

# Quelques réflexions à propos du cours de béton armé de la S.I.A. organisé à Lausanne, du 8 au 12 octobre 1929

Autor(en): **Ajax**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **55 (1929)**

Heft 22

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42686>

## **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

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

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

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

SOMMAIRE : *Quelques réflexions à propos du cours de béton armé de la S. I. A., organisé à Lausanne, du 8 au 12 octobre 1929.* — *Les hangars à dirigeables de l'aéroport d'Orly, par M. EUGÈNE FREYSSINET, ingénieur.* — *Essais des matériaux de l'industrie aéronautique (suite et fin).* — *Concours d'idées pour l'étude des plans de construction d'un nouveau temple au Landeron.* — *Convention entre la Suisse et l'Allemagne sur la régularisation du Rhin entre Strasbourg-Kehl et Istein.* — *Congrès international de Photogrammétrie, Zurich 1930.* — *Conférences.* — *NÉCROLOGIE : Camille Chenuz.* — *Paul Piccard.* — *BIBLIOGRAPHIE.*

Ce numéro contient 16 pages de texte.

## Quelques réflexions à propos du cours de béton armé de la S. I. A.

organisé à Lausanne, du 8 au 12 octobre 1929.

Le programme en tous points excellent qu'avait élaboré la Commission des cours de la S. I. A. sous l'habile direction de M. A. Stucky a permis, tout particulièrement aux auditeurs de langue française, d'apprécier un régal qui leur est rarement offert dans ce pays avec une telle ampleur. Qu'il soit permis d'aborder par cet organe quelques libres réflexions, non sur le cours lui-même, mais sur la conception générale qu'on se fait aujourd'hui du béton armé dans les diverses écoles qui trouvent en Suisse un point de croisement.

La direction des cours a eu certainement la main heureuse, en réussissant à amener à Lausanne, à côté des spécialistes suisses dont chacun ici apprécie la haute valeur, deux personnalités éminentes du monde technique français qui, soit dans leur exposé, soit par leur conversation, ont ouvert des horizons dont la nouveauté et l'étendue méritent bien d'être mises en évidence.

Sortis de la même promotion de Polytechnique, MM. Caquot et Freyssinet ont en commun la passion des recherches nouvelles et la ténacité méthodique qui permet d'aboutir à des résultats, tout en ayant l'un et l'autre leur caractère particulier si différent qui a fait du premier, professeur à l'École des Mines, le chef des Services techniques de l'Aéronautique en France, à une époque et dans un domaine où tout, dans l'utilisation des matériaux, restait à créer et à mettre au point et, du second, l'auteur des fameuses voûtes creuses des Hangars d'Orly et du viaduc de Plougastel dont les trois arches continues de 180 m de portée dans la rade de Brest sont dans la mémoire de tous les lecteurs de nos journaux techniques.

\* \* \*

Ce qui semble caractériser l'activité de ces chercheurs de France, dans le domaine encore si mal exploré du béton armé, c'est la hardiesse des conceptions, soutenue par une vraie liberté à l'égard des données actuelles de

la matière et à l'égard de la réglementation des constructions.

Chacun sait qu'en effet, à l'inverse de notre ordonnance de 1915 sur les constructions en béton armé qui prescrit des limites de fatigue déterminées pour le fameux béton « normal », la circulaire ministérielle française de 1906 adapte le taux de travail du béton armé à la qualité de la composition choisie, en fixant la limite de fatigue à la compression aux 28% de la résistance à l'écrasement acquise par des éprouvettes cubiques non armées, de 20 cm d'arête, après 90 jours de prise.

Cet exemple, parmi d'autres de même esprit, marque bien la différence entre l'une et l'autre conceptions de la réglementation et laisse déjà deviner à lui seul la répercussion qui ne devait pas manquer de se produire de l'un et de l'autre côté d'une même frontière.

L'une et l'autre conceptions se soutiennent d'ailleurs à des points de vue différents. Que l'administration, en toute chose se montre prudente, elle est bien dans son rôle, mais quand elle tend à faire prédominer dans un pays l'esprit de prudence et même de crainte, on peut être assuré qu'elle tue peu à peu l'esprit de recherche et qu'elle conduit à cette routine de l'ordre constructif qui est la fin des belles constructions.

Les règlements sont évidemment là pour qu'on les applique et les closes d'exception deviennent bientôt lettre morte, quand ceux qui sont appelés à les accorder s'habituent à demeurer bien au-dessous des taux que la technique moderne permet d'obtenir. C'est pourquoi il est très important que le libellé du règlement ne réduise pas jusqu'à les tuer peu à peu l'imagination et l'esprit d'initiative du constructeur et de l'entrepreneur. Plutôt que de limiter le taux de travail à un chiffre absolu pour tel type d'ouvrage, il est bien préférable de chercher à améliorer la qualité des matériaux jusqu'à faire face aux conditions d'exécution. Jamais, nous disait M. Freyssinet, vous n'arriverez à obtenir des bétons de résistance très supérieure à votre moyenne actuelle, si vous vous bornez à fixer des taux limites, car le fabricant de ciment n'a plus alors aucun intérêt à rechercher une amélioration sensible de la qualité, puisqu'il est sûr que celle qu'il vend aujourd'hui est suffisante au

point de vue du règlement et permet d'obtenir les taux de travail nécessaires.

D'une manière générale, on indique beaucoup trop peu encore, dans les cahiers des charges, le but à atteindre et l'on prescrit trop souvent les moyens de l'atteindre. Après les résultats si concluants de l'analyse granulométrique et de l'importance de l'eau de gâchage, pourquoi continuer à prescrire d'avance un dosage du ciment par m<sup>3</sup> de sable et gravier mélangés dans des proportions fixées d'avance? L'esprit nouveau instituera l'idée de l'essai, pas tant celui du laboratoire d'essais dont chacun ne peut faire l'acquisition, ni l'usage continu, que l'esprit d'analyse et de recherche qui consiste, par des moyens aussi simples que possible, à examiner les éléments qui entrent dans la composition du béton et à en rechercher le mélange le meilleur.

Quand, pour atteindre le taux de 75 à 80 kg/cm<sup>2</sup> à la compression dans un ouvrage, nous aurons recours à des essais et à la libre concurrence (même, s'il le faut, entre les fournisseurs de ciment du pays et les fournisseurs étrangers), ce jour-là nous ferons certainement un grand pas en avant à notre technique actuelle du béton armé.

Ce qui nous manque aujourd'hui, ce ne sont pas les méthodes de calcul des systèmes dont on nous a donné à Lausanne une brillante leçon, ni la conscience dans l'exécution, que nous pouvons atteindre aussi bien que d'autres, mais ce sont bien plutôt les résultats élémentaires de la résistance du complexe : béton armé. En entendant nos éminents collègues de France, nous avons l'impression d'être restés beaucoup trop figés dans la théorie et le règlement ; nous faisons certainement des progrès, mais minimes, qui semblent tendre asymptotiquement vers une limite que nous ne dépassons plus ; pendant qu'eux, sur la base d'essais ingénieux et méthodiques, ont fait des bonds en avant et atteignent aujourd'hui des proportions qui nous étonnent.

\* \* \*

Il y a une vraie hardiesse, intelligente et réfléchie, qui voit le but à atteindre et s'efforce de l'atteindre par la discipline intellectuelle de l'essai méthodique dans l'atmosphère d'une réglementation libérale, comme il y a aussi une fausse hardiesse qui consiste à construire trop léger, sous l'impression vague que, devant la complexité de l'expérience, un béton résistera toujours plus qu'on le dit et que les charges mises dans les données du calcul ne seront jamais atteintes.

Il ne faut évidemment pas généraliser un tel état d'esprit qui règne et qui ne demande, en somme, pas mieux que de s'améliorer, mais nous devons bien nous rendre compte que trop souvent nous nous cachons à l'abri d'une science prudente *für Lehr-und Handbücher* et que nous pratiquons beaucoup trop peu encore chez nous l'essai de chantier.

\* \* \*

Peut-être y aurait-il un intérêt à ce que nos laboratoires d'essais deviennent un peu plus « populaires ». Leur abstention, dans les leçons faites à Lausanne, a sans doute été remarquée, bien qu'on sache, dans le monde technique et d'après leurs publications très appréciées que leurs recherches sont à la hauteur des circonstances actuelles. Il est aussi très regrettable que, dans le domaine courant de l'essai des éprouvettes, les uns et les autres ne se soient pas mis d'accord pour les exécuter dans des conditions analogues. Que penser du fait que, dans certains de nos laboratoires, on essaie le cube dans le sens du damage, après l'avoir centré, tandis qu'ailleurs, on ne prend pas les mêmes précautions, ce qui a pu faire ressortir, pour un même béton, des résultats d'essais variant parfois du simple au double !

C'est en cela qu'il nous faut un règlement, et surtout une discipline qui permette tout au moins de rendre comparables les résultats obtenus par tout le monde, car si l'on n'est pas d'accord sur la résistance du cube et sur la manière d'entreprendre l'essai le plus simple, comment prétendre à la recherche de résultats meilleurs?

\* \* \*

Une telle divergence conduit naturellement à un manque complet de certitude et empêche d'atteindre, dans les ouvrages, un taux de travail convenable. Cette idée, qui ne fut d'ailleurs pas exprimée à Lausanne, rappelle un paradoxe de M. Freyssinet, d'après qui l'ingénieur qui n'aurait jamais eu d'accident sur ses chantiers a bien des chances d'être néfaste à l'économie nationale ; car, disait-il, celui qui n'a pas connu de mécompte, travaille sans doute bien en deçà de la fatigue admissible de la matière et conduit ainsi à des dépenses inutiles qui, en se généralisant, épuisent dans une forte mesure les possibilités de construire. Un accident isolé, bien caractérisé, coûte peut-être moins cher à la communauté que les dépenses inutiles faites pour des constructions trop lourdes.

\* \* \*

Dans l'admirable « Aperçu général » de M. Caquot sur la résistance de la matière et son application au béton armé, on a pu sentir combien l'esprit de généralisation des études peut conduire à des résultats précieux. M. Freyssinet, de son côté, l'a prouvé par l'exemple qu'il a donné du transporteur à câbles, de 690 m. de portée, du viaduc de Plougastel : « Divers spécialistes, Français, Allemands et Italiens consultés ont déclaré ce programme irréalisable dans les conditions de portée et de hauteur imposées. J'ai alors construit moi-même mon transporteur.

» Je n'hésiterais pas, actuellement, à construire des transporteurs de ce type pour une portée double, et pour de très grandes puissances ; on pourrait sans inconvénient atteindre des vitesses de l'ordre de 100 km à l'heure.

Poussé trop loin, l'esprit de spécialisation (tel que

nous l'adoptons trop souvent, à l'instigation de certaine conception allemande ou américaine) ne permet pas de dépasser certaines bornes qui, utiles pendant quelques années, arrêtent néanmoins le progrès. La spécialisation, c'est la mort de l'imagination.

\* \* \*

Il existe, en somme, deux tendances, dans le béton armé comme ailleurs. Celle qui conçoit largement et qui, basée d'abord sur l'imagination et l'intuition profonde de la réalité, cherche par l'essai méthodique des résultats nouveaux; c'est elle qui permet de découvrir des horizons et de dépasser les résultats acquis. L'autre tendance, qui vise à améliorer sans cesse, affine la théorie et se termine dans le contrôle et la réglementation.

Ces deux tendances sont sans doute également utiles à des points de vue différents. L'essentiel, c'est qu'on les considère toutes les deux et non pas une seule à l'exclusion de l'autre.

15 octobre 1929.

AJAX.

## Les hangars à dirigeables de l'aéroport d'Orly<sup>1</sup>

par M. Eugène FREYSSINET, ingénieur.

J'ai fait exécuter en 1923-24 deux hangars à dirigeables qui ont extérieurement 300 m de longueur, 92 m de largeur et 58 m de hauteur.

Ils ont suscité une curiosité qui s'explique par les dimensions exceptionnelles de ces constructions, et aussi par le caractère très moderne de ces bâtiments et des moyens d'exécution employés.

Le concours était ouvert à tous les genres de construction. Parmi les propositions remises, il y avait des charpentes métalliques, des constructions mixtes, des constructions en béton armé de systèmes très différents. Celles que nous allons décrire ayant été de beaucoup les meilleurs, on les a adoptées sans discussion.

Le programme imposait un gabarit libre de tout obstacle groupant, extérieurement à un cercle de 50 m de diamètre cinq passerelles de service supportant des rails de roulement. (Fig. 3.)

Un hangar doit résister à deux catégories d'efforts: son poids propre et l'action du vent. Il est d'abord évident que la meilleure solution est un monolithe, y compris la couverture, pour la raison que dans ce système un même élément de matière contribue simultanément à la clôture et à la stabilité sous les efforts de toute origine.

Au point de vue des effets de la pesanteur, on se placera dans les meilleures conditions possibles, si chaque élément de la construction compris entre deux sections

<sup>1</sup> Leçon faite au Cours théorique et pratique de béton armé, organisé par la Société suisse des ingénieurs et des architectes, à Lausanne, du 8 au 12 octobre dernier.

planes voisines, faites normalement à l'axe, a pour fibre moyenne une courbe funiculaire de son poids. Toute flexion due au poids sera ainsi supprimée.

Restent les efforts du vent qui sont les plus importants dans une construction aussi haute. Il ne dépendent que du gabarit extérieur et se manifestent par des moments de flexion considérables. Tout le problème consiste à donner à la construction les moments d'inertie nécessaires pour résister à ces flexions.

La solution rationnelle consiste donc à distribuer de la matière, selon une courbe funiculaire de son poids, de manière à l'utiliser le mieux possible pour créer de grands moments d'inertie, sous une forme permettant une exécution facile.

Une voûte creuse, formée de deux hourdis reliés de distance en distance par des éléments plans normaux aux génératrices, réalise la meilleure distribution possible de la matière, quant aux flexions (fig. 1).

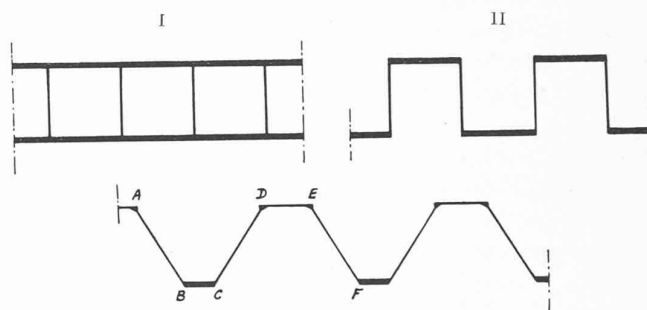


Fig. 1.

Elle peut sans difficulté être établie suivant un funiculaire de son poids, mais elle présente les difficultés d'exécution connues des corps creux.

Le schéma II offre à peu près les mêmes avantages quant à la résistance aux flexions, sans donner lieu à aucune difficulté d'exécution.

Le schéma III réduit par rapport au schéma II le développement des parois à exécuter tout en conservant la même inertie par une concentration convenable de la matière en A, B, C; de plus, et ce point est capital, il nous donne des formes faciles à démouler, par simple séparation du moule en deux parties. Cette forme représente la section droite d'un élément de la construction d'Orly.

On obtient ainsi une voûte formée d'un hourdis ondulé, mais sans nervures, allant sans interruption d'une retombée à l'autre, sous la forme d'un funiculaire de son poids. Aucune charpente. La résistance aux flexions résulte de la forme de la paroi, comme dans une tôle ondulée.

Chaque onde a 7 m 50 de largeur et 3 m de hauteur au sommet de la construction. Cette hauteur croît, lentement d'abord, puis plus vite, jusqu'à 5 m 40 aux appuis. Les sections normales successives sont des projections sur des plans passant par la ligne de base, de la section de clef; en conséquence, la section droite