

Diagnostic et réhabilitation du pont de Brignoud suite à un incendie

Webinaire AFGC du 1^{er} février 2024



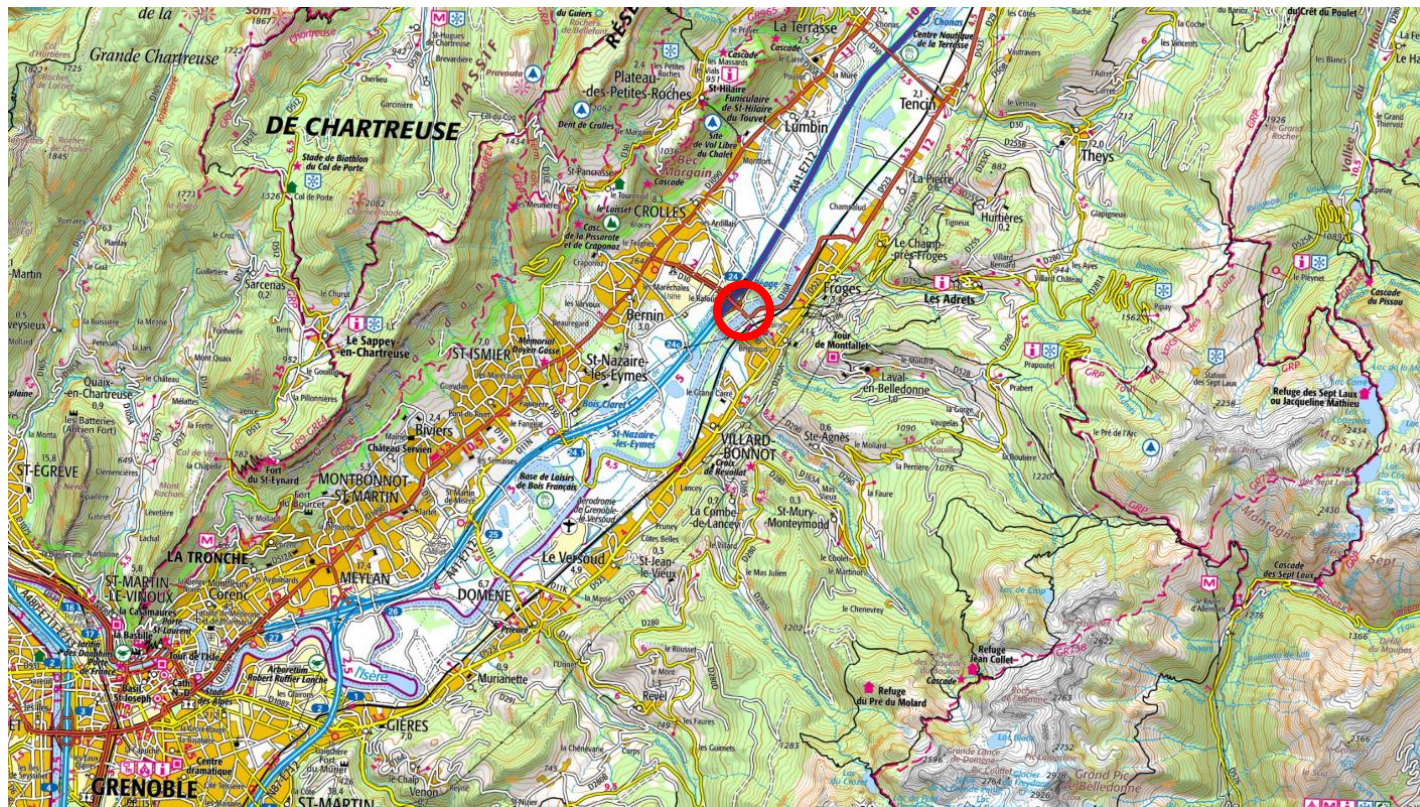

QUADRIC
GROUPE ARTELIA

Melchior de La Condamine / Pascale Guichon

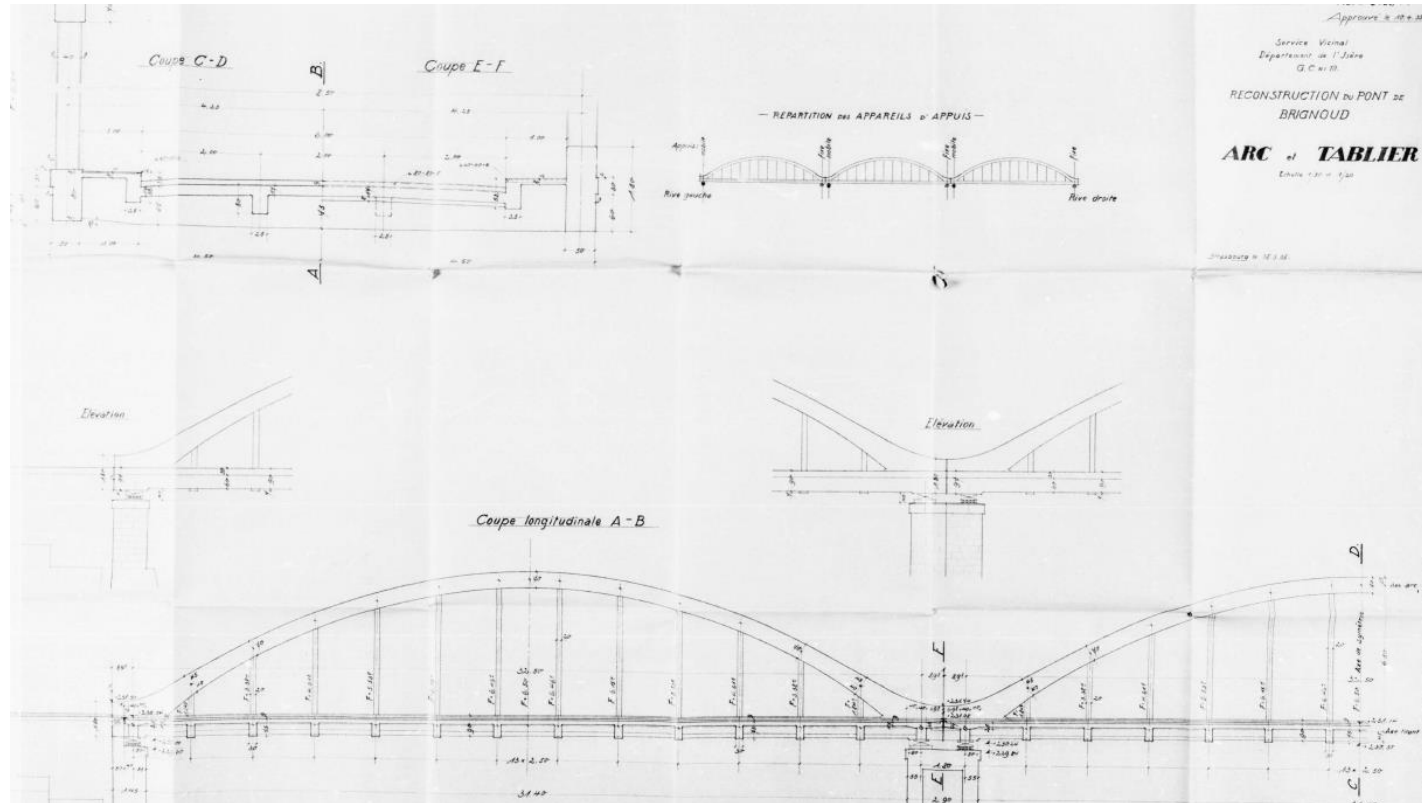
Incendie du 4 Avril 2022



Étude préliminaire de l'ouvrage



Étude préliminaire de l'ouvrage



1^{ère} visite



ARTELIA

QUADRIC
GROUPE ARTELIA

1^{ère} visite



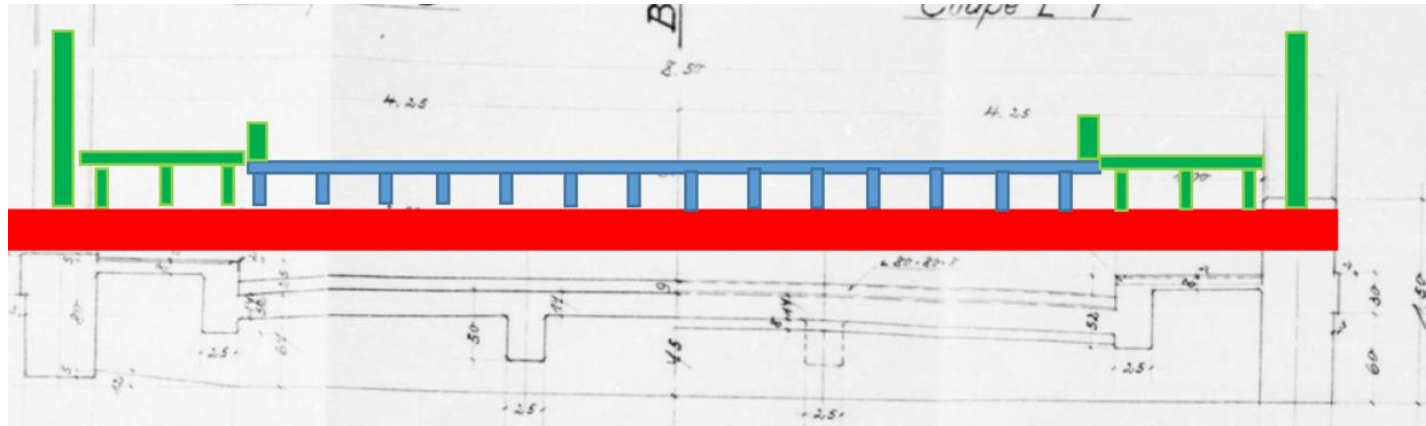
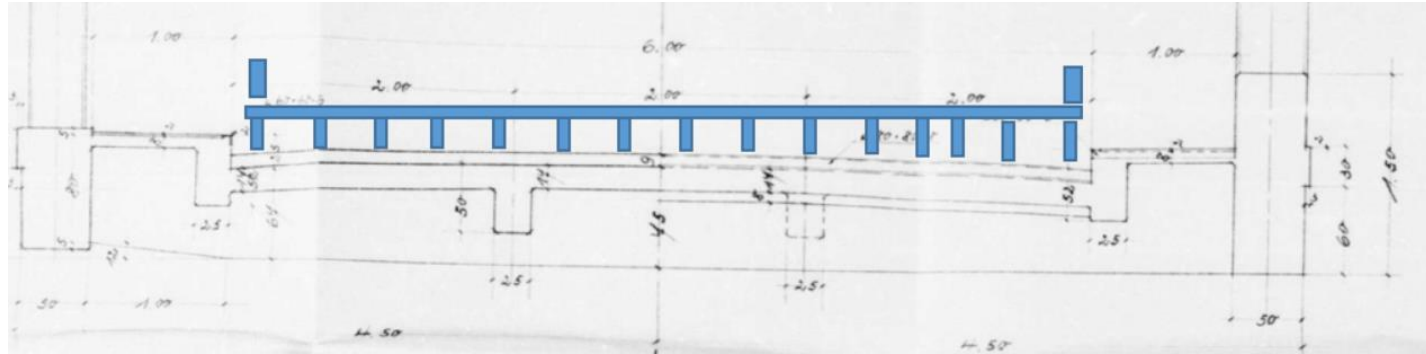
1^{ère} visite



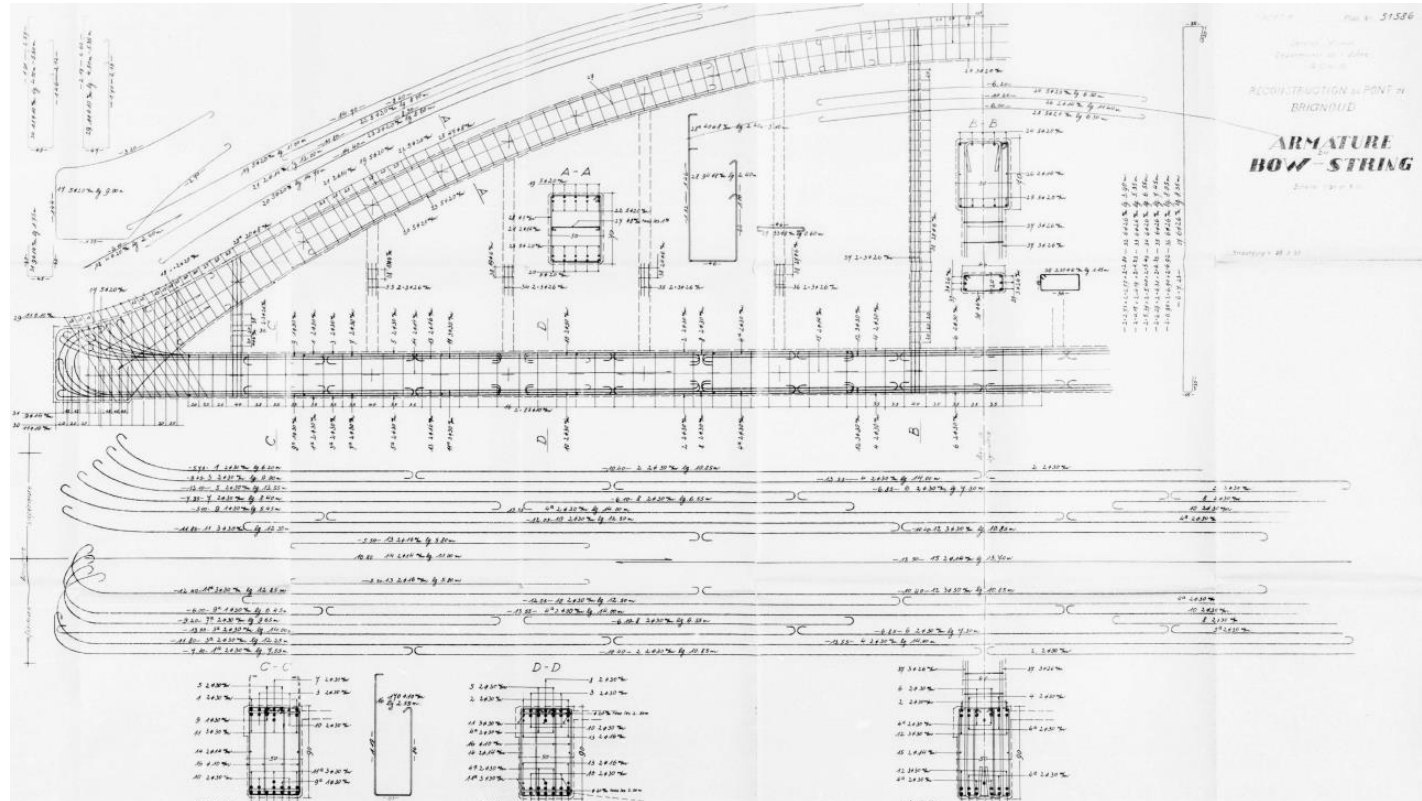
1^{ère} visite



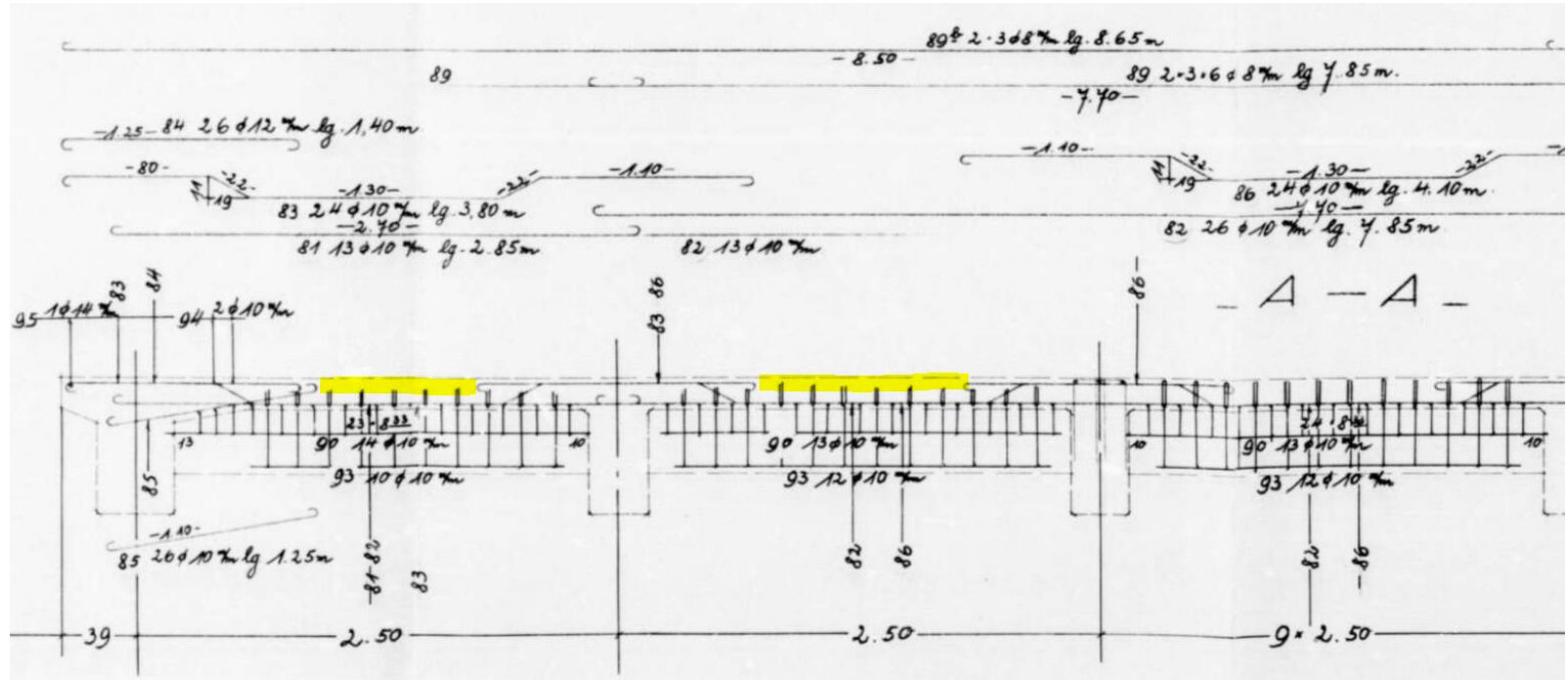
Esquisses solution



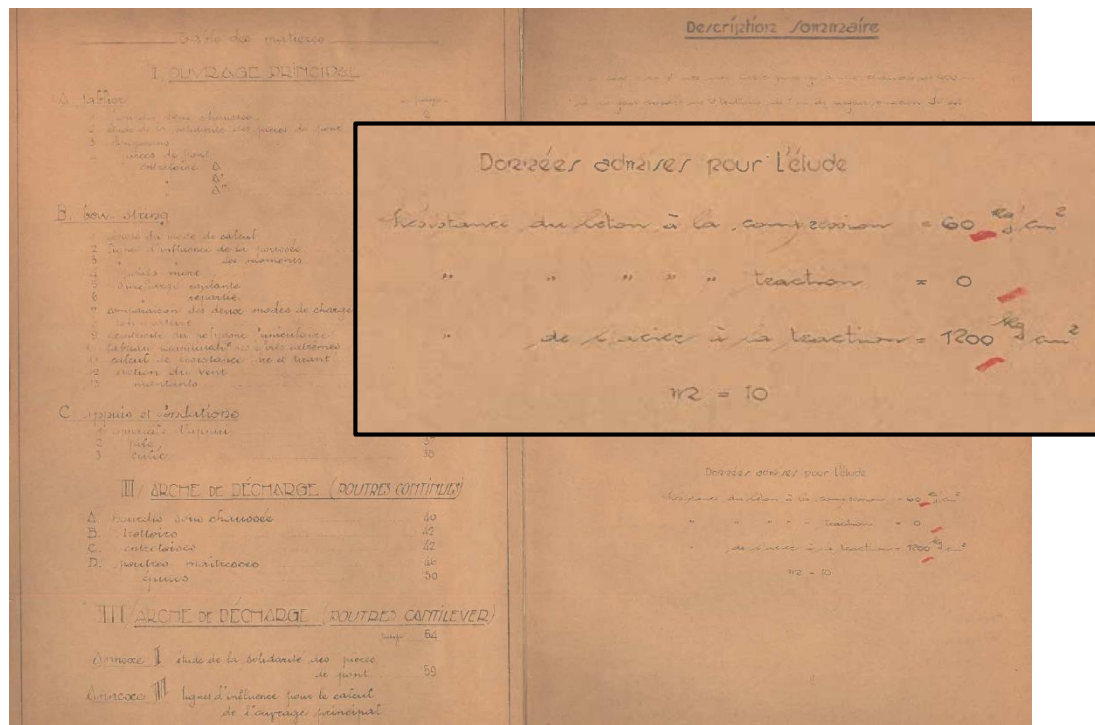
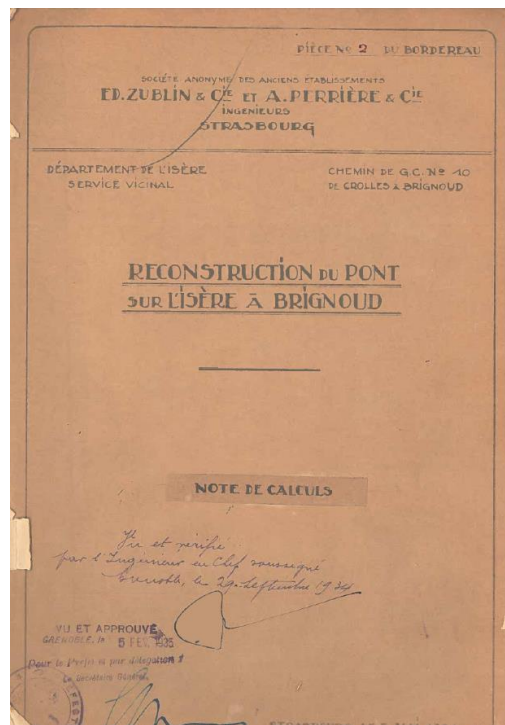
Recalcul de l'ouvrage



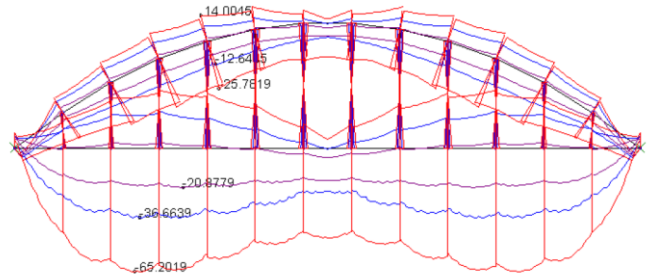
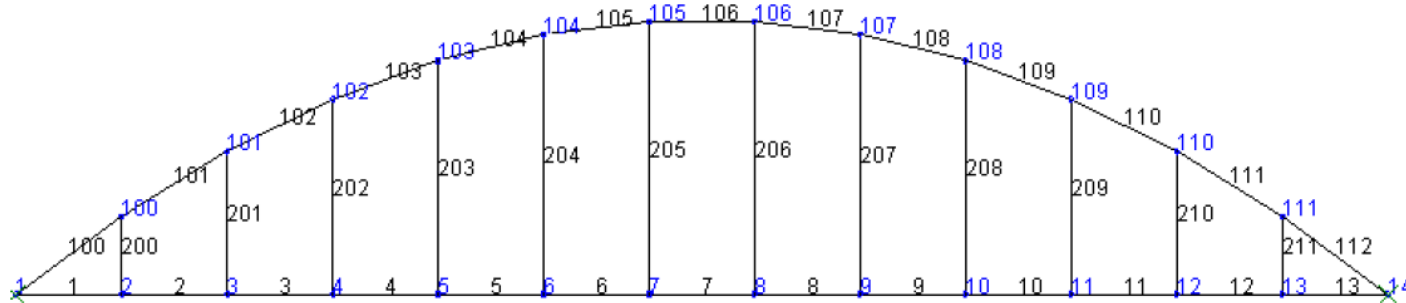
Recalcul de l'ouvrage



Recalcul de l'ouvrage

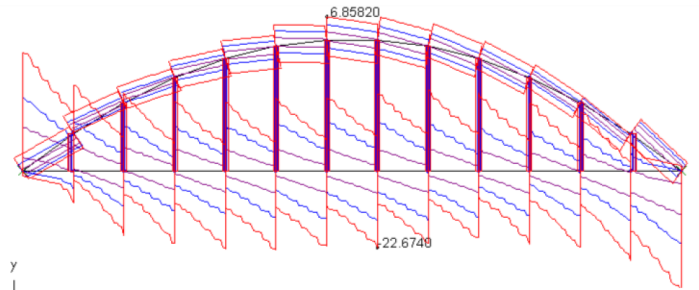


Recalcul de l'ouvrage



y
x

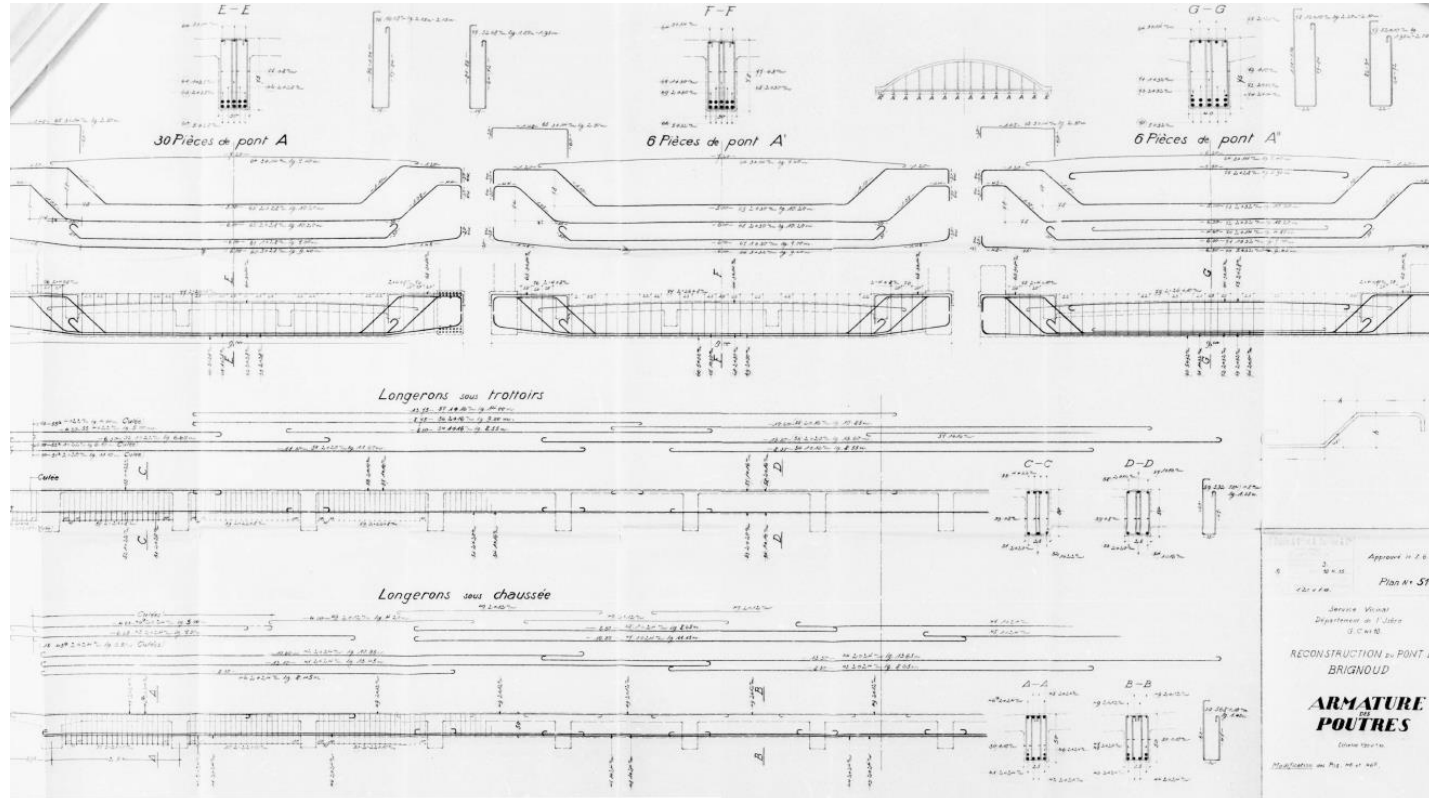
effort MZ	env	100	1.0°CP_or+1.2°Q_or
effort MZ	env	221	1.0°CP_actu+1.2°Q_121
effort MZ	env	301	1.0°CP_1982+1.2°BcBt_1982



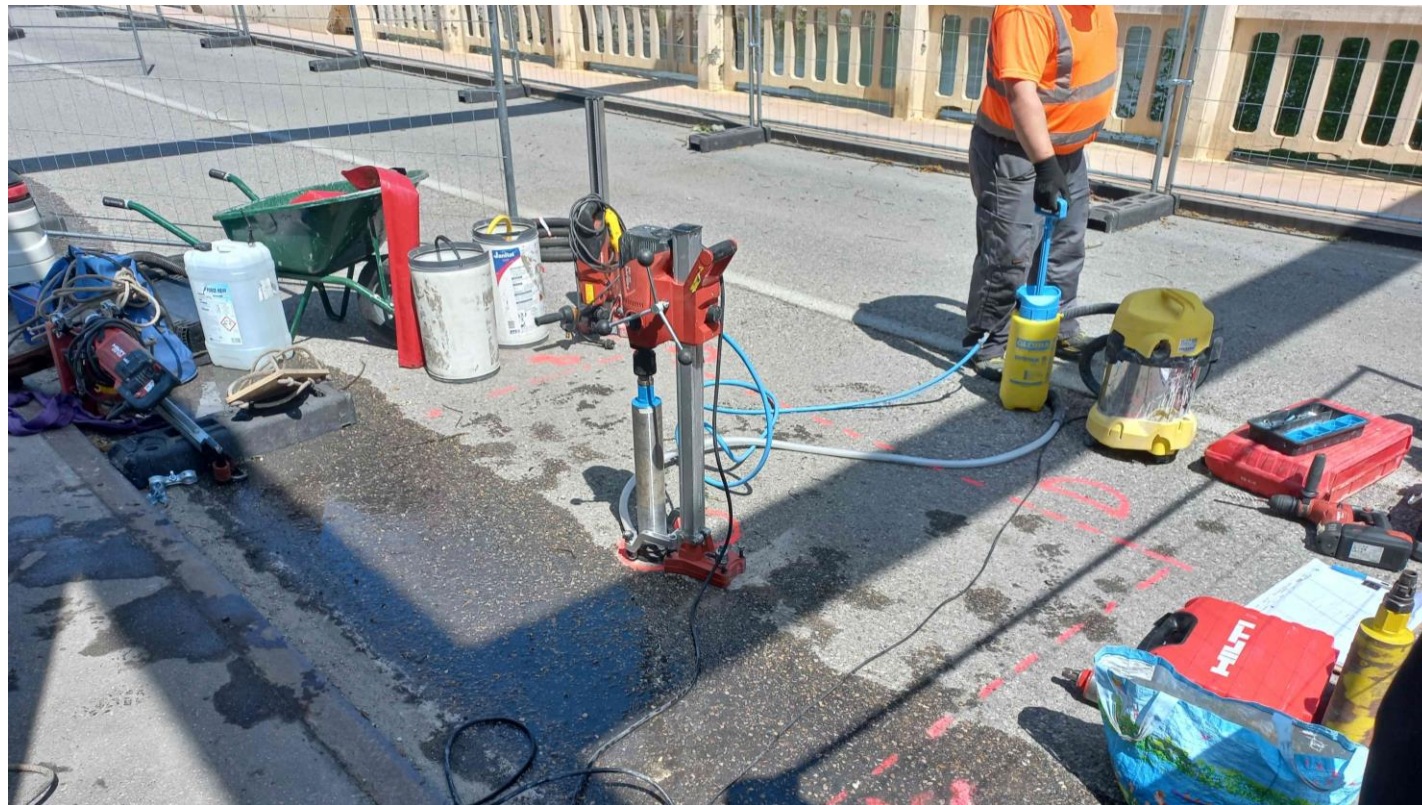
y
x

effort TY	env	100	1.0°CP_or+1.2°Q_or
effort TY	env	221	1.0°CP_actu+1.2°Q_121
effort TY	env	301	1.0°CP_1982+1.2°BcBt_1982

Recalcul de l'ouvrage



Diagnostic matériaux - prélèvements



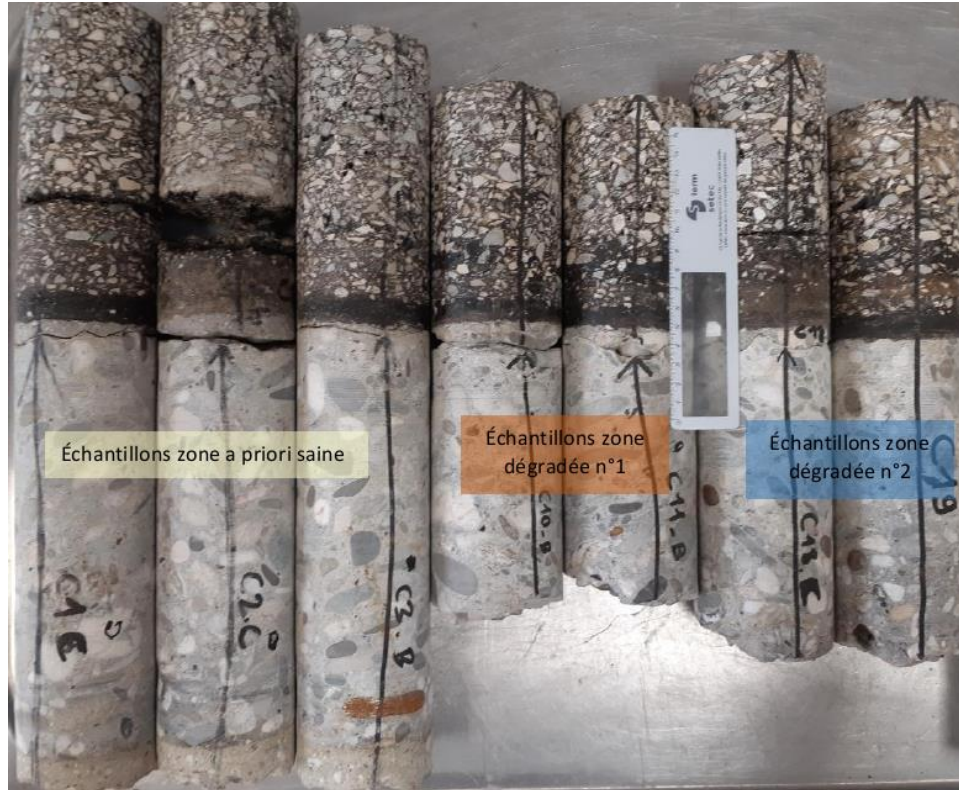
Diagnostic matériaux - prélèvements



Diagnostic matériaux - prélèvements



Diagnostic matériaux - prélèvements



Diagnostic matériaux – essais sur aciers

Référence Lerm	Référence ECCI	Position / Type de zone	Élément d'ouvrage	Description	Ø acier (mm)	Longueur (mm)	Masse (g)	Ø rectifié acier (mm)	Résistance à la traction Rm (Mpa)	Limite élastique Rp 0,2 (Mpa)	Allongement (%)	Référence ECCI	Métallographie	Enrobage total (mm)
S2208-A2-ZS1 trans	6515/5	Travée 3 Zone visuellement saine	Hourdis	Armature lisse prélevée dans le hourdi de la zone saine (filant transversal le moins profond, inversion du sens porteur)	10	470	306	6,00	465	343	32,0	6676/5	Structure ferrito-perlitique	37 (moyen)
S2208-A1-ZS1 cadre pièce de pont	6515/6	Travée 1, zone saine n°1	Pièce de pont	Armature lisse prélevée dans la pièce de pont de la zone saine (cadre)	8	445	184	5,00	698	464	27,5	6676/6	Structure perlito-ferritique	37 (moyen)
S2208-A5-ZD1 hourdi long	6515/3	Travée 1, zone dégradée n°1	Hourdis	Armature lisse prélevée dans le hourdis de la zone dégradée n°1 (acier longitudinal), la moins profonde	10	350	230	6,00	457	312	32,5	6676/3	Structure ferrito-perlitique à cœur, et ferritique au bord	Nul, exposé au feu
S2208-A3-ZD1 cadre pièce de pont	6515/2	Travée 1, zone dégradée n°1	Pièce de pont	Armature lisse prélevée dans la pièce de pont de la zone dégradée n°1 (cadre)	8	340	142	5,00	394	283	36,0	6676/2	Structure ferritique	Nul, exposé au feu
S2208-A7-ZD2 cadre longeron	6515/1	Travée 1, zone dégradée n°2	Longeron	Armature lisse prélevée dans le longeron de la zone dégradée n°2 (cadre), au niveau de la pile P1, côté rive droite. Corrosion avec perte de section (2,5 mm) soit une perte de section de 80%	6	290 + 140	82	3,01	379	279	34,5	6676/1	Structure ferritique	Variable, partiellement exposé au feu
S2208-A8-ZD2 cadre tirant	6515/4	Travée 1, zone dégradée n°2	Tirant	Armature lisse prélevée dans le tirant de la zone dégradée n°2 (cadre), au niveau de la pile P1, côté rive gauche Corrosion	14	375	442	8,00	754	452	17,5	6676/4	Structure perlito-ferritique	Variable, partiellement exposé au feu

Tableau 4 : synthèse des essais sur les armatures

Périodes	Références	Dénomination	Limite d'élasticité fe	Limite de rupture fr	Allongement À rupture A %
De 1900 à 1958 environ	Article 30 du cahier des charges générales de 1913 modifié à diverses reprises	Ronds lisses Ac 42	24 kgf/mm ²	42 à 50 kgf/mm ²	25
		Ac 54	36 kgf/mm ²	54 à 64 kgf/mm ²	18

Diagnostic matériaux - essais sur bétons

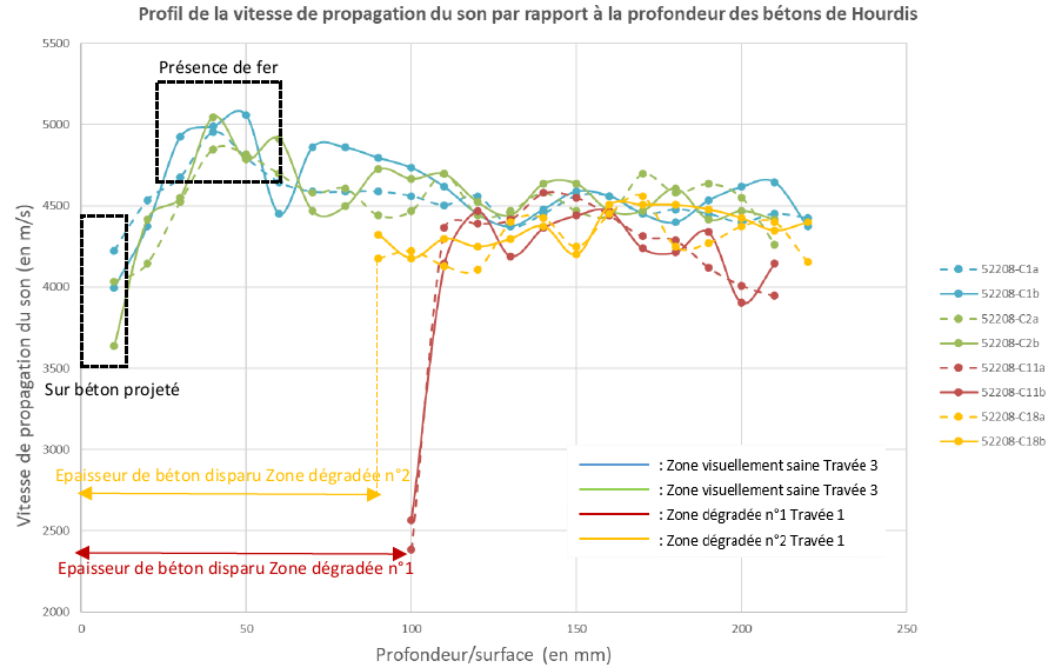


Fig. 18 : Profils de vitesse des ondes soniques longitudinales mesurés sur les échantillons de béton des hourdis avec $a =$ génératrice N° 1 et $b =$ génératrice N° 2

Diagnostic matériaux - essais sur bétons

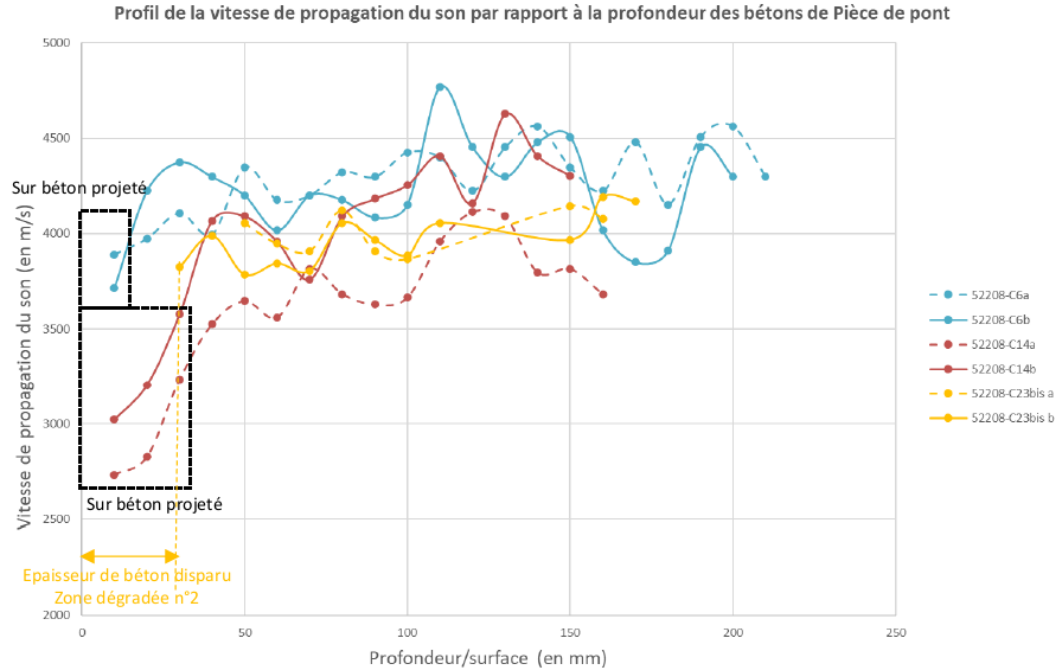
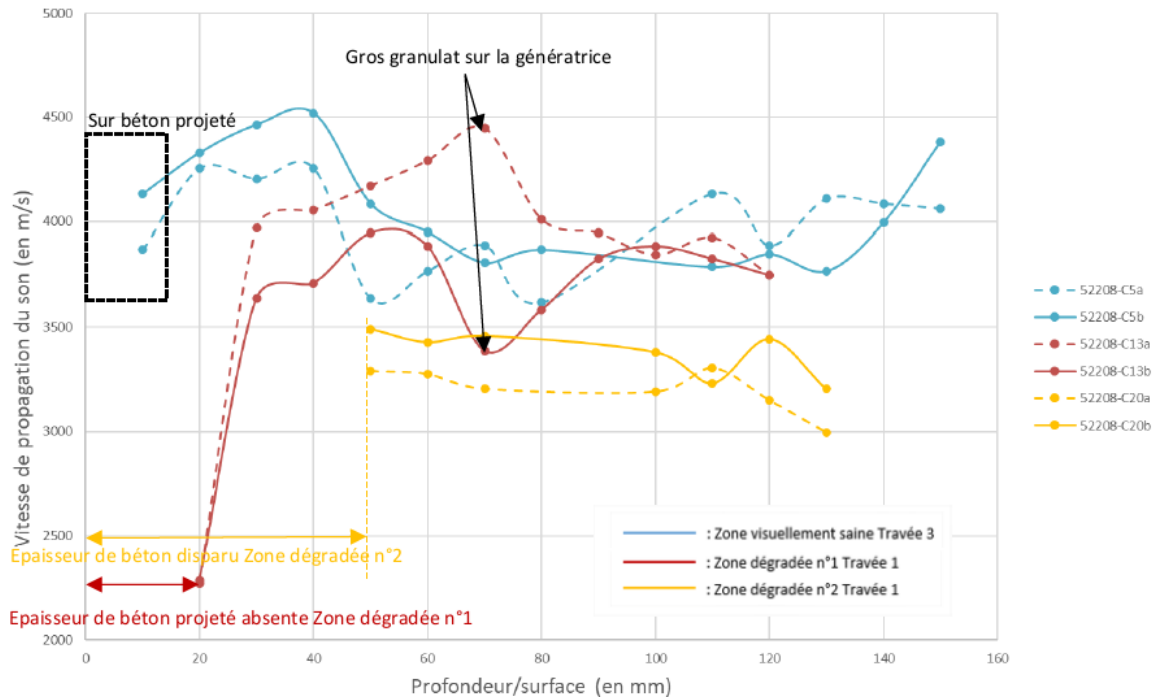


Fig. 20 : Profils de vitesse des ondes soniques longitudinales mesurés sur les échantillons de béton des pièces de pont avec a = génératrice N° 1 et b = génératrice N° 2

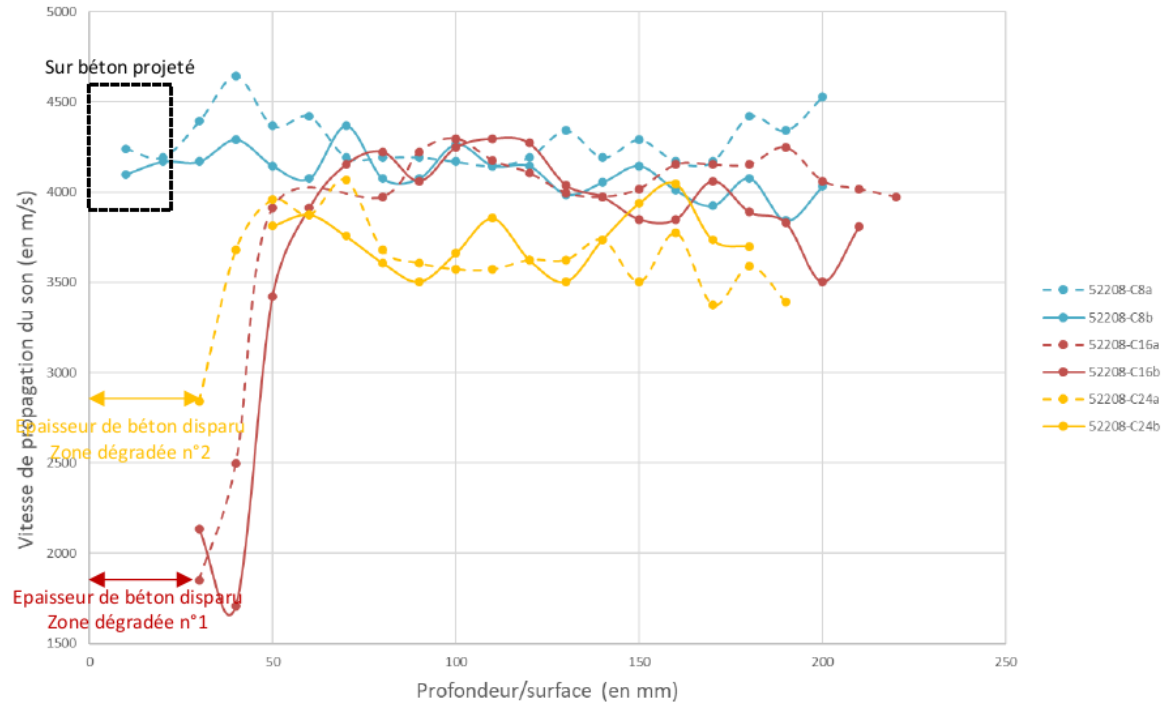
Diagnostic matériaux - essais sur bétons

Profil de la vitesse de propagation du son par rapport à la profondeur des bétons de Longerons



Diagnostic matériaux - essais sur bétons

Profil de la vitesse de propagation du son par rapport à la profondeur des bétons de Tirants



Diagnostic matériaux - essais sur bétons

Echantillon	Élément d'ouvrage	Travée	Type de zone	Elancement	Résistance en compression brute (MPa)	Résistance en compression corrigée (MPa)			
						NF EN 13791 2021	NF EN 13791 2013		
52208-C1	Hourdis	Travée 3	Visuellement saine	2,0	62,0*	68,0	58,2		
52208-C2				1,9	67,9	73,9	63,5		
52208-C11				Travée 1	Dégradée n°1	1,5	45,0	41,4	39,4
52208-C18	Longeron	Travée 3	Visuellement saine	1,8	33,6*	36,6	30,7		
52208-C4				1,4	24,7*	25,1	21,2		
52208-C5				0,8	42,3	29,0	31,8		
52208-C13				Travée 1	Dégradée n°1	1,2	33,6	32,6	27,5
52208-C20				Travée 1	Dégradée n°2	1,7	17,4*	18,7	15,6
52208-C6	Pièce de pont	Travée 3	Visuellement saine	2,0	33,6	38,3	31,6		
52208-C14				Travée 1	Dégradée n°1	1,7	27,5	29,8	25,0
52208-C23bis				Travée 1	Dégradée n°2	1,2	26,8	26,0	21,9
52208-C8	Tirant	Travée 3	Visuellement saine	2,0	39,8	45,7	37,5		
52208-C16				Travée 1	Dégradée n°1	1,8	39,0	42,9	35,8
52208-C24				Travée 1	Dégradée n°2	1,7	23,1	24,9	20,9

Tableau 11: Résistances mécaniques en compression des échantillons de béton
* présence d'une armature

Ces résultats sont à prendre avec précaution car une seule carotte a été testée pour chaque zone et chaque élément. D'une manière générale, les résistances des bétons en zone visuellement saine semblent relativement plus élevées.

Echantillon	Travée	Type de zone	Frange étudiée (mm)	Teneur en chlorures (% massique de béton)	Teneur en chlorures (% massique de ciment)
52208-C7	Travée 3	Visuellement saine	0 à 20	0,03	0,19
			20 à 40	0,01	0,06
			40 à 60	0,01	0,06
52208-C15	Travée 1	Dégradée n°1	0 à 20	0,02	0,13
			20 à 40	0,01	0,06
			40 à 60	0,01	0,06
52208-C23	Travée 1	Dégradée n°2	0 à 20	0,21	1,35
			20 à 40	0,18	1,16
			40 à 60	0,10	0,64

Tableau 14 : Dosage des chlorures libres des bétons issus des éléments Pièces de pont

Diagnostic matériaux - essais sur bétons

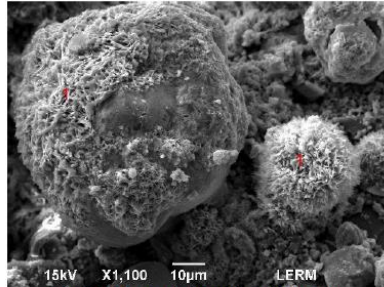


Fig. 24 : Microscopie électronique à balayage.
Echantillon 52208-C7 - A à environ 600 µm de la surface
1 : oxydes et/ou hydroxydes de fer riches en chlore

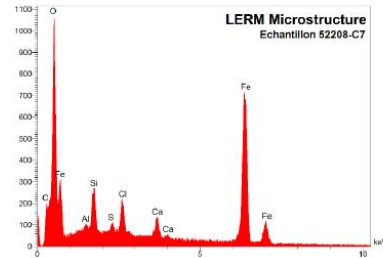


Fig. 25 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie au point 1 de la figure précédente

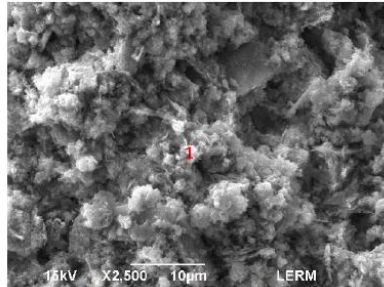


Fig. 26 : Microscopie électronique à balayage.
Echantillon 52208-C7
Détail des hydrates à environ 1 mm de la surface
1 : C-S-H légèrement granuleux à microporeux

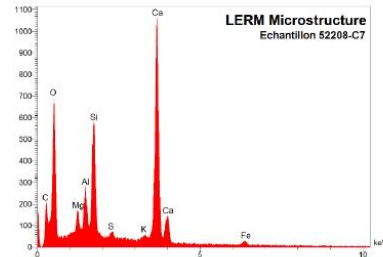
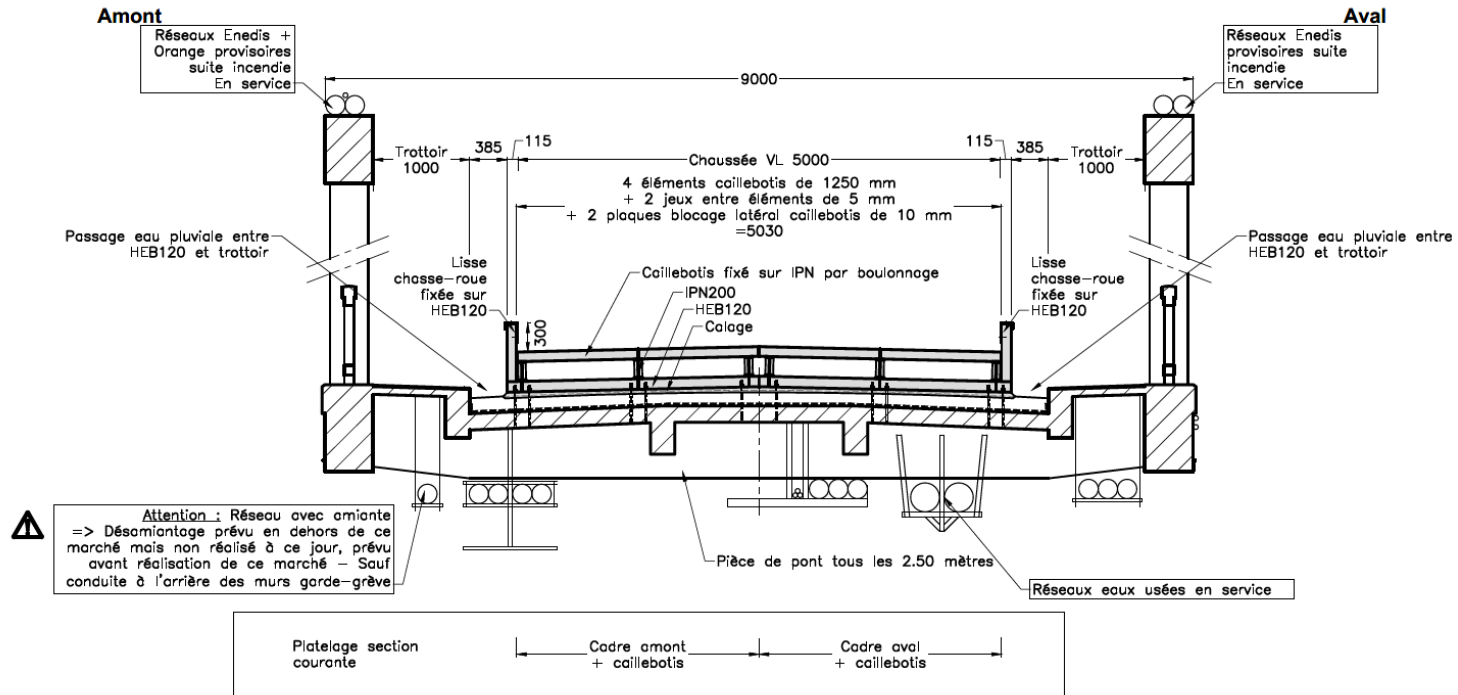
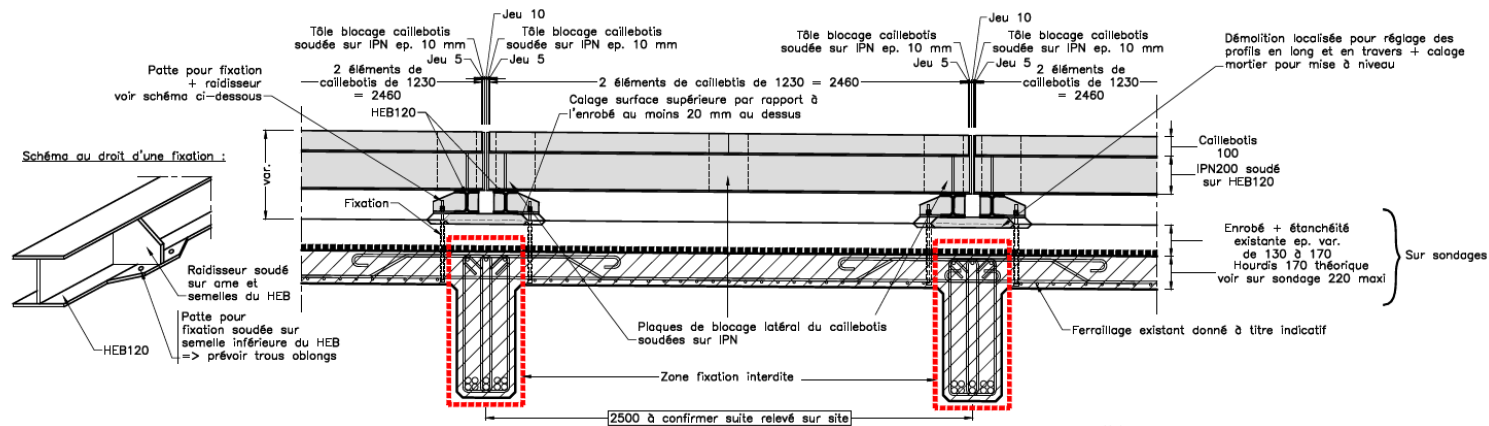


Fig. 27 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie au point 1 de la figure précédente

Préparation des travaux



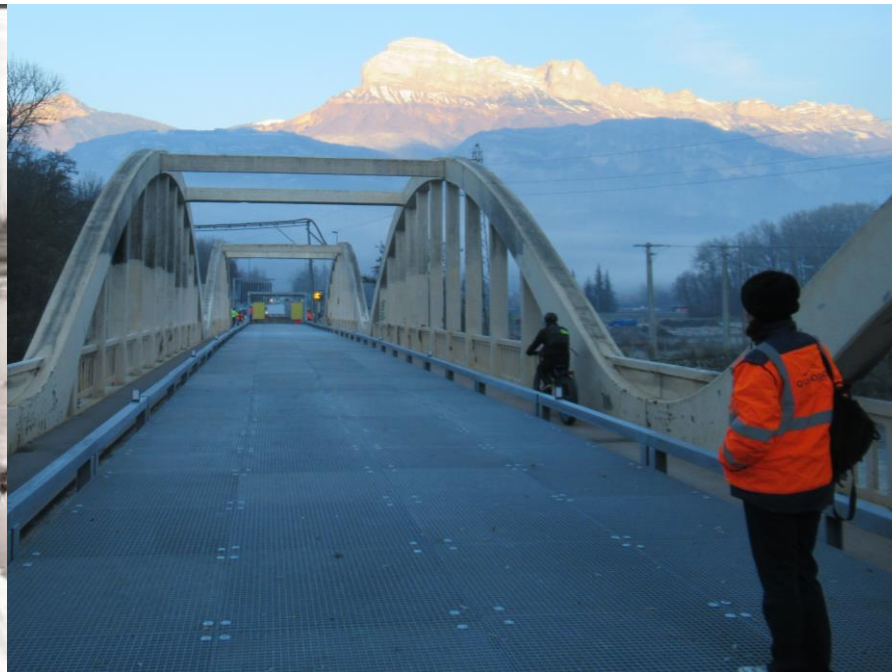
Préparation des travaux



Réalisation des travaux



Merci de votre attention




QUADRIC
GROUPE ARTELIA

Melchior de La Condamine / Pascale Guichon

www.arteliagroup.com