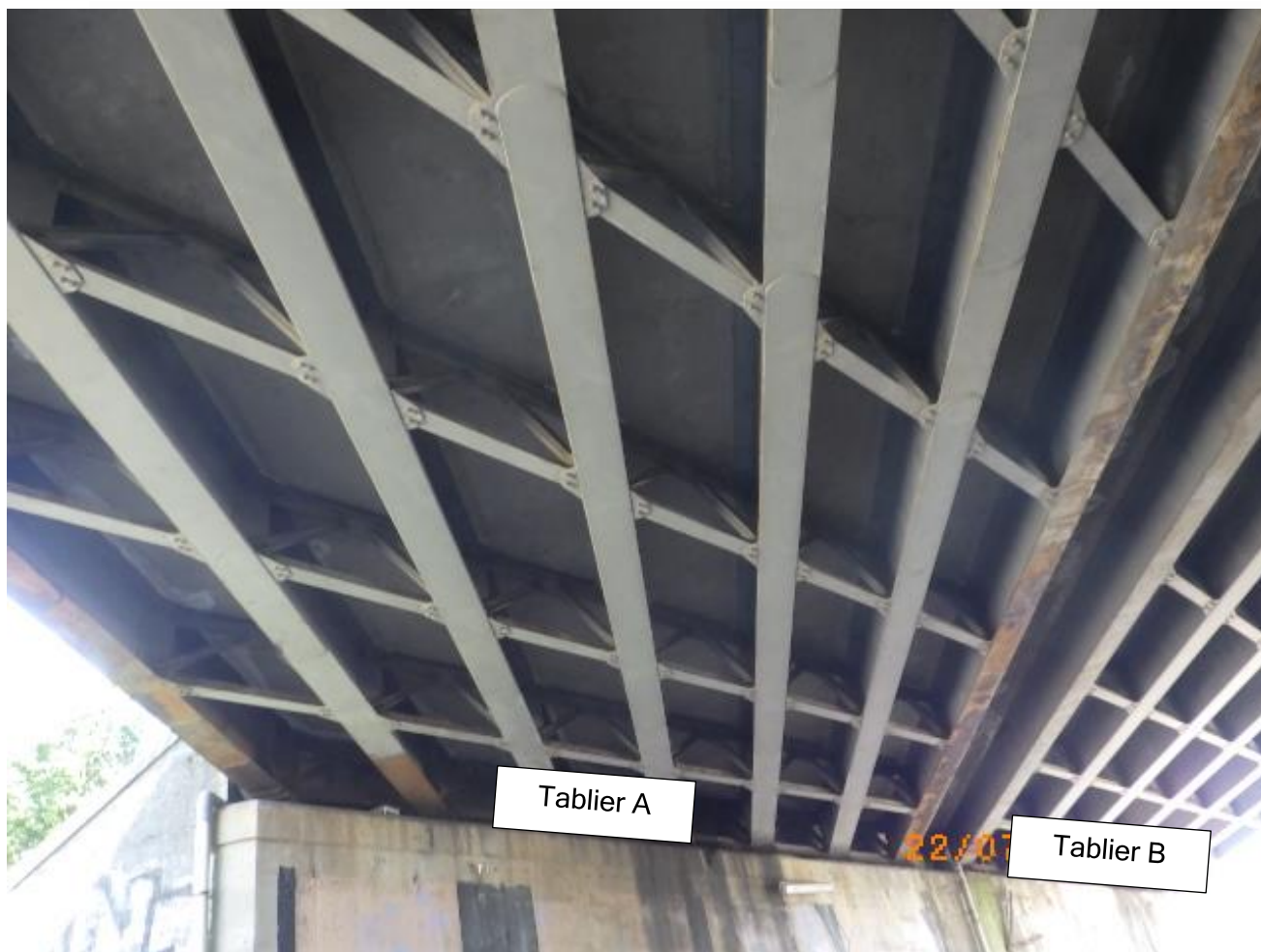


II.2. ELEVATION *(vue d'ensemble)*



Travée P1/C2, Tablier B, direction GRENOBLE Centre

II.3. INTRADOS *(vue d'ensemble)*



Travée P1/C2, Tablier **A** direction LYON / Tablier **B** direction GRENOBLE Centre

II.4. IDENTIFIANT

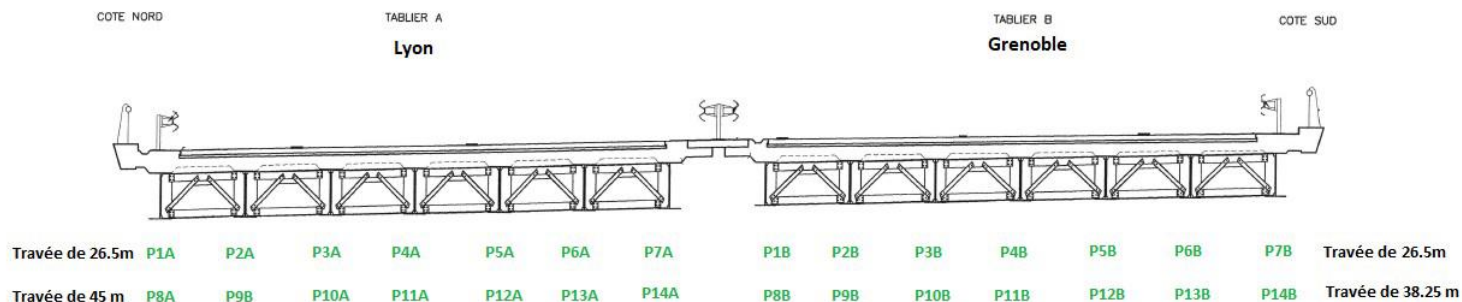
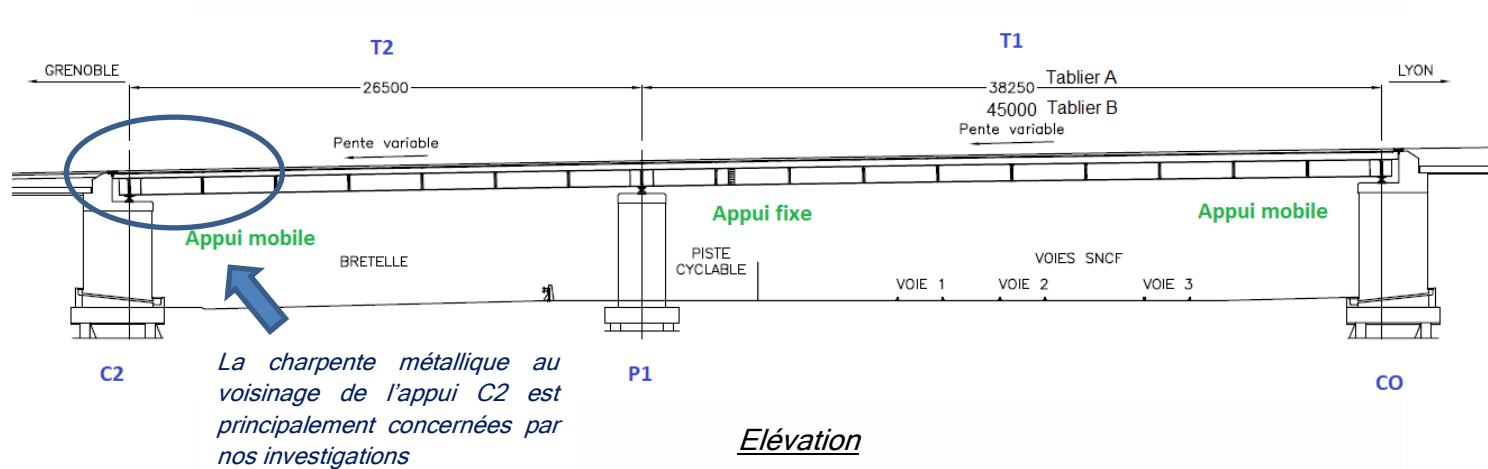
Nom de l'Ouvrage	PONT DE PIQUEPIERRE
Numéro d'identification	
PR + Abs	

Maître d'Ouvrage : DIR CENTRE EST
Gestionnaire : Direction des Routes
Commune : Commune de SAINT MARTIN LE VINOUX
Coordonnées GPS : /
Catégorie : 1
Voie portée : RN 481
Voie(s) Franchie(s) : Bretelle en Travée T2
Piste cyclable + Voies SNCF n°1, 2 et 3 en Travée T1

II.5. CARACTERISTIQUES GENERALES

Type de structure :	Ouvrage mixte à 7 poutres principales à âme pleine
Nature des Matériaux :	Acier A52S GAMMA (<i>selon archives</i>)
Longueur totale :	64.750 m pour le Tablier A (<i>Direction LYON</i>) 71.500 m pour le Tablier B (<i>Direction GRENOBLE</i>)
Largeur utile :	
Largeur chaussée :	
Largeur hors-tout :	
Tirant d'air :	
Profil en plan :	Biais
Biais de l'ouvrage :	44.44 grades
Appuis :	Culées C0 et C2, Pile P1
Appareils d'appui :	Appuis mobiles à grain métallique en C0 et C2, appuis fixes en P1
Nb de travée(s) :	2
Portée(s) :	38.250 m - 26.500 m (<i>Tablier A</i>) 45.000 m - 26.500 (<i>Tablier B</i>)
Tablier :	Hourdis en béton armé d'une épaisseur courante de 18 cm avec des surépaisseurs à l'aplomb des semelles de poutre (<i>renformis</i>) et des épaisissements au droit des poutres de rive
Nb de tablier(s) :	2 indépendants, Tablier A (<i>Direction LYON</i>) et Tablier B (<i>Direction GRENOBLE Centre</i>)
Joint de chaussées circulées :	Joint à lèvre du type GTA r50 ou r30 (<i>depuis 2008</i>)
Joint de chaussée BAU:	Joint à lèvre
Nb de voie(s) circulée(s) :	4
Trottoir(s) :	2
Largeur des trottoirs :	
Dispositif de retenue :	Type A-GS2 montés sur platines, doublés en TPC, simples en Rive
Garde-corps :	Type T1 fixés sur corniches
Autre équipement :	Grillages anti-chutes et antiprojections au droit des Voies ferrées
Gabarit actuel :	Non limité
Zone sismique :	/

II.6. PLANS DE L'OUVRAGE



III. CONCEPTION, EXECUTION, VIE DE L'OUVRAGE

III.1. CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE

Année de construction : **1967**

Année de mise en Service : 1967

BET : Non précisé

Mandataire Génie Civil : PASCAL & Fils

Constructeur métallique : Non précisé

Mode de construction : Poutres reconstituées soudées

III.2. SURVEILLANCE

Dernière Inspection subaquatique : Sans objet

Dernière IDP : 2016 (PV non communiqué, exit néanmoins les remarques extraites ci-dessous)

Les principaux désordres de 2016 sont :

- Une corrosion importante avec perte de section des poutres 1A, 2A et 3A du tablier Nord sur et à proximité de la culée C2 et de l'entretoise d'about au droit de ces poutres,
- Une corrosion importante avec perte de section principalement sur la membrure inférieure des poutres 7A et 14A au droit du TPC,

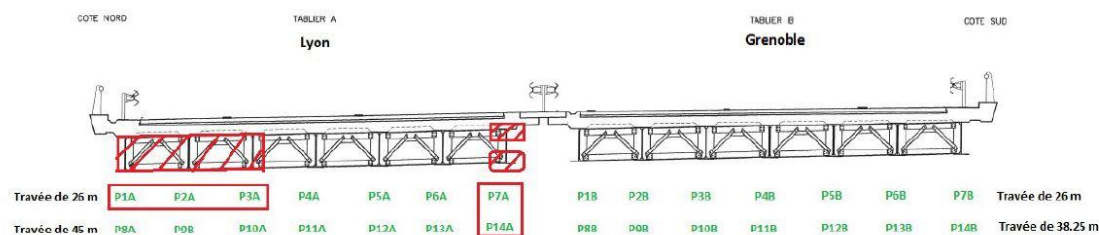


Figure 7 : Position corrosion structure métallique

Dernière note IQOA (IDP 2016) : Non communiquée

Classe 1 : OA en bon état apparent relevant de l'entretien courant au sens de l'Instruction Technique sur la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art

Classe 2 : OA :

- a) Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts,
- b) Ou dont la structure présente des défauts mineurs,
- c) Et qui nécessite un entretien spécialisé sans caractère d'Urgence

Classe 2E : OA :

- a) Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts,
- b) Ou dont la structure présente des défauts mineurs,
- c) Et qui nécessite un entretien spécialisé Urgent, pour prévenir le développement rapide de désordres dans la structure et son classement ultérieur en 3

Classe 3 : OA dont la structure est altérée et qui nécessite des travaux de réparation mais sans caractère d'Urgence

Classe 3U : OA dont la structure est gravement altérée et qui nécessite des travaux de réparation **URGENTS** liés à l'insuffisance de capacité portante de l'ouvrage ou la rapidité d'évolution des désordres pouvant y conduire à brève échéance !!!

III.3. ENTRETIENS, REPARATIONS

Dernière(s) Maintenance(s) :

*Nos investigations sont menées
en outre, en adéquation avec ce
renforcement. **Pour Info***



1987 : Réparation par soudage de la poutre P1A, remplacement à l'identique de la moitié inférieure de l'about EST de la poutre, y compris le RV, l'entretoise et la platine d'appui. L'appareil d'appui a également été remplacé

2008 : Réfection de la couche de roulement et changement partiel des joints de chaussée (uniquement au droit des voies circulées, exit donc BAU et TPC

2016 : Mise en œuvre d'une résine sur les dalles en TPC pour limiter les infiltrations

IV. DOCUMENTS DE REFERENCE

- APROA Programme d'investigations pour charpente métallique
- FASCICULE 56 du CCTG, Annexe IV
- ISO 12944.1 à 8
- ISO 4628.1 à 6
- ISO 4624 et ISO 2409
- ISO 2808
- ISO 8501.1 à 3
- ISO 8502.1 à 9
- ISO 8503.1 à 3

V. DIAGNOSTIC & ESSAIS

V.1. VISITE DE RECONNAISSANCE

V.1.1 Objet :

La **visite de Reconnaissance** de l'ouvrage et de ses anciens fonds de peinture a pour objet de définir les points singuliers suivants :

- a) L'environnement de l'ouvrage général et particulier (*voir la norme NF EN ISO 12944-2*)
- b) Le ou les type(s) de protection(s) en place (*peinture sur acier décapé ou métallisé ou galvanisé ou autre(s) ...*)
- c) La nature des produits appliqués (*notamment liants, pigments et éventuellement composés toxiques des peintures*)
- d) L'efficacité résiduelle de la protection (*degré de corrosion, adhérence des différentes couches, friabilité des produits, etc....*)
- e) La consistance envisageable des travaux d'entretien s'ils s'avèrent nécessaires telle que la remise à nu de l'acier par élimination intégrale du revêtement en place (*décapage "primaire" selon la norme NF EN ISO 12944-4*) et application d'un système certifié ACQPA ou équivalent pour travaux neufs ou de maintenance, ou bien, remise à nu de l'acier dans les zones oxydées ou dégradées et "avivage" (*voir commentaire n°2 à l'art. 4.4*) des autres surfaces (*décapage "secondaire" selon la norme NF EN ISO 12944-4*) et application d'un système adapté certifié ACQPA ou équivalent pour travaux de maintenance exclusivement

V.1.2 Classification de l'environnement

Conformément à la norme ISO 12944-2, l'environnement général de l'ouvrage s'apparente à un degré de Corrosivité **MOYENNE** du type **C3**.

Tableau 1 — Catégories de corrosivité atmosphérique et exemples d'environnements types

Catégorie de corrosivité	Perte de masse par unité de surface/perte d'épaisseur (première année d'exposition)				Exemples d'environnements types dans un climat tempéré (à titre d'information)	
	Acier faiblement allié		Zinc		Extérieur	Intérieur
	Perte de masse g/m ²	Perte d'épaisseur µm	Perte de masse g/m ²	Perte d'épaisseur µm		
C1 très faible	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Bâtiments chauffés à atmosphère propre, par exemple bureaux, magasins, écoles, hôtels.
C2 faible	> 10 à 200	> 1,3 à 25	> 0,7 à 5	> 0,1 à 0,7	Atmosphères avec un faible niveau de pollution. Surtout zones rurales.	Bâtiments non chauffés où de la condensation peut se produire, par exemple entrepôts ou salles de sport.
C3 moyenne	> 200 à 400	> 25 à 50	> 5 à 15	> 0,7 à 2,1	Atmosphères urbaines et industrielles, pollution modérée par le dioxyde de soufre. Zones côtières à faible salinité.	Enceintes de fabrication avec une humidité élevée et une certaine pollution de l'air, par exemple industrie alimentaire, blanchisseries, brasseries, laiteries.
C4 élevée	> 400 à 650	> 50 à 80	> 15 à 30	> 2,1 à 4,2	Zones industrielles et zones côtières à salinité modérée.	Usines chimiques, piscines, chantiers navals côtiers.
C5-I très élevée (industrie)	> 650 à 1 500	> 80 à 200	> 30 à 60	> 4,2 à 8,4	Zones industrielles avec une humidité élevée et une atmosphère agressive.	Bâtiments ou zone avec une condensation permanente et avec une pollution élevée.
C5-M très élevée (marine)	> 650 à 1 500	> 80 à 200	> 30 à 60	> 4,2 à 8,4	Zones côtières et maritimes à salinité élevée.	Bâtiments ou zones avec une condensation permanente et avec une pollution élevée.
NOTES 1 Les valeurs de perte utilisées pour les catégories de corrosivité sont identiques à celles indiquées dans l'ISO 9223. 2 Dans les zones côtières des régions chaudes et humides, les pertes de masse ou d'épaisseur peuvent dépasser les limites de la catégorie C5-M. Il faut donc prendre des précautions particulières pour le choix des systèmes de peinture pour protéger les structures en acier dans de telles zones.						

V.1.3 Identification du ou des revêtements anticorrosion en place :

Rappel du ou des revêtements anticorrosion en place si connus :

Désignation système :

..... ?

Fournisseur :

..... ?

N° couche	DESIGNATION		To (µm)
	Nature	Désignation Commerciale	
1			?
2	Non défini		?
3			?

Epaisseur to (µm)

?

Volume mort (µm)

25

Epaisseur nominale totale du feuil sec to (µm)

?

RAL finition ... ? ...

A donc été prélevé les échantillons de peinture suivants :

IDENTIFICATION	LOCALISATION
1	Réparation 1987 - Ame P2A/C2
2	Réparation 1987 - Ame P2A/C2
3	Réparation 1987 - PDP C2 P2A/P3A
4	Origine 1967 - Ame P2A/C2
5	Origine 1967 - Ame P3A/C2
6	Origine 1967 - Ame P4A/C2





Echantillon n°3



Echantillon n°4



Echantillon n°5



Echantillon n°6

A été observé les Echantillons de peinture suivants :

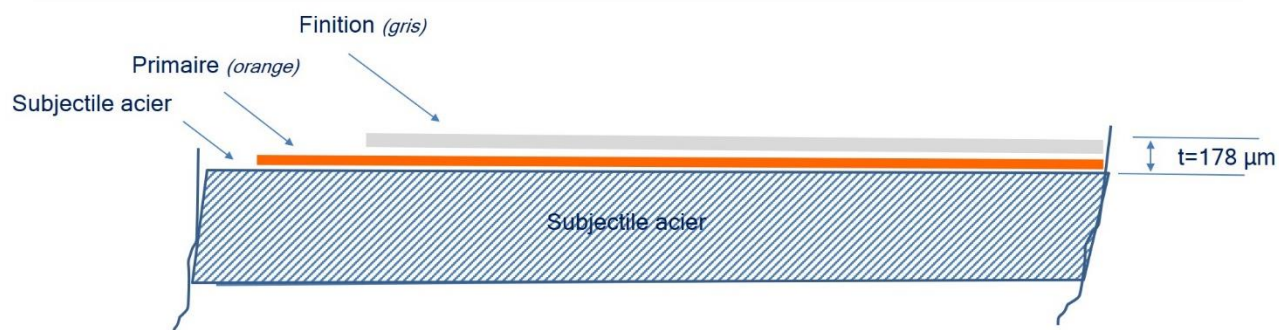
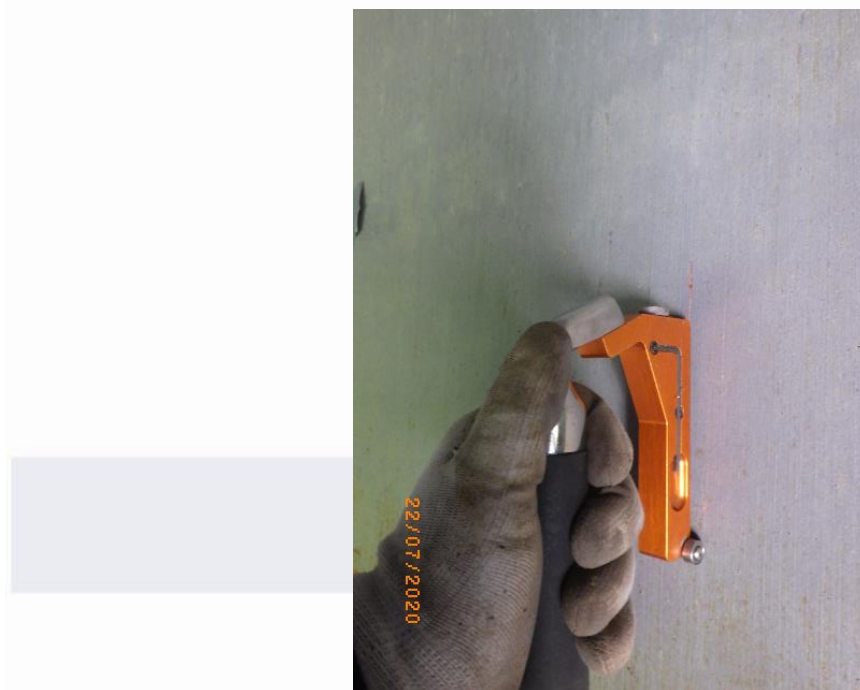
ECHANTILLON	DECOMPOSITION	IDENTIFICATION MODE DE SECHAGE a) Physique b) Par Oxydation c) Chimique (M.E.K)	OBSERVATIONS (Œil nu) (Grossissement x7)
1 Réparation 1987 - Ame P2A/C2	1 ^{er} (Orange) ⁽¹⁾ 2 ^{ème} (Noir)	/	Le Primaire semble être un Minium de PLOMB ou équivalent !!!
2 Réparation 1987 - Ame P2A/C2			
3 Réparation 1987 - PDP C2 P2A/P3A			
4 Origine 1967 - Ame P2A/C2	1 ^{er} (Orange) ⁽¹⁾ 2 ^{ème} (Gris)	/	Le Primaire semble être un Minium de PLOMB ou équivalent !!!
5 Origine 1967 - Ame P3A/C2			
6 Origine 1967 - Ame P4A/C2			

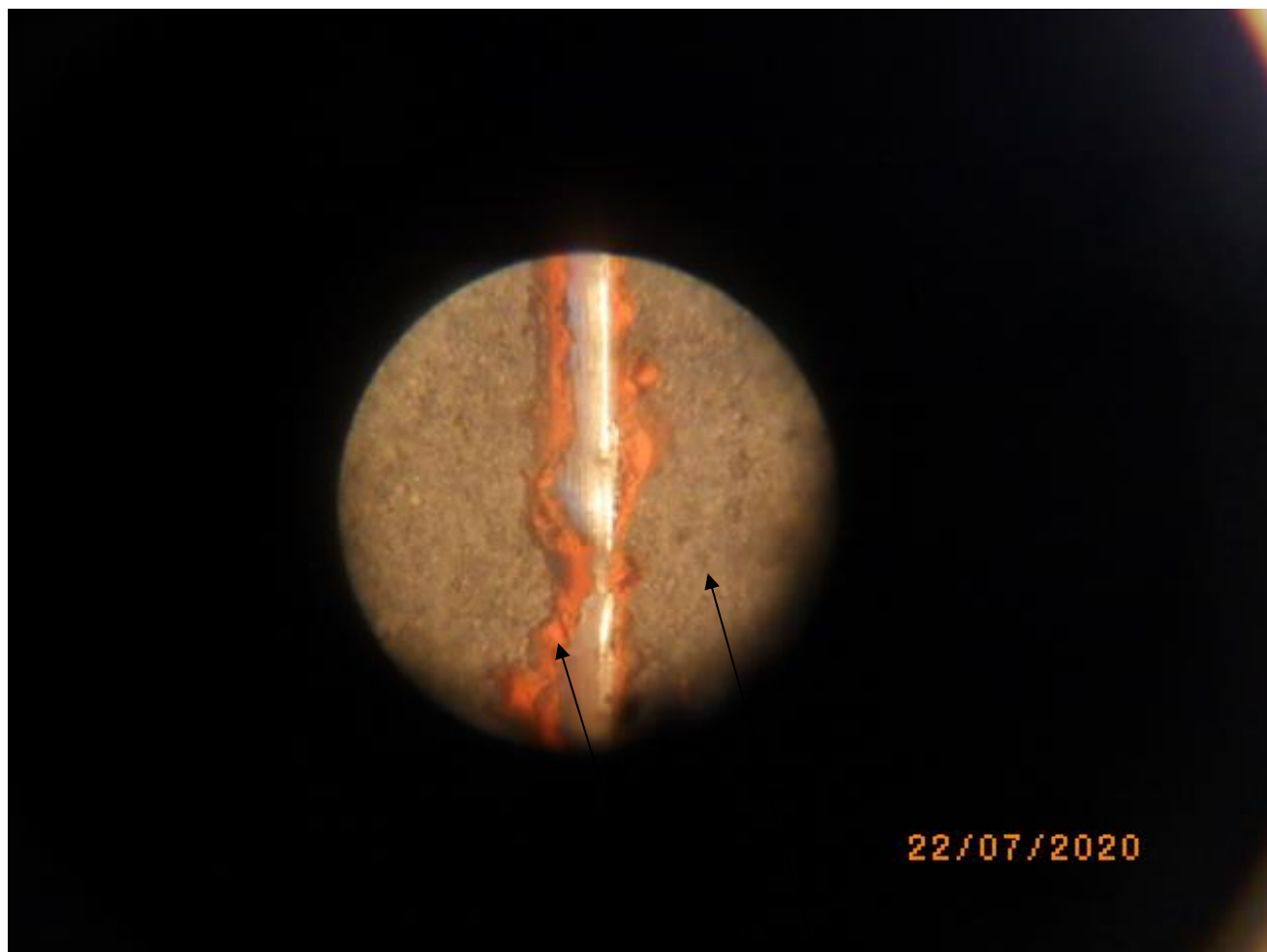
(1) De type **Minium de PLOMB** ou équivalent !!!

(2) Forte Odeur résiduelle de Bitume ou équivalent !!!

Auscultation au PIG des anciens fonds de peinture - ISO 2808-5
Parties d'origine datant de 1967

A été observé en les parties d'origine datant de 1967 :



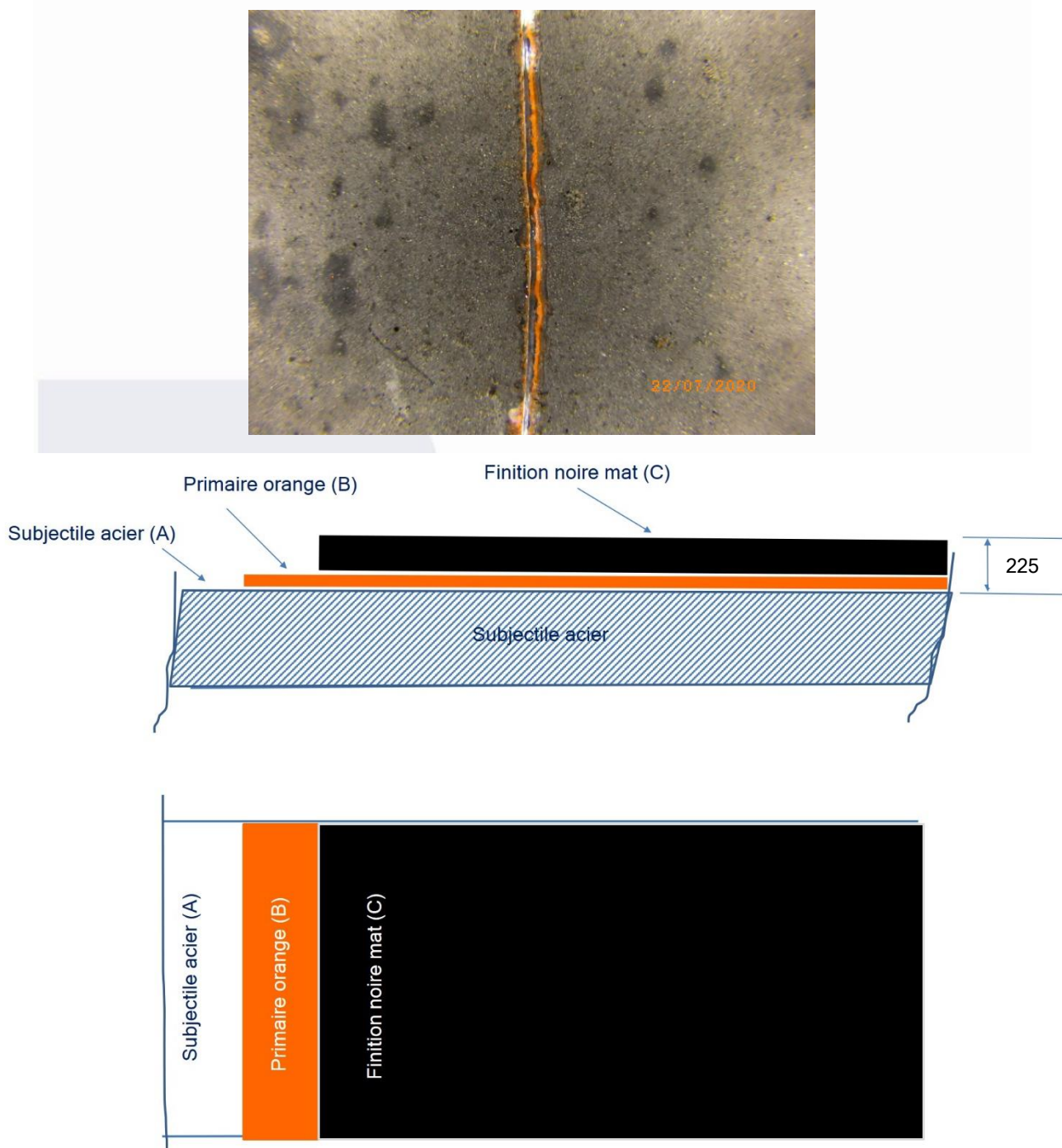


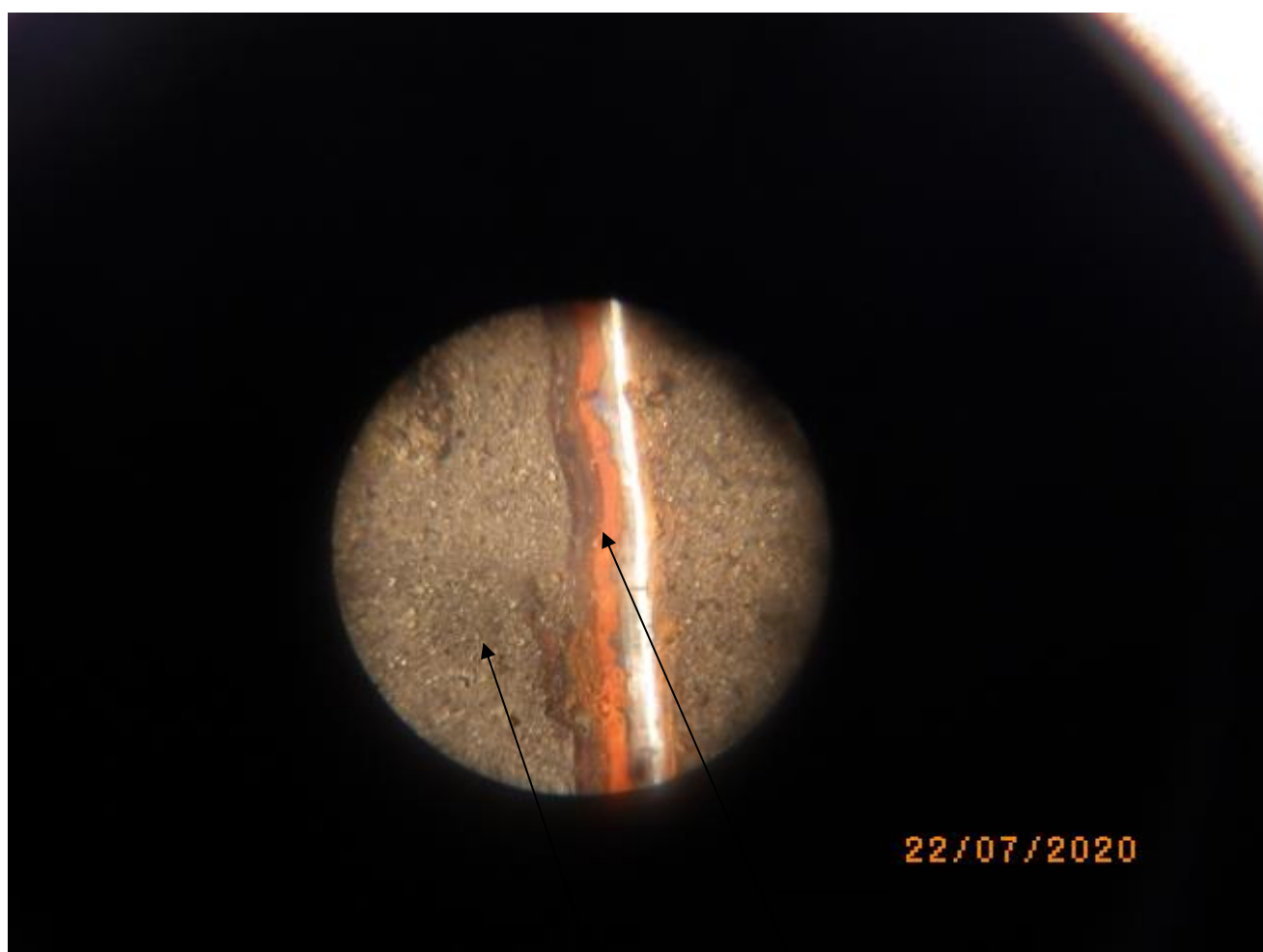
Finition (Gris)

1^{ère} (Orange)

Auscultation au PIG des anciens fonds de peinture - ISO 2808-5
Parties réparées en 1987

A été observé en les parties réparées en 1987 :





1^{ère} (Orange)

Finition (Noir)

SYNTHESE :

L'identification des anciens fonds de peinture ainsi réalisée in-situ au PIG ISO 2808-5, semble mettre en évidence la présence de **2** Complexes Anticorrosion se différenciant des parties d'origine datant de 1967, des parties réparées en 1987, et décomposés comme suit :

Complexe n°**1** d'origine datant de **1967** :

1. Primaire (*Orange*)⁽¹⁾
2. Finition (*Gris clair*)

Complexe n°**2** des parties réparées en **1987** :

1. Primaire (*Orange*)⁽¹⁾
2. Finition (*Noir*)

⁽¹⁾ **Minium de PLOMB** ou équivalent bien caractéristique des Primaires couramment utilisés au Siècle dernier

⁽²⁾ Forte odeur résiduelle de bitume, laissant supposer être ainsi en présence d'un brai bitumineux ou équivalent

V.1.4 Analyse chimique, recherche et dosage des métaux lourds et autre :

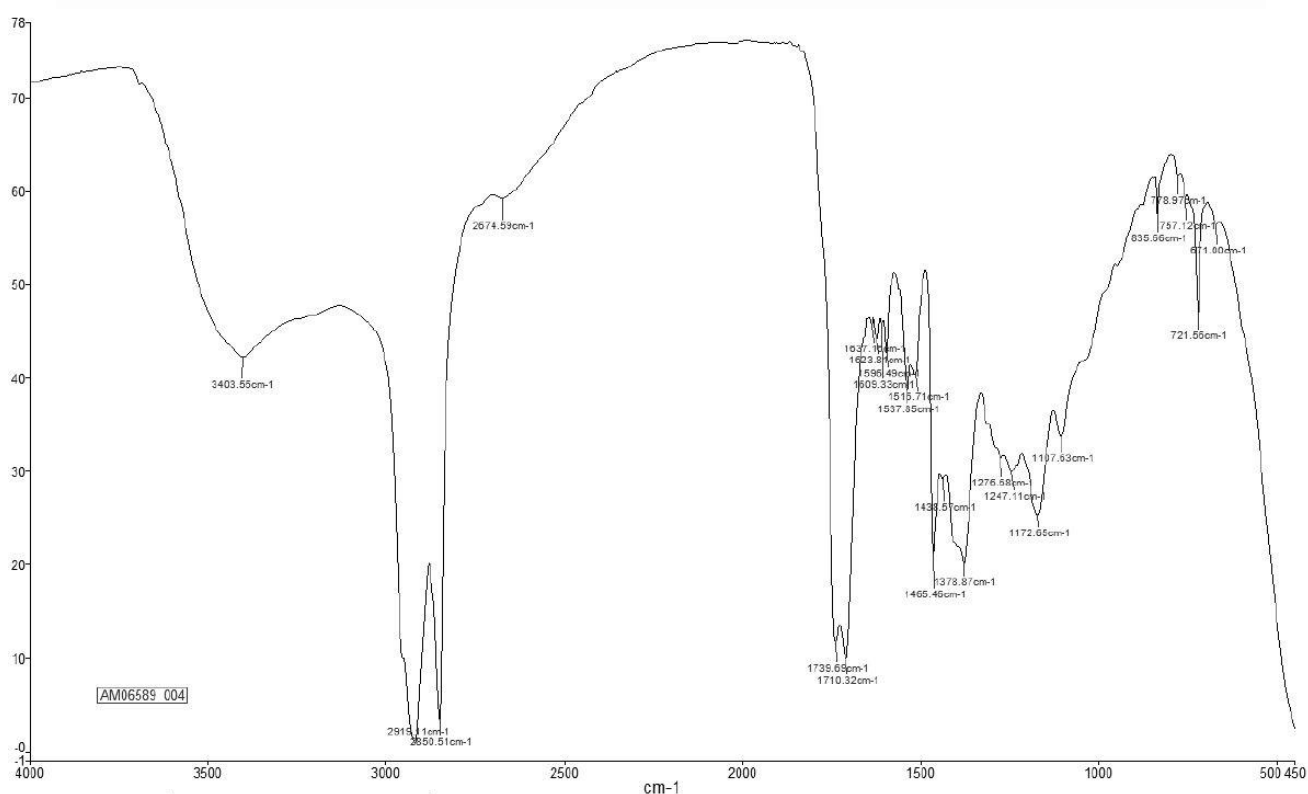
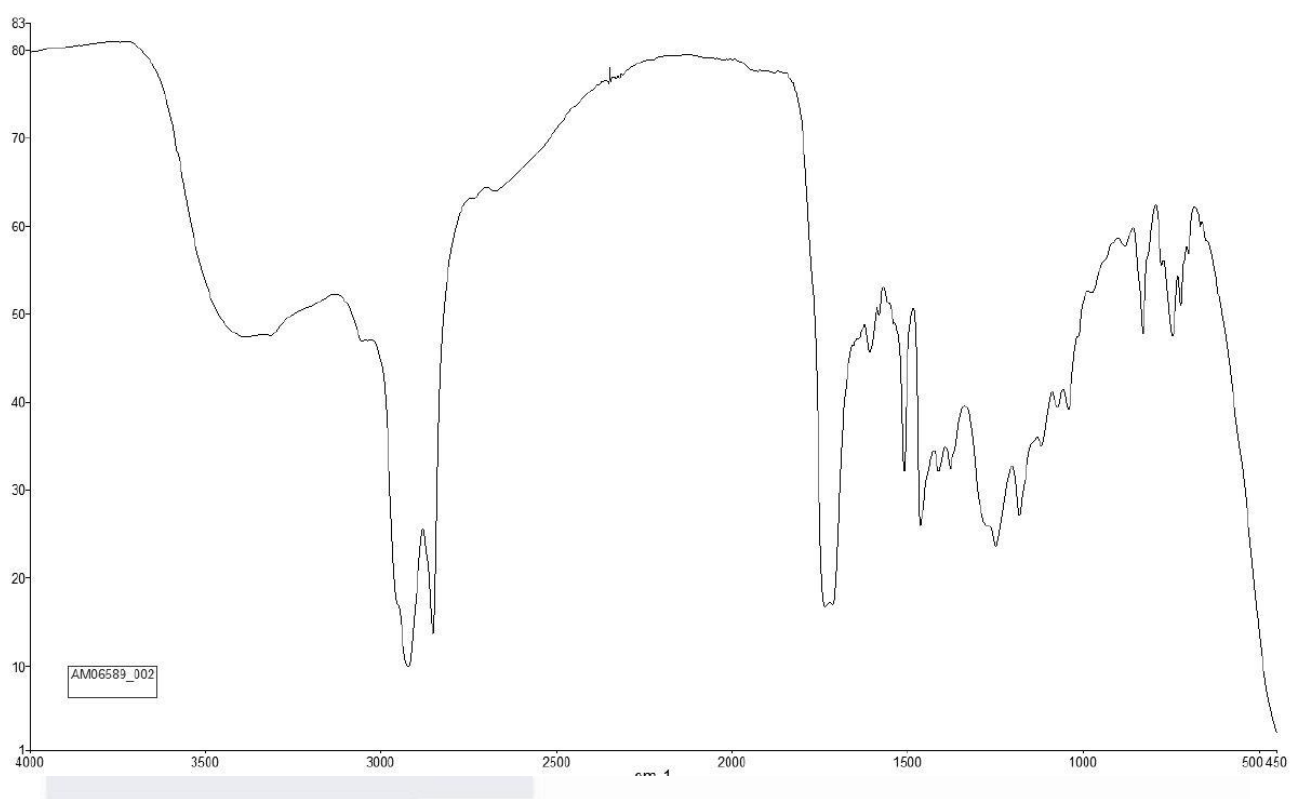
A été réalisé en Laboratoire COFRAC sur écaillés de peinture, les analyses suivantes :

- Concentration massique en **PLOMB** par ICP/AES après minéralisation, des échantillons n°**1** à **6**
- Recherche d'**AMIANTE** par microscopie optique à lumière polarisée et par microscopie électronique à transmission (M.E.T.), des échantillons n°**1** à **6**
- Dosage des **Hydrocarbures Polyaromatiques (HAP)** selon AFPS GS 2014 :01 PAK, des échantillons n°**2** et **4**
- Identification de la matière prédominante par I.R.T.F, des échantillons n°**2** et **4**

ECHANTILLON	ANALYSES CHIMIQUES		
	Concentration massique en PLOMB ⁽¹⁾ ≤ 0.5% ≤ 5 mg/g	Amiante ⁽²⁾ ≤ 0 fibre	Liant ⁽³⁾
1 Réparation 1987 - Ame P2A/C2	38.59%	Fibre d'AMIANTE de type TREMOLITE	/
2 Réparation 1987 - Ame P2A/C2	40.49%	Fibre d'AMIANTE de type TREMOLITE	Huile végétale modifiée
3 Réparation 1987 - PDP C2 P2A/P3A	31.94%	Fibre d'AMIANTE de type TREMOLITE	/
4 Origine 1967 - Ame P2A/C2	14%	Fibre d'AMIANTE non détectée	/
5 Origine 1967 - Ame P3A/C2	44.61%	Fibre d'AMIANTE non détectée	Huile végétale modifiée
6 Origine 1967 - Ame P4A/C2	39.53%	Fibre d'AMIANTE de type ACTINOLITE	/

- (1) Dosage au plomb par absorption atomique après minéralisation (ICP/AES), moyenne calculée à partir de 3 échantillons
(2) Recherche d'amiante par microscopie optique à lumière polarisée et par microscopie électronique à transmission (M.E.T.)
(3) Définition du Liant par Spectrométrie à infrarouge (I.R.T.F)

N°Échantillon / Sample N°	Concentrations (mg/kg)	
	AM06589-002	
	2	4
Catégorie / Category		
Naphtalene N° CAS 91-20-3	14,08	1,07
Acenaphthylene N° CAS 208-96-8 Acenaphthene N° CAS 83-32-9 Fluorene N° CAS 86-73-7 Anthracene N° CAS 120-12-7 Phenanthrene N° CAS 85-01-8 Fluoranthene N° CAS 206-44-0 Pyrene N° CAS 129-00-0	1258,55	66,11
Benzo(a) anthracene N° CAS 56-66-3	153,89	5,36
Chysene N° CAS 218-01-9	181,86	6,26
Benzo(b)fluoranthène N° CAS 205-99-2 + Benzo(j)fluoranthène N° CAS 205-82-3 + Benzo(k)fluoranthène N° CAS 207-08-9	152,89	6,66
Benzo(a)pyrene N° CAS 50-32-8	68,36	3,12
Benzo(e)pyrene N° CAS 192-97-2	40,21	1,74
Benzo(g,h,i)pérylene N° CAS 191-24-2	44,05	1,65
Dibenzo(a,h) Anthracene N° CAS 53-70-3	18,98	0,76
Indéno(1,2,3-cd) pyrene N° CAS 193-39-5	55,3	2,1



SYNTHESE :

L'Analyse chimique des peintures ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC à partir d'écailles de peinture prélevées directement in-situ, **CONFIRME** la présence de **PLOMB** comme **POSITIF** de par sa concentration massique en **PLOMB** supérieure au seuil admissible de 5 mg/g, soit >0.5% (Cf. Article R32-2 du Code de la Santé Publique).



Quant à la **Détermination de la Présence ou Absence d'AMIANTE** ainsi réalisée en Laboratoire accrédité COFRAC, par microscopie optique à lumière polarisée et par microscopie électronique à transmission analytique, présence avérée de fibres d'**AMIANTE** du type **TREMOLITE** ou **ACTINOLITE**. Celui-ci est donc également **POSITIF**



La matière prédominante identifiée par IRTF, aussi bien en le revêtement initial datant de 1967 que celui de Maintenance appliqué en 1987, correspond à un liant naturel du type « **huile végétale modifiée** », soit l'équivalent d'une résine **ACRYLIQUE** mono-composante non solvantée, ladite résine étant inadaptée à un degré de corrosivité C3 !!!

Enfin, le dosage des **Hydrocarbures Polyaromatiques (HAP)** classifie les peintures Initiales de 1967 ou de Maintenance de 1987, en Catégorie **3** selon l'AFPS GS 2014 :01 PAK, avec un contact prévisible à court terme avec la peau (< 30").

V.1.5 Qualification et Quantification des altérations :

ELEMENT SURFACE	EVALUATION DE LA DEGRADATION DES REVETEMENTS									
	Cotation de 0 à 5 (ISO 4628-1 à 6)									
	Cloquage		Enrouillement		Craquelage		Ecaillage		Farinage	
	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.
Intrados Sections initiales 1967 Côté C2 uniquement	0	0	3	5	0	0	0	0	5	5



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Ame PRS	Enrouillement généralisé	Ame PRS	Enrouillement généralisé





Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Ame PRS	Enrouillement généralisé	Ame PRS	Enrouillement généralisé



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Entretoise courante	Enrouillement généralisé	Entretoise courante	Enrouillement généralisé





Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Entretoise courante	Enrouillement généralisé	Entretoise courante	Enrouillement généralisé



			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Tablier A	P1A, P2A, P3A et P7A côté C2	P1A de rive côté C2	Enrouillement généralisé

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P1A de rive côté C2	Corrosion foisonnante	P1A de rive côté C2	Corrosion foisonnante

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P1A de rive côté C2	Corrosion foisonnante	P1A de rive côté C2	Corrosion foisonnante

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P2A côté C2	Corrosion foisonnante	P2A côté C2	Corrosion foisonnante

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P2A côté C2	Corrosion foisonnante	P2A côté C2	Corrosion foisonnante

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P3A côté C2	Corrosion foisonnante	P3A côté C2	Corrosion foisonnante



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P3A côté C2	Corrosion foisonnante	P3A côté C2	Corrosion foisonnante



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P7A de rive côté C2	Enrouillement généralisé	P7A de rive côté C2	Enrouillement généralisé

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P7A de rive côté C2	Corrosion foisonnante	P7A de rive côté C2	Corrosion foisonnante

			
Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
Tablier B	P1B, P3B et P7B côté C2	P1B de rive côté C2	Enrouillement généralisé



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P1B de rive côté C2	Enrouillement généralisé	P1B de rive côté C2	Enrouillement généralisé



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P1B de rive côté C2	Corrosion foisonnante	P1B de rive côté C2	Corrosion foisonnante



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P1B de rive côté C2	Corrosion foisonnante	P1B de rive côté C2	Corrosion foisonnante



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P3B de rive côté C2	Enroulement généralisé		



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P7B de rive côté C2	Enrouillement	P7B de rive côté C2	Enrouillement



Localisation	Désignation	Localisation	Désignation
P7B de rive côté C2	Enrouillement	P7B de rive côté C2	Enrouillement

ELEMENT SURFACE	EVALUATION DE LA DEGRADATION DES REVETEMENTS									
	Cotation de 0 à 5 (ISO 4628-1 à 6)									
	Cloquage		Enrouillement		Craquelage		Ecaillage		Farinage	
	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.
Intrados P1A côté C2 Sections réparées en 1987	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5



Localisation	Désignation
About de P1A	Enrouillement



Localisation	Désignation
About de P1A	Enrouillement



Localisation	Désignation
About de P1A	Enrouillement



Localisation	Désignation
About de P1A	Enrouillement

SYNTHESE :

L'**Evaluation visuelle des anciens fonds de peinture** ainsi réalisée conformément à la norme ISO 4628-1 à 6 affirme en les sections principalement investies, les altérations suivantes :

- **P1A, P2A, P3A et P7A :**
 - a) Enrouillement généralisé en toutes les surfaces, altération néanmoins peu surprenante, si l'on considère **53** ans d'exposition d'une part tout en tenant compte d'une épaisseur moyenne plutôt faible ($t_{moyen} = 178 \mu m$) d'autre part
 - b) Farinage généralisé en toutes les surfaces
 - c) Corrosion foisonnante sur et au voisinage de l'appui C2, principalement favorisée par de la rétention des eaux de ruissellement (*cf. défaut important de l'étanchéité du hourdis béton*)
- **P1A, about réparé en 1987 :**
 - a) **RUINE** de la protection anticorrosion des sections ainsi réparées en 1987, quand bien même n'ayant que **33** ans d'exposition. Une malfaçon d'exécution pourrait être à l'origine d'une telle dégradation généralisée, accentuée par une rétention d'eau manifeste (*cf. point bas du Tablier A*) et une épaisseur moyenne plutôt faible ($t_{moyen} = 225 \mu m$).
- **P1B et P7B :**
 - a) La poutre de rive P1B étant au point bas du tablier B, présente une dégradation prédominante telle que de la corrosion foisonnante principalement sur appui C2 à l'état enrouillé mais non foisonnant de la poutre de rive P7B, étant situé au point haut du tablier et plus aéré

Au-delà de l'**Altération** prédominante et généralisée d'**ENROUILLEMENT** en toutes surfaces, la même non-anormale après 53 ans d'exposition à un degré Corrosivité de type **C3** et une épaisseur moyenne faible $< 200 \mu m$, au-delà d'une **CORROSION FOISONNANTE** au droit des sections souffrant de rétention des eaux de ruissellement aux points bas au voisinage de la Culée C2, au-delà d'un **FARINAGE** en toutes surfaces, absence néanmoins de toute autre Altération de type **CLOQUAGE, CRAQUELAGE, ECAILLAGE**. Le Primaire de type Minium de PLOMB ou équivalent semble présenter une plutôt bonne adhérence résiduelle.

V.1.6 *Epaisseurs résiduelles :*

ELEMENT	MESURES (μm) (ISO 2808 - ISO 19840)			
	N _{mesures} (Point de mesure)	Mini ($\geq (*) \mu\text{m}$)	Maxi ($\leq (*) \mu\text{m}$)	Moy ($\geq (*) \mu\text{m}$)
Sections courantes d'origine 1967	50	107	291	178
Sections réparées en 1987	30	174	333	225

SYNTHESE :

Les Mesures d'épaisseurs résiduelles des anciens fonds de peinture ainsi réalisées conformément à la norme ISO 19840 mettent en évidence une épaisseur moyenne **INSUFFISANTE** de **178** μm au regard d'un degré de corrosivité élevé du type **C3**. (cf. $t_{\text{mini}} \geq 225 \mu\text{m}$)

Des insuffisances d'épaisseur sont également mesurées en les sections réparées en 1987 avec une épaisseur moyenne « juste » suffisante de **225** μm .

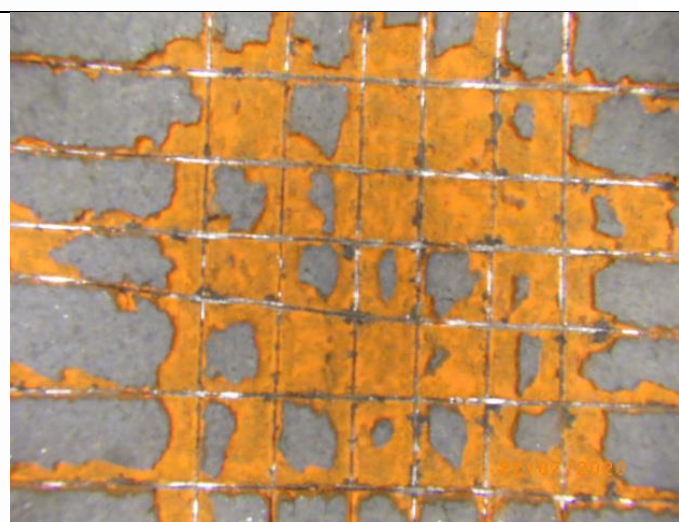
V.1.7 Caractéristiques mécaniques :

Mesure Qualitative de l'adhérence du feuil peinture_Essais de quadrillage ISO 2409

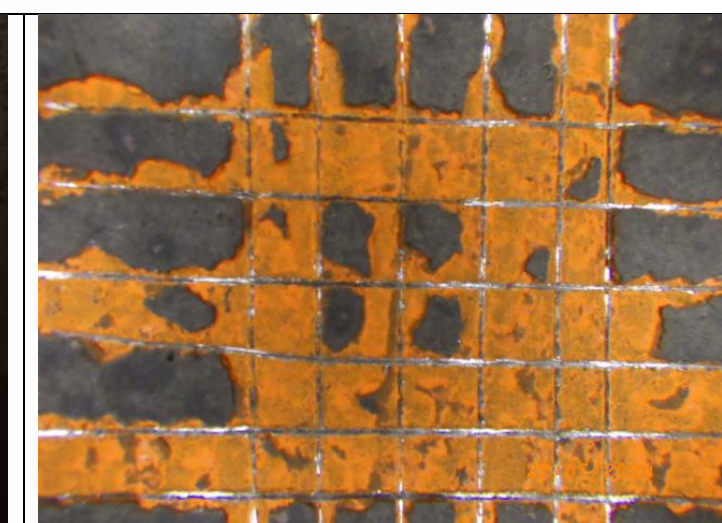
N°	Désignation	T ₀ (μm)	Incisions (mm)			Classification (≤ 1 selon NF T 34-550)						Examen de l'entaille
			1	2	3	0	1	2	3	4	5	
1	Tablier A P2A côté C2 Ame PRS de 1967	143	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	90% adhésif BC t1=75 μm
2	Tablier A P2A côté C2 Ame PRS réparée en 1987	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	90% adhésif BC t1=52 μm
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tableau 1 — Classification des résultats d'essai

Classification	Description	Surface de la partie quadrillée pour laquelle un écaillage s'est produit (Exemple pour six incisions parallèles)
0	Les bords des incisions sont parfaitement lisses; aucun des carrés du quadrillage ne s'est détaché.	—
1	Détachement de petites écailles du revêtement aux intersections des incisions, qui affecte environ 5 % de la partie quadrillée.	
2	Le revêtement s'est détaché le long des bords et/ou aux intersections des incisions, et affecte nettement plus de 5 % jusqu'à environ 15 % de la partie quadrillée.	
3	Le revêtement s'est détaché le long des bords des incisions, en partie ou en totalité en larges bandes et/ou s'est détaché en partie ou en totalité en divers endroits des quadrillages. Une surface quadrillée représentant nettement plus de 15 % jusqu'à environ 35 % est affectée.	
4	Le revêtement s'est détaché le long des bords des incisions en larges bandes et/ou quelques carrés se sont détachés en partie ou en totalité. Une surface représentant nettement plus de 35 % jusqu'à environ 65 % est affectée.	
5	Tous les degrés d'écaillage qui ne peuvent pas être classés selon la classification 4.	



Essai de Quadrillage n°1



Essai de Quadrillage n°2

SYNTHESE :

L'**Evaluation Qualitative de l'adhérence résiduelle du feuil peinture** ainsi réalisée par Quadrillage (*Cross cut Tape test*) conformément à la norme ISO 2409 met en évidence une fragilité avec un défaut notable d'adhérence de la couche de Finition noire ou grise (*Top coat*) sur la couche Primaire de type **Minium de PLOMB** ou équivalent d'une épaisseur mini de 52 µm. Cette dernière semble présenter une assez bonne adhérence au supportile acier en les surfaces courantes et non ruisselantes.

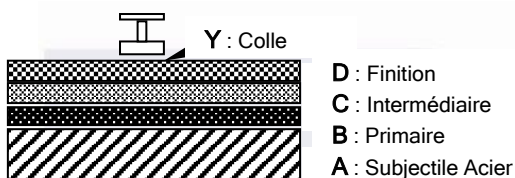
Quant à la Top coat, celle-ci semble présenter peu de résistance mécanique, aussi bien celle d'origine datant de **1967** que celle issue des réparations de **1987**, présentant ainsi une classification **5** selon la norme ISO 2409 avec une rupture adhésive à l'interface Primaire (B)/Top coat (C).

Mesure Quantitative de l'adhérence du feuil peinture_Essais de traction ISO 4624

N°	Désignation	T ₀	F (≥ 1.5 MPa selon NF T 34-550)	Interface de rupture (%)	résiduelle (μm)
1	Tablier A 1967 Ame de P2A côté C2	182	5.2	100% adhésif BC	123
2		162	6.18	100% adhésif BC	97.5
3		134	6.96	100% adhésif BC	105
4	Tablier A 1967 Ame de P3A côté C2	145	7.88	100% adhésif BC	131
5		157	7.21	100% adhésif BC	115
6		172	7.78	100% adhésif BC	103

Le feuil est décomposé comme suit :

- Rupture Adhésive... / ... ou Cohésive .../... en pourcentage %





Pull-Off test n°1



Pull-Off test n°2



Pull-Off test n°3





Pull-Off test n°4



Pull-Off test n°5



Pull-Off test n°6

SYNTHESE :

L'**Evaluation Quantitative de l'adhérence résiduelle du feuil peinture** ainsi réalisée par traction (*Pull-Off test*) conformément à la norme ISO 4624 confirme le constat antérieur de l'évaluation visuelle 4628-1 à 6 ainsi que l'évaluation Qualitative par Quadrillage ISO 2409, du peu d'adhérence de la couche de Finition. Quant à la couche Primaire de type **Minium de PLOMB** ou équivalent, une adhérence résiduelle acceptable est alors mesurée avec une valeur mini de traction de **5.20** MPa, rupture adhésive à l'interface Primaire (B)/Top coat (C).

V.1.8 Recherche de porosité :

Recherche de porosité en la couche de finition au balai électrique selon l'ISO 2746

Inspection Elément Surface	Mode		Voltage ⁽¹⁾ (V)	Observations	Résultat	
	Eponge humide	Bali électrique			C	NC
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sans objet

(1) 4 Volts * NDFT (265 µm)

V.1.9 Autre(s) constatation(s) :

La **Visite de Reconnaissance** des anciens fonds de peinture a également permis de mettre en évidence, les faiblesses et autres singularités suivantes :

- 1) Angle vif des semelles oxycoupées de PRS (cf. **NON CONFORMITE** aux recommandations de la norme ISO 8501-3)



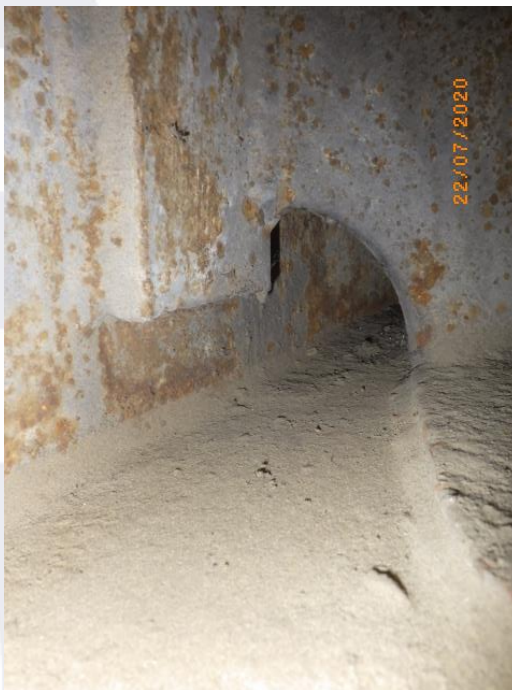
- 2) Difficulté d'accès au-dessus de la Ss des Entretoises avec une hauteur libre avec le hourdis béton de 70 mm (cf. **NON CONFORMITE** aux recommandations de la norme ISO 12944-3)



- 3) Défaut d'accès au droit des éclissages boulonnés des Entretoises (cf. **NON CONFORMITE** aux recommandations de la norme ISO 12944-3)



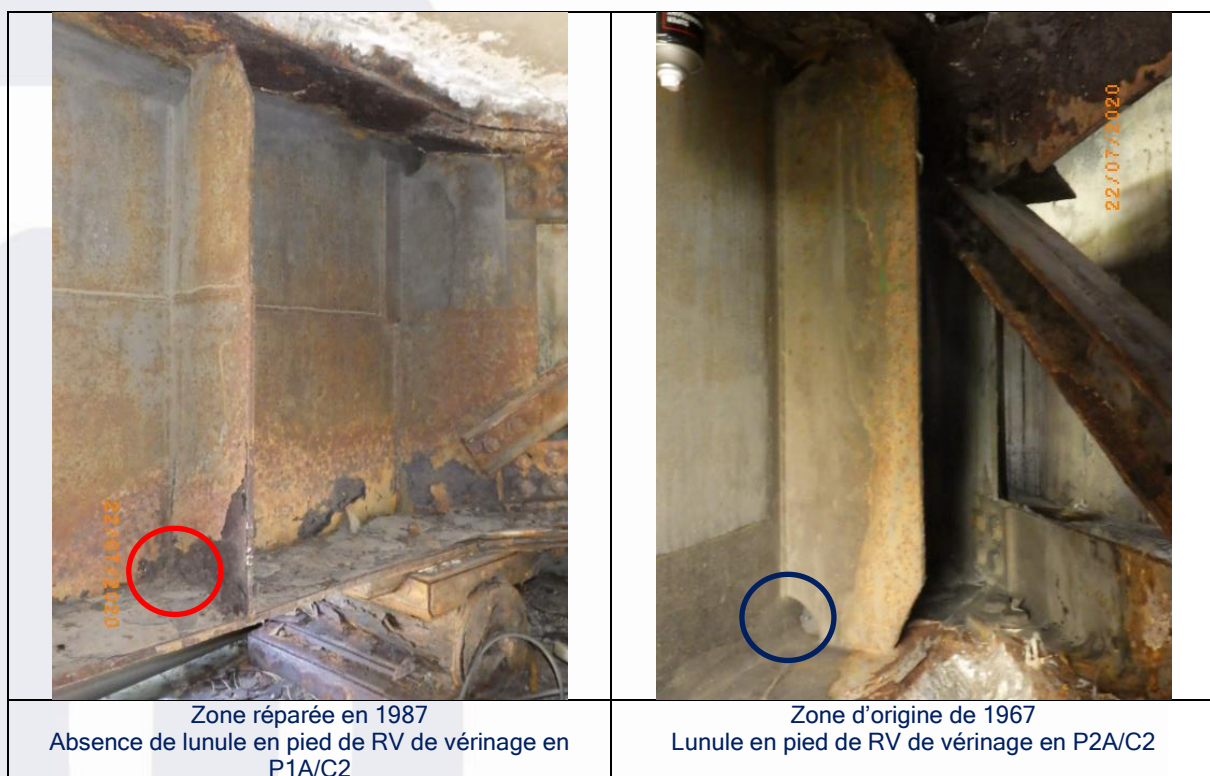
- 4) Défaut d'accès au droit des lunules d'Entretoise (cf. **NON CONFORMITE** aux recommandations de la norme ISO 12944-3)



- 5) Corrosion récurrente au droit des chants de Ss de PRS à l'interface avec le hourdis béton



- 6) Absence de lunule en pied de RV de vérinage en la zone réparée en 1987 (cf. **NON CONFORMITE** aux recommandations de la norme ISO 12944-3)



V.2. ESSAI(s) PREALABLE(s) DE DECAPAGE

V.2.1 Objet :

L'Essai préalable de décapage a pour objet :

- a) La **Faisabilité du décapage Primaire** et de l'état initial du subjectile acier
- b) La **Faisabilité du décapage secondaire** s'il est envisagé^(*)
- c) La **Dangerosité des résidus de décapage** correspondant à la consistance des travaux finalement retenue et, en conformité avec la réglementation en vigueur, la filière adaptée d'élimination de ces déchets

() Considérant le type de structures treillis riveté, de son année de construction 1897 et du développement d'une corrosion ponctuelle, éparse mais récurrente, le décapage Secondaire ou Avivage n'a alors pas été techniquement envisagé.*

V.2.2 Essai(s) de Décapage :

A été réalisé :

- Décapage Primaire n° **1** (Sa2.5) Sans objet face revêtue d'1 m²

- Décapage Primaire n°2 (Sa2.5 MOYEN G) d'une surface revêtue de 1 m²

Cahier des charges desdits Essais de décapage :

1. Décapage Primaire d'une Zone $\geq 1 \text{ m}^2$:
 - a) Degré de soin $\geq \text{Sa2.5}$ selon ISO 8501-1
 - b) Profil de surface $\geq \text{MOYEN G}$ selon ISO 8503-1
 - c) Rugosité $\text{Ra} \geq 7$, $\text{Rz} \geq 35$ selon ISO 8503-3
 - d) Application d'un Primaire provisoire du type EPOXY VIGOR EP950 en la surface fraîchement décapée
2. Décapage Secondaire (avivage) d'une Zone $\geq 1 \text{ m}^2$:
 - a) Jusqu'à retrouver un feuillet peinture résiduel suffisamment adhérent et sain de toute altération tel que le Cliché G4 selon Echelle d'avivage du LPC
 - b) Application d'un Primaire provisoire du type EPOXY VIGOR EP950 en la surface avivée

(*) Considérant le type de structures treillis riveté, de son année de construction 1897 et du développement d'une corrosion ponctuelle, éparse mais récurrente, le décapage Secondaire ou Avivage n'a alors pas été techniquement envisagé.

Sans objet

Matériels et autres produits consommables utilisés :

- Compresseur d'air de 5 000 litres et d'une pression de 7 bars
- Sableuse de 60 litres + buse Ø8 mm
- Abrasif Angulaire (GRIT) non métallique type RUGOS 20/30 de chez SEMANAZ
- ~~Abrasif Angulaire (GRIT) non métallique type PROUDROILITE~~
- Séparateur air/eau
- Epoxy VIGOR EP950
- Malaxeur électrique
- Brosse, rouleau
- Bâches et autre big-bag²

Contrôle des conditions climatiques (Cf. ISO 8502-4)

HR (%) $\leq 85\%$	Ta (°C) $\leq 35^\circ\text{C}$	TdS (°C) $\leq 40^\circ\text{C}$	P.R.	Δ $\geq T_{ds} + 3^\circ\text{C}$

A été constaté l'exécution des Essais suivants :

DESIGNATION		DECAPAGE		RESULTATS					
N° Essai	Localisation Position	Primaire	Secondaire	Degré de Soin (ISO 8501-1)		Profil de surface (ISO 8503-1)		Conso. Abrasif (kg/m²)	Temps passé (h/m²)
				Sa....	S2.5	Ra (µm)	Rz (µm)		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

SYNTHESE :

Sans objet

SYNTHESE :

Sans objet

V.2.3 *Compatibilité chimique des anciens fonds avec un Complexe de Maintenance :*

A été réalisé :

- Mise en peinture de la zone décapée Sa2.5 MOYEN G, application à la brosse et au rouleau du primaire Epoxy VIGOR EP950 de chez FREITAG, $t \geq 80 \mu\text{m}$

SYNTHESE :

Après mise en Primaire Epoxy des surfaces fraîchement décapée, il a été observé :

-

Sans objet

V.3. CARACTERISATION DES MATERIAUX METALLIQUES

V.3.1 Objet :

La présente Etude a pour objectif de caractériser **Physiquement** les matériaux constitutifs de la charpente métallique en vue du recalcul de sa capacité portante ($R_{p0.2\%}$, RM , $A\%$) d'une part et de les caractériser **Chimiquement** en vue d'en déterminer leur « possible » soudabilité (recherche et dosage par Spectrométrie des principaux constituants métalliques ou non métalliques) d'autre part.

V.3.2 Homogénéité des matériaux métalliques

ENSEMBLE	SOUS-ENSEMBLE (mm)	MESURES HB suivant méthode « SHORE »					MOYENNE
Zone réparée en 1987 en about de P1A sur culée C2	RV sur Culée C2	141	142				141
	Ame PRS	141	142				141
	Si PRS	143					143
Zone initiale de 1967 en about de P2A sur culée C2	RV sur Culée C2	131					131
	Ame PRS	129					129
	Si PRS	128					128
Entretoise d'about sur culée C2	T _{sup.} 200x200	102					102
	T _{inf.} 200x200	111					111

TOTAL HB 128



SYNTHESE :

Les mesures de dureté HB ainsi réalisées en relatif au Duromètre SHORE, permet d'affirmer une certaine homogénéité des matériaux métalliques composant la charpente métallique avec une dureté moyenne de **128** HB (*cf. acier doux*), tant les aciers d'origine de 1967 que ceux ayant été utilisé à la réparation de 1987.

V.3.3 *Prélèvement, mode opératoire, définition des échantillons métalliques*

Le prélèvement desdits échantillons métalliques fut réalisé manuellement par tronçonnage



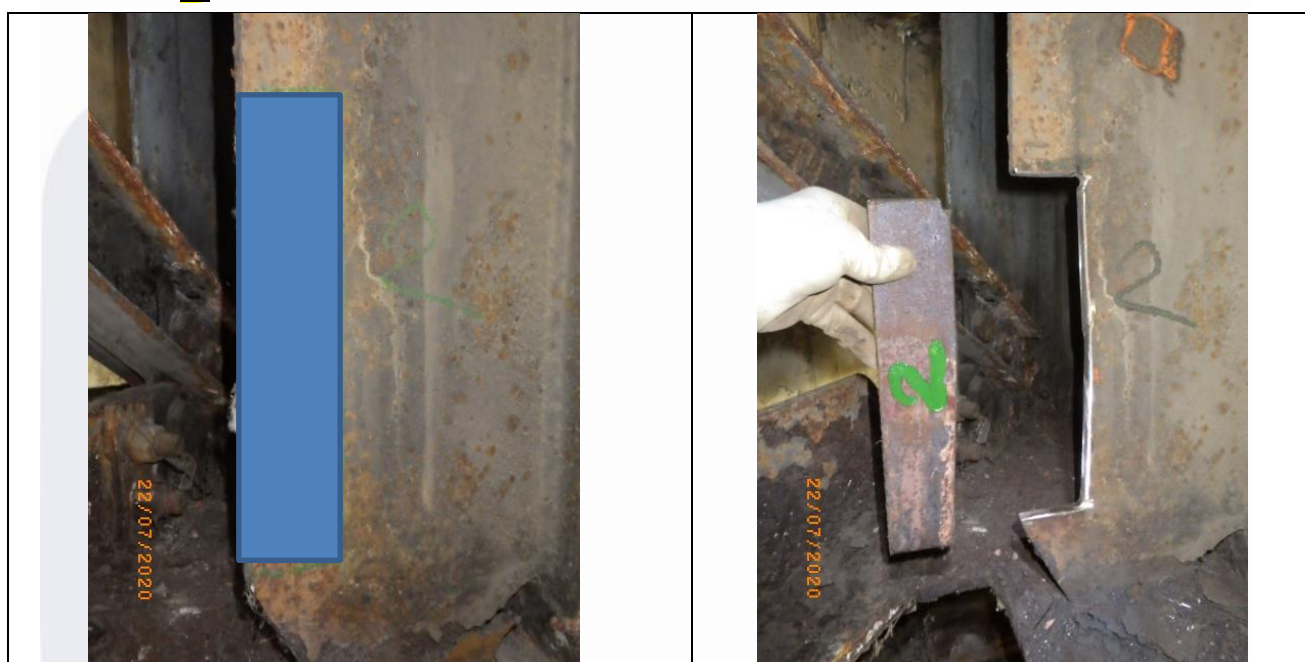
En amont de tout prélèvement par tronçonnage en pleine tôle, un percement Ø10 mm fut réalisé dans les angles et ce, afin d'éviter tout angle vif favorable à une amorce et propagation de fissure



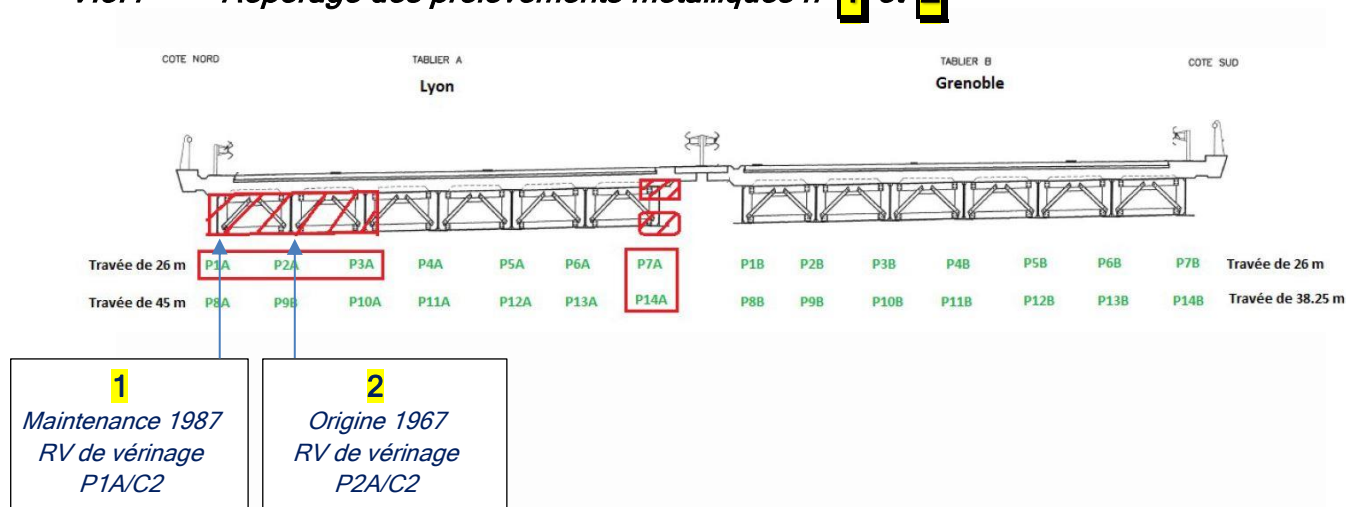
Echantillon n° **1** : Plat 250x50x12 mm (Zone réparée en 1987, RV de vérinage P1A/C2)



Echantillon n° **2** : Plat 260x55x12 mm (Zone d'origine de 1967, RV de vérinage P2A/C2)



V.3.4 Repérage des prélèvements métalliques n°1 et 2

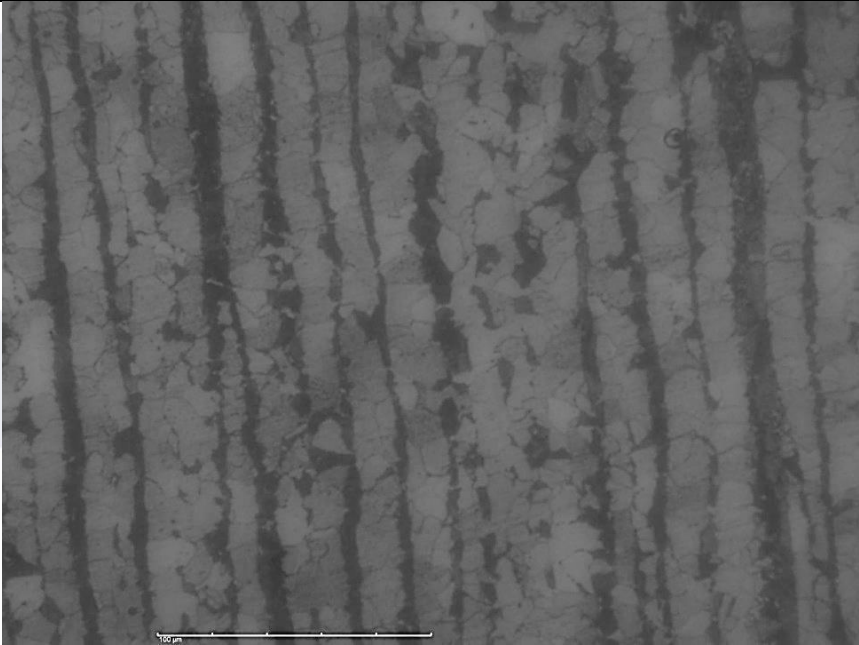


V.3.5 Analyses et essais en Laboratoire COFRAC

Echantillon n° **1** (Plat 250x50x12 mm)

N°	ANALYSES ET ESSAIS <i>(Suivant un acier de construction S355 K2+N selon NF EN 10025-2 de 2004)</i>															
	Traction <i>(NF EN ISO 6892-1B)</i>			Dureté HV10 <i>(NF EN ISO 6507-1)</i> ≤ 361			Spectrométrie					CEV % ≤ 0.45	Flexion par choc <i>(NF EN ISO 148-1)</i>			
													<div>-20°C</div> ≥ 40 Joules			
	Rp0.2% (N/mm²) ≥ 355	Rm (N/mm²) ≥ 470	A% ≥ 20	%C ≤ 0.23	%Mn ≤ 1.70	%S ≤ 0.035	%P ≤ 0.035	%Si ≤ 0.60	1 J	2 J	3 J	Moyenne (Joules)				
1	402	569	32.3	/	/	/	0.17	1.38	<0.005	0.017	<0.005	0.40	148	83	102	111

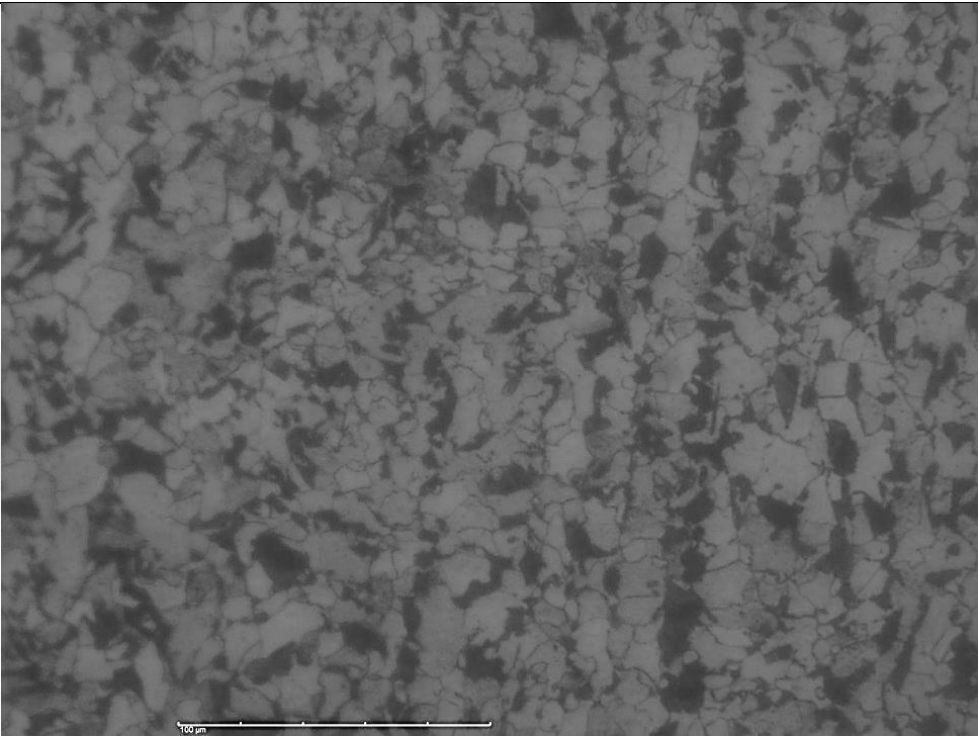
$$CEV = C + (Mn/6) + ((Cr + Mo + V)/5) + ((Ni + Cu)/15)$$

	
Echantillon	Commentaire (EN 10025-2)
1	Structure Ferrito-Perlitique. Produit laminé

Echantillon n° **2** (Plat 260x55x12 mm)

N°	ANALYSES ET ESSAIS <i>(cf. acier de construction S355 K2+N selon NF EN 10025-2 de 2004)</i>															
	Traction <i>(NF EN ISO 6892-1B)</i>			Dureté HV10 <i>(NF EN ISO 6507-1)</i> ≤ 361			Spectrométrie					CEV % ≤ 0.45	Flexion par choc <i>(NF EN ISO 148-1)</i> <div>-20°C</div> ≥ 40 Joules			
							%C ≤ 0.23	%Mn ≤ 1.70	%S ≤ 0.035	%P ≤ 0.035	%Si ≤ 0.60		1 J	2 J	3 J	Moyenne (Joules)
	Rp0.2% (N/mm²) ≥ 355	Rm (N/mm²) ≥ 470	A% ≥ 20													
2	393	559	31	/	/	/	0.18	1.31	0.016	0.024	0.47	0.39	128	114	112	118

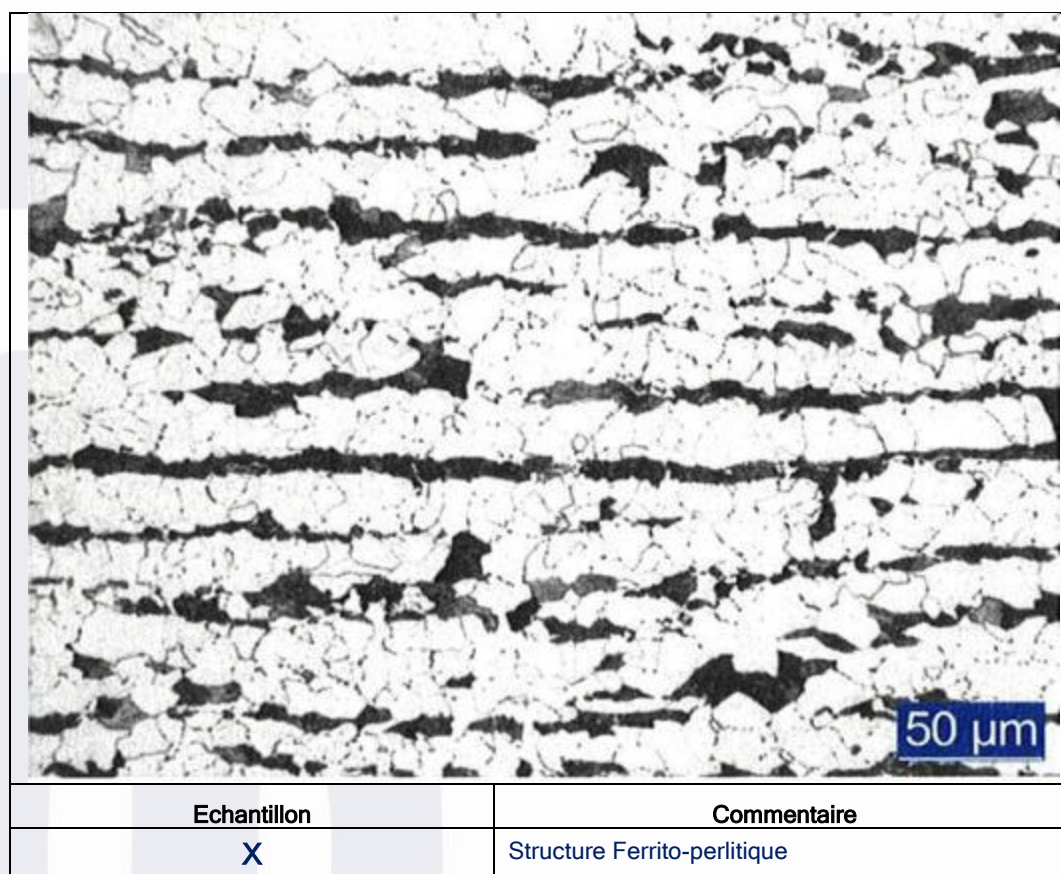
$$CEV = C + (Mn/6) + ((Cr + Mo + V)/5) + ((Ni + Cu)/15)$$

	
Echantillon	Commentaire (EN 10025-2)
2	Structure Ferrito-Perlitique

A titre d'exemple, un acier de construction du type **S355 K2+N** (cf. EN10025-2) ou **E36-4** (NF A 35-501) présente les caractéristiques suivantes :

N°	ANALYSES ET ESSAIS <i>(cf. acier de construction S355 K2 selon NE EN 10025-2 de 2004)</i>															
	Traction <i>(NF EN ISO 6892-1B)</i>			Dureté HV10 <i>(NF EN ISO 6507-1)</i> <i>≤ 361</i>			Spectrométrie					CEV % <i>≤0.45</i>	Flexion par choc <i>(NF EN ISO 148-1)</i>			
													<div>-20°C</div> <i>≥ 40 Joules</i>			
	Rp0.2% (N/mm²) <i>≥ 355</i>	Rm (N/mm²) <i>≥ 470</i>	A% <i>≥ 20</i>	%C <i>≤0.23</i>	%Mn <i>≤1.70</i>	%S <i>≤0.035</i>	%P <i>≤0.035</i>	%Si <i>≤0.60</i>	1 J	2 J	3 J	Moy. Joules				
X	397	553	30	/	/	/	0.16	1.51	0.012	0.025	0.28	0.41	114	107	113	111

X : Extrait d'un CCPU d'un acier type S355



SYNTHESE :

L'Analyse Physique ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC sur **2** échantillons métalliques affirme les Caractéristiques suivantes :

N°	ANALYSES ET ESSAIS															
	(Suivant un acier de construction S355 K2+N selon NF EN 10025-2 de 2004)															
	Traction (NF EN ISO 6892-1B)			Dureté HV10 (NF EN ISO 6507-1) ≤ 361			Spectrométrie					CEV % ≤0.45	Flexion par choc (NF EN ISO 148-1)			
													-20°C ≥ 40 Joules			
Rp0.2% (N/mm²) ≥ 355	Rm (N/mm²) ≥ 470	A%				%C ≤0.23	%Mn ≤1.70	%S ≤0.035	%P ≤0.035	%Si ≤0.60		1 J	2 J	3 J	Moyenne (Joules)	
1	402	569	32.3	/	/	/	0.17	1.38	<0.005	0.017	<0.005	0.40	148	83	102	111
2	393	559	31	/	/	/	0.18	1.31	0.016	0.024	0.47	0.39	128	114	112	118

Matériau issu de la Maintenance de 1987

Matériau initial de 1967

Valeur mini

Les Caractéristiques physiques ainsi mesurées en lesdits Echantillons constitutifs de la charpente métallique de l'OA datant de 1967 ainsi que de la Maintenance de 1987, s'apparentent donc à minima, à une Nuance d'acier du type :

S355

Pour rappel, les caractéristiques physiques d'une telle nuance sont :

- a) $R_{eh} = 355$ Mpa
- b) $R_m \geq 470$ Mpa
- c) $A\% = 20$ %

L'Analyse Chimique ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC sur les mêmes échantillons métalliques affirme la soudabilité desdits matériaux, aussi bien ceux initiaux de 1967, que ceux issus de la Maintenance de 1987



V.4. RECHERCHE DES CORROSIONS AVEC PERTES D'ÉPAISSEUR

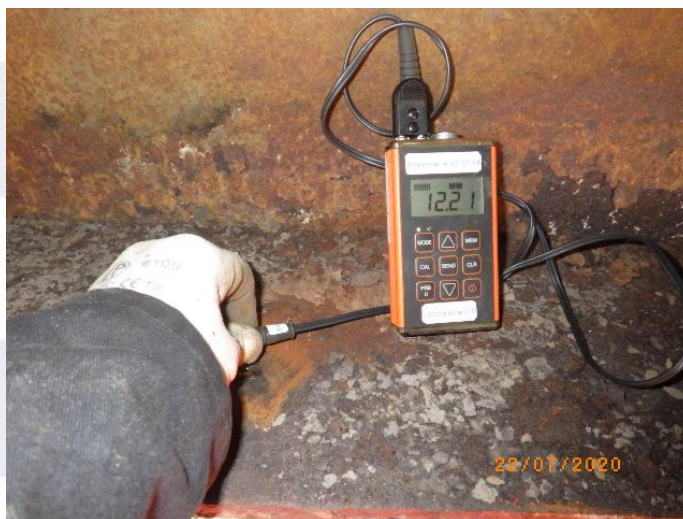
V.4.1. OBJET

Recherche des corrosions visuelles et accessibles les plus significatives, les plus notables et les plus récurrentes ayant entraîné une perte d'épaisseur plus ou moins importante, voir jusqu'à perforation des sections concernées.

V.4.2. MOYENS DE MESURE

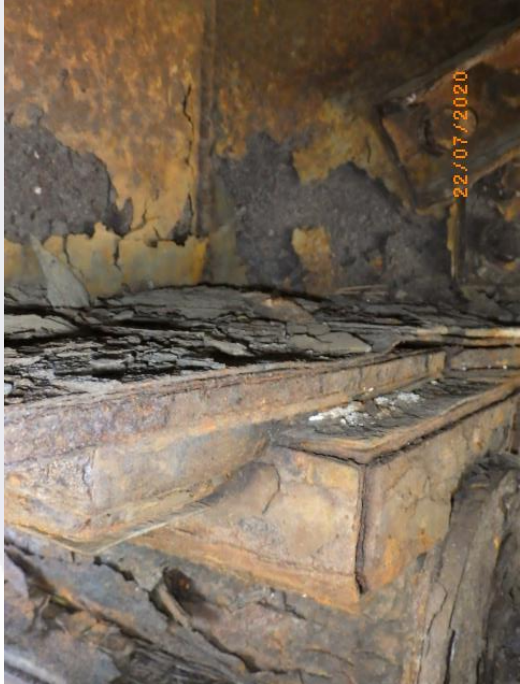

Les matériels de mesure principalement utilisés sont :

- a) Pied à coulisse
- b) Jauge de profondeur
- c) Mesure d'épaisseur par Ultrason^(*) avec sonde OL, 5 MHz



V.4.3. MESURES

TABLIER	LOCALISATION		DIMENSIONS (mm)	MESURES			PHOTOS
	ENSEMBLE	SOUS-ENSEMBLE		t ₀ (mm)	Tmesurée (mm)	Δ _{max} (mm)	
A	P1A/C2	Ss	450x12	12	9	-3	1 à 9
		Ame	896x10	10	5	-5	
		Si	450x12	12	9	-3	
		RV	896x220x12	12	10.8	-2.2	
	PDP sur C2 P1A/P2A	Ame du T	T 200X200	11	10	-1	10 à 15
		Aile du T		9	8	-1	
	P2A/C2	Ss	450x12	12	10	-2	
		Ame	896x10	10	10	0	
		Si	450x12	12	10	-2	
		RV	896x220x12	12	7	-5	
	PDP sur C2 P2A/P3A	Ame du T	T 200X200	11	8.5	-2.5	
		Aile du T		9	8	-1	
	P3A/C2	Ss	450x12	12	10.5	-1.5	
		Ame	896x10	10	9	-1	
		Si	450x12	12	8.50	-3.5	
		RV	896x220x12	12	8.5	-3.5	
	PDP sur C2 P2A/P3A	Ame du T	T 200X200	11	10	-1	
		Aile du T		9	8	-1	
	P7A/C2	Ss	450x12	12	11.5	-0.5	16 à 21
		Ame	896x10	10	7.5	-2.5	
		Si	450x12	12	11.8	-0.2	
		RV	896x220x12	12	5.5	-6.5	
B	P1B/C2	Ss	450x12	12	10	-2	22 à 27
		Ame	896x10	10	7.5	-2.5	
		Si	450x12	12	11.8	-0.2	
		RV	896x220x12	12	5.5	-6.5	
	P7B/C2	Ss	450x12	12	12	0	28 à 33
		Ame	896x10	10	9	-1	
		Si	450x12	12	9	-3	
		RV	896x220x12	12	6	-6	
		Ss	450x12	12	12	0	34 à 37
		Ame	896x10	10	10	0	
		Si	450x12	12	12	0	
		RV	896x220x12	12	12	0	

	N°	DESIGNATION	OBSERVATION		N°	DESIGNATION	OBSERVATION
	1	P1A/C2	Corrosion foisonnante		2	P1A/C2	Corrosion foisonnante


					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
3	P1A/C2	Corrosion foisonnante sur appui C2	4	P1A/C2	Corrosion foisonnante sur appui C2
					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
5	P1A/C2	Corrosion foisonnante de la réparation de 1987	6	P1A/C2	Corrosion foisonnante et perforante de la réparation de 1987






N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
7	P1A/C2 et sa pdp	Corrosion foisonnante de l'attache de la pdp sur appui C2	8	P1A/C2 et sa pdp	Corrosion foisonnante de la pdp sur appui C2







N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
9	P1A/C2 et son appareil d'appui	Ruine de l'appareil d'appui mobile			


					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
10	P2A/C2	Corrosion généralisée sur appui C2	11	P2A/C2	Corrosion généralisée sur appui C2

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
12	P2A/C2	Corrosion généralisée sur appui C2	13	P2A/C2 et sa pdp	Corrosion généralisée de l'attache de la pdp sur appui C2

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
14	P2A/C2 et sa pdp	Corrosion généralisée de la pdp sur appui C2	15	P2A/C2 et son appareil d'appui	Corrosion généralisée de l'appareil d'appui mobile

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
16	P3A/C2	Corrosion généralisée en partie basse du PRS	17	P3A/C2	Corrosion généralisée en partie basse du PRS

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
18	P3A/C2	Corrosion généralisée en partie basse du PRS	19	P3A/C2 et sa pdp sur culée C2	Corrosion généralisée



					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
20	P3A/C2 et sa pdp sur culée C2	Corrosion généralisée	21	P3A/C2 et son appareil d'appui mobile	Corrosion généralisée



N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
22	P7A/C2	Corrosion généralisée	23	P7A/C2	Corrosion foisonnante


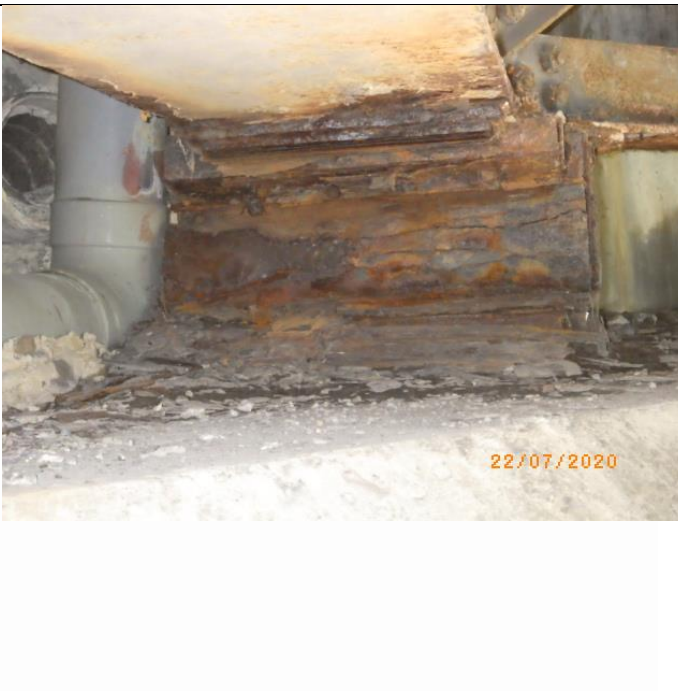


N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
24	P7A/C2	Corrosion foisonnante	25	P7A/C2	Corrosion foisonnante



					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
26	P7A/C2	Corrosion foisonnante	27	P7A/C2 et son appareil d'appui mobile	Corrosion généralisée

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
28	P1B/C2	Corrosion foisonnante	29	P1B/C2	Corrosion foisonnante

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
30	P1B/C2	Corrosion foisonnante	31	P1B/C2	Corrosion foisonnante

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
32	P1B/C2	Corrosion généralisé	33	P1B/C2 et son appareil d'appui mobile	Corrosion généralisée

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
34	P7B/C2	Corrosion en Si sur appui C2	35	P7B/C2	RAS en sections courantes

					
N°	DESIGNATION	OBSERVATION	N°	DESIGNATION	OBSERVATION
36	P7B/C2 et sa pdp	Corrosion en aile inf.	37	P7B/C2 et son appareil d'appui mobile sur appui C2	Corrosion généralisée

SYNTHESE :

La mesure des épaisseurs résiduelles ainsi réalisée en UT OL 5 MHz au droit des zones sur appui en culée C2 a été particulièrement difficile, tant les surfaces étaient corrodées, foisonnées et dégradées. Il n'est pas sans rappeler que la méthode de mesure en UT nécessite un état de surface acceptable au palpement du traducteur et à la transmission de l'Onde Ultrasonore. En cas d'aspérité, d'irrégularité et/ou de foisonnement (*présence de poches d'air*), la transmission de l'OL n'est alors pas possible. En pareil état, seul un burinage au marteau à aiguilles permettrait de dégager les surfaces concernées par de telles mesures.

Pour autant, les mesures d'épaisseur réalisées en pareilles conditions ont néanmoins permis de démontrer des pertes d'épaisseur modérées et plutôt ponctuelles (*-1 à -6 mm, pouvant néanmoins représenter ponctuellement 50% de perte de section*), altération correspondante à une oxydoréduction superficielle et généralisée, voir par aération différentielle (*cf. foisonnement*), exacerbant le phénomène de corrosion qui peut représenter jusqu'à 13 fois le volume réel de perte de section.

Les abouts de poutre les plus affectées sur appui C2 sont sans surprise, P1A, P2A, P3A, P7A et P1B. Le défaut d'étanchéité du hourdis béton et/ou du Joint de chaussée semble être à l'origine d'une telle dégradation, les autres sections courantes, présentant quant à elles, une oxydation superficielle +/- généralisée, n'entraînant pas de perte de section et ce, quand bien même un revêtement anticorrosion en place peu performant.

VI. SYNTHESE & CONCLUSION

VI.1. SYNTHESE

L'Identification des anciens fonds de peinture ainsi réalisée in-situ au PIG ISO 2808-5, semble mettre en évidence la présence de 2 Complexes Anticorrosion se différenciant des parties d'origine datant de 1967, des parties réparées en 1987, et décomposés comme suit :

Complexe n°1 d'origine datant de **1967** :

3. Primaire (Orange)⁽¹⁾
4. Finition (Gris clair)

Complexe n°2 des parties réparées en **1987** :

3. Primaire (Orange)⁽¹⁾
4. Finition (Noir)

⁽¹⁾ **Minium de PLOMB** ou équivalent bien caractéristique des Primaires couramment utilisés au Siècle dernier

L'Analyse chimique des peintures ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC à partir d'écailles de peinture prélevées directement in-situ, **CONFIRME** la présence de **PLOMB** comme **POSITIF** de par sa concentration massique en **PLOMB** supérieure au seuil admissible de 5 mg/g, soit >0.5% (Cf. Article R32-2 du Code de la Santé Publique).



Quant à la **Détermination de la Présence ou Absence d'AMIANTE** ainsi réalisée en Laboratoire accrédité COFRAC, par microscopie optique à lumière polarisée et par microscopie électronique à transmission analytique, présence avérée de fibres d'**AMIANTE** du type **TREMOLITE** ou **ACTINOLITE**. Celui-ci est donc également **POSITIF**



La matière prédominante identifiée par IRTF, aussi bien en le revêtement initial datant de 1967 que celui de Maintenance appliqué en 1987, correspond à un liant naturel du type « **huile végétale modifiée** », soit l'équivalent d'une résine **ACRYLIQUE** mono-composante non solvantée, ladite résine étant inadaptée à un degré de corrosivité C3 !!!

Enfin, le dosage des **Hydrocarbures Polyaromatiques (HAP)** classe les peintures Initiales de 1967 ou de Maintenance de 1987, en Catégorie **3** selon l'AFPS GS 2014 :01 PAK, avec un contact prévisible à court terme avec la peau (< 30").

L'**Evaluation visuelle des anciens fonds de peinture** ainsi réalisée conformément à la norme ISO 4628-1 à 6 affirme en les sections principalement investies, les altérations suivantes :

➤ **P1A, P2A, P3A et P7A :**

- d) Enrouillement généralisé en toutes les surfaces, altération néanmoins peu surprenante, si l'on considère **53** ans d'exposition d'une part tout en tenant compte d'une épaisseur moyenne plutôt faible ($t_{moyen} = 178 \mu m$) d'autre part
- e) Farinage généralisé en toutes les surfaces
- f) Corrosion foisonnante sur et au voisinage de l'appui C2, principalement favorisée par de la rétention des eaux de ruissellement (cf. défaut important de l'étanchéité du hourdis béton)

➤ **P1A, about réparé en 1987 :**

- b) **RUINE** de la protection anticorrosion des sections ainsi réparées en 1987, quand bien même n'ayant que **33** ans d'exposition. Une malfaçon d'exécution pourrait être à l'origine d'une telle dégradation généralisée, accentuée par une rétention d'eau manifeste (cf. point bas du Tablier A) et une épaisseur moyenne plutôt faible ($t_{moyen} = 225 \mu m$).

➤ **P1B et P7B :**

- b) La poutre de rive P1B étant au point bas du tablier B, présente une dégradation prédominante telle que de la corrosion foisonnante principalement sur appui C2 à l'état enrouillé mais non foisonnant de la poutre de rive P7B, étant situé au point haut du tablier et plus aéré

Au-delà de l'**Altération** prédominante et généralisée d'**ENROUILLEMENT** en toutes surfaces, la même non-anormale après 53 ans d'exposition à un degré Corrosivité de type **C3** et une épaisseur moyenne faible < 200 μm , au-delà d'une **CORROSION FOISONNANTE** au droit des sections souffrant de rétention des eaux de ruissellement aux points bas au voisinage de la Culée C2, au-delà d'un **FARINAGE** en toutes surfaces, absence néanmoins de toute autre Altération de type **CLOQUAGE, CRAQUELAGE, ECAILLAGE**. Le Primaire de type Minium de PLOMB ou équivalent semble présenter une plutôt bonne adhérence résiduelle.

Les **Mesures d'épaisseurs résiduelles des anciens fonds de peinture** ainsi réalisées conformément à la norme ISO 19840 mettent en évidence une épaisseur moyenne **INSUFFISANTE** de **178** µm au regard d'un degré de corrosivité élevé du type **C3**. (cf. $t_{\text{mini}} \geq 225 \mu\text{m}$).

Des insuffisances d'épaisseur sont également mesurées en les sections réparées en 1987 avec une épaisseur moyenne « juste » suffisante de **225** µm.

L'Evaluation Qualitative de l'adhérence résiduelle du feuil peinture ainsi réalisée par Quadrillage (*Cross cut Tape test*) conformément à la norme ISO 2409 met en évidence une fragilité avec un défaut notable d'adhérence de la couche de Finition noire ou grise (*Top coat*) sur la couche Primaire de type **Minium de PLOMB** ou équivalent d'une épaisseur mini de 52 µm. Cette dernière semble présenter une assez bonne adhérence au substrat acier en les surfaces courantes et non ruisselantes.

Quant à la Top coat, celle-ci semble présenter peu de résistance mécanique, aussi bien celle d'origine datant de **1967** que celle issue des réparations de **1987**, présentant ainsi une classification **5** selon la norme ISO 2409 avec une rupture adhésive à l'interface Primaire (B)/Top coat (C).

L'Evaluation Quantitative de l'adhérence résiduelle du feuil peinture ainsi réalisée par traction (*Pull-Off test*) conformément à la norme ISO 4624 confirme le constat antérieur de l'évaluation visuelle 4628-1 à 6 ainsi que l'évaluation Qualitative par Quadrillage ISO 2409, du peu d'adhérence de la couche de Finition. Quant à la couche Primaire de type **Minium de PLOMB** ou équivalent, une adhérence résiduelle acceptable est alors mesurée avec une valeur mini de traction de **5.20** MPa, rupture adhésive à l'interface Primaire (B)/Top coat (C).

Les mesures de dureté HB ainsi réalisées en relatif au Duromètre SHORE, permet d'affirmer une certaine homogénéité des matériaux métalliques composant la charpente métallique avec une dureté moyenne de **128** HB (cf. *acier doux*), tant les aciers d'origine de 1967 que ceux ayant été utilisés à la réparation de 1987.

L'Analyse Physique ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC sur **2** échantillons métalliques affirme les Caractéristiques suivantes :

N°	ANALYSES ET ESSAIS <i>(Suivant un acier de construction S355 K2+N selon NF EN 10025-2 de 2004)</i>															
	Traction <i>(NF EN ISO 6892-1B)</i>			Dureté HV10 <i>(NF EN ISO 6507-1)</i> <i>≤ 361</i>			Spectrométrie					CEV % ≤0.45	Flexion par choc <i>(NF EN ISO 148-1)</i>			
													<div>-20°C</div> <i>≥ 40 Joules</i>			
	Rp0.2% (N/mm²) ≥ 355	Rm (N/mm²) ≥ 470	A%				%C ≤0.23	%Mn ≤1.70	%S ≤0.035	%P ≤0.035	%Si ≤0.60		1 J	2 J	3 J	Moyenne (Joules)
1	402	569	32.3	/	/	/	0.17	1.38	<0.005	0.017	<0.005	0.40	148	83	102	111
2	393	559	31	/	/	/	0.18	1.31	0.016	0.024	0.47	0.39	128	114	112	118

Matériau issu de la Maintenance de 1987

Matériau initial de 1967

Valeur mini

Les Caractéristiques physiques ainsi mesurées en lesdits Echantillons constitutifs de la charpente métallique de l'OA datant de 1967 ainsi que de la Maintenance de 1987, s'apparentent donc à minima, à une Nuance d'acier du type :

S355

Pour rappel, les caractéristiques physiques d'une telle nuance sont :

d) Reh = **355** Mpa

e) RM ≥ **470** Mpa

f) A% = **20** %

L'Analyse Chimique ainsi réalisée en Laboratoire COFRAC sur les mêmes échantillons métalliques affirme la soudabilité desdits matériaux, aussi bien ceux initiaux de 1967, que ceux issus de la Maintenance de 1987



La mesure des épaisseurs résiduelles ainsi réalisée en UT OL 5 MHz au droit des zones sur appui en culée C2 a été particulièrement difficile, tant les surfaces étaient corrodées, foisonnées et dégradées. Il n'est pas sans rappeler que la méthode de mesure en UT nécessite un état de surface acceptable au palpement du traducteur et à la transmission de l'Onde Ultrasonore. En cas d'aspérité, d'irrégularité et/ou de foisonnement (*présence de poches d'air*), la transmission de l'OL n'est alors pas possible. En pareil état, seul un burinage au marteau à aiguilles permettrait de dégager les surfaces concernées par de telles mesures.

Pour autant, les mesures d'épaisseur réalisées en pareilles conditions ont néanmoins permis de démontrer des pertes d'épaisseur modérées et plutôt ponctuelles (*-1 à -6 mm, pouvant néanmoins représenter ponctuellement 50% de perte de section*), altération correspondante à une oxydoréduction superficielle et généralisée, voir par aération différentielle (*cf. foisonnement*), exacerbant le phénomène de corrosion qui peut représenter jusqu'à 13 fois le volume réel de perte de section.

Les abouts de poutre les plus affectées sur appui C2 sont sans surprise, P1A, P2A, P3A, P7A et P1B. Le défaut d'étanchéité du hourdis béton et/ou du Joint de chaussée semble être à l'origine d'une telle dégradation, les autres sections courantes, présentant quant à elles, une oxydation superficielle +/- généralisée, n'entraînant pas de perte de section et ce, quand bien même un revêtement anticorrosion en place peu performant.

VI.2. CONCLUSION

La **Visite de Reconnaissance** de l'ouvrage et de ses anciens fonds de peinture ainsi réalisée les 23 et 24/07/2020 permettent d'affirmer les points techniques suivants :

1. L'**Environnement de l'ouvrage** général et particulier s'apparente à un degré de Corrosivité **MOYEN** de type **C3** (*Atmosphères urbaines et industrielles, pollution modérée par le dioxyde de soufre, zones côtières à faible salinité*) conformément à la norme ISO 12944-2.
2. Le **Type de protection anticorrosion** en place, tant initialement en 1967 qu'au droit de la Maintenance de 1987, se compose d'un Primaire de type **Minium de PLOMB** ou équivalent et d'une Finition grise ou noire mono-composante de **Liant ACRYLIQUE** ou équivalent (*cf. Huile végétale modifiée*) chargée en fibres d'**AMIANTE**.
3. L'**Analyse chimique** des anciens de fonds de peinture en place présents en la charpente métallique (*1967 et 1987*) détermine la présence avérée de **PLOMB** comme **POSITIVE**, sa concentration étant bien supérieure au seuil admissible de 0.5% soit 5 mg/g (*cf. Arrêté du 19 Août 2011*) ainsi que la présence de fibres d'**AMIANTE** de type **TREMOLITE** ou **ACTINOLITE**.



PLOMB



AMIANTE


4. L'**Efficacité résiduelle** de la protection anticorrosion en place depuis 1967 est **MEDIOCRE** de par sa faible épaisseur ($t_{moyen} = 178 \mu m$) et de par sa Résine non active à la protection anticorrosion d'autre part.

Idem pour la protection anticorrosion des Zones réparées en 1987, quand bien même plus récente.

5. La **Consistance des travaux d'entretien** avérés nécessaires à **COURT terme** (≤ 5 ans), doit être envisagée ainsi :

- a) Personnel Qualifié et Habilité aux travaux de désamiantage classifiés « **Ss III** » selon le Code du Travail et certifié « **ACQPA N1, N2 et N3** »
- b) Mise en place d'un moyen d'accès (*échafaudage tubulaire*), confiné étanche (*film thermoformable soudé*), adapté à la charpente métallique, permettant alors d'accéder en toute sécurité à l'Intrados du tablier, aux zones d'appui Pile et Culées et répondant aux exigences réglementaires d'Hygiène et de Sécurité d'un chantier **PLOMB** et **AMIANTE**
- c) Régulation des accès audit confinement par SAS compartimenté
- d) Mise en place d'Extracteurs d'air à filtration
- e) **Décapage Primaire** par projection d'abrasif angulaire (*Grit*) métallique ou non métallique de 100% des surfaces en vue d'obtenir à minima, le degré de Soin **CSa2.5** selon l'ISO 8501-1 et le profil de surface **MOYEN G** selon l'ISO 8503-1. Quand bien même l'Essai de décapage n'a pas été réalisé (*cf. non prévu au Marché*), le REX démontre à minima, une consommation d'abrasif Angulaire **> 50 kg/m²** d'une surface pleine, plane et que moyennement corrodée. Les zones sur appui C2 sont particulièrement corrodées, dégradées et foisonnées. Un pré nettoyage par burinage au marteau à aiguilles sera très probablement inévitable. A l'issue de ce pré-nettoyage, une consommation d'abrasif est potentiellement estimée **> 100 kg/m²** en ces zones si dégradées.
- f) Récupération et évacuation des déchets d'Abrasif et de peinture en Décharge de **Classe 1** ou équivalent
- g) Inspection visuelle du subjectile acier fraîchement dénudée en vue d'en détecter tout défaut de surface (*défait de laminage, défaut de surface, corrosion perforante, fissure, déchirure, etc.*) et/ou absence de parachèvement (*angle vif, etc.*).
- h) Parachèvement par meulage si nécessaire, du subjectile acier selon les recommandations de la norme ISO 8501-3 (*rayonnage des angles vifs, etc.*)
- i) Dégagement par piquage, par burinage si nécessaire, des chants de Ss à l'interface avec le hourdis béton
- j) Renforcement structurel si nécessaire, par soudage, en acier de nuance **S355 K2+N** à minima
- k) Prétouches à la brosse des surfaces peu accessibles (*angle, chant de semelle, arrière et/ou sous-face de raidisseur, tête de boulon, interface éclissée, lunule, etc.*)
- l) Etanchéité par un joint mastic PU, des interfaces éclissées boulonnées (*cf. assemblage des pdp*)
- m) Application d'un Système adapté certifié ACQPA correspondant au Degré de Corrosivité du type **C3 AMV**
- n) Post-couches si nécessaire à la brosse au droit des surfaces peu accessibles (*angle, chant de semelle, interface éclissée, arrière et/ou sous-face de raidisseur, entre fer, etc.*)

- o) Application d'une finition dont le RAL fait partie des 23 couleurs ayant subi avec succès, les Essais FLORIDE NF T 34 554-1
- p) Remplacement des appareils d'appui fixes et mobiles
- q) Mise en place d'une Assurance Qualité anticorrosion selon l'ISO 12944-7, Interne, et Externe d'une part et Extérieure d'autre part, conforme aux exigences du FASCICULE 56 du CCTG



Nota : En amont de TOUTE réfection anticorrosion totale des surfaces métalliques, des travaux divers devront être réalisés **IMPERATIVEMENT**, soit :

1. Réfection complète de l'étanchéité du hourdis béton
2. Etanchéité des joints de chaussée
3. Collecte et évacuation des eaux de ruissellement, y compris et surtout en zone sur appui
4. Libération et nettoyage des zones sur appui

Pour ILS
A la TERRASSE, le 15/12/2020

Damien BERTHILLOT
Inspecteur ACQPA/FROSIO IWT COFREND II

