

Introduction

En 1897, Charles Rabut créait à l'École des ponts le premier cours de béton armé. Le nombre de leçons, qui était alors de quatre dans cette première version, fut porté à seize dans la version de 1910. Ce cours donnait une explication des instructions ministérielles françaises sur le béton armé ainsi que des explications de détail sur une trentaine de tableaux représentant les constructions les plus intéressantes.

Dans le chapitre 2 de son cours de 1910 relatif à la « Conception générale du béton armé », Charles Rabut définissait ce mode constructif comme « une forme générique embrassant un nombre illimité de procédés de construction très différents dont plusieurs peuvent avoir un domaine plus étendu que celui de la maçonnerie et presque aussi vaste que celui de la charpente métallique. Les éléments de différenciation de ces systèmes sont d'abord les positions relatives du fer et du béton ; on peut loger le fer dans le béton (béton armé proprement dit) ou inversement le béton à l'intérieur du métal (béton fretté) ou encore réaliser de diverses manières une pénétration incomplète de l'un dans l'autre ».

Les divers avantages de ce nouveau mode constructif apparaissaient dans le cours comme étant principalement :

- la souplesse : il était possible de faire beaucoup plus de combinaisons différentes avec le béton armé qu'avec la construction en maçonnerie ou en métal. Le béton offrait ainsi un plus grand nombre de solutions, il pouvait s'adapter plus exactement à des besoins plus variés ;
- la résistance comparée à celle de la maçonnerie en extension et à celle du métal en compression ;
- la sécurité : Charles Rabut précisait ainsi que « s'il se produit des circonstances imprévues amenant un renversement dans le sens des efforts, un ouvrage en maçonnerie (qui vient à travailler à l'extension) est compromis, une pièce métallique dans le même

cas est exposée à flamber. Le béton qui réunit les deux genres de résistance s'accommode mieux de ces efforts imprévus » ;

– une meilleure résistance aux actions dynamiques : en particulier au niveau des chocs et des trépidations. Cette conclusion était arrivée à la suite des résultats des travaux d'une commission franco-suisse portant sur l'examen d'une dizaine d'ouvrages en béton armé de l'ancien réseau Jura-Simplon qui réunissaient les conditions d'être des ponts de 2 à 5 m d'ouverture construits depuis 8 à 15 ans sous des voies très chargées. L'observation montrait que ces ouvrages n'étaient pas fissurés ;

– une meilleure résistance à l'action du feu ;

– la résistance aux intempéries : à ce sujet, le cours précisait que l'« on peut se demander si le métal ne sera pas atteint par l'humidité à la faveur de fissures qui pourraient se produire dans le béton. On remarque toujours que, si des fissures se produisent, elles s'arrêtent aux armatures et vont en se rétrécissant depuis la surface extérieure jusqu'aux fers où leur ouverture arrive à zéro » ;

– la résistance à la fumée des locomotives ;

– la facilité d'exécution : facilité de transport des matériaux constitutifs et facilité de mise en œuvre (comparée aux assemblages de charpente métallique ou de maçonnerie) ;

– stabilité croissante avec l'âge de la construction.

De nos jours, la question qui se pose à l'ingénieur chargé d'évaluer une structure existante non dégradée concerne la façon d'établir le diagnostic structurel de l'ouvrage. En premier lieu, il convient de s'assurer que ce dernier soumis aux charges et surcharges conserve un comportement normal, c'est-à-dire conforme aux prévisions de l'étude. Il conviendra donc de déterminer et de prendre en compte sa résistance générale ou locale en fonction des règles applicables à la date de construction. Il est en effet nécessaire de savoir pourquoi et comment les règles de calcul et de construction ont évolué, quelles sont leurs imprécisions, leurs insuffisances, voire parfois leurs erreurs.

L'objet de ce livre est de fournir les différents codes de calcul introduits dans la réglementation française depuis le premier en 1906 jusqu'à l'Eurocode 2 applicable de nos jours.

Il a été choisi de présenter les différents règlements selon le sommaire des Eurocodes afin d'en faciliter la compréhension et les comparaisons. À savoir :

– section 1 : généralités ;

– section 2 : bases de calcul ;

– section 3 : matériaux ;

- section 4 : durabilité et enrobage des armatures ;
- section 5 : analyse structurale ;
- section 6 : calcul des ouvrages ;
- section 7 : dispositions constructives.

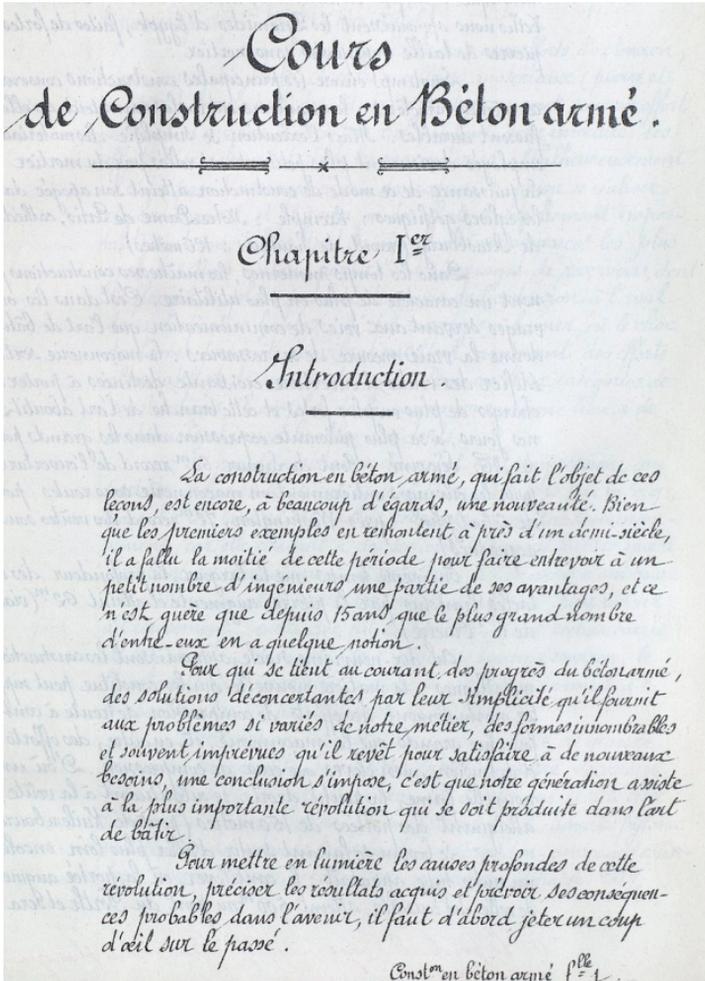


Figure I.1. Cours de béton armé de Charles Rabut

Les principales dates de changement des textes réglementaires sont résumées dans le tableau I.1.

Année	Dénomination	Classement	Domaine					Référence	Sous-titre
			Béton armé	Béton précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles		
août 1852							X	Décret du 10 août 1852 portant règlement sur la police du roulage et des messageries publiques	
fév. 1858					X			Circulaire sur les épreuves des ponts-rails (pour mémoire)	
juin 1869					X		X	Circulaire du 15 juin 1869 relative aux épreuves à faire subir aux ponts métalliques destinés aux voies de terre	Premier règlement de charges et de calcul pour les ponts routes métalliques. Se réfère à la circulaire du 26 février 1858 relative aux épreuves des ponts ferroviaires
juill. 1877					X		X	Circulaire du 8 juillet 1877 relative à la révision des circulaires du 26 février 1858 et du 15 juin 1869 relatives aux épreuves des ponts métalliques	Cette circulaire traite à la fois des règles de charges et de calcul
août 1891					X		X	Circulaire du 29 août 1891 relative à la révision de la circulaire de 1877, nouvelles règles relatives aux épreuves des ponts métalliques	Cette circulaire comme la précédente traite à la fois des charges et de calcul
oct. 06	BA_06	?	X				X X	Circulaire du 20 octobre 1906	Emploi du béton armé
janv. 15	RC_1915	15-1			X		X X	Circulaire du 8 janvier 1915	Ponts métalliques – Règlement de charges
juin 20		?					X	Circulaire du 1 ^{er} juin 1920	
mai 27	RC_1927	27-2	X		X		X	Circulaire série A n° 3 du 10 mai 1927	Ponts métalliques et ponts en béton armé
mai 30		?					X	Circulaire du 5 mai 1930	
fév. 33		33-1			X			Circulaire série A n° 1 du 7 février 1933	Ponts métalliques et ponts en béton armé
juill. 34	BA_34	34-1	X					Circulaire série A n° 8 du 19 juillet 1934	Règles BA 34
mai 37		?						Circulaire série A n° 3 du 10 mai 1937	
mars 39		39-2			X			Circulaire série A n° 4 du 7 mars 1939	Ponts métalliques et ponts en béton armé
mai 39		39-1					X	Circulaire du 5 mai 1939	Conditions de résistance des ouvrages d'art
août 40	RC_1940	40-1					X	Circulaire A-1 du 29 août 1940	Ponts métalliques et ponts en béton armé
oct. 44		44-1					X	Circulaire série A n° 27 du 14 octobre 1944	Modification de l'article 2 du règlement du 10 mai 1927 pour le calcul et les épreuves de ponts métalliques
avril 46		46-4			X			Circulaire série A n° 21 du 30 avril 1946	Instruction pour le calcul des charpentes et ponts en acier avec assemblages soudés à l'arc électrique
fév. 46		46-2					X	Circulaire série A n° 27 du 11 février 1946	Instruction relative à la circulaire des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
fév. 46		46-2					X	Circulaire série B n° 27 du 11 février 1946	Instruction relative à la circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art

Année	Dénomination	Classement	Domaine					Référence	Sous-titre
			Béton armé	Béton précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles		
déc. 46		46-3					X	Circulaire série B n° 243 du 10 décembre 1946	Instruction relative à la circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
juin 47		47-1					X	Circulaire TP série B n° 110 du 6 juin 1947	Conditions de circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
mars 50		50-1					X	Circulaire TP, SP II, n° 42 du 7 mars 1950	Circulation des matériels lourds sur les ouvrages d'art
oct. 53	IP1_53	53-1	X					Circulaire n° 141 du 26 octobre 1953	Instructions provisoires relatives à l'emploi du béton précontraint
avril 58	RC_1958	58-1 27-1 34-1					X X	Circulaire n° 30 du 5 avril 1958	Instructions relatives aux programmes de surcharges et aux épreuves des ponts-routes
janv. 60		60-4						Circulaire SCET de M. JR Robinson (revue Routes)	
août 60	RC_1960	60-3		X			X X	Circulaire n° 65 du 19 août 1960	Fascicule 61, Titres I à V – Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art
déc. 62		62-2					X X	Lettre du 8 décembre 1962 du ministre au chef du SSAR	Programme de surcharges pour les ponts sous autoroutes
nov. 64	BA_64	64-1	X					Circulaire n° 70 du 14 novembre 1964	Fascicule 61, Titre VI – Conception et calcul des ouvrages en béton armé
août 65	IP1_65	65-1	X					Circulaire n° 44 du 12 août 1965	IP1 – Instruction provisoire relative à l'emploi du béton précontraint
mars 66	CM_66	66-1				X		Circulaire d-10944 du 25 mars 1966	Ponts routiers de portée moyenne
déc. 68	CCBA_68	68-1	X					Circulaire MEL n° 68-119 du 11 décembre 1968	Fascicule 61, Titre VI (CCBA 68)
fév. 70	MI_70	70-2			X			Circulaire n° 70-18 du 4 février 1970	Fascicule 61, Titre V – Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
juin 70	CCBA_70	70-3	X					Décret n° 70-505 du 5 juin 1970	Modification du fascicule 61, Titre VI
oct. 70	CCBA_70	70-1	X					Circulaire MEL n° 70-115 du 27 octobre 1970	Fascicule 61, Titre VI (CCBA 70) – Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé
déc. 71	RC_1971	71-1	X	X	X	X	X X	Circulaire n° 71-145 du 13 décembre 1971	Instruction provisoire sur les directives communes relative au calcul des constructions
déc. 71	RC_1971	71-3					X X	Circulaire n° 71-155 du 29 décembre 1971	Fascicule 61, Titre II – Programme de charges et épreuves des ponts routiers
déc. 71	RC_1971	71-4	X	X	X		X X	Circulaire n° 71-156 du 30 décembre 1971	Mesures d'application du fasc. 61, Titre II – Programme de charges et épreuves des ponts routiers
août 73	MI_73	73-1			X			Circulaire n° 73-150 du 7 août 1973	Fascicule 61, Titre V – Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
août 73	IP2_73	73-2	X					Circulaire un n° 73-153 du 13 août 1973	I.P. 2 – Instruction provisoire n° 2 relative à l'emploi du béton précontraint

Année	Dénomination	Classement	Domaine					Référence	Sous-titre
			Béton armé	Béton précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles		
avril 74	IP1_74	74-1	X					Circulaire n° 74-60 du 23 avril 1974	I.P. 1 modifiée
avril 75	IP1_75	75-1	X					Circulaire n° du 2 avril 1975	I.P. 1 modifiée
fév. 78	MI_78	78-1			X			Circulaire n° 78-33 du 18 février 1978	Fascicule 61, Titre V – Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
mars 79	DC_79	79-2	X	X	X	X	X	Circulaire n° 79-25 du 13 mars 1979	Instruction technique sur les directives communes de 1979 relative au calcul des constructions (DC 79)
déc. 79	IP1_79	doc	X					Circulaire n° 79-121 du 14 décembre 1979	I.P. 1 modifiée
mai 80	BAEL_80	?	X	X				Circulaire n° 79-115 du 2 novembre 1979	Fascicule spécial n° 79-48 bis (règles BAEL 80)
mai 80	BAEL_80	80-1	X					Circulaire n° 80-70 du 23 mai 1980	Règles d'application du BAEL 80
juill. 81	MI_81	81-1				X		Circulaire n° 81-63 du 28 juillet 1981	Règlement de calcul des ponts mixtes acier-béton
oct. 83	BPEL_83	83-2	X					Circulaire du 8 octobre 1983	Fascicule n° 62 Titre I section II (BPEL 83)
oct. 83	BAEL_83	83-1	X					Circulaire du 8 octobre 1983	Fascicule n° 62 Titre I section I (BAEL 83)
janv. 92	BPEL_91		X					Circulaire n° 92-57 du 30 décembre 1992	Fascicule n° 62 Titre I section II (BPEL 91)
janv. 92	BAEL_91		X					Circulaire n° 92-75 du 1 décembre 1992	Fascicule n° 62 Titre I section I (BAEL 91)
avril 99	BPEL_99		X					Circulaire n° 99-28 du 6 avril 1999	Fascicule n° 62 Titre I section II (BPEL 91 révisé 99)
avril 99	BAEL_99		X					Circulaire n° 99-27 du 6 avril 1999	Fascicule n° 62 Titre I section I (BAEL 91 révisé 99)

Tableau I.1. Classement de la réglementation par ordre chronologique
(source : d'après SETRA)