

Ligne TOULON- HYERES
Section La Pauline-Hyères Plage
Ponts sous-rails du PK 10.869 au PK 13.591



Diagnostic et analyse de la capacité portante
Rapport d'étude



Siège social
Les pléiades - Park Nord - Annecy
74370 METZ-TESSY
Tél. : 00.334.50.27.10.85
Fax. : 00.334.50.27.10.20
e-mail : siegesocial@ioa.fr

Laboratoire - Expertise
17 Ter, rue François Blumet
38360 SASSENAGE
Tél. : 00.334.76.26 01 35
Fax. : 00.334.76.26 01 62
e-mail : laboratoire@ioa.fr

Agence Ile de France
70 boulevard de Reuilly
75012 PARIS
Tél. : 00.331.46.67.06.47
Fax. : 00.331.46.67.14.54
e-mail : iledefrance@ioa.fr

Document n°

N° Identification interne

C14.096

Prestation

AMO

Objet

DIA

Référence

001

Indice

A

**Ligne TOULON- HYERES - Section La Pauline-Hyères Plage
Diagnostic des ouvrages type PRA du PK 10.869 au PK 13.591**

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION GENERALE.....	1
I.1.	CONTEXTE	1
I.2.	OBJET	1
I.3.	DOCUMENTS DE REFERENCES	1
I.4.	CONDITIONS DE LA VISITE.....	1
II.	PRESENTATION DES OUVRAGES	2
II.1.	PLANS DE SITUATION	2
II.2.	CARACTERISTIQUES GENERALES.....	2
III.	CONSTATATIONS.....	8
III.1.	TABLIERS	8
III.2.	FONDATIONS ET APPUIS EN MAÇONNERIE	9
III.3.	EQUIPEMENTS.....	9
IV.	AVIS SUR LA CAPACITE PORTANTE.....	9
V.	CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS	10
	PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....	ANNEXE 1

Ligne TOULON- HYERES - Section La Pauline-Hyères Plage
Diagnostic des ouvrages type PRA du PK 10.869 au PK 13.591

I. PRESENTATION GENERALE

I.1. Contexte

L'aéroport de Toulon-Hyères s'est implanté en 1966 à 23 km à l'est de Toulon, à proximité de la presqu'île de Giens.

Une voie ferrée, ouverte en 1875, desservait Hyères puis la gare de Hyères Plage et passait à proximité de l'aéroport, avant de longer la côte et jusqu'au port des Salins. Seule la desserte de Toulon jusqu'à Hyères a été maintenue au-delà de 1982, la suite de la ligne, c'est à dire au-delà du PK 10.849, étant depuis inutilisée.

Hors, le contrat de plan entre l'Etat et la Région Provence Alpes Côte d'Azur pour 2000-2006 prévoit une étude d'opportunité de la desserte ferroviaire de l'aéroport de Toulon-Hyères, prolongeant la ligne actuelle d'Hyères vers l'aéroport, donc au-delà du PK 10.849.

I.2. Objet

Le présent diagnostic a pour but de compléter l'étude de faisabilité conduite par SYSTRA en 2006 et porte principalement sur les 9 ponts sous-rail PRA implantés entre le Pk 10.869 et l'entrée de l'aéroport de Toulon-Hyères.

Il consiste à une visite sommaire des ouvrages afin de donner un avis sur leur état général et leur capacité portante au regard des futurs charges d'essieux à recevoir.

I.3. Documents de références

Pièces de la consultation :

- Etude de faisabilité technique - SYSTRA Edition 2 du 12/05/2006
- Profil en long Station dite D'Hyères (PK 0.000) à la Station des Salins (PK 18.589)
- Procès-verbaux d'inspection détaillée des 9 ouvrages d'art (+ aqueducs)
- Plan d'aménagement du carrefour RN 559 et CD97
- Caractéristiques du trafic ferroviaire projeté (charge/fréquence)

Autres documents :

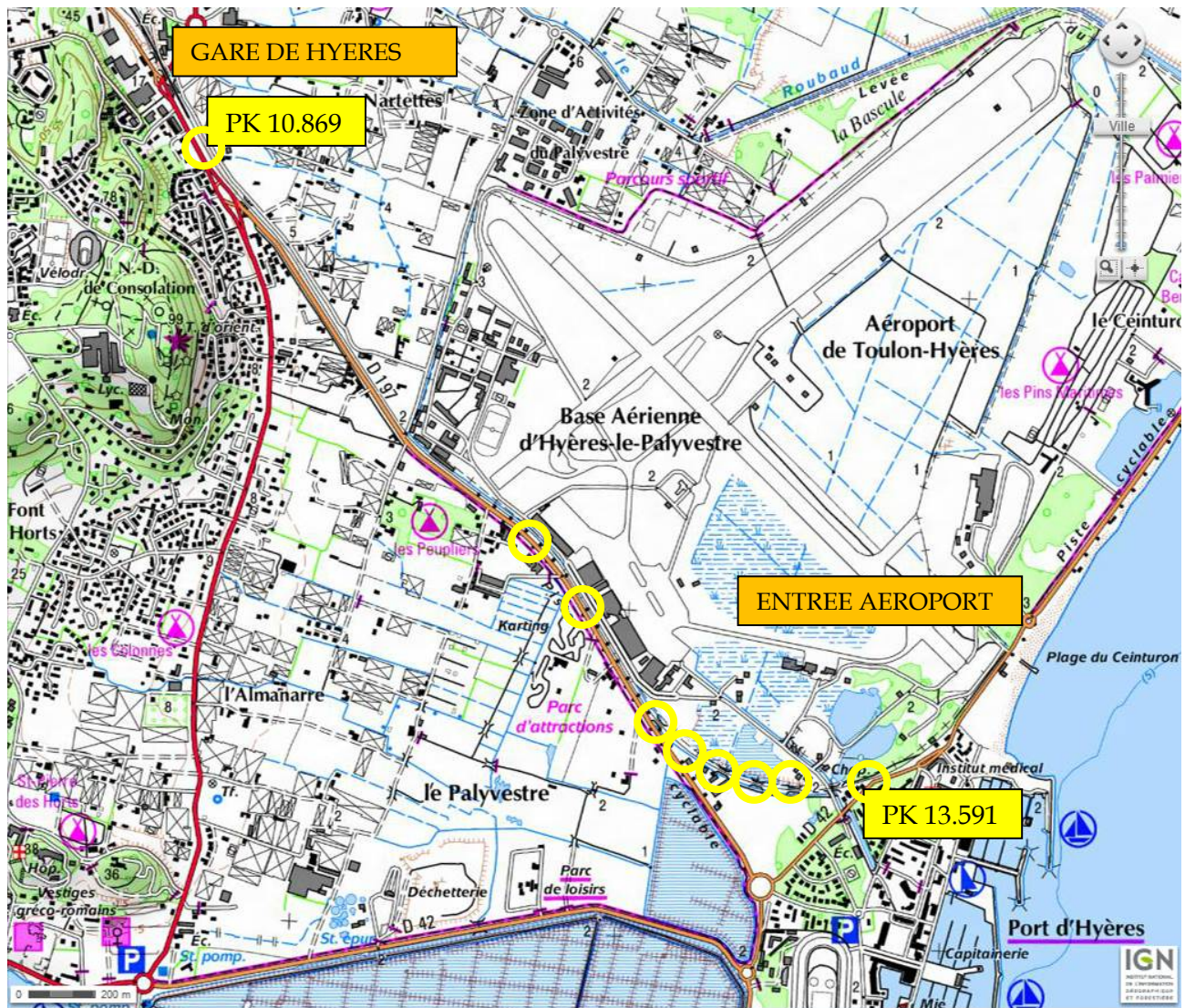
- Notice technique VB95c du 31/12/1963 (SNCF) - Règles concernant la vérification de la résistance des ponts métalliques sous rails
- La capacité portante des ponts rails (SNCF - P. PIGNET)

I.4. Conditions de la visite

Date de la visite :	23 avril 2014
Equipe de visite :	Monsieur J-Jacques FERRIER (Chef de projet OA)
Autres participants à la visite :	Aucun
Moyens mis en œuvre :	Visite à pieds
Conditions atmosphériques :	Temps ensoleillé, température 24°C
Conditions particulières de la visite :	Voie désaffectée ; Végétation très abondante

II. PRESENTATION DES OUVRAGES

II.1. Plans de situation



II.2. Caractéristiques générales

PK (km)	TYPE		TRAVEE	PORTEE (m)	OUVERTURE (m)
10.869	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en I laminé	1	2,80	2,00
12.403	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en I laminé	1	2,80	2,00
12.556	PRA	Dalle poutrelles enrobées	1		3,00
12.951	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	1	4,80	4,00
13.071	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	1	4,80	4,00
13.200	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	1	4,80	4,00
13.311	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	1	4,80	4,00
13.426	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	1	4,80	4,00
13.591	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en I laminé	1	2,20	1,50

Les ouvrages portent une voie non électrifiée du type BN sur longrine bois.

Leur tablier est appuyé sur des culées en maçonnerie de pierres de taille et moellons appareillés.

PK 10.869



PK 12.403



PK 12.556



PK 12.951



PK 13.071



PK 13.200



Idem précédent

PK 13.311



PK 13.426



PK 13.591



II.3. Historique

Période de mise en service :

1875 pour la ligne Toulon-Hyères

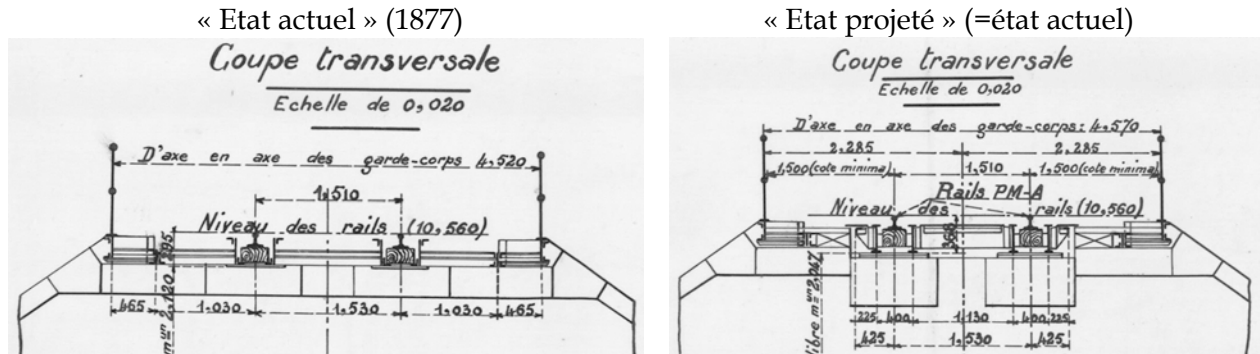
1913 sur tous les PV de visite IDP de la SNCF

Les ponts sous-rails concernés par le présent diagnostic ne sont plus circulés depuis 1982.

Commentaires :

Sur un des documents en notre possession il apparaît que l'ouvrage du PK 10.869 a été construit dans les années 1876-1877 par l'entreprise PIOT Frères. Le PK était alors de 10+877.

Un autre document sans cartouche mais concernant le même ouvrage fait figurer « Etat actuel » (conforme au plan mentionné ci-dessus) et « Etat projeté » conforme à l'état actuel.



Le couronnement des culées a été modifié et renforcé par deux appuis en pierre de taille.

Le tablier d'origine et les équipements de la voie ont été remplacés (poutres jumelles en I laminé de 2,80m x ht=320mm surmontées d'un rail PM-A à la place de poutres caisson riveté de 2,60m x ht=270mm).

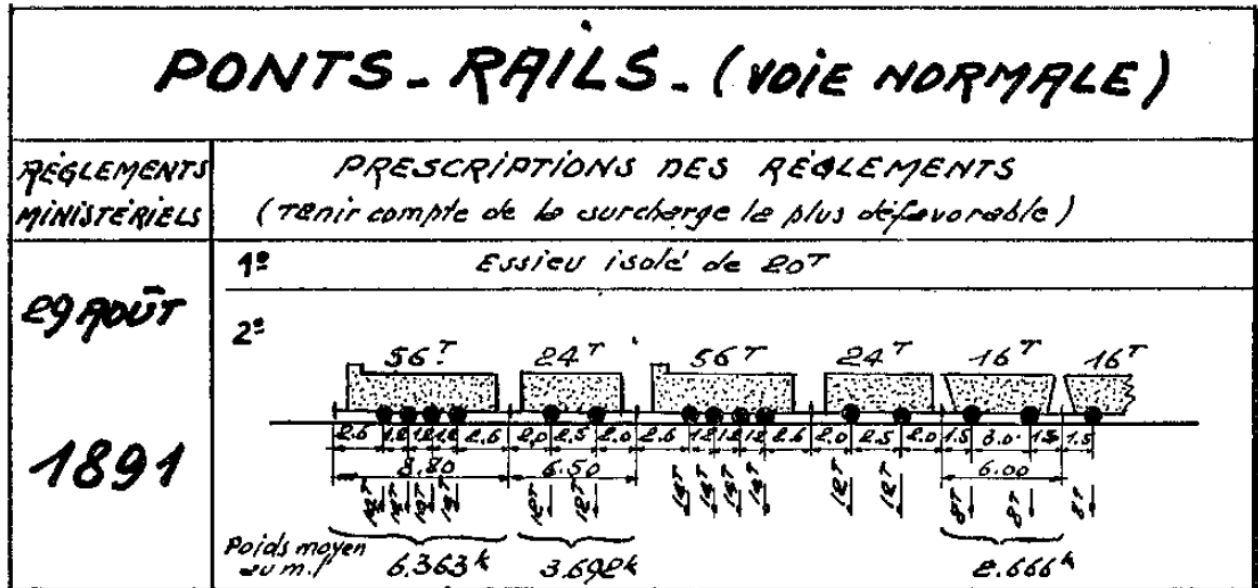
Niveau de la voie conservée et largeur utile entre garde-corps augmentée de 50mm.

1913 semblerait donc être une mise en service après modification des infrastructures de voies réalisées lors de la construction de la ligne autour des années 1875.

Règlement de calculs :

RÈGLEMENTS ET CIRCULAIRES T.P.										
RÈGLEMENTS	PIÈCES	FER				ACIER DOUX				
		traction	compression	glissement	cisaillement	traction	compression	glissement	cisaillement	
9 JUILLET 1877	TOUTES PIÈCES		6							
29 AOÛT 1891	PIÈCES NU TABLIER	5.5	4.4	4.4	3	7.5	6	6	3	
	poutres principales	≤ 30m	6.5	5.2	5.2	3	8.5	6.8	6.8	3
		> 30m	8.5	6.8	6.8	3	11.5	9.2	9.2	3

Règlement de charges :



Avant 1891 nous retrouvons dans la littérature :

Instruction n°10 du 26 février 1858 : $p = 50 \text{ kN/m}$ pour $L \leq 20\text{m}$

Circulaire n°15 du 9 juillet 1877 :

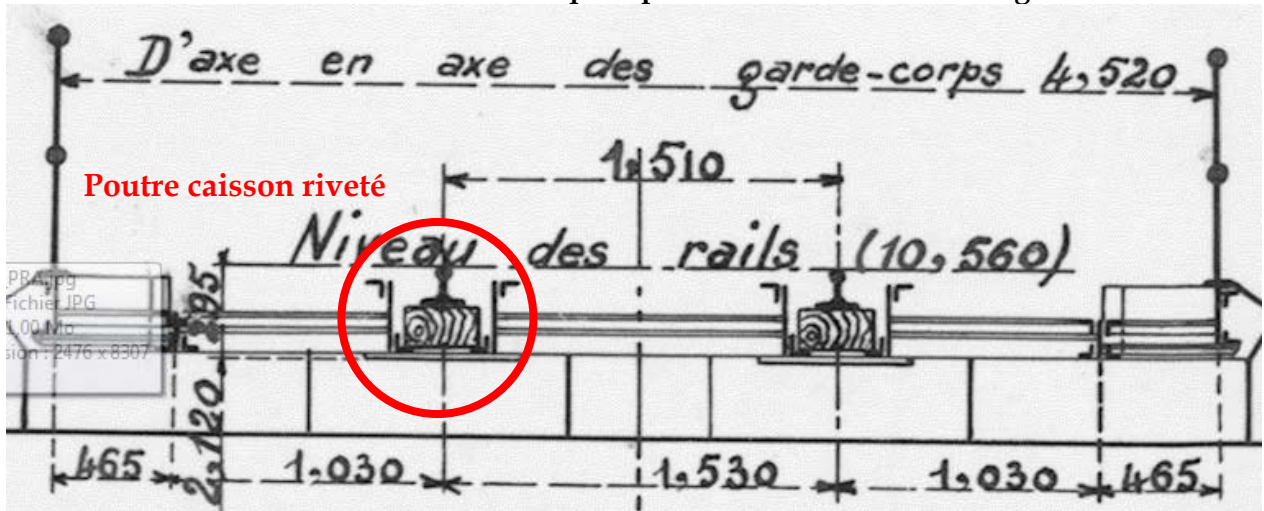
Portée des travées m	Surcharge uniforme kg	Portée des travées m	Surcharge uniforme kg	Portée des travées m	Surcharge uniforme kg	Portée des travées m	Surcharge uniforme kg
2	12,000	11	6,900	20	4,900	70	3,500
3	10,500	12	6,500	25	4,500	80	3,400
4	10,200	13	6,200	30	4,300	90	3,300
5	9,800	14	5,900	35	4,200	100	3,200
6	9,500	15	5,700	40	4,100	125	3,100
7	8,900	16	5,500	45	4,000	150	
8	8,300	17	5,400	50	3,900	et	3,000
9	7,800	18	5,200	55	3,800	au delà	
10	7,300	19	5,100	60	3,700		

III. CONSTATATIONS

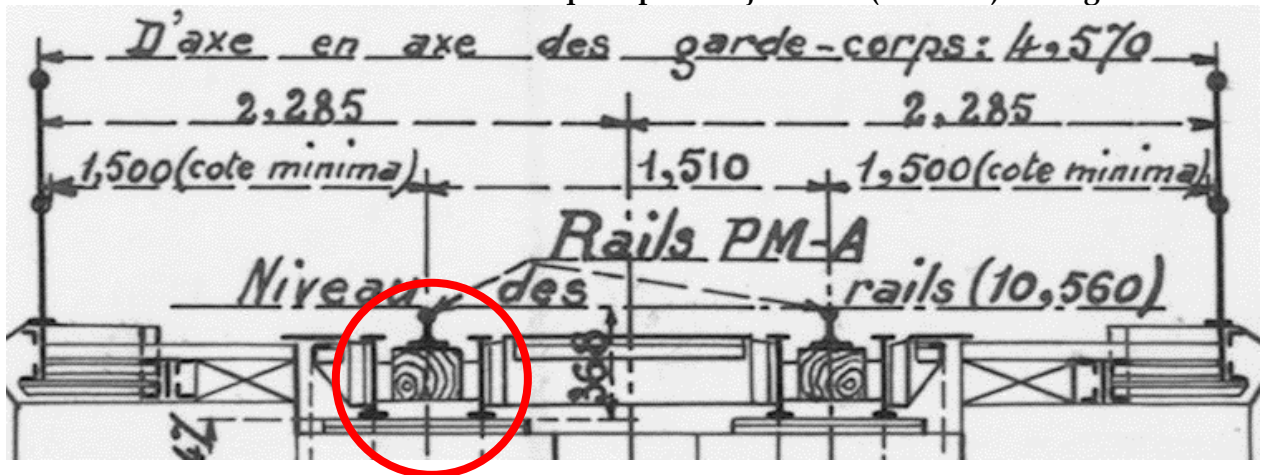
III.1. Tabliers

Nous avons relevé 3 conceptions différentes que nous définirons comme suit :

A - 1875 : Pont sous-rails - Tablier métallique à poutres caisson riveté et longrine bois



B - 1913 : Pont sous-rails - Tablier métallique à poutres jumelles (I laminé) et longrine bois



Poutres jumelées en I type Grey-Differdange

C - 19?? : Pont sous-rail - Tablier à poutrelles enrobées

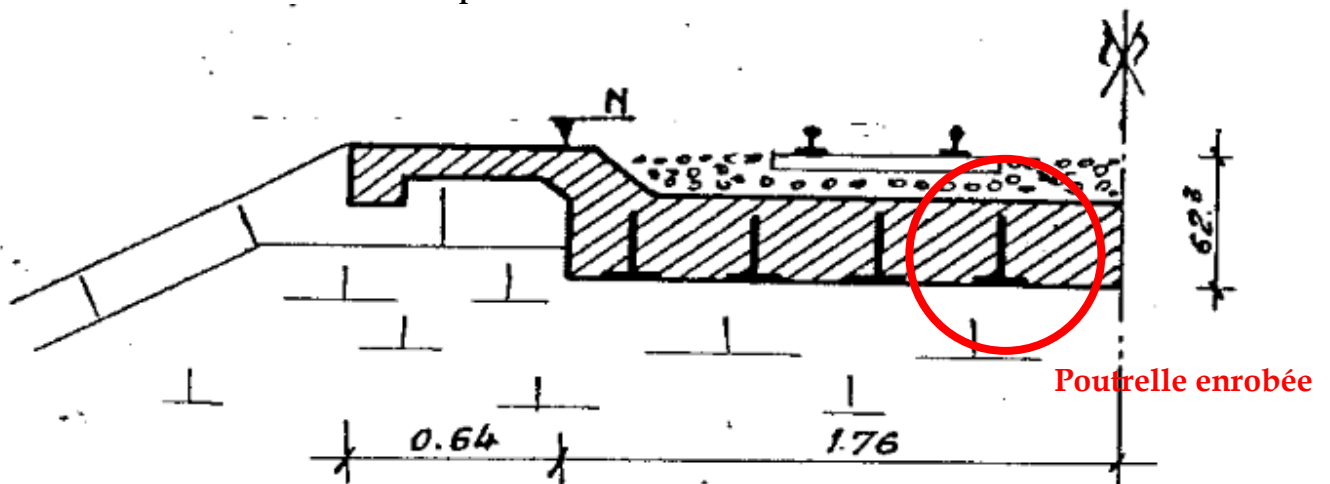


Tableau récapitulatif :

PK (km)	TYPE		PORTEE (m)	CONCEPTION	ANNEE	REGLEMENT CHARGES	ESSIEU (t)	CHARGE REPARTIE (t/ml)
10.869	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en l laminé	2,80	B	1913	1891	20	6,4
12.403	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en l laminé	2,80	B	1913	1891	20	6,4
12.556	PRA	Dalle poutrelles enrobées	3,00	C	>19??	>1960	20 ou 25	9,1 ou 11,4
12.951	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	4,80	A	1875	1858	-	5
13.071	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	4,80	A	1875	1858	-	5
13.200	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	4,80	A	1875	1858	-	5
13.311	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	4,80	A	1875	1858	-	5
13.426	PRA	Tablier métal à poutres caisson riveté	4,80	A	1875	1858	-	5
13.591	PRA	Tablier métal à poutres jumelles en l laminé	2,20	B	1913	1891	20	6,4

Les tabliers métalliques de conception A et B sont entièrement oxydés sans foisonnement significatif.

Les poutres sous-rails type A et B sont dans un état de vieillissement avancé mais sans perte de section significative (photographies 1 et 2).

Les longerons sous trottoirs, consoles et entretoises sont en plus mauvais état voire à l'état de ruine du fait des épaisseurs plus faibles des profilés.

Les platelages bois sont à l'état de ruine et présente un réel danger pour les piétons qui s'égareraient sur le tracé de la voie désaffectée (photographie 3).

Seul le tablier du PRA situé au PK 12.556 et qui est constitué d'une structure type poutrelles enrobées, est en relativement bon état de conservation. Hormis la sous-face des poutrelles métalliques qui est corrodée (sans perte de section) et nécessite l'application d'un traitement anticorrosion (photographie 4).

III.2. Fondations et appuis en maçonnerie

Les culées des 9 ouvrages sont en maçonnerie de moellons et pierre de taille appareillées.

Elles sont pour la majorité d'entre elles en bon état général et sans signe d'instabilité des fondations (photographies 1 et 4).

III.3. Equipements

Les équipements de la voie sont obsolètes.

Les garde-corps sur ouvrage sont à l'état de ruine pouvant porter atteinte à la sécurité des usagers. (Photographies 5 et 6).

Nota : les planches photographiques sont jointes en annexe 1.

IV. AVIS SUR LA CAPACITE PORTANTE

La capacité portante des tabliers métalliques de conception A et en particulier de leurs poutres caisson riveté est assez délicate à apprécier.

En effet, le règlement de charge de 1858 définit une charge répartie de 5t/ml soit un moment de flexion de :

$$- M_f = Pl^2/8 = 14,4t.m \text{ avec } l=4,80ml$$

La charge ponctuelle équivalente serait donc de :

$$- M_f = Pl/4 = 14,4t.m \text{ soit } P = 12t \text{ très inférieur à l'essieu de } 20t$$

Néanmoins, les calculateurs limitaient la contrainte de compression/traction du Fer puddlé à 6kg/mm² maximum sans pondération des charges. On sait donc qu'il y a une certaine marge de sécurité puisqu'il est admis un taux de travail du Fer puddlé à 20kg/mm² dans les projets de réparation d'ouvrages métalliques pour des charges pondérées.

Concernant le platelage et longerons sous trottoirs, leur état de dégradation abaisse fortement leur capacité portante.

La capacité portante des tabliers métalliques de conception B et en particulier de leurs poutres porteuses en I est très certainement suffisante au vue de leur état de conservation et du règlement de charge de l'époque qui prévoyait l'essieu de 20t notamment.

Par contre l'état de dégradation du platelage et des longerons sous trottoirs affecte significativement leur capacité portante.

L'ouvrage équipé d'un tablier à poutrelles enrobées est de conception plus récente (reconstruction) et sa capacité portante couvre sans aucun doute l'essieu de 20t.

V. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

L'analyse de la capacité portante du tablier des 8 ouvrages métalliques (conceptions A et B) montre que les poutres maîtresses qui supportent la voie sont a priori suffisamment dimensionnées pour accepter l'essieu de 20t. Par contre, le platelage et les trottoirs sont à l'état de ruine.

La conservation des tabliers en l'état n'est donc pas envisageable et nécessiterait donc un programme de travaux conséquent pour les réhabiliter, à savoir :

- dépose des tabliers métalliques,
- restauration et remise en peinture des poutres caisson riveté et poutrelles en I jumelées,
- mise en décharge des autres éléments,
- reconstruction des trottoirs et du platelage,
- mise en œuvre des nouveaux équipements (voie et garde-corps),
- repose des tabliers restaurés (sans pour autant être considérés comme des ouvrages neufs).

A noter que suite au décapage, il ne serait pas surprenant de découvrir des désordres plus importants notamment concernant les poutres caisson riveté : fissures à la périphérie des rivets ; corrosion et foisonnement importants de l'acier aux abouts du tablier,....

De plus, il y a une très forte probabilité de présence de plomb dans les résidus de protection anticorrosion et également le risque de présence d'amiante notamment sur les pièces métalliques en contact avec les longrines bois, une disposition déjà rencontrée sur d'autres ponts rails.

Cette problématique hypothèque fortement la solution "Travaux de restauration" compte tenu du surcoût qu'engendrerai les opérations préalables de dépollution des pièces métalliques conservées. Il en va de même pour les structures destinées à la décharge mais dans une moindre mesure.

En fait avec la solution "Travaux de restauration", économiquement parlant, nous ne serions pas très éloignés d'une solution de reconstruction sur le principe de l'ouvrage à poutrelles enrobées par exemple.

C'est pourquoi nous suggérons de retenir le remplacement des 8 tabliers métalliques et la restauration du seul tablier poutrelles enrobées.

Quelques soit la solution retenue, un diagnostic plomb et amiante doit être envisagé afin de caractériser les produits de démolition et éventuels résidus de décapage.

Pour IOA

Fait à Sassenage le 26 mai 2014

Le Chargé d'Affaire



Jean-Jacques FERRIER

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES



N°	Localisation	Constatactions
1	Tablier métallique à poutres caisson riveté et longrine bois	Charpente métallique entièrement oxydée sans perte significative d'épaisseur



N°	Localisation	Constatactions
2	Tablier métallique à poutres jumelles (I laminé) et longrine bois	Charpente métallique entièrement oxydée sans perte significative d'épaisseur



N°	Localisation	Constatations
3	Platelage bois des tabliers métalliques A et B	Etat de ruine - Réel danger pour les piétons



N°	Localisation	Constatations
4	PRA situé au PK 12.556 - Ouvrage en bon état (Tablier ; Appuis et Fondations)	Oxydation de la sous face des semelles inférieures des poutrelles enrobées



N°	Localisation	Constatations
5	Voie	Fixation et longrines bois obsolète



N°	Localisation	Constatations
6	Garde-corps sur ouvrage	Accidenté voire absent sur plusieurs mètres