

PAS

PONT FERROVIAIRE TOURNANT DE L'ÉCLUSE NORD



**REMPLACEMENT DE 16 BARRES
DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE
DU PONT TOURNANT
ANNEXE AU DCE**

tuéda août 2012

OBJET DU PRÉSENT DOSSIER

Le pont tournant de l'écluse sud, construit par les Etablissements PAINDAVOINE Frères en 1925 a fait l'objet d'un diagnostic sur ses structures apparentes, hors ouvrages sous eau, début 2012.

Des travaux de remise en état des superstructures du pont seront engagés en 2013 sous maîtrise d'œuvre, le pont étant immobilisé en position fermée à la navigation fluviale pendant plusieurs semaines.

Sans attendre la réalisation de ces travaux importants, le Port Autonome de Strasbourg a décidé d'entreprendre dès le second semestre 2012 des travaux de remplacement de 16 barres corrodées des poutres latérales en treillis du pont tournant.

Ces travaux, qui font l'objet de la présente consultation, seront réalisés durant plusieurs jours successifs, au mois d'octobre 2012, sur l'ouvrage en position fermée à la circulation fluviale.

Les durées quotidiennes d'intervention seront d'environ 10 heures, entre 2 passages de trains, de 9 heures à 17 heures.

Le présent document a pour objet de décrire le pont et son fonctionnement, de faire un point sur son état à l'aide de photos et de plans et d'illustrer le principe de renforcement des structures métalliques.

Annexé au cahier des charges du dossier de consultation, il comporte 5 parties :

- Généralités. Fonctionnement du pont.
- Listes des documents de 1925 : plans et notes de calcul.
- Dégradation des poutres principales du pont tournant. Eléments à remplacer en priorité.
- Extraits des plans et notes de calcul se rapportant aux 16 barres à remplacer.
- Remplacement des 16 barres. Mode opératoire, contraintes, etc.

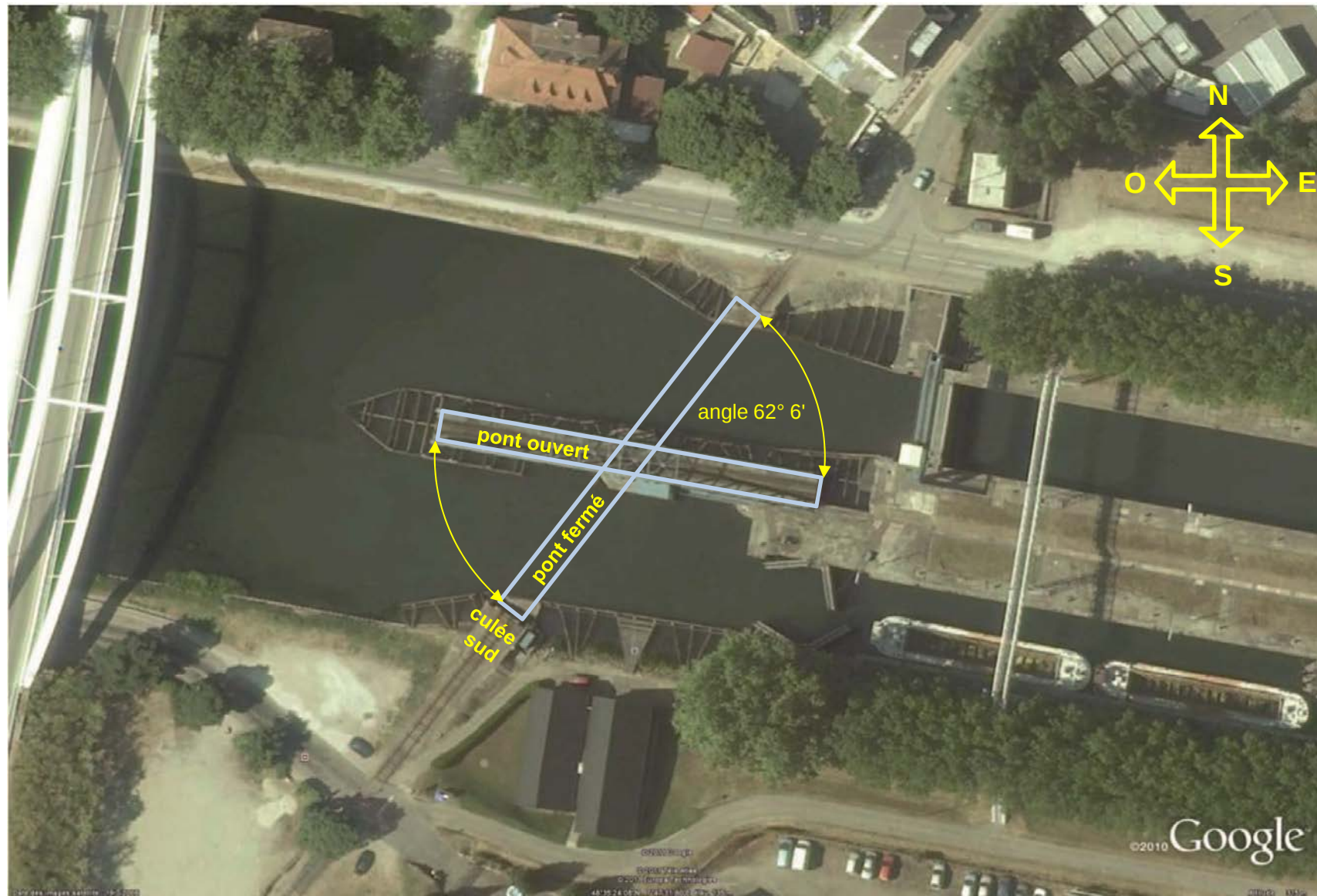
GÉNÉRALITÉS

FONCTIONNEMENT DU PONT

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

La photo aérienne (Google Earth) permet d'illustrer les mouvements du pont tournant.

Le pont ouvert permet le passage de la navigation fluviale. Le pont fermé permet le passage des trains.

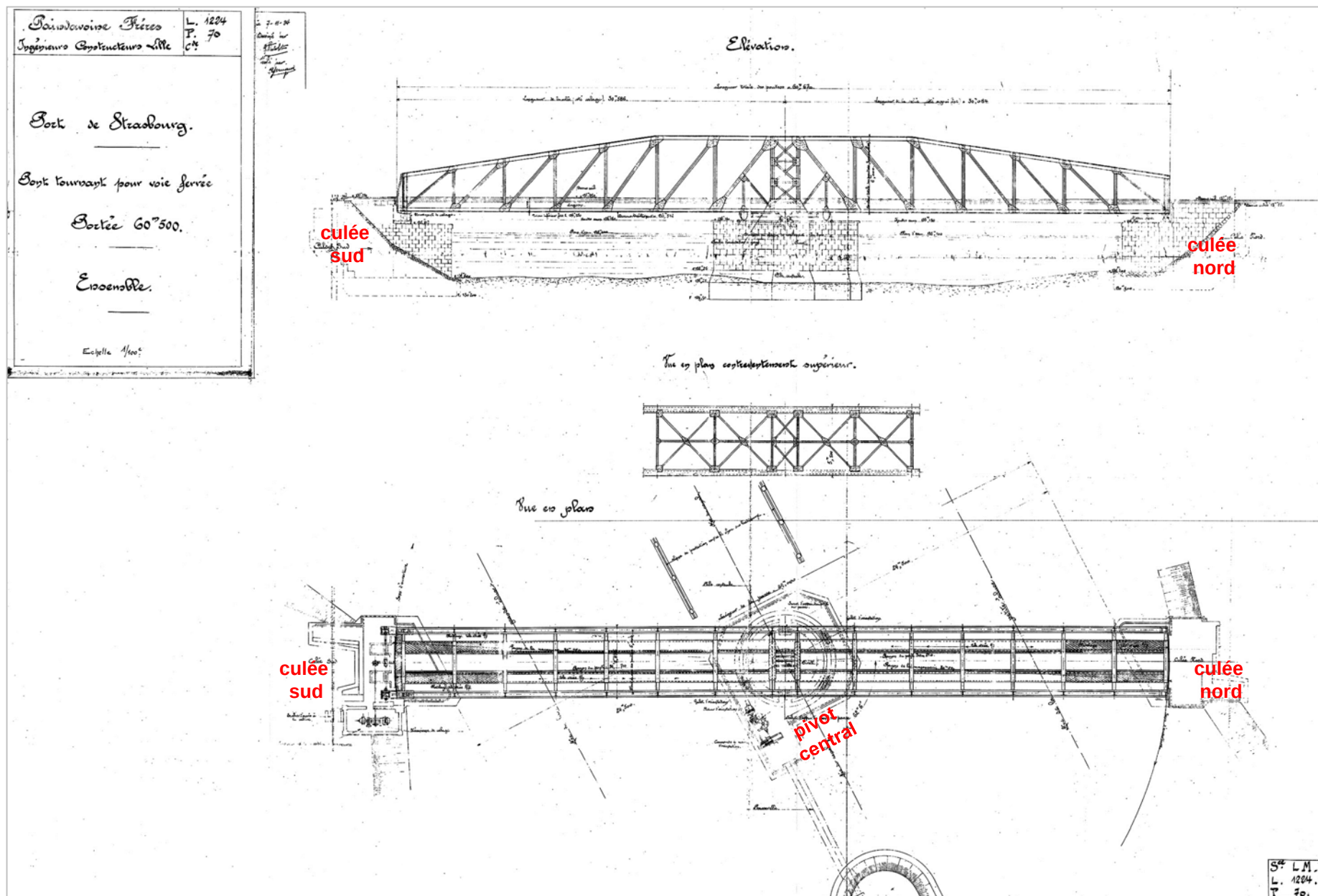


PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE (suite)

Repérage des 3 appuis (pont fermé). En position ouverte (selon photo), le pont n'a qu'un appui sur la pile centrale.
Longueur du pont : 60,670 m, 30,586 m côté sud et 30,084 m côté nord.



PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE. PLAN D'ENSEMBLE DU 7/11/1925



CONCEPTION, FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE

L'ossature.

L'ossature métallique comporte :

- 2 fermes principales latérales d'environ 60,50 m de longueur, distantes entre axes de 5,00 m, de hauteur constante en partie centrale, puis décroissante en allant vers les appuis,
- un tablier sous rails constitué :
 - de 16 entretoises transversales au droit des montants des fermes principales, d'environ 4,50 m de portée, espacées de 4,00 m ou 4,50 m et d'une hauteur de 800 mm,
 - de longerons longitudinaux sous rails, portés (sans continuité) par les entretoises,
 - d'un contreventement inférieur sous longerons,
- 6 arcades entre les membrures supérieures de la partie centrale et un contreventement supérieur.

Le fonctionnement de l'ouvrage selon la description de la note "Partie mécanique" de 1925.

"Sur passe, le pont tournant repose sur 3 appuis constitués par le pivot pour l'appui central, par les galets de calage pour l'appui sur culée côté sud et par les galets de dilatation sur l'appui sur culée côté nord.

En rotation le pont basculé repose sur le pivot et sur 2 galets roulant sur un rail circulaire de 7m300 de diamètre. Un lest de 2 tonnes environ placé en extrémité de la volée côté mécanisme de calage assure le basculement du pont.

2 galets placés symétriquement aux 2 galets de rotation par rapport au pivot, assurent la stabilité longitudinale du pont sous l'action éventuelle de chocs.

La stabilité transversale du pont sous l'action du vent est assurée complémentirement, lorsque le pont est sur passe ou verrouillé sur le bajoyer de l'écluse, par des appuis fixes [sabots sur les plans] au droit du pivot sous les poutres principales. Ces appuis ont de plus pour effet de ramener l'horizontalité du tablier qui aurait pu se déverser pendant la rotation.

Pivot

Le pivot est constitué essentiellement par un socle en fonte fixé à l'entablement de la pile par 8 boulons de 50 mm de diamètre.

Ce soubassement porte à sa partie supérieure un grain en acier forgé extra dur en forme de lentille concave où vient s'appliquer le grain supérieur en forme de lentille convexe en bronze phosphoreux martelé.

Sur ce dernier s'appuie le sommier en acier moulé formant appui à une genouillère en fonte portée elle-même par la plaque d'assise des chevêtres;

Le soubassement et le support de genouillère sont centrés l'un par rapport à l'autre pour soustraire la lentille aux efforts de glissement qui résulteraient du passage des trains, coups de freins, etc., de la traction de la chaîne d'orientation, des poussées de calage, des poussées du vent;

La genouillère permet le basculement du pont par le mécanisme de calage sans produire de glissement sur les lentilles et sans amener de pressions anormales sur ces dernières qui, sans cela, auraient tendance à se déplacer l'une par rapport à l'autre.

Calage

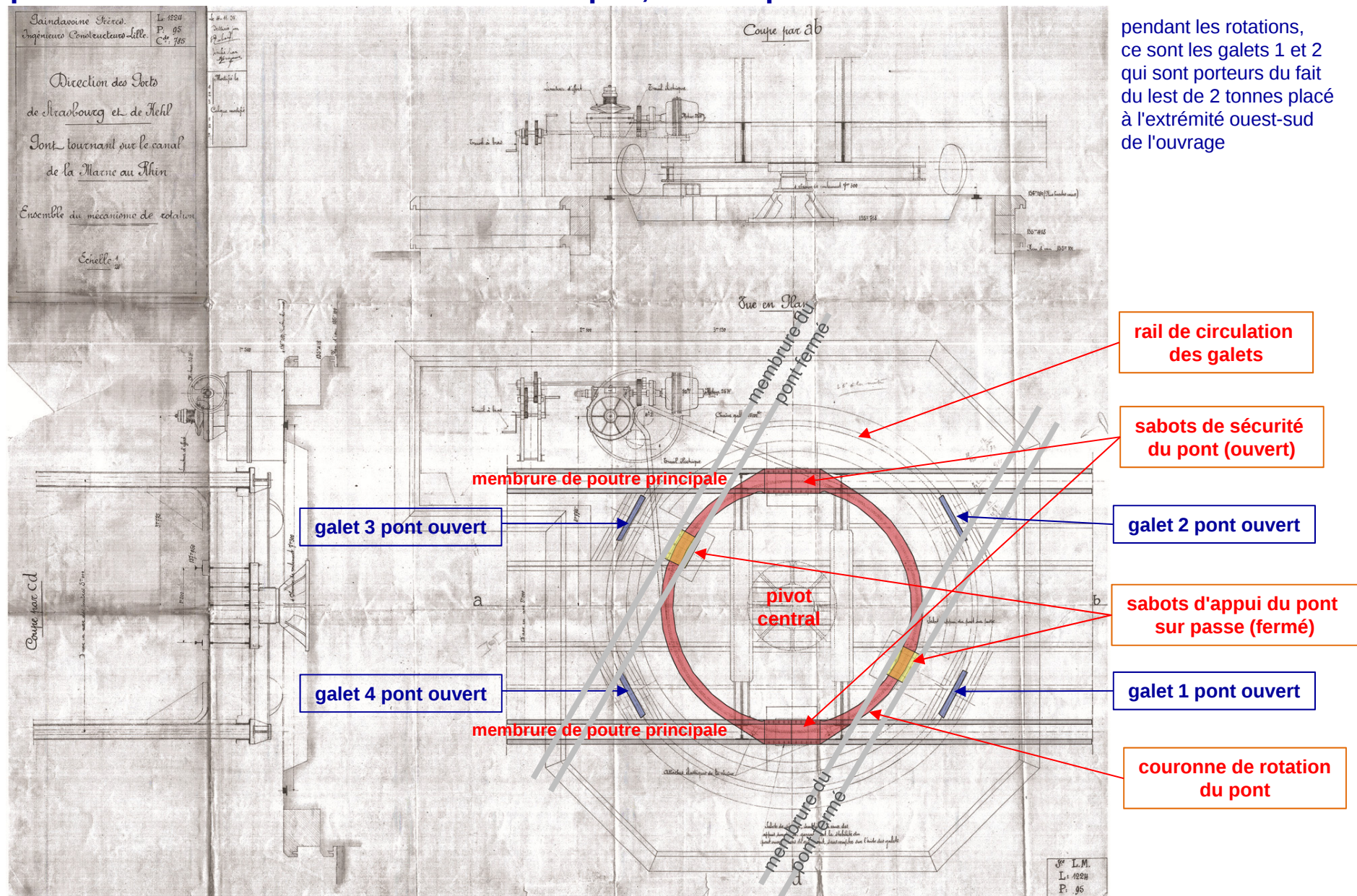
Le mécanisme de calage, placé sur la culée sud, a pour but de ramener les flèches prises par le pont pendant la rotation et de ramener les poutres principales horizontales.

Le pont étant orienté sur passe, le calage soulève l'extrémité sud en faisant basculer le pont sur la genouillère jusqu'à ce que l'extrémité de la palée opposée vienne porter sur ses appuis. A partir de ce moment le calage rappelle les flèches. Ce mécanisme de calage sert également à la manœuvre inverse : décaler le pont et le basculer jusqu'à ce que les galets de rotation viennent en contact avec le chemin de roulement circulaire;

Il est constitué essentiellement par 2 groupes de 3 galets, un groupe pour chaque poutre principale qui sont poussés entre les sabots de culasse, les supérieurs, fixés au pont, étant munis d'une rampe calculée pour ramener le pont dans sa position horizontale..."

CONCEPTION, FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE. PARTIE MÉCANIQUE.

plan N° 95 : mécanisme de rotation sur pile, dessin pont ouvert



CONCEPTION, FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE. PARTIE MÉCANIQUE (suite)

photos du mécanisme de rotation sur pile

Galets de rotation avec leurs paliers et les calages de ces paliers sur l'ossature à augmenter côté sud.

Le calage des galets 1 et 2 a été augmenté en juillet 2011 de 2,5 mm.



culée
nord

LISTES DES DOCUMENTS DE 1925 PLANS ET NOTES DE CALCUL

ARCHIVES 1924-1925 : seuls les documents principaux ont été scannés.

PORT AUTONOME DE STRASBOURG
PONT FERROVIAIRE TOURNANT DE L'ÉCLUSE SUD

LISTE DES DOCUMENTS ORIGINAUX (1924-1925) SCANNÉS EN JUIN 2011

	numéros	dates dernier indice	échelles	titres	observations
NOTES DE CALCUL					
	71			épures du pont ouvert	
	72	08/11/1924		épures du pont fermé	
	73			note de calculs 23 pages	
PARTIE MECANIQUE					
	sans			note descriptive avec calculs 19 pages non numérotées	
PLANS					
	61 bis	05/11/1924	1/20	pile	ensemble
	62 bis	08/11/2024	1/20	appui fixe culée nord	ensemble et armature sommier nord
	63 ter	05/03/1925	1/20	culée sud	génie civil - imprimé en 2 parties
	70	07/11/1924	1/100	ensemble	en position fermée
	74 bis	13/12/1924	1/10	pile - armatures	
	75 bis	19/01/1925	1/50	schéma de montage	avec note
	77	15/11/1924	1/10	détails des poutres principales	1/2 pont, plan de + de 3 m
	78	28/11/1924	1/10	détail du contreventement supérieur	
	79	15/11/1924	1/10	détails du tablier	1/2 pont, plan de + de 3 m
	80	15/11/1924	1/10	détails du contreventement inférieur	1/2 pont, plan de + de 3 m
	82	03/?/1924	1/10	longrines et traverses	longrines entre longerons et rails traverses sur culées
	83	03/11/1924	1/10	coupe transversale c-d	au milieu de l'ouvrage
	84	31/10/1924	1/10	coupe transversale a-b	montants suivants ceux du milieu - bilingue
	85	06/11/1924	1/10	demi-coupes transversales e-f et g-h	montants suivants
	86	08/11/1924	1/10	demi-coupes transversales i-j, h-l et m-n	montants suivants
	88	15/11/1924	1/10	détail de l'about de volée. Côté appui fixe	about nord
	89	08/11/1924	1/10	détail de l'about côté calage	about sud - permet de comprendre calage
	90 bis	05/03/1925	1/10	culée sud - platelage de protection et poutres supportant la voie	à rapprocher de 63 ter
	95	04/11/1924	1/20	ensemble du mécanisme de rotation	avec les sabots d'appui
	96	04/11/1924	1/5	ensemble du pivot	
	97	07/11/1924	1/1 et 1/5	sabot d'appui, rotule et pièces divers	sabot du pivot, pas les 4 du plan 90 bis
	108	04/11/1924	1/10	couronne de rotation du pont	1/2 couronne
	120	15/11/1924	1/10	mouvement de calage - ensemble	voir coupe E-F pour comprendre
	-	-	1/200	plan	implantations, angles ? valable ?
	-	24/02/1925	1/100	montage plan	en allemand
	-	-	1/10	modification de la membrure inférieure des poutres principales	

DÉGRADATIONS DES POUTRES PRINCIPALES DU PONT TOURNANT

ÉLÉMENTS À REMPLACER EN PRIORITÉ, EN 2012

ÉTAT DE L'OUVRAGE SELON VISITES ANNUELLES 2006, 2011 ET NOS VISITES

L'OSSATURE PRINCIPALE MÉTALLIQUE

Les poutres principales

- les membrures inférieures : ce sont surtout les treillis (plats diagonaux) situés sous les U 260 qui sont corrodés aux attaches et déformés
- ces éléments seront réparés ultérieurement.



ÉTAT DE L'OUVRAGE SELON VISITES ANNUELLES 2006, 2011 ET NOS VISITES

L'OSSATURE PRINCIPALE MÉTALLIQUE

Les poutres principales

- les montants et les diagonales :

Ce sont essentiellement les pièces composées à treillis(plats diagonaux) ou à barrettes de liaison (échelles) qui sont très corrodées.

Cela concerne 8 pièces par poutre principale, 16 pièces pour l'ensemble du pont.

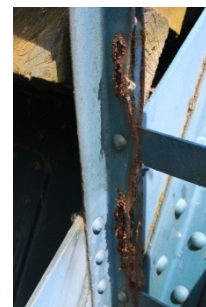
La corrosion foisonnante a pour effet de ronger et de déformer les ailes des cornières qui sont au contact des plats de liaison.

Elle a probablement des effets sur les rivets.

On note également quelques points de corrosion creusante allant jusqu'à la perforation.

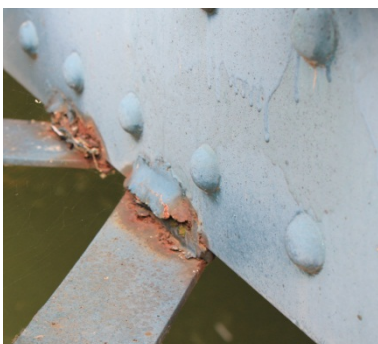
Les joints appliqués entre cornières lors de la dernière remise en peinture se sont révélés inefficaces.

Ce sont ces 16 éléments qui sont à remplacer en 2012 et qui font l'objet de la consultation.



ÉTAT DE L'OUVRAGE SELON VISITES ANNUELLES 2006, 2011 ET NOS VISITES

L'OSSATURE PRINCIPALE MÉTALLIQUE : QUELQUES ZOOM(S)

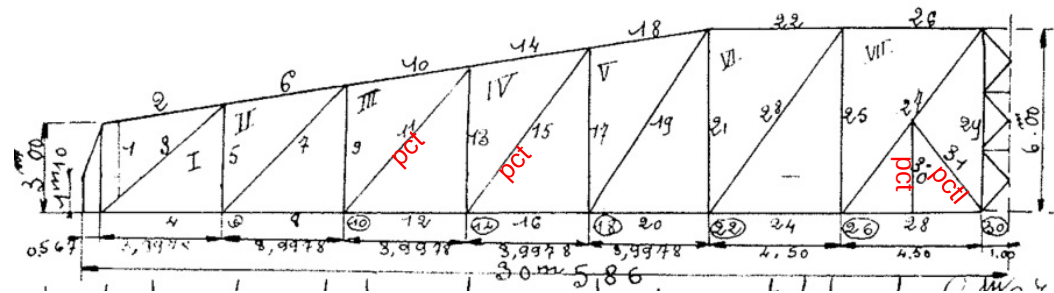


ÉLÉMENTS DES POUTRES PRINCIPALES À REMPLACER EN 2012

Les 16 pièces à remplacer en priorité, en 2012, sont repérées sur les vues ci-dessous.

Ce sont :

- 12 pièces composées à treillis : **pct**, repérées 11, 15 et 30,
- 4 pièces composées à traverses de liaison : **pctl**, repérées 30.



**EXTRAITS DES PLANS
ET NOTES DE CALCUL
SE RAPPORTANT
AUX 16 BARRES À REMPLACER**

HYPOTHÈSES ET MÉTHODES DE CALCUL UTILISÉES EN 1924

NOTES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONTRAINTES ADMISSIBLES

Les méthodes de calcul utilisées en 1924 pour le calcul des principaux éléments d'ossature du pont tournant peuvent être résumées ainsi :

- les charges surcharges (charges d'exploitation) ne sont pas affectées de coefficients de pondération ni de coefficients dynamiques. Les charges permanentes sont affectées d'un coefficient 0,4 quand elles sont associées à des charges d'exploitation (pont fermé) et ne sont pas affectées de coefficient lorsque le pont est ouvert.
- dans les éléments du tablier, longerons et entretoises, les moments et efforts tranchants sont calculés sans prise en compte de continuités ou d'encastrements,
- les éléments des poutres principales (en treillis) sont calculés par épures de Crémone pour le pont en position d'ouverture (donc sans charges d'exploitation) et par tracé et exploitation de lignes d'influence pour les surcharges affectant le pont en position de fermeture,
- le flambage (flambement) des éléments comprimés est pris en compte par application du coefficient de Rankine.

Les contraintes admissibles prises en compte dans l'acier sont :

- en traction ou compression (dus à la flexion ou pas) : 8 kg/mm²,
- en cisaillement d'âmes : 6,4 kg/mm²,
- en cisaillement de rivets : 6 kg/mm².

En 1924, le fer puddlé n'est plus utilisé. Le règlement de 1915, auquel se réfère la note de calcul, ne fait plus apparaître le fer comme matériau utilisable dans la construction de ponts. Le fer est remplacé des aciers doux laminés. Les profilés laminés sont de types et de sections limités (cornières, T et U).

	R_e (kg/mm ²) min.	R (kg/mm ²) min.	A % min.
Acier moulé	24	50	12
Acier laminé	24	42	25
Rivets	20	38	28

Tableau 2 : Règlement de 1915 caractérisant les matériaux

noter que la contrainte admissible de traction-compression (8 kg/mm²) calculée sous charges pondérées, comme indiqué ci-dessus, est égale au tiers de la limite élastique de l'acier (24 kg/mm²)

La soudure ne fera son apparition que vers 1930.

Les ossatures des ponts sont constituées d'éléments rivetés.

Sur les plans d'exécution du pont tournant, il n'y a pas de mention de soudures.

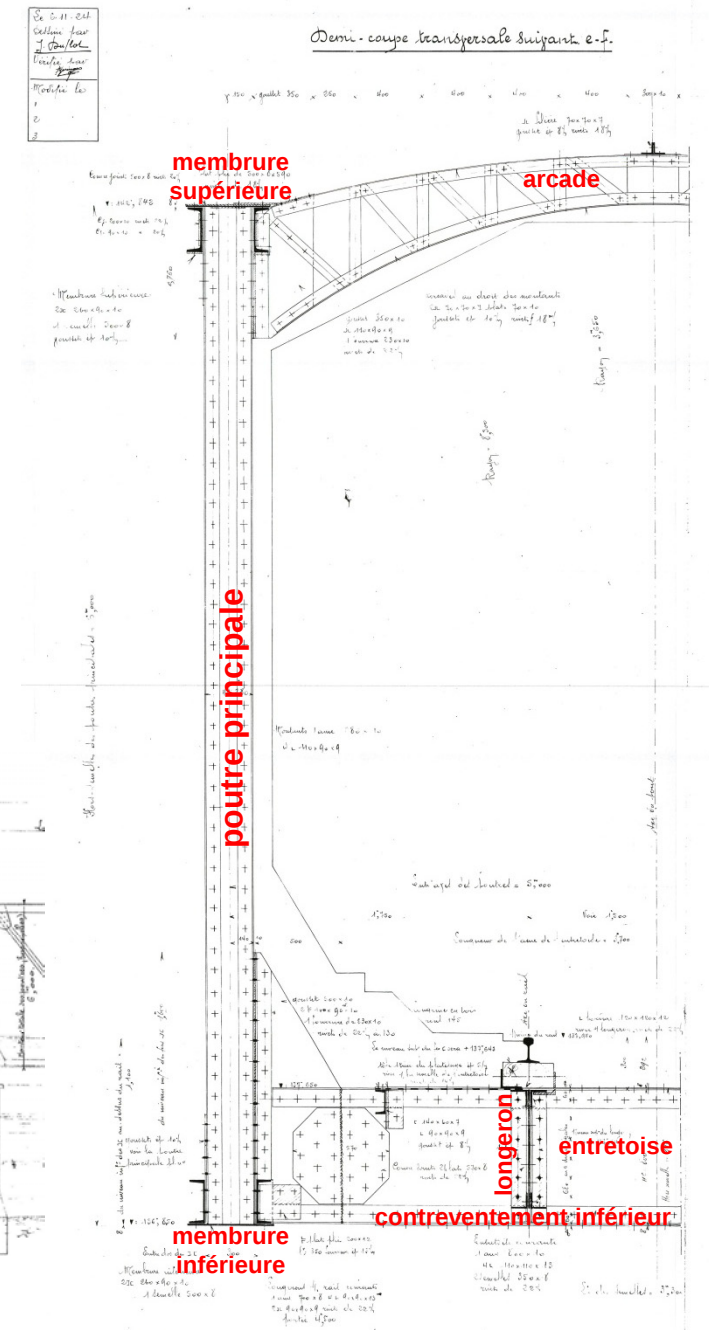
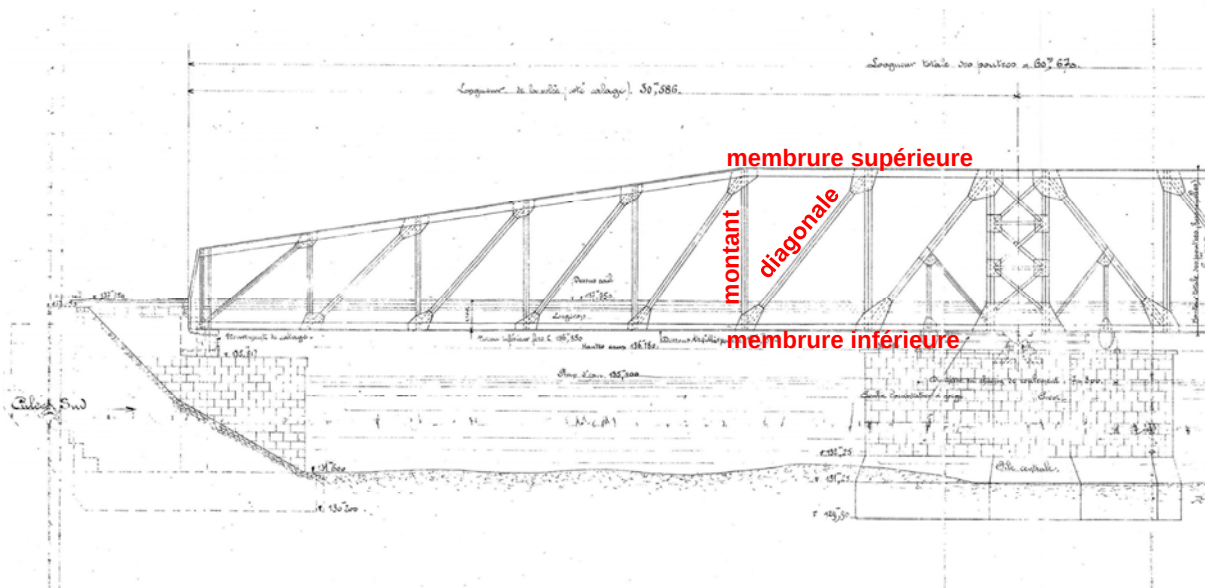
Sur l'ouvrage actuel il ne semble pas y avoir de soudures, hormis quelques réparations en about côté sud.

TERMINOLOGIE

La terminologie est celle utilisée par le constructeur, telle qu'elle figure dans les notes de calcul et sur les plans.

Outre les termes reportés sur les extraits de plans de cette page :

- le terme fatigue équivaut à contrainte,
- le terme surcharge équivaut à charge d'exploitation.



selon note de calcul et épures annexées, le repérage des barres est identique sur les 2 schémas
Les barres à remplacer ont leurs repères entourés de cercles bleus

Les barres à remplacer ont leurs repères entourés de cercles bleus



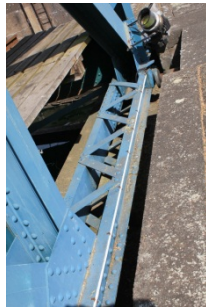
CARACTÉRISTIQUES DES BARRES À REMPLACER

repérage des barres		nombre de barres	sections des barres		longueurs des barres	rivets selon plan 77
selon schémas	selon plan N° 77		actuelles	remplacées par	mesurées sur plan 77 (à vérifier)	(à vérifier) à remplacer par boulons
11	A3	4	280 x 186 280 x (90 + 6 + 90)	HEA 280 + fourrure (270 + 10) x 300	5550	2 x 8 Ø 22 et 16
15	A4	4	280 x 166 280 x (80 + 6 + 80)	HEA 280 + fourrure (270 + 10) x 300	5870	2 x 8 Ø 20 et 16
30	B7	4	280 x 126 280 x (60 + 6 + 60)	IPE 270 + fourrure (270 + 10) x 135	3130	2 x 8 Ø 16
31	A8	4	280 x 106 280 x (50 + 6 + 50)	IPE 270 + fourrure (270 + 10) x 135	3420	2 x 8 Ø 14



RÉSULTATS PRINCIPAUX DES NOTES DE CALCUL DES POUTRES PRINCIPALES

Les traits interrompus des schémas de la note de calcul représentent les liaisons entre cornières ou U correspondant à des "pièces composées à treillis ou à traverses de liaison", à la différence des "pièces à parois pleines", selon terminologie des règles CM.



membrure
composée
à treillis



montant
(secondaire
repère 30)
composé
à treillis



diagonale
(repère 31)
composée
à traverses
de liaison
(échelle)



diagonale
composée
à treillis

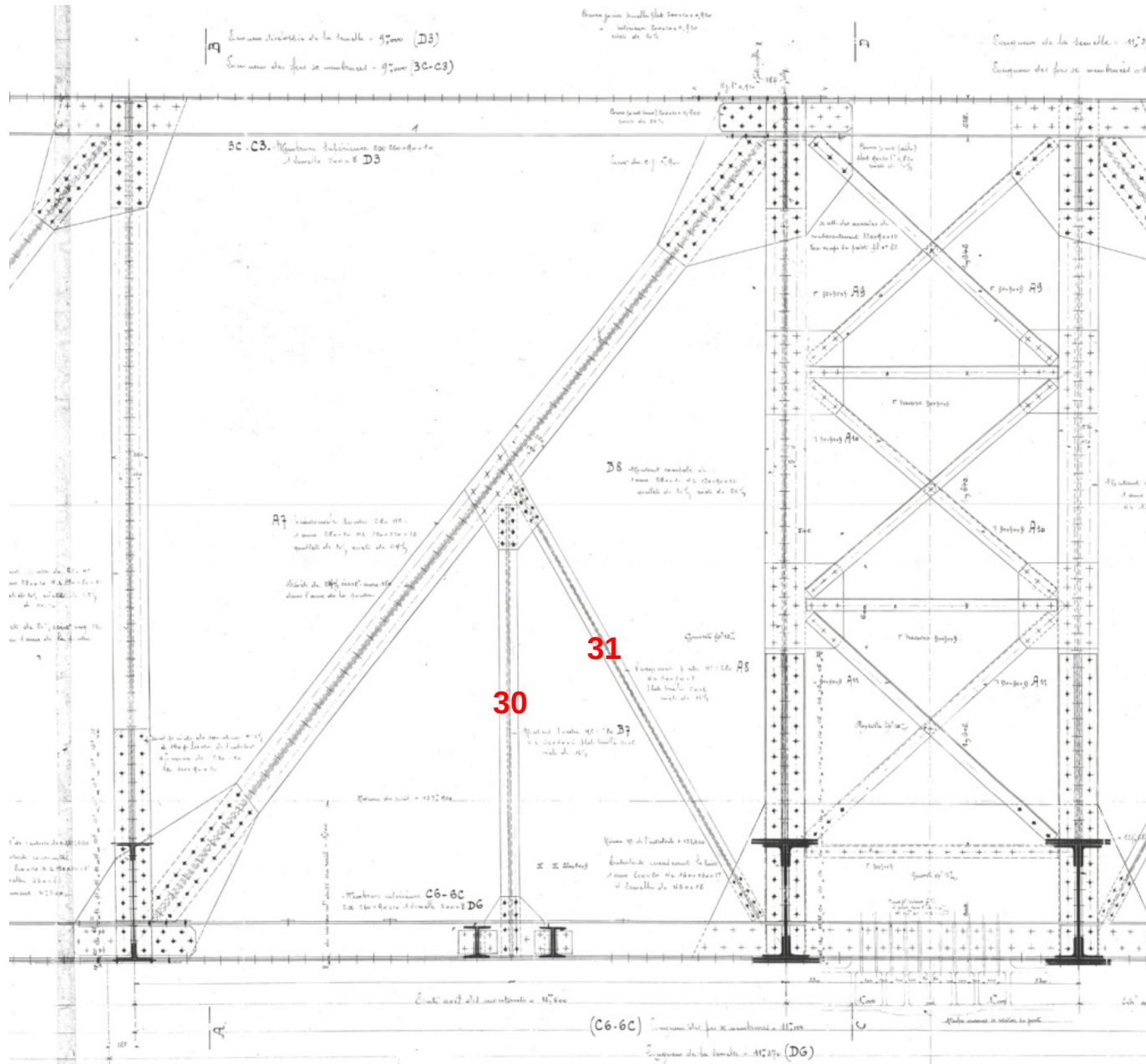
Section des Membrures.									
N° des membrures.	Designation des profils	Pont fermé		Pont ouvert					
		Efforts de compression	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette
6	1 I 260x193x13.	+56.670	9.988	5,40	-4600	9.988	0,41		
	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-57.500	12.120	4,75	+4.800	12.120	0,40		
8	I 260x193x13.	+78.400	9.988	7,9	-11.900	9.988	1,20		
10	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-79.600	12.120	6,58	+12.000	12.120	0,49		
12	I 260x193x13.	+76.400	9.988	7,1	-21.000	9.988	2,20		
14	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-77.300	12.120	6,38	+21.200	12.120	1,75		
16	I 260x193x13.	+59.700	9.988	6,00	-31.200	9.988	3,25		
18	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-60.250	12.120	4,94	+31.600	12.120	2,61		
20	I 260x193x13.	+46.400	9.988	4,20	-42.000	9.988	1,30		
22	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-46.700	12.120	3,85	+42.000	12.120	3,47		
24	I 260x193x13.	+33.350	9.988	3,10	-61.800	9.988	6,25		
26	I 260x193x10. Sem. 500x13.	-33.350	12.120	2,75	+61.800	12.120	5,1		
28	I 260x193x13. p. 120x13.	+3.500	13.188	5,6	-85.200	13.188	6,50		

nota :

- les efforts et contraintes pont fermé sont déterminés sous charges permanentes x 0,4
- les efforts et contraintes pont ouvert sont déterminés sous charges permanentes x 1

Calcul des montants									
N° des montants.	Designation des profils	Pont fermé		Pont ouvert					
		Efforts de compression	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette
5	I 260x193x13.	+99.400	9.988	4.750	-4600	9.988	0,41		
9	I 260x193x13.	+36.400	9.988	2.700	-11.900	9.988	1,20		
13	I 260x193x13.	-8.800	9.988	-12.300	-12.600	9.988	1,20		
17	I 260x193x13.	-19.700	9.988	-23.900	-26.400	9.988	1,30		
21	I 260x193x13.	-33.900	9.988	-37.600	-41.900	9.988	1,30		
25	I 260x193x13.	-50.800	9.988	-50.800	-56.000	9.988	1,30		
29	I 260x193x13.	-72.700	9.988	-72.700	-79.900	9.988	1,30		
Calcul des diagonales									
N° des diagonales.	Designation des profils	Pont fermé		Pont ouvert					
		Efforts de compression	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette	Efforts de traction	Section nette
3	I 260x193x13.	+52.500	9.988	-78.700	-88.000	9.988	1,20		
7	I 260x193x13.	+28.300	9.988	-39.100	-44.000	9.988	1,20		
11	I 260x193x13.	+19.350	9.988	-19.800	-22.000	9.988	1,20		
15	I 260x193x13.	-28.400	9.988	+32.200	+36.000	9.988	1,20		
19	I 260x193x13.	-41.500	9.988	+44.700	+50.000	9.988	1,20		
23	I 260x193x13.	-56.000	9.988	+64.200	+72.000	9.988	1,20		
27	I 260x193x13.	-79.900	9.988	+78.700	+88.000	9.988	1,20		

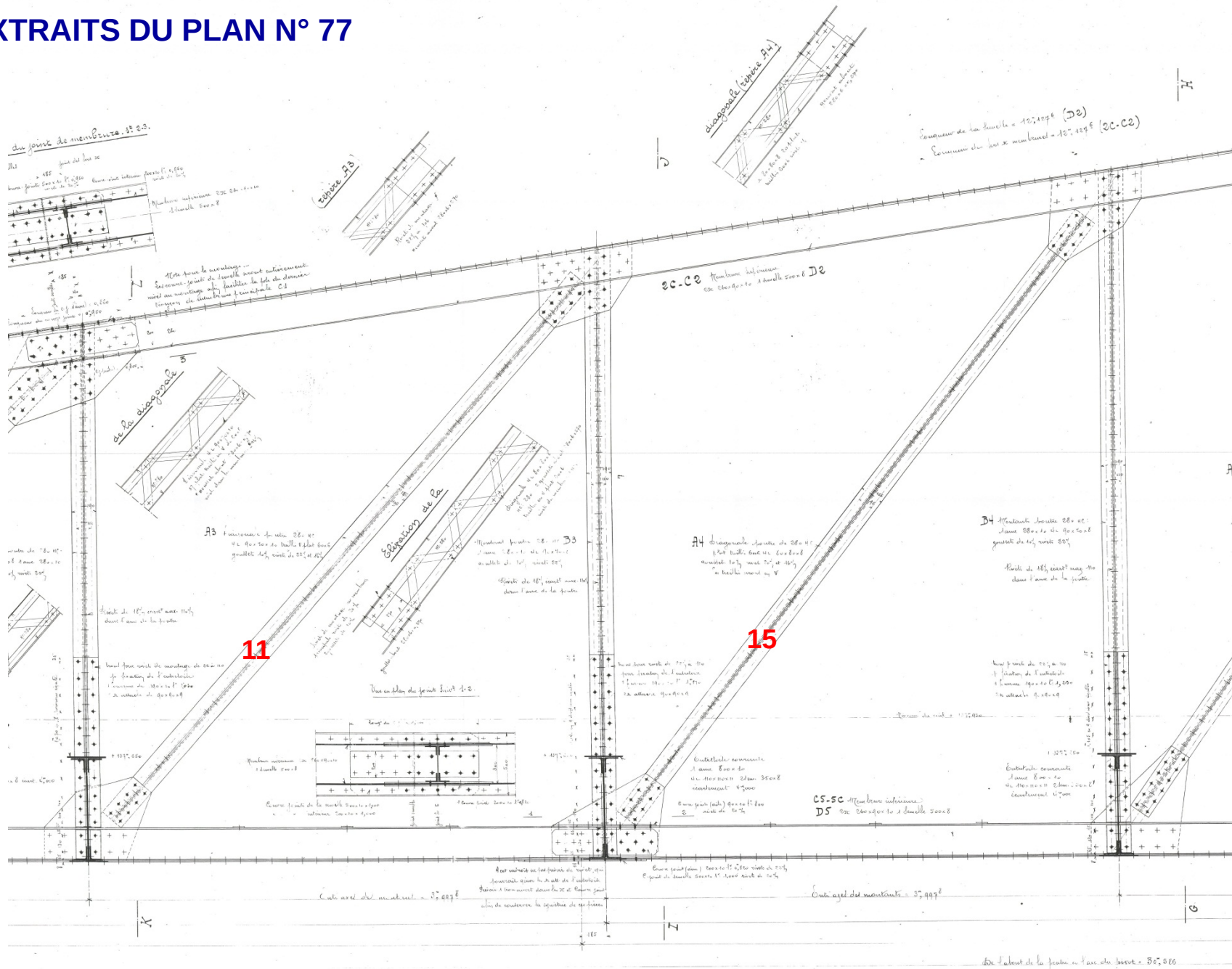
EXTRAITS DU PLAN N° 77



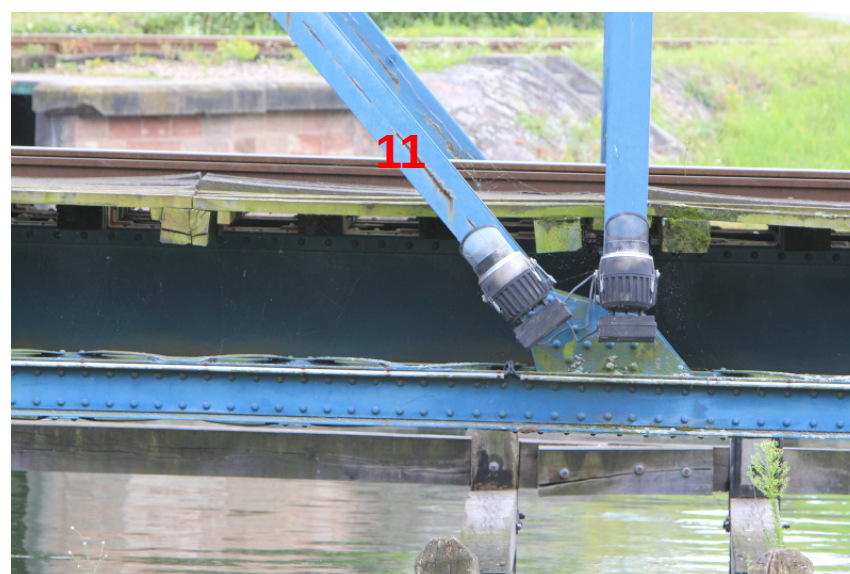
**PHOTOS CORRESPONDANT
À L'EXTRAIT DE PLAN
DE LA PAGE PRÉCÉDENTE**



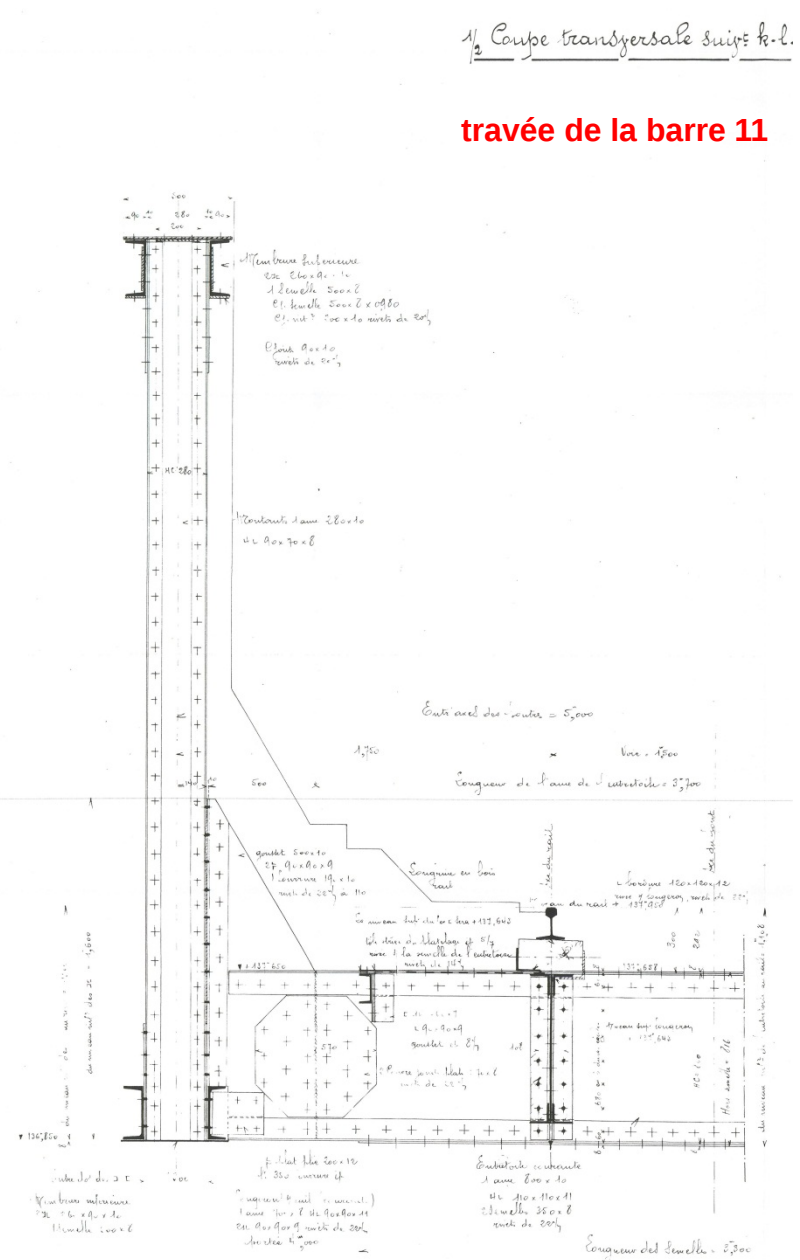
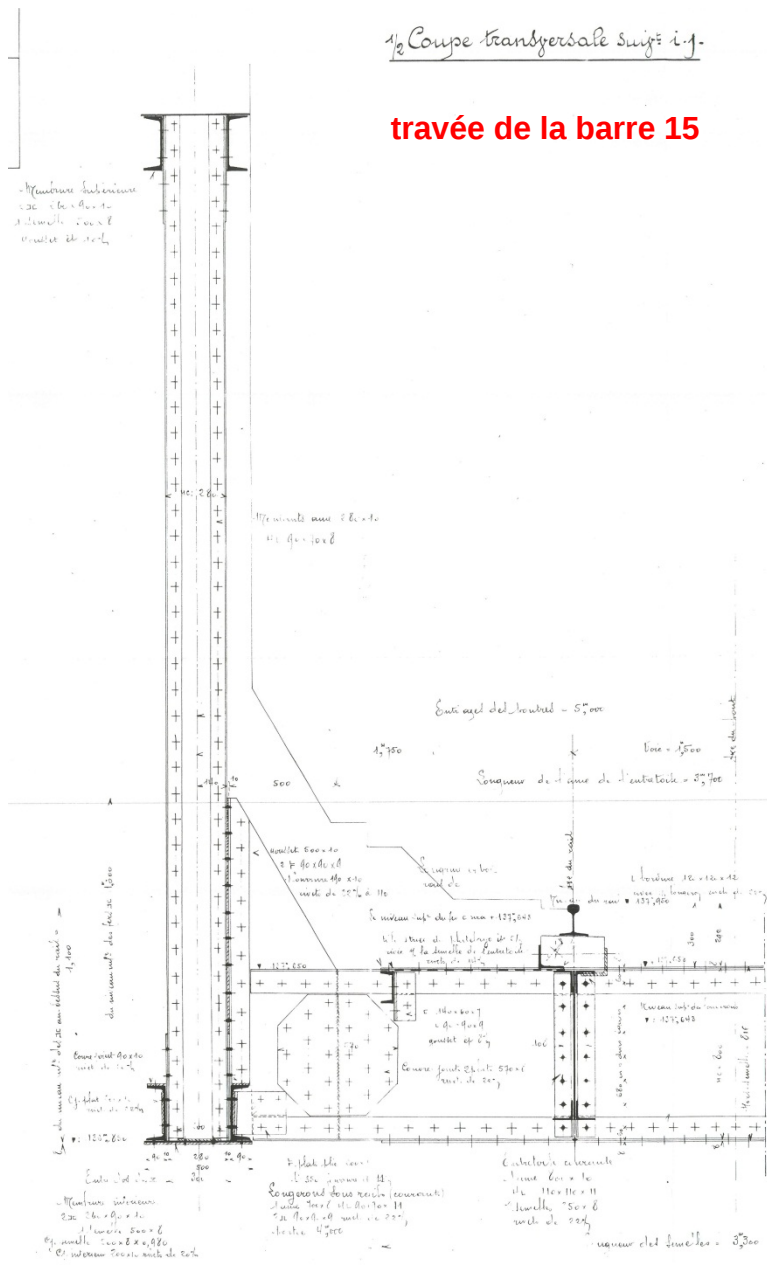
EXTRAITS DU PLAN N° 77



PHOTOS CORRESPONDANT À L'EXTRAIT DE PLAN DE LA PAGE PRÉCÉDENTE



EXTRAITS DU PLAN N° 86



REMPLACEMENT DES 16 BARRES MODE OPÉRATOIRE, CONTRAINTES D'EXÉCUTION, etc.

RÈGLEMENTATION, GUIDES TECHNIQUES ET AUTRES DOCUMENTS CONCERNANT LE SUIVI ET L'ENTRETIEN DES PONTS MÉTALLIQUES

Règlementation appliquée lors de la construction de l'ouvrage.

Dans la note de calcul de 1924, il est précisé : "Les calculs sont exécutés conformément aux indications du règlement du 8 janvier 1915 sur les ponts métalliques."

Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA). *(en vente au SETRA)*

L'instruction technique du 26 décembre 1995, à laquelle se réfère le dernier rapport de visite (2006) de SAP, a été annulée et remplacée par l'instruction technique de décembre 2010.

L'instruction technique comporte 2 parties dont la deuxième est constituée par une vingtaine de fascicules, dont le fascicule 33 relatif aux ponts métalliques a été modifié au mois de novembre 2010.

L'instruction technique **peut** être utilisée par les collectivités territoriales et par les opérateurs chargés d'infrastructures de transport pour construire leur propre référentiel.

Autres documents traitant des ponts métalliques, de leur entretien et de leur surveillance.

- bulletin spécial OTUA N° 20 : ponts métalliques de janvier 2001
- bulletins N° 9 et 14 (pages 13 à 26) de l'OTUA
- guide méthodologique Gestion des ouvrages d'art à l'usage des départements et autres collectivités territoriales du SETRA, mai 2006
- guide STRRES(Syndicat National des Entrepreneurs Spécialistes de Travaux de Réparation et de Renforcement de Structures), décembre 2008
- exposé SNCF, Département des ouvrages d'art, Suivi des ouvrages ferroviaires, cas des ponts métalliques, du 13 octobre 2009

MODE OPÉRATOIRE. CONTRAINTES D'EXÉCUTION.

Calendrier de l'opération

Les travaux, précédés de la phase de consultation des entreprises, devraient être réalisés en octobre ou novembre 2012.

Leur durée est estimée à 2 semaines, durée pendant laquelle le pont sera fermé à la navigation.

Conditions d'intervention

Pendant la durée des travaux, le pont sera en position fermée (voir page 4 de l'annexe au DCE). Il sera calé et reposera sur ses 3 appuis : l'appui central (2 sabots) et les 2 culées.

Les 16 barres seront remplacées une par une.

Pendant les opérations de remplacement des barres, les trains ne circuleront pas sur l'ouvrage. L'ouvrage ne sera donc soumis qu'aux charges permanentes (poids propre) et aux éventuels moyens de manutention utilisés par l'entreprise.

Les trains pourront circuler sur l'ouvrage en dehors des opérations de remplacement des barres, avant 9 heures et après 17 heures.

Mode opératoire envisagé pour le remplacement des barres, une par une.

Le mode opératoire décrit ici est indicatif. L'entrepreneur décrira le mode opératoire détaillé qu'il préconise.

- dépose par les services du Port Autonome des appareils d'éclairage et les câblages qui se trouvent dans l'emprise des interventions.
Consignations diverses,
- établissement par l'entrepreneur de notes de calcul des poutres principales (voir définitions page 19 de l'annexe au DCE) en treillis, sur 3 appuis, sans charges d'exploitation, avec toutes ses barres, puis sans la barre N° 11 et séparément, sans la barre 15. Ces calculs permettront de vérifier les contraintes dans les barres non "coupées" et d'évaluer les variations de longueur des barres à remplacer. Si les résultats de ces calculs conduisent à éliminer la possibilité de "simple" remplacement des barres, l'entrepreneur proposera les mesures à mettre en œuvre pour rendre possibles les opérations de remplacement : tirants, butons provisoires, ou autres mesures.
Le remplacement des barres N° 30 et 31 ne nécessite pas de calculs préliminaires, car ces barres ne sont pas sollicitées lorsque le pont repose sur les sabots,
- dépose et évacuation d'une barre rivetée, avec les mesures de prévention décrites ci-après,
- protection anticorrosion (préparation et peinture) des parties métalliques conservées qui seront masquées ou inaccessibles après pose de l'élément neuf,
- pose de la nouvelle barre, en profilé H ou I (voir proposition de sections en page 21 de la présente annexe au DCE), traitée préalablement contre la corrosion, perçages sur place, assemblages par boulons traités anticorrosion aux emplacements des anciens rivets.

Mesures particulières de prévention

Elles sont de 2 types :

- les mesures relatives à la protection des personnels (travail en hauteur, etc.) qui seront décrites dans le plan de prévention, avec une attention particulière liée au mauvais état du platelage en bois sur lequel il faudra éviter de prendre appui,
- les mesures de protection des personnels et de l'environnement liées à la présence de peinture contenant du plomb.

Epreuves du pont avant remise en service

A la fin des travaux, avant remise en service du pont, des épreuves seront réalisées :

- pont ouvert, sans charges d'exploitation,
- pont fermé, avec charge d'exploitation composée d'un locotracteur et de 2 wagons sur chacune des 2 travées.

Des mesures de déformations seront effectuées par le Port autonome, en présence de l'entrepreneur et comparées à celles relevées en 2011, avant réparations.