

# Nouveaux modes de constructions en béton, béton armé et béton précontraint

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **3 (1948)**

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-4006>

## **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.

**Nouveaux modes de constructions en béton,  
béton armé et béton précontraint**

**Neuere Bauweisen des Massivbaues**

**Developments in building structures in concrete and masonry**

**Rapport général – Generalreferat – General Report (1)**

PROF. A. CAQUOT

Membre de l'Institut, Paris

La fabrication, la mise en place, la conservation et l'essai du béton ont fait l'objet de six rapports spécialisés d'un grand intérêt.

**Thème IIa**

R. Vallette

Pour la *fabrication*, M. Vallette expose la conception actuellement appliquée en *granulométrie* par la Société nationale des Chemins de fer français.

Comme le montre la théorie de « l'effet de paroi », dont les constantes peuvent être aujourd'hui exactement déterminées, la granulométrie discontinue est nettement supérieure à la granulométrie continue, et tout spécialement dans la zone des fins.

Mais il faut éviter l'écueil d'une fabrication par un mélange peu stable, se ségrégant facilement, et difficilement ouvrable.

M. Vallette part des lois de Feret en ce qui concerne la résistance, et distingue très justement les bétons à 2, 3 ou 4 éléments, suivant que l'on prévoit un mortier, ou un béton à éléments de plus en plus gros.

L'exposé donne avec l'indication des compositions, les résultats obtenus dans certains domaines — mortier, béton de gravillons —, et prévoit une extension aux agrégats tout venants.

Ce rapport correspond à de nombreuses applications, avec de bons résultats; il donne des renseignements intéressants.

---

(1) Plusieurs des mémoires de ce thème, étant parvenus en dernière minute, ne sont pas cités dans le présent rapport. Un compte rendu en sera donné dans le *Rapport Final*.

L'échelonnement des diamètres prévus d'un élément à l'autre est plus serré que l'échelonnement théorique; il correspond à un compromis entre les qualités de résistance et la facilité et la régularité de mise en place.

#### R. Dutron

Pour la mise en place par *vibration*, M. R. Dutron donne tout d'abord les résultats de ses essais sur la comparaison de consistance des bétons suivant les *divers modes* de serrage.

Puis il envisage les questions de *revibration* et de *survibration* qui se posent dans la fabrication par couches successives, et montre la supériorité de la vibration interne.

Il étudie avec grand soin les meilleures conditions d'emploi, le mouillage du béton, l'épaisseur des couches, le temps de vibration utile, plus important pour la première couche limitée entièrement par le coffrage. Il fixe les meilleures positions de l'aiguille en profondeur et en plan, et montre que le rayon de la vibration augmente peu avec le temps.

La présence des armatures, ou la faible épaisseur de la plaque de béton correspondent à des conditions supplémentaires qui peuvent motiver l'emploi des vibreurs de surface, ou de vibreurs d'armatures.

Enfin, le rapport montre l'application de ces résultats à trois ouvrages d'art dont l'auteur a suivi l'exécution.

Nous aurions aimé que chaque exposé fût éclairé par des figures, et que les expériences nous soient décrites en raison de l'importance des conclusions et de leur intérêt technique.

#### R. L'Hermite

L'*action de la vibration* a fait également l'objet d'une communication de M. R. L'Hermite, qui cherche à substituer une *doctrine cohérente* à l'empirisme déduit directement de l'essai correspondant à l'emploi.

Il commence donc par étudier la courbe intrinsèque du béton frais, et montre par ses résultats que tout se passe comme si l'ensemble était une matière pulvérulente dont il donne l'*angle de frottement*.

*Cohésion et viscosité* peuvent être négligées.

Analysant ensuite l'effet d'une vibration, il considère qu'elle introduit une pression hydrostatique qui annule le frottement à l'instant considéré, si elle est supérieure à la pression du milieu dans ses diverses directions. Il distingue les particules fines qui vibrent en phase avec le vibreur, les particules moyennes qui peuvent vibrer en opposition, avec une plus grande amplitude, et les particules les plus grosses qui ne vibrent pas.

Il étudie la dissipation d'énergie qui correspond surtout à une bande étroite des dimensions des particules, celles qui vibrent le plus énergiquement.

#### *Serrage et désaération*

Il distingue dans les effets deux vitesses, celle de serrage diminuant par une fonction exponentielle très rapidement avec le temps, et la vitesse de désaération.

*Viscosité du béton vibré et ségrégation*

Il montre qu'avec le serrage, la viscosité intervient et il en donne la formule théorique.

La vitesse du serrage est inversement proportionnelle à la viscosité dont il donne la mesure et la relation expérimentale avec  $\frac{E}{C}$ .

Il donne en outre les résultats de ses expériences sur la ségrégation.

*Propagation de la vibration*

Enfin il donne des vues théoriques sur la propagation et l'amortissement de la vibration, en fonction des différents paramètres.

Cet essai de théorie rationnelle est très intéressant, il est une base sérieuse de départ pour la détermination effective des meilleures conditions d'emploi.

J. A. Loe et F. N. Sparkes

L'étude de la détérioration par le *froid* fait l'objet de l'étude de MM. J. A. Loe et F. N. Sparkes. Leurs expériences ont été faites sur des cubes de 4 pouces (10,2 cm) et les mesures donnent la résistance à la compression.

Les auteurs définissent leurs résultats par des courbes et par un facteur de durabilité. L'influence du facteur  $\frac{E}{C}$  est très importante, ainsi que le dosage en ciment.

La résistance au froid augmente avec la proportion de sable, elle est mauvaise avec la craie.

Les anti-gels n'ont pas grande action (résine Vinsol, poudre d'aluminium).

Ce travail très bien rédigé est malheureusement parti de la résistance à la compression, beaucoup moins sensible au gel que la résistance à la traction.

Il ne donne pas deux éléments que les expériences sur nos barrages de haute montagne ont montrés essentiels : d'une part la qualité propre du ciment, d'autre part la nocivité des particules inertes de faible dimension.

J. Wästlund et P. O. Johnson

La *fissuration du béton armé* est traitée dans la communication de MM. J. Wästlund et P. O. Johnson spécialement pour l'utilisation des aciers à *haute résistance*.

Ils donnent les comptes rendus de leurs essais sur poutres en T, et des observations sur les ouvrages exécutés.

Ils préparent une théorie qui ne figure pas dans l'exposé.

Dans *leurs essais de laboratoire* ils veulent mettre en évidence l'action des quatre paramètres suivants :

- Diamètre des barres ;
- Pourcentage des aciers ;
- Nature de l'accrochage de surface (lisses, crénelées) ;
- Qualité du ciment.

Des tableaux donnent les résultats. La largeur des fissures est fonction

quasi linéaire du diamètre des barres ; elle diminue avec le pourcentage local. L'effet du crénelage n'est pas très considérable.

L'influence de la qualité du béton n'a pu être mise en évidence.

Les observations portent sur sept ponts, et elles sont très intéressantes.

Cette communication montre d'une façon saisissante l'intérêt d'une bonne répartition des aciers pour la réduction de la largeur des fissures et elle confirme tout ce que nous savions à ce sujet d'après les expériences et les observations antérieures.

R. Jones

L'essai du béton *par la méthode supersonique* utilisée par M. R. Jones, permet de déterminer, sans détérioration, des caractéristiques numériques importantes du béton.

La quantité mesurée est le temps de propagation. L'appareillage produit des *pulsations*.

Pour une base de 10 cm le temps mesuré est de 20 à 25 micro-secondes mesurées à 1 % près.

Une jauge de 3 cm permet neuf lectures de face à face latérales sur un cube de 10 cm de côté.

La méthode est assez sensible pour mettre en évidence dans ces petits cubes des différences de caractéristiques entre diverses couches.

De nombreuses figures donnent les résultats.

Il y a de larges dispersions pour les relations entre *célérité de l'onde et résistance*. Toutefois la relation peut être assez nette pour la résistance à la traction (mesurée par flexion).

Le *coefficient de Poisson* peut être déterminé par la relation entre *célérité et résonance*.

Les résultats montrent de grandes variations dans les bétons.

Pour l'*effet du gel* la méthode décelant les variations de résistance à la traction est très intéressante, en permettant des essais nombreux après divers cycles, sans destruction de l'éprouvette.

Elle permet aussi le *contrôle du béton en place*.

Ce travail est très intéressant. Il montre tout l'intérêt des nouvelles méthodes d'auscultation.

### Thème IId

A. Hormidas

L'auteur décrit deux ponts intéressants, de portée moyenne, l'un à trois travées avec poutres sous chaussée de portées égales à

$$33^m375, \quad 63^m75 \quad \text{et} \quad 33^m375,$$

l'autre en bow-string à contreventement supérieur de 57<sup>m</sup>40 de portée, avec mise en tension préalable du tirant.

#### *Pont des Arches à Liège*

Le premier de ces ouvrages est caractérisé par ces faits : d'une part qu'il est très mince au milieu de la portée centrale (0<sup>m</sup>77) et d'autre part que ses proportions permettent d'équilibrer par réaction sur piles le cas moyen de charge en supposant l'ouvrage coupé en son milieu.

Si l'ouvrage à l'état neutre avait eu à supporter les charges et les surcharges il aurait été sollicité en cette section médiane par un moment de

217 tm pour la charge permanente, et de 118 tm pour les surcharges, au total 335 tm.

S'il avait été équilibré sans moment au milieu sous la charge permanente plus la demi-surcharge il aurait été sollicité en service par un moment  $\pm \frac{118}{2} = 59$  tm. L'auteur a choisi un moment central de 113 tm avec le procédé classique du clavage central dans un état de charge bien défini.

L'ouvrage est formé de poutres parallèles, plus serrées sous la chaussée que sous les trottoirs.

Les éléments de rigidité de la section transversale ne sont pas définis, ni les méthodes de calcul employées en cas de surcharges occupant seulement l'une des moitiés de la section transversale.

On sait que dans de tels ponts ces dispositions de surcharges majorent très fortement les poutres de rive, et nécessitent de puissantes entretoises. Dans le cas de ce bel ouvrage, le transport latéral des forces est important en raison de la rigidité plus grande de la poutre de rive et de son plus grand écartement.

#### *Pont de Herstal*

L'étude des poutres bow-string est donnée avec beaucoup de soin, et l'auteur calcule les effets de la compensation obtenus par l'utilisation du procédé des vérins de clé de forme et de puissance habituels en vue de la mise en tension préalable des tirants.

L'opération du réglage doit toujours être conduite à partir des positions des vérins et des variations de flèche à réaliser, et non à partir des forces, car celles-ci ne peuvent être évaluées ni mesurées avec assez de précision, tandis que les effets recherchés sont toujours définis avec beaucoup plus d'exactitude par les déformations imposées.

Les deux arcs sont réunis par un contreventement supérieur qui s'oppose au rapprochement des arcs sous la flexion de l'entretoise.

Il en résulte des efforts secondaires dans les zones des arcs au delà du contreventement.

Même pour des ponts de portée beaucoup plus grande nous prévoyons en général pour ce motif des arcs indépendants.

L'ouvrage est porté par des appareils en acier moulé. Le béton armé et fretté est cependant particulièrement indiqué pour les rouleaux et pour les appuis, où il procure une large économie, et une plus grande résistance aux agents atmosphériques.

En les inclinant sur les appuis en maçonnerie on améliore leur stabilité et on diminue l'effort sur les tirants du bow-string.

#### C. F. van Bergen

L'auteur décrit un passage supérieur biais à 38 degrés avec viaduc d'accès pour éviter de charger un terrain très mauvais.

L'ouvrage est réalisé en pont dalle mince en raison des faibles portées.

La partie centrale est biaise, les portées droites étant de 7<sup>m</sup>20, 9<sup>m</sup>50 et 7<sup>m</sup>20.

Les viaducs d'accès sont en travées continues de 8 mètres et 6 mètres de portée.

Les appuis des viaducs sont sur murettes articulées avec l'emploi onéreux d'articulations en acier.

Les génératrices des articulations ne sont pas perpendiculaires aux directions des dilatations, mais simplement parallèles aux murettes. Il en résulte dans les travées biaises une forte proportion du mouvement réalisé par glissement.

César Villalba Granda

L'auteur décrit trois ponts construits par lui.

I. Le pont de Pedrigo a treize arches en béton armé de 32 mètres de portée à tablier supérieur encadrant une arche de 75 mètres en bow-string, celle-ci étant construite, sans échafaudage, sur cintre métallique incorporé.

II. Le pont de Duero à Peñafiel comprend trois arches de 40 mètres à tablier intermédiaire. Les cintres métalliques incorporés sont formés d'éléments soudés en atelier, assemblés par boulons.

III. Le pont du Besos à Barcelone est un cantilever à poutres sous chaussée, sans culées.

Les portées sont 10 - 40 - 45 - 40 et 10 mètres.

Il s'agit donc d'ouvrages importants.

Le pont du Pedrigo a des fondations sur pieux pour les travées latérales, et directement sur rocher pour la travée centrale, le terrain émergeant est de qualité très médiocre.

Le pont du Duero est intéressant par son mode de construction.

Le pont du Besos à Barcelone donne un exemple de solution par cantilever bien adaptée.

Le mémoire malheureusement ne donne pas de calculs et n'est pas très développé.

J. Fougerolle et N. Esquillan

Les auteurs décrivent le *grand pont de la Coudette* sur le Gave de Pau (portée 111<sup>m</sup>28).

Il est constitué par un bow-string d'un type spécial dit à liaisons triangulées, celles-ci étant réalisées par des suspentes en acier nu de qualité mi-dur.

Il en résulte une économie importante de poids et une diminution des aciers par la triangulation.

En outre les aciers du tirant sont mis en tension préalable par la poussée du cintre.

Les arcs ont été coulés en quatre fois, et mis en charge par vérins à chaque phase.

Les épreuves ont été faites par une surcharge hydraulique disposée en tronçons dans des bacs, afin de réaliser les cas de charges défavorables.

Malgré sa grande portée il n'a consommé par mètre carré de tablier que 261 kg d'acier et 0,728 m<sup>3</sup> de béton ce qui correspond à un ouvrage très économique.

Société Edmond Coignet

*Pont de Saint-Hilaire - Saint-Nazaire*

La description de cet important ouvrage de 108 mètres de portée et de 25 mètres de flèche définit la solution adoptée.

L'arche est en béton plein, construite par rouleaux décintrés par vérins.

Le cintre en bois cloué d'une seule portée formant voûte intérieure est mis en place en trois tronçons construits sur chantier pour le tronçon central, et rabattus pour les tronçons de rive.

Les rouleaux ont une épaisseur relative variable, afin d'éviter les contraintes de traction.

### *Pont de Savoie*

Cette arche de 80 mètres de portée et de 27 mètres de flèche est ici construite en deux anneaux.

Le décintrément a été fait par vérins à la clé et articulations provisoires aux naissances.

Le cintre est également en bois cloué, mais formé de deux tronçons rabattus.

*Il est ripé pour construire le deuxième anneau.*

Ces deux ouvrages sont particulièrement intéressants.

Les données du mémoire ne comportent malheureusement ni calculs ni définition des détails importants.

Département des ponts du Ministère de la Technique à Prague

### *Divers ponts-routes en Tchécoslovaquie*

Le mémoire décrit cinq ponts.

Le grand ouvrage de *Podolsko sur la Vltava* comporte une voûte encastree de 150 mètres de portée et 41<sup>m</sup>80 de flèche.

La section droite a une épaisseur constante de 2 mètres, une largeur variable (de 7<sup>m</sup>50 à 9<sup>m</sup>50). Il comporte également huit petites voûtes à deux articulations de 35<sup>m</sup>65 de portée.

Leur largeur est constante (7<sup>m</sup>50) ainsi que l'épaisseur (0<sup>m</sup>75) et deux voûtes d'élégissement.

Le mémoire ne comporte pas assez de calculs et de détails pour permettre de comprendre la valeur des dispositions adoptées.

Il eût été également très désirable de trouver dans le mémoire des détails précis et des calculs pour les quatre autres ouvrages, eux aussi très intéressants :

Pont de *Vestec sur la Vltava* : cantilever de 36<sup>m</sup>85, 3 × 52<sup>m</sup>50 et 36<sup>m</sup>85.

Pont *E. Benès à Stéchovice* : 114 mètres d'ouverture, 18 mètres de flèche.

Pont de *Loket sur l'Ohre* : portées de 14 mètres, 60 mètres et 14 mètres.

Enfin le pont de *Senohraby sur la Smejalka* avec une portée de 120 mètres et une flèche de 25<sup>m</sup>54.

Un tablier résistant prélève 40 % des moments.

### A. Paduart

L'auteur décrit avec soin et détaille les dispositifs de deux ouvrages en béton précontraint, le premier est un ouvrage expérimental, le deuxième un ouvrage définitif de 44<sup>m</sup>50 de portée et de 2 mètres de largeur sur le canal de Bruxelles à Charleroi.

La précontrainte est réalisée par des barres de fort diamètre (40 mm) en acier ayant 75 kg/mm<sup>2</sup> de limite élastique, 95 kg/mm<sup>2</sup> de limite de rupture, tendus au maximum à 70 kg/mm<sup>2</sup>.



La fixation se fait par filetage sur les extrémités de barres refoulées, ce qui permet d'utiliser toute la résistance de la barre.

Les dispositions sont simples et judicieuses.

G. Magnel

### *Applications du béton précontraint*

L'auteur dans une étude descriptive fait connaître le développement rapide du béton précontraint en Belgique, d'après les procédés Freyssinet, mais avec un outillage original.

La séparation due aux événements de la récente guerre a orienté les constructions belges vers l'emploi d'un procédé particulier de fixation terminale des fils des câbles prétendus.

Ces fils ont, suivant les applications, soit 5 mm, soit 7 mm de diamètre. Ils sont fixés par des organes normalisés en acier coulé, formés de plaques sandwich et de clavettes.

En principe l'emplacement des câbles est réservé au bétonnage par le dispositif classique du prisme de caoutchouc creux qui s'extrait par simple traction, ce qui permet d'adopter le tracé optimum.

Les réalisations sont importantes et comportent en particulier un pont sous voie ferrée formé, sous chacune des six voies, d'une dalle de 20 mètres de portée, et une très grande usine textile à Gand qui ne couvre pas moins de 35.000 m<sup>2</sup>, avec des espacements de colonnes de 21<sup>m</sup>60 × 14<sup>m</sup>40.

Il convient également de mentionner un hangar d'aviation de 50 mètres de portée, mais surtout le déplacement par relèvement des tours médiévales du pont des Trous à Tournai.

Le mémoire est purement descriptif, et en raison de la qualité des réalisations il serait intéressant qu'il soit complété ultérieurement par un exposé méthodique des procédés de calcul, et des moyens de mise en place.

E. Freyssinet

Dans quatre mémoires importants, M. Freyssinet expose sa conception d'ensemble aux multiples points de vue technique, économique et philosophique de l'emploi du béton précontraint.

### *Ponts*

Le premier mémoire traite de la question des ponts et montre tout ce qu'il est permis d'attendre des nouveaux procédés, en faisant emploi pour les bétons de matériaux de haute qualité mis en place par les procédés industriels de serrage.

Les résistances en compression simple qu'il atteint couramment, de 500 à 550 kg/cm<sup>2</sup> à moins de 90 jours permettent d'utiliser une contrainte normale de 140 à 160 kg/cm<sup>2</sup>.

Un prisme à section carrée de 1 mètre de côté sous-tendu par les aciers de la précontrainte peut ainsi supporter un moment théorique de 700 tonnes-mètres, soit environ le quadruple d'un prisme de même forme en béton courant de bonne qualité.

Il est possible d'obtenir beaucoup mieux encore dans des bétons préfabriqués en usine avec des vibrations et des compressions intenses.

L'auteur examine successivement l'utilisation :

En dalles simples coulées en place ;  
 En poutres coulées en place ;  
 En poutres préfabriquées assemblées après coup ;  
 En poutres coulées sur berges ;  
 En poutres formées d'éléments préfabriqués.

Dans ce cas, M. Freyssinet prévoit l'emploi de bétons ayant une résistance régulière à la compression de 1 200 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui permet d'envisager des ouvrages en béton précontraint du même poids que les ponts en acier.

L'auteur suggère l'emploi de formes particulièrement élancées permettant de faciliter l'exécution des ouvrages d'art au-dessus des voies navigables ou des voies ferrées.

Enfin il donne la référence des nombreux travaux exécutés ou en exécution.

#### *Piste d'envol.*

L'auteur traite l'utilisation du béton précontraint pour les pistes d'envol dans un mémoire très intéressant où il pose clairement le problème des charges, des dilatations et des déformations compatibles entre la piste et sa fondation.

Il en déduit la façon d'utiliser la précontrainte par des dispositions originales dont la première application a été faite sur l'aérodrome national d'Orly pour 60 mètres de largeur et 400 mètres de longueur.

La piste en béton précontraint de 16 cm d'épaisseur a supporté aux essais 100 tonnes sur un cercle de 1 mètre de diamètre.

Par sa souplesse, elle peut suivre sans fissure, les déformations normales du terrain d'appui.

#### *Traverses en béton précontraint*

Celles-ci sont soumises à des efforts qui dépendent non seulement de la charge des essieux mais encore de l'élasticité de la plate-forme et de la traverse elle-même.

Les traverses de joints supportent des efforts particulièrement élevés.

L'auteur étudie la liaison rail-traverse, et propose un dispositif spécial.

Il détermine les meilleures armatures du corps de la traverse lui-même et surtout leurs liaisons terminales.

Les traverses en béton de haute qualité seront certainement utilisées en grand nombre dans les réseaux de voies ferrées.

Leur poids et leur inertie leur confèrent des qualités remarquables pour les convois animés de grandes vitesses ayant besoin d'une voie stable.

#### *Ouvrages étanches et résistants*

L'auteur définit les qualités nécessaires à de telles réalisations, tuyaux, réservoirs, barrages, etc.

Il montre les résultats obtenus extrêmement remarquables au point de vue de l'étanchéité, dès qu'il est fait appel à une pression préalable suffisante d'un béton plein.

Mais le frettage sous tension d'un cylindre de béton préalablement fabriqué entraîne des difficultés de protection efficace des armatures.

La mise en tension d'armatures noyées dans le béton dès l'origine est

une méthode de choix, dont l'auteur a poursuivi avec opiniâtreté la mise au point et dont il décrit toutes les phases.

La construction des réservoirs n'est pas la moins intéressante, ainsi que celle des barrages et de leurs accessoires tels que les vannes.

Les applications à l'Oued Fodda et au barrage de Beni Badhel témoignent d'une technique maîtresse de ses méthodes et de ses procédés d'exécution.

Enfin l'auteur termine par l'application très remarquable aux galeries souterraines soumises à de fortes pressions extérieures.

Pour les ingénieurs familiarisés avec les conceptions de la précontrainte, ces mémoires seront d'un haut intérêt, en ce qu'ils indiquent à la fois les difficultés d'application et les moyens efficaces de les surmonter.

### **Résumé des conclusions générales pour le thème IIa**

Toutes les communications présentées démontrent une fois de plus la place si importante du béton armé dans les constructions modernes, et la maîtrise d'emploi due à près d'un siècle d'applications en progrès continus.

A l'expérimentation directe qui a déterminé les premiers procédés de construction se substitue peu à peu une étude détaillée des mécanismes internes, tant pour l'obtention des résistances, que pour la prévision des effets des actions climatiques, et des sollicitations multiples par les charges appliquées.

Le corps de doctrine sort peu à peu de l'empirisme, et prend rang de science dans un domaine où interviennent les interférences les plus complexes d'actions physiques très diverses.

Les communications présentées pourront ainsi donner lieu dans la prochaine réunion à des discussions et à des mises au point intéressantes pour la marche du progrès.

### **Zusammenfassung der allgemeinen Schlussfolgerungen zu Thema IIa**

Alle eingesandten Beiträge zeigen erneut die wichtige Rolle, die der Eisenbeton bei den modernen Bauwerken spielt, sowie die Beherrschung seiner Anwendung, die in fast einem Jahrhundert durch stetigen Fortschritt erworben wurde.

An Stelle des direkten Experimentierens zur Zeit der ersten Bauausführungen ist nach und nach ein bis ins Einzelne gehendes Studium der innern Spannungsverhältnisse getreten; dies betrifft im Besondern die Erreichung hoher Festigkeiten, den Schutz gegen Witterungseinflüsse, sowie die Vorausbestimmung von Beanspruchungen bei allen möglichen Belastungsfällen.

Die Theorie ersetzt somit Schritt für Schritt die empirische Arbeitsweise und entwickelt sich zu einer selbständigen Wissenschaft in einem Gebiet, wo die Wechselwirkungen der verschiedensten physikalischen Vorgänge von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Die vorliegenden Arbeiten können somit am kommenden Kongress Anregung zu Diskussionen und interessanten Abklärungen für den weiteren Fortschritt geben.

### **Summary of the general conclusions for theme IIa**

All the papers handed in show once more the very important part played by reinforced concrete in modern constructional work, and the masterly way in which it is used, due to nearly a century of practice and constant progress.

To direct experimentation, as used in the first constructional methods, there has gradually been substituted a detailed study of internal mechanisms, both for the purpose of obtaining resistance and for making allowance for climatic actions and stresses multiplied by the loads applied.

A doctrinal body is gradually emerging from empiricism and taking its place as a science in a domain where there intervene the most complex interferences of very diverse physical actions.

The papers presented can therefore give rise at the next meeting to discussion and interesting explanations to further the progress achieved so far.

### **Résumé des conclusions générales pour le thème IIa**

Les mémoires relatifs à la réalisation des ouvrages d'art présentent pour la plupart le grand intérêt de donner des précisions sur les conceptions, les modes d'exécution, les résultats obtenus.

Nous aurions aimé y trouver plus développés les chapitres relatifs à la discussion préalable de la solution choisie, aux calculs d'économie, de sécurité, à la rapidité d'exécution.

Mais un point essentiel est acquis. La grande portée de règle avec les nouveaux procédés a permis de réaliser des ouvrages d'une qualité non encore égalée au point de vue du faible encombrement, des facilités de la circulation, du respect de l'écoulement des crues.

Et en particulier la reconstruction des voies de transport détruites par la guerre a été permise dans un temps court, et avec des solutions le plus souvent définitives, grâce à l'optimisme et à l'audace raisonnée des grands constructeurs.

### **Zusammenfassung der allgemeinen Schlussfolgerungen zu Thema IIa**

Die Arbeiten, die sich auf die ausgeführten Bauwerke beziehen, sind hauptsächlich von Interesse für die Klarstellung der Auffassung, für die Art der Ausführung und die erhaltenen Ergebnisse.

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn die Abschnitte über die Begründung der gewählten Lösung, die Wirtschaftlichkeit, die Sicherheit und die Kurzfristigkeit der Ausführung etwas eingehender behandelt worden wären.

Eines wurde jedoch erreicht. Dank der grossen Spannweiten, die sich aus den neuen Verfahren ergaben, konnten Bauwerke von bisher noch unerreichter Qualität ausgeführt werden, die durch ihre bemerkenswert gute Einfügung in die verschiedensten Verhältnisse und durch ihre schlanken Dimensionen sowohl grosse Verkehrserleichterungen wie auch den Abfluss des Hochwassers bestens gewährleisten.

Im Besondern wurde die Wiederherstellung der im Kriege zerstörten Transportwege in kürzester Frist möglich und zwar können, dank dem Optimismus und den kühnen Ueberlegungen der grossen Konstrukteure, die so gewonnenen Lösungen als endgültig betrachtet werden.

#### **Summary of the general conclusions for theme IId**

The papers on the subject of the creation of constructive works are mostly of great interest because they give particulars as to their conceptions, the methods of creating them and the results obtained.

We should have liked to find in them chapters more fully detailed concerning the discussion held prior to selecting such and such a method, calculations made to achieve economy, safety and rapidity of execution.

But one essential point is obtained. The large spans so often created nowadays by means of new processes have enabled builders to create structures of a hitherto unequalled quality from the standpoint of the small place they take up, facilities for traffic and provision for the evacuation of flood water.

And in particular it has been possible to rebuild the various transport highways destroyed by the war, and this in a short lapse of time, using solutions that are often permanent, thanks to the optimism and bold action of the largest constructors.