

# Béton à prise accélérée des fermes du Comptoir Suisse d'échantillons de Beaulieu, Lausanne 1920

Autor(en): **Paris, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **47 (1921)**

Heft 15

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36601>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : Béton à prise accélérée des fermes du Comptoir suisse d'Echantillons de Beaulieu, Lausanne 1920 par M. A. Paris, ingénieur. — Concours pour l'étude des plans d'un laboratoire cantonal de chimie, à Neuchâtel. — Le minerai de fer du Fricktal. — L'imperialisation des chemins de fer d'Etat allemands. — Première exposition nationale d'art appliqué, à Lausanne. — NÉCROLOGIE : Louis Marquis. — Société genevoise des Ingénieurs et des Architectes. — Calendrier des concours.

### Béton à prise accélérée des fermes du Comptoir suisse d'Echantillons de Beaulieu

Lausanne 1920

par M. A. PARIS, ingénieur.

La construction en béton armé des fermes de la Halle du Comptoir suisse d'Echantillons, à Lausanne, comportait le problème délicat de l'édification rapide d'arcs de 36 mètres d'ouverture, suivie d'un décintrage à court terme : le laps de temps qui séparait la mise en chantier de l'ouvrage et la date d'inauguration du Comptoir ne laissait matériellement pas aux entrepreneurs la faculté de satisfaire au délai d'étayage de 40 jours, conforme aux prescriptions en pareil cas. Seul un béton de choix pouvait solutionner le problème, grâce à l'interdépendance logique liant la marche de la prise à la durée d'étayage des constructions en béton armé, et ceci conséquemment à la résistance assurée à 28 jours par des cubes de béton mis en œuvre et rapportée aux 200 kg. par cm<sup>2</sup> demandés par les ordonnances.

Consulté par M. H. Muret, ingénieur, auteur du projet de charpente monolithé, sur la possibilité de satisfaire au délai de livraison sans forfaire aux prescriptions, nous avons établi un programme permettant de libérer de leurs états des fermes âgées de 12 à 15 jours seulement, après s'être assuré de la réalisation des durcissements requis. Le programme devait avant tout couvrir toutes les responsabilités, mais dans des conditions financières avantageuses pour l'entreprise chargée des travaux. Agréé par l'architecte, M. Braun, il comportait :

1<sup>o</sup> L'adoption d'un ciment Portland spécial capable d'assurer à 10 jours la résistance du béton exigée à 28 jours par les prescriptions ;

2<sup>o</sup> La recherche d'un balast suffisamment compact et enchevêtré pour nous mettre à l'abri de toute insuffisance accidentelle des bétons ;

3<sup>o</sup> La recherche préliminaire du dosage de ce béton en ciment, sable, gravier et eau, de façon à exalter les qualités de chaque élément et à se prémunir contre les faiblesses locales ;

4<sup>o</sup> Le prélèvement régulier d'éprouvettes en cours de construction, de façon à pouvoir répondre à tout moment de la résistance moyenne élémentaire.

La compacité du balast a été obtenue, comme d'habitude, par rectification du tout-venant au moyen d'esquilles criblées des concassés de carrière. L'analyse par tamisage, mise à la base de cette action, est représentée à la fig. 1, pour le balast tout-venant fourni par l'entreprise, et à la fig. 2 pour les concassés mis à disposition par les carrières d'Arvel. Nous avons inscrit en trait-point le type qui correspondrait à l'ordonnance fédérale de 1915, montrant ainsi l'écart impressionnant qui sépare cet idéal, difficilement accessible au point de vue compacité maximum, de ce que réalise le produit brut de nos gravières. Les courbes du balast naturel montent, en effet, très rapidement dans la région des sables, et le pourcentage en gravier ressort minime : il en résulte une porosité exagérée, avec perte en ciment pour le remplissage. Un tassement des bétons semble dès lors inévitable sous de fortes fatigues et la mollesse de réaction des éprouvettes en témoigne sous la presse du laboratoire.

La fig. 2 témoigne, au contraire, de la richesse en grosses esquilles des gravières Nos 2 et 3 d'Arvel, excellents éléments de rectification, pauvres en farine de pierre. Par contre, cette farine, très abondante dans les criblures brutes, tend à s'interposer entre le ciment et la roche dure en empêchant l'adhérence, et en interdisant l'emploi pour le béton armé.

La fig. 3 donne le résultat de quelques mélanges. Nous tenant entre les extrêmes, le balast tout-venant d'un côté, et, de l'autre, le gravier d'Arvel 2 + 3, dont le vide relatif est trop grand à cause de la pauvreté en sable, nous avons adopté en dernière analyse le mélange de six volumes de tout-venant pour un d'Arvel N° 2 et un de N° 3, qui nous a donné une porosité forte encore (241 litres par mètre cube), mais un tassement modéré, de 6,05 %, et que les essais de résistance du béton ont classé comme spécialement bon dans notre cas.

Le ciment, mis à la base de nos recherches, est le *Holderbank* spécial, seule marque suisse de cette catégorie, qui assure à huit jours les résistances accessibles une quinzaine de jours plus tard avec les marques de qualité normale ; son prix se retrouve, et au delà, par les économies réalisées sur les temps de coffrage des pièces maîtresses. Ce ciment est un véritable Portland par sa composition

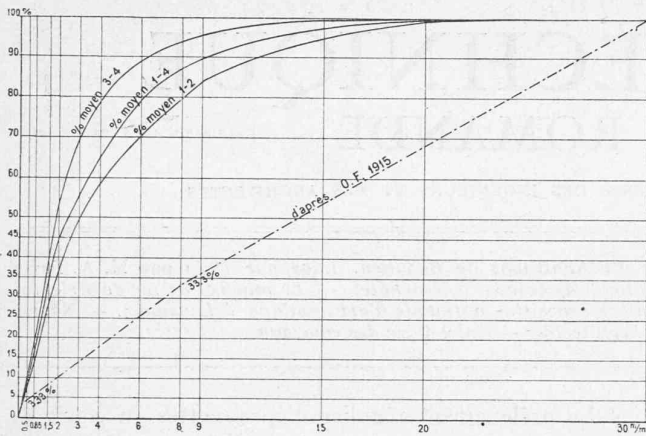


Fig. 1. — Composition granulométrique du ballast tout-venant.

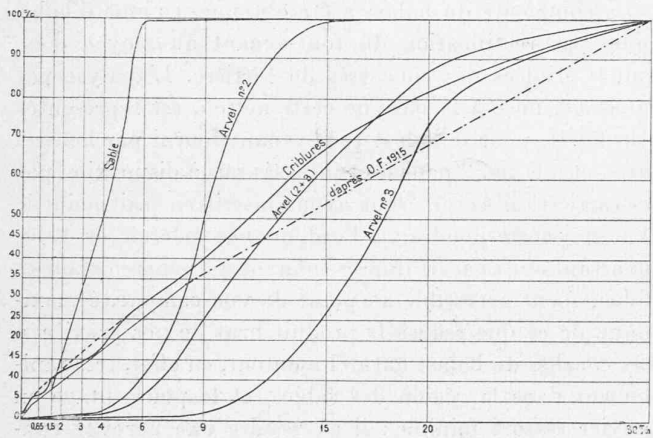


Fig. 2. — Composition granulométrique des concassés des carrières d'Arvel.

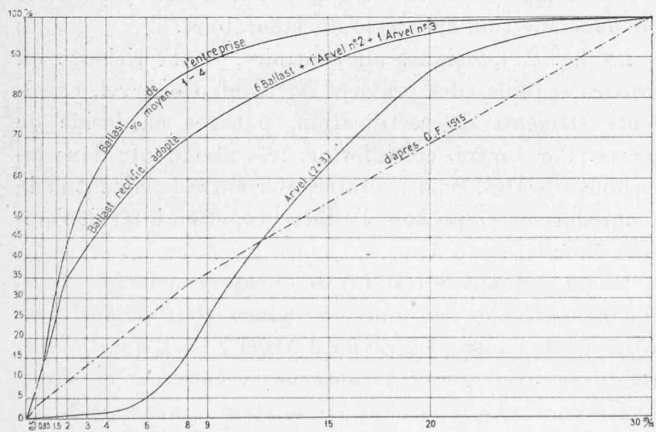


Fig. 3. — Composition granulométrique de mélanges de graviers rectifiés.

chimique, l'allure de sa prise, sa finesse de mouture et son degré de cuisson. Mais il s'en différencie par le fait de son durcissement accéléré par un usinage plus soigné, avec cuisson dans un four à zone de vitrification élargie. L'usage raisonné de liants de cette sorte, délicat évidemment à cause de qualités exceptionnelles à mettre en valeur, peut seul autoriser une dérogation aux délais normalement admis.

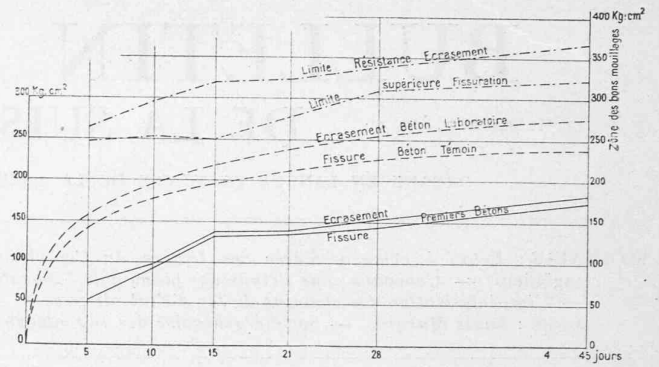


Fig. 4. — Diagramme des bétons à 300 kg/m<sup>3</sup>.

Les tableaux A et B renseignent sur les résistances obtenues sur des bétons de laboratoire d'abord, et de chantier, ensuite. Les valeurs obtenues sont reportées à la fig. 4. Ces relevés intéressent à plus d'un égard. Ainsi, le béton VI au balast naturel avec 300 kg. de ciment, contraste nettement dans le premier tableau avec les Nos I et VII rectifiés, de même dosage : les résistances à l'écrasement du béton sans concassé varient entre 81 et 98 et celles à la rupture par flexion des prismes non armés de 74 à 88 % du béton amélioré par les esquilles ; c'est une moyenne de 80 ou 88 % seulement qui atteste l'influence bienfaisante d'une adjonction modérée d'esquilles.

La fig. 4, basée sur les témoins à 300 kg. de ciment et au balast rectifié, leur rapporte les résultats tirés du tableau B. On remarque que les mouillages modérés ont livré des bétons supérieurs aux prismes de laboratoire, tandis que les premiers échantillons, suspects à cause d'un mouillage excessif, sont restés bien en dessous des résultats-types. Il en est du reste de même avec les bétons riches, dosés à 400 kg., et prévus pour les articulations de base. La comparaison entre lignes A d'un côté et C à G de l'autre montre combien un béton à 300 kg. gâché plastique peut être supérieur à un dosage à 400 kg. noyé dans un excès d'eau. La confection du béton agit souvent plus que la quantité de ciment qu'on y dépose sans réfléchir aux conditions connexes. Il n'en est pas moins vrai que les essais témoignent, toutes conditions égales d'ailleurs, d'une compacité incomparablement meilleure des bétons à 400 kg., en regard de ceux à 300 seulement. Ainsi, un cube à 400 n'ayant pu être que fissuré sous la charge primitivement prévue, la pression a dû être ramenée à près de zéro pour échange du cadran et du levier multiplicateur : au déchargement imprévu, les fentes avaient totalement disparu et le cube paraissait intact, ce que le béton à 300 ne saurait réaliser à cause des tassements intérieurs, subsistant malgré toute rectification. Ce sont aussi les dosages riches et compacts qui éclatent et projettent leurs fragments, contrastant ainsi avec les bétons moins pleins d'usage habituel.

Le prélèvement régulier d'éprouvettes en cours de construction nous a permis d'ausculter, à courts intervalles de cinq jours en moyenne, la marche du durcissement des arcs, et de donner les autorisations de décintrage en toute



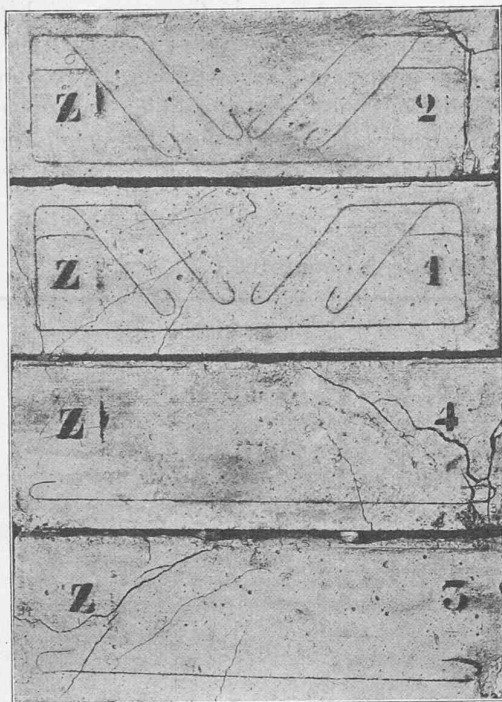


Fig. 5.

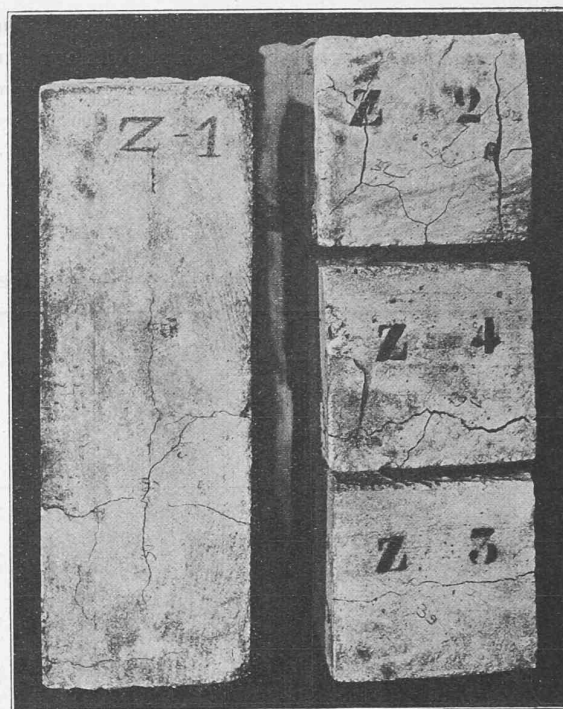


Fig. 6.

connaissance de cause. Le bâtiment fini a effectivement justifié, par sa tenue irréprochable, les soins dont sa construction avait été entourée.

Pour compléter cette série d'essais pratiques, nous avons prélevé au chantier six éprouvettes spéciales, en prismes de 12/12/36 comme les précédents, mais dont les quatre premiers étaient armés de trois barres de 14 mm. chacune, les unes droites et les autres coudées, ceci dans le but de mettre mieux en lumière les capacités élastiques d'un bon béton de chantier. Nos photographies montrent les éprouvettes enlevées de la presse après dislocation progressive achevée. Celle-ci avait été obtenue, pour les Z 1 et 2, sous des fatigues théoriques uniformes de 257 kg./cm<sup>2</sup> du béton de ciment, et de 2,5 t/cm<sup>2</sup> de l'acier façonné, tandis que les éprouvettes 3 et 4, à barres droites, ont cédé sous des fatigues de 240 et 197 kg./cm<sup>2</sup>, moins stables donc, et donnant une moyenne réduite à 219 kg./cm<sup>2</sup> n'atteignant ainsi que les 85 % de la résistance des premières. Le fort pourcentage en acier a limité l'observation à cet écrasement primaire du béton, excluant celui qui suit une distension d'armatures plus faibles. Si nous comparons les éprouvettes Z 1 et 2, normalement armées, à des prismes de béton brut de même composition et de la même fourniture, mais soumis à l'écrasement, nous sommes surpris de la concordance remarquable des résultats analogues, quoique obtenus par voies très différentes : fatigue de pression à la rupture de 257 kg. en cas de flexion en présence d'armatures, contre 252 kg./cm<sup>2</sup> fournis par le prisme non armé, pressé de bout, de la photographie 7.

Le prisme Z 6, non armé aussi, a été rompu par flexion sous une fatigue théorique de 61,6 kg./cm<sup>2</sup> de traction. Les prismes armés 1 et 2 ont accusé, au moment de la pre-

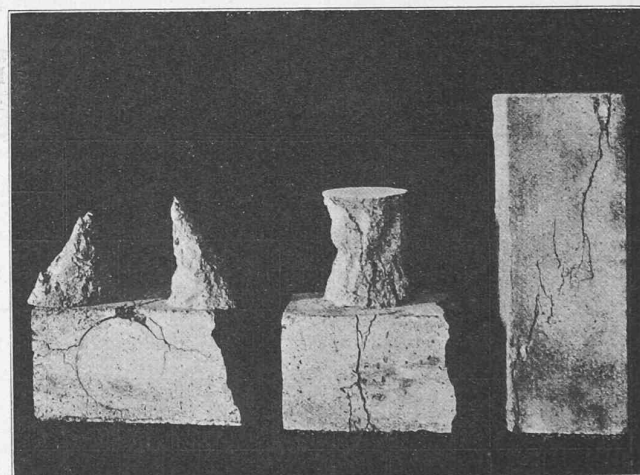


Fig. 7.

mière fissure, des fatigues théoriques de 49,5 et 57,0 kg./cm<sup>2</sup> tandis que les 3 et 4 donnaient 58,4 et 59,0 kg./cm<sup>2</sup>, témoignant de l'exagération de notre facteur d'équivalence  $n = 20$  du fer au béton, quand celui-ci n'est pas de qualité médiocre ; ne serait-il pas intéressant d'adapter nos prescriptions plutôt aux matériaux réalisés par nos entreprises, qu'à des types figés, et à certains points de vue critiquables ?

Ici, comme d'habitude, les meilleures armatures aux efforts obliques n'ont pas reculé l'instant des premières fissures, accusant la tendance intime du béton à faire « da se » aussi longtemps que ne survient pas la nécessité inéluctable d'une solidarisation au métal, conséquence d'une disposition précise des barres et non d'une simple

présence de l'armature sans liaison efficace à la masse, quelque peu inerte, du béton. Ce sont les dislocations de rupture qui témoignent de la supériorité d'une armature bien façonnée, mettant l'accent sur la conception de sécurité, au détriment du calcul étroit, forcément laissé dans l'ombre par l'objet en service.

Il ressort en résumé que si, d'une part, un béton de haute qualité, soigneusement préparé et surveillé, peut permettre en toute sûreté un décintrage hâtif et une économie notable des bois d'étagage, il faut d'autre part que le type d'armature adopté réponde de la réalisation des sécurités inscrites aux obligations du constructeur.

Tableau A. — Essais des prismes 12/12/36 de laboratoire.

Nos	Ballast Type	Dosage Holderbank spécial		RUPTURE PAR FLEXION kg/cm <sup>2</sup>									ÉCRASEMENT kg/cm <sup>2</sup>										
		Ci- ment	Densité du Béton	5 jours	10 js.	15 js.	21 js.	28 js.	45 js.	5 jours	10 js.	15 js.	21 js.	28 js.	45 js.	Fissure					Rupture		
VI	Naturel	300	2,356	26,5	36,9	39,5	43,1	38,9	46,1	115	121	157	145	201	188	117	152	168	184	225	219		
Moyenne I et VII	Rectifié	300	2,386	32,1	44,6	41,9	44,0	47,8	49,8	143	182	187	216	225	240	153	205	205	238	254	276		
II	Rectifié	325	2,418	45,8	52,8	50,7	59,3	60,6	62,9	187	201	313	282	242	298	213	234	342	327	330	352		
III	Rectifié	350	2,455	46,7	54,2	52,0	68,5	58,6	63,3	121	239	271	267	315	315	171	267	310	325	351	436		
IV	Rectifié	375	2,442	44,2	50,6	59,1	59,1	61,7	66,1	191	210	302	272	303	243	199	282	322	313	347	342		
V	Rectifié	400	2,416	37,5	45,9	48,3	46,9	59,3	56,6	171	237	284	246	333	299	189	275	311	326	353	339		

Tableau B. — Essais des prismes 12/12/36 du Chantier.

Ballast rectifié: 6 volumes St-Sulpice + 1 vol. Arvel 2 + 1 vol. Arvel 3. — Ciment portland Holderbank spécial.

nos	Do- sage	Pro- venance	RUPTURE PAR FLEXION kg/cm <sup>2</sup>							ÉCRASEMENT kg/cm <sup>2</sup>										Mouillage	
			5 jours	10 js.	15 js.	21 js.	28 js.	45 js.	5 jours	10 js.	15 js.	21 js.	28 js.	45 js.	5 jours	10 js.	15 js.	21 js.	28 js.		45 js.
A 1 à 6	400	Artic. 1-2	35,3	27,2	18,9*	37,8	37,8	37,3	121	129	161	154	172	210	125	145	173	174	187	243	Trop d'eau Poreux
D 19 à 24	400	Articul 4	51,7	56,4	56,3	57,8	69,3	68,9	225	244	251	277	269**	304	303	304	320	324	329	386	Plutôt trop d'eau
B 7 à 12	300	Arc 1-2	22,2	28,0	26,9	32,9	37,0	39,4	54	91	131	133	143	174	73	98	137	139	154	182	Trop d'eau
C 13 à 18	300	Arc 3	44,6	50,6	54,6	54,9	63,5	68,2	183	214	250	257	284	257	229	270	305	322	325	335	Plastique Bon
E 25 à 30	300	Arc 4	41,2	48,6	56,8	60,2	66,2	73,3	244	185	228	—	309	322	263	263	319	291	339	363	Bon
F 31 à 36	300	Arc 5	45,5	55,6	53,3	58,3	64,5	60,3	162	253	249	277	293	317	245	296	301	316	337	365	Bon
G 37 à 42	300	Arc 6	31,9	44,3	46,7	45,4	47,3	54,3	187	203	223	221	204	243	202	245	241	249	242	271	Bon
Prélevem sur arc	300	id.			44,0	43,2		51,8			221	182		264			236	222		322	Liquide
H 43 à 48	300	Arc 7	38,7	46,9	46,4	48,4	48,2	57,2	192	192	194	236	279	283	208	209	232	277	289	294	Plutôt sec
I 49 à 54	300	Arc 8	34,2	47,7	41,6	44,6	46,7	51,2	135	177	153	209	183	232	156	194	217	232	227	271	Bon Plutôt sec

\* Grumeaux de terre dans la cassure.

\*\* Au centre, un grain d'hydrate de fer.