

Le béton précontraint

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **12-13 (1944-1945)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-145221>

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 DU CIMENT

AOÛT 1944

12ÈME ANNÉE

NUMÉRO 8

Le béton précontraint

Considérations sur son état actuel et ses possibilités
de développement

- 1) **Caractéristiques et avantages du béton précontraint.**
- 2) **État actuel de nos connaissances:**
 - a) **Résultats fournis par l'essai des matériaux.**
 - b) **Données théoriques.**
 - c) **Realisations.**
- 3) **Exigences de natures technique et économique.**
- 4) **Perspectives et conclusions.**

Pendant cette guerre, le béton précontraint a subi un grand essor qui a éveillé un vif intérêt dans le monde technique. Depuis l'échec des premiers essais de Koenen et de Lund, en 1906, de grands progrès ont été réalisés. Après une période de stagnation, Freyssinet a repris l'étude du problème sur des bases nouvelles. C'est lui qui, le premier, a compris l'importance du fluage et a élaboré les principes de construction qui ont permis le développement du béton précontraint. L'impulsion qu'il lui a donnée se manifeste aujourd'hui dans une étonnante diversité de possibilités pratiques qui sont encore loin d'être épuisées.

Dans l'étude qui suit, nous passons brièvement en revue les principales caractéristiques du béton précontraint et les données que nous possédons à son sujet.

1) **Caractéristiques et avantages du béton précontraint.**

Le béton précontraint est un « nouveau matériau » possédant des propriétés statiques nouvelles. On le créa en partant de la conception du béton sans fissures. La résistance insuffisante du béton à la traction est compensée par l'application d'un effort artificiel

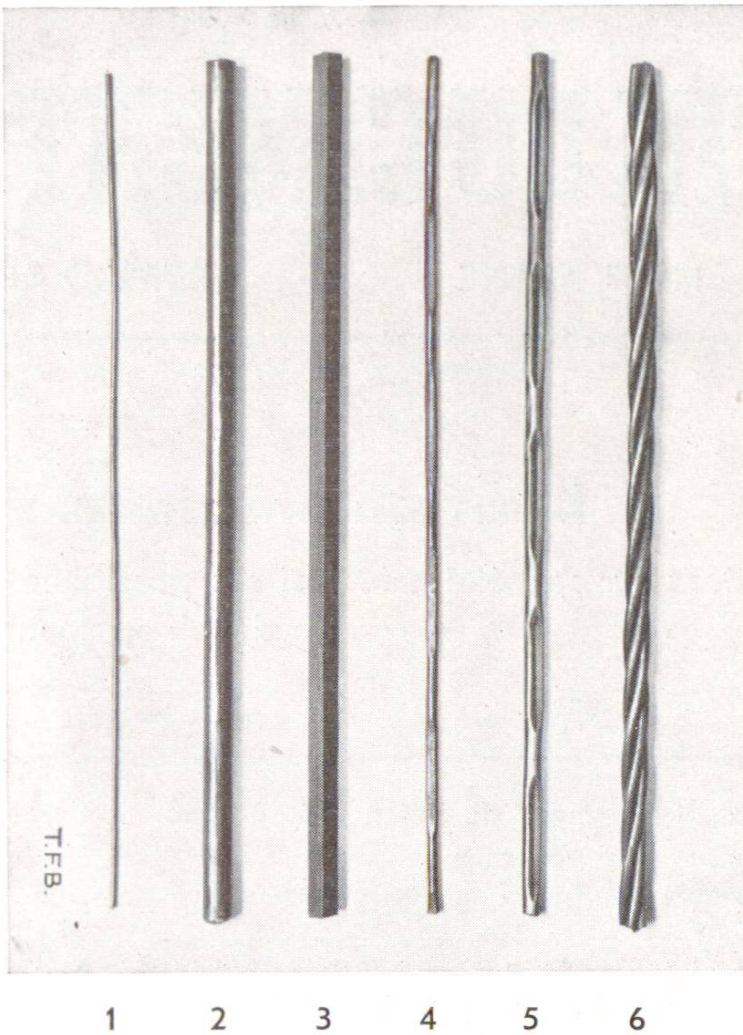


Fig. 1

Armatures en acier pour béton précontraint

1. Fil d'acier „corde à piano”, \varnothing 1,5 mm, résistance à la traction $> 250 \text{ kg/mm}^2$
2. Fil d'acier breveté \varnothing 7 mm, à haute limite apparente d'élasticité (Fabr. Tréf. Réun. Bienne)
3. Fil d'acier à section carrée, 5 x 5 mm (Fabr. Tréf. Réun. Bienne)
4. Fil spécial à empreintes obtenues par laminage (amélioration de l'adhérence au béton) \varnothing 2,5 mm, résistance à la traction $\sim 200 \text{ kg/mm}^2$ (Brevet Voco, Reinach)
5. Fil spécial, \varnothing 4 mm, résistance à la traction $\sim 160 \text{ kg/mm}^2$
6. Câble en acier, \varnothing 2,6 mm, résistance à la traction du fil $160 \div 180 \text{ kg/mm}^2$ (Brevet \oplus N° 227 755, A. Keller, ing.)

de compression tel que le béton précontraint n'est soumis qu'à des efforts de compression. Grâce à sa résistance à la compression, le béton est justement prédestiné pour ce genre de sollicitation. La section du béton travaille d'une manière homogène à la compression et peut être utilisée **entièrement**, contrairement au béton armé ordinaire où elle réagit aussi bien à la **traction** qu'à la **compression**. Comme on admet à priori l'hypothèse de Navier-Bernoulli et la loi de Hooke, on peut appliquer la loi de la superposition pour les différents systèmes de contraintes résultant de la précontrainte, du poids mort et des surcharges. Les armatures servent avant tout à précomprimer le béton. Grâce à la réserve artificielle de béton comprimé dans la section, elles n'absorbent qu'une partie insignifiante des efforts provoqués par les surcharges (phase 1) ^{1, 2}.

L'influence du retrait et du fluage doit être sérieusement examinée, car elle annule une proportion importante de la précontrainte.

Les avantages principaux du nouveau matériau sont:

Pas de fissures (ce qui est particulièrement favorable dans les constructions sollicitées dynamiquement, et dans celles qui doivent être spécialement étanches).

3 Diminution de poids. L'économie qui résulte de la réduction du poids affecte toute la construction jusqu'aux fondations. Elle permet de projeter des ouvrages très élégants avec des éléments de **hauteurs réduites** (p. ex. ponts-dalles et ponts-poutres).

Economie d'acier. Celle-ci est particulièrement la bien-venue aujourd'hui.

2) Etat actuel de nos connaissances.

a) Résultats fournis par l'essai des matériaux.

Les nombreux essais effectués par nos divers instituts (p. ex. les essais du prof. Dr. M. Ritter à Schinznach³, ceux du prof. Bolomey à Lausanne⁴, les essais du L. F. E. M. — prof. Dr. M. Ros) ont fourni d'intéressantes données qui ont permis de fixer les conditions suivantes:

Béton: Pour permettre une majoration des contraintes admissibles et réduire le fluage, seul un **béton à très haute résistance et de qualité supérieure** est admissible. (Essais granulométriques soignés, dosage exact du facteur ciment-eau, vibration du béton, ciments spéciaux à hautes résistances initiales, etc. En outre, le fluage dépend encore de l'âge du béton lors de la précompression et de la grandeur de celle-ci.)

Acier: On emploiera de l'acier spécial à très haute résistance. La prétension, choisie en fonction de la limite apparente d'élasticité et de la résistance à la traction sera aussi élevée que possible. On tiendra compte du rôle prépondérant de l'adhérence et de l'ancrage des fers dans le béton; un glissement des fers peut anéantir toute leur précontrainte (surtout dans des grandes pièces).

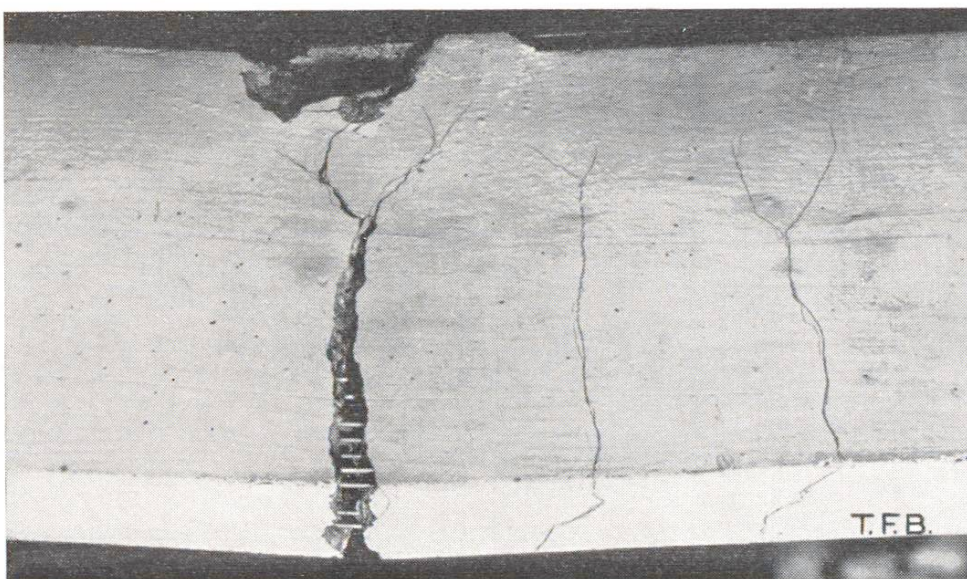


Fig. 2 Poutre d'essai en béton précontraint après l'essai de rupture. Fissuration caractéristique (Essais de Schinznach, S.I.A.)

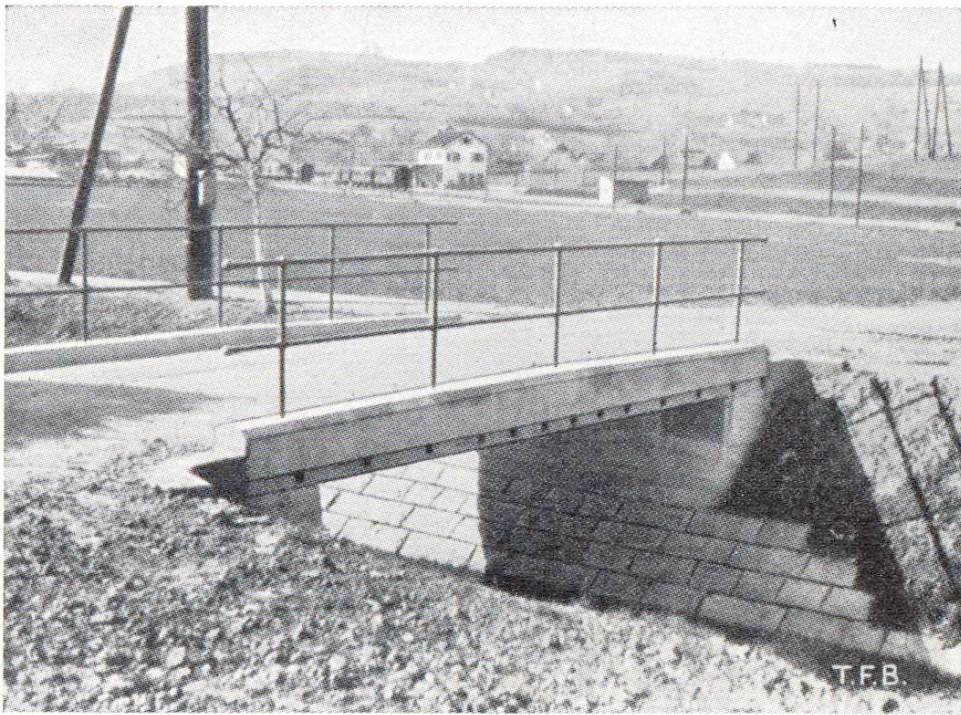


Fig. 3 Pont-route construit en béton précontraint. Armature précontrainte en câbles d'acier

La Techniques des essais comprend des essais statiques et dynamiques (fatigue) approfondis, ainsi que les essais spéciaux des matériaux employés. Elle fournit des critères précis pour juger les constructions précontraintes, tels que le moment de fissuration, le moment de rupture, le **coefficient de fissuration**, les coefficients de sécurité relatifs à la **fissuration** et à la rupture.

b) Données théoriques.

Les cas de sollicitation étant plus nombreux que pour le béton armé ordinaire, les calculs sont aussi plus longs. L'application de la théorie des tensions internes⁵ permet de déterminer exactement l'influence du retrait et du fluage et de calculer les contraintes et les sections au moyen d'expressions simples (auparavant, on ne tenait compte du retrait et du fluage que d'une manière générale).

Il faut encore résoudre définitivement le problème des contraintes de cisaillement, des contraintes principales obliques d'extension et des contraintes transversales d'extension. Le calcul des systèmes hyperstatiques peut être élaboré à partir des mêmes données. En outre, on voit que certains problèmes spéciaux ne peuvent être solutionnés qu'en considérant un système de contraintes à deux dimensions.

Les contraintes calculées et les résultats de l'essai permettent une appréciation exacte dès que les constantes des matériaux introduites dans le calcul sont données expérimentalement (modules d'élasticité, coefficients de retrait et de fluage).

5 c) Réalisations.

On distingue principalement deux types de constructions:

- I: Constructions à ancrage « continu », c'est à dire avec des armatures précontraintes noyées dans le béton. La précontrainte est transmise directement au béton par le jeu de l'adhérence entre les fils et le béton, d'où le rôle éminent de l'adhérence.
- II: Constructions avec évidements prévus dans lesquels les fers sont introduits, puis mis sous tension et ancrés aux extrémités (Freyssinet).

Une combinaison des deux types est également possible. Les deux ont leurs avantages et leurs inconvénients. En général, la mise sous tension est plus simple pour le type I, mais il est difficile d'obtenir une adhérence parfaite et le procédé de fabrication est plus lent, car il faut attendre que le béton ait suffisamment durci. Pour le type II, il est possible d'accélérer la fabrication et d'éliminer une partie du retrait et du fluage par la mise sous tension ultérieure des fers, par contre l'ancrage est compliqué et offre des difficultés.

Quelques exemples montreront l'extrême diversité des applications.

Ponts.

De nombreux ponts-poutres des autostrades allemandes⁶. Portées jusqu'à 43,5 m.; consommation élevée d'acier, car les précontraintes sont trop faibles; la mise sous tension des étriers est précaire. Quelques remarquables ponts-dalles en France (1942/43), d'une légèreté étonnante. Actuellement, un pont en arc surbaissé

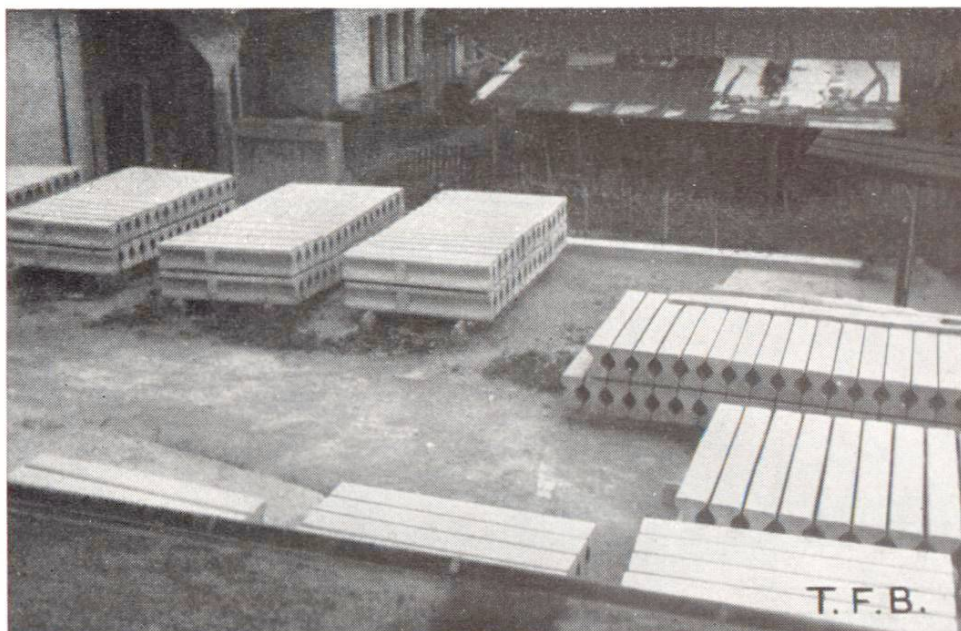


Fig. 4 Pièces finies en béton (socles de poteaux) armées de câbles en acier précontraints

6 à 2 articulations est en construction près de Luzancy. Sa portée est de 55 m., sa section en caisson n'a que 1,25 m. de hauteur à la clef. En Suisse, il faut signaler quelques passages sur voie qui ont été exécutés par les CFF. Leurs portées sont encore modestes.

Bâtiment.

Construction de halles et de fermes de grande portée, portiques, surtout en Allemagne.

La fabrication en série de nombreux éléments de construction est très en vogue. Mentionnons p. ex. les poutres de plancher de tous genres, les poteaux de conduites aériennes et les socles de poteaux en bois (CFF), les traverses de chemin de fer, les tuyaux, etc. (On procède aussi à la fabrication de pièces isolées et à l'assemblage avec mise sous tension sur le chantier, d'après la méthode Freyssinet.)

3) Exigences de natures technique et économique.

Au point de vue économique, le béton précontraint n'a pas encore atteint une situation stable. Cela provient en partie de l'appareillage technique compliqué, du temps prolongé de fabrication et des frais de transport des éléments précontraints.

La fabrication en série exige une amélioration et une simplification des installations techniques et une accélération du procédé de fabrication en vue d'assurer son rendement. Une installation de mise sous tension à ancrage indépendant des fers, c'est à dire de nouveau utilisable immédiatement après l'application de la précontrainte et un durcissement plus rapide du béton devraient permettre de rendre la fabrication plus rationnelle.

Dans les grands ouvrages, la mise sous tension se fait sur le chantier même. Le guidage des fers, leur ancrage et leur adhérence jouent alors un rôle important⁷. Dans ce cas, la technique de la prétention peut également accomplir de grands progrès, sans dommage pour la sécurité indispensable.

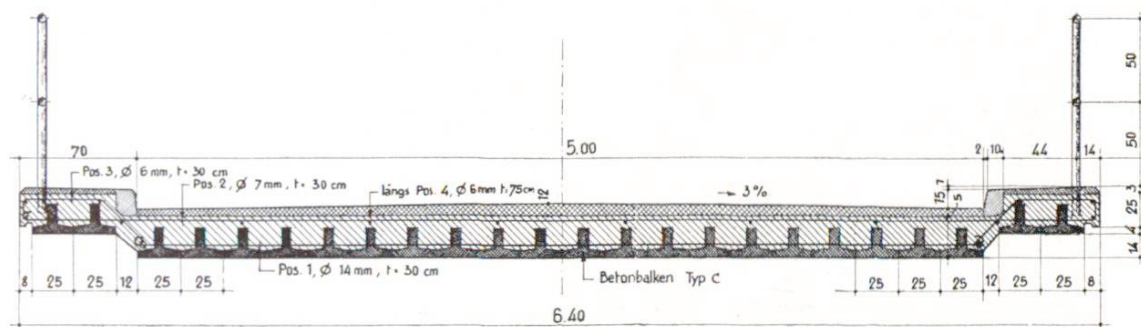


Fig. 5 Détail de la coupe transversale d'un pont. Exemple de l'emploi d'éléments précontraints comme armature (Neue Granito Bau AG., Zurich)

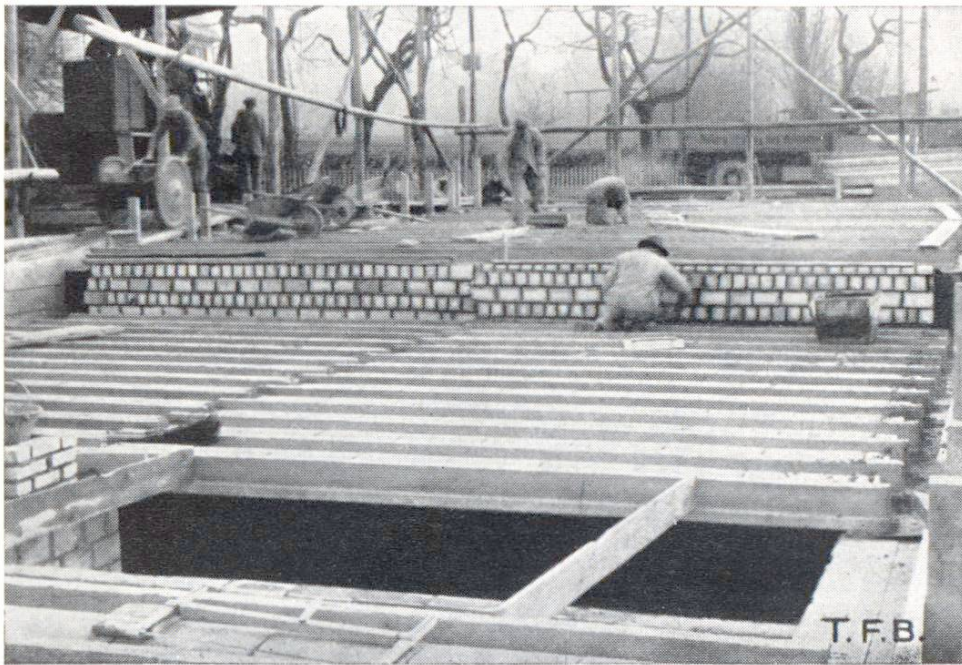


Fig. 6 Planchers à hourdis avec poutres précontraintes fabriquées en série, pendant l'exécution

4) Perspectives et conclusions.

Le béton précontraint est encore en plein développement. On remarque déjà la tendance à augmenter le rendement économique, soit par une amélioration des qualités du béton et de l'acier, soit par l'application de nouveaux principes de construction et de fabrication. Dans cet ordre d'idées, signalons une nouvelle « construction composée à éléments solidaires »⁸, constituée par des éléments précontraints servant « d'armature », adhérant à du béton mis en œuvre ultérieurement. Ce dernier étant mis en place sur le chantier, il en résulte une réduction des frais de transport. Les nouvelles idées sont à l'ordre du jour: rappelons l'invention du béton expansif⁹ qui est précomprimé par son adhérence à l'armature. Pour l'instant, il n'est pas encore possible de dire si cette idée soutiendra dorénavant l'épreuve pratique.

Les perspectives d'avenir du béton précontraint¹⁰ peuvent être jugées positivement, non seulement à cause de l'économie d'acier, bienvenue aujourd'hui, mais surtout en tenant compte des avantages caractéristiques inhérents à ce nouveau matériau et qui lui ouvrent un vaste champ d'application et de développement. Grâce à un meilleur rendement économique, cette nouvelle méthode de construction prendra naturellement sa place parmi celles qui existent déjà, et elle permettra de réaliser entièrement les nombreux problèmes qu'elle est à même de résoudre.

- 1 Prof. F. Panchaud, Quelques aspects du calcul des ouvrages en béton précontraint, bull. techn. S. R., 30 oct. et 30 nov. 1943.
- 2 Prof. Stucky, Le béton précontraint, bull. techn. S. R., 10 juillet 1943.
- 3 Essais de Schinznach, récapitulation des résultats.
- 4 Prof. Bolomey, Déformations élastiques et plastiques . . . , bull. techn. S. R., 25 juillet 1942.
Contribution à l'étude du béton précontraint, bull. techn. S. R., avril à juin 1943.
- 5 Dr. P. Lardy, Tensions internes et béton précontraint, revue polytechnique suisse, 30 janvier 1943.
Calcul général des sections et des contraintes . . . , rev. polytechn. suisse, 15 mai 1943.
- 6 Moersch, Poutres en béton précontraint.
- 7 M. R. Ros, ing. dipl., L'application de la précontrainte à la construction de ponts en béton armé . . . , rev. polytechn. suisse, 21 août 1943.
- 8 Dr. P. Lardy, Constructions en béton armé avec éléments précontraints enrobés . . . , rev. polytechn. suisse, 29 avril 1944.
- 9 Lossier, ing., Les ciments expansifs, génie civil, 15 avril et 1er mai 1944.
- 10 Bulletin du ciment No 6/1942, Constructions précontraintes en béton armé.

P. L.