

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 112 (1986)  
**Heft:** 23  
  
**Artikel:** 10e congrès de la FIP à la Nouvelle-Delhi  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76023>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 10<sup>e</sup> Congrès de la FIP à la Nouvelle-Delhi

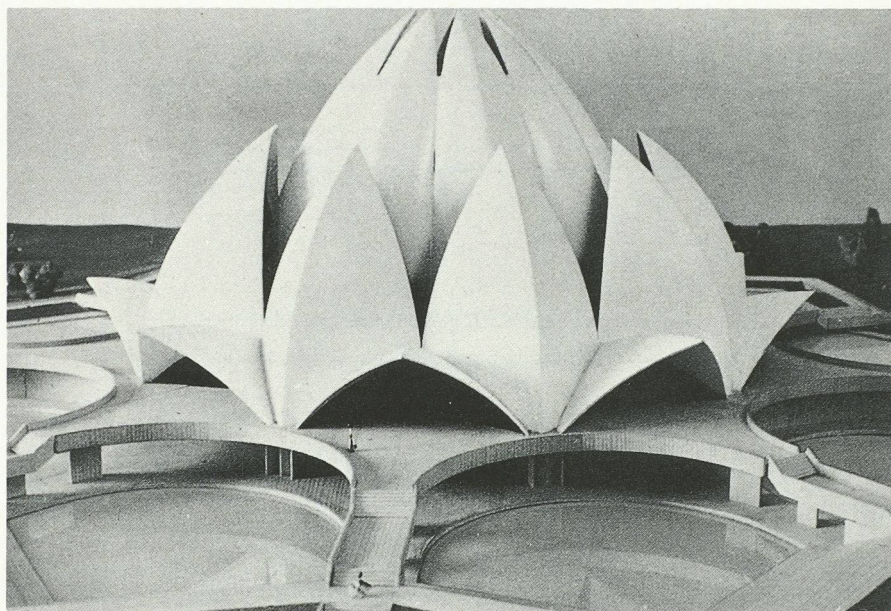


Fig. 1. — Vue de la maquette du temple Baha'i de Delhi, représentant une fleur de lotus en béton recouvert de marbre.

Du 16 au 20 février 1986, la Fédération internationale de la précontrainte (FIP) a tenu à la Nouvelle-Delhi, en Inde, sa manifestation principale, à savoir son congrès quadriennal. C'est la première fois qu'il était organisé dans un pays en voie de développement ; c'était un certain risque en raison des grandes distances de transports imposées aux experts européens, qui ont toujours constitué la participation principale, et de multiples problèmes d'organisation, tels que l'envoi tardif des formulaires d'inscription, qui a été, pour beaucoup d'ingénieurs pourtant intéressés, à l'origine de leur absence.

Malgré tout cela, on peut dire que le congrès a été couronné de succès. C'est la preuve de

l'efficacité d'une organisation internationale telle que la FIP. Le passage des progrès techniques et de développement des pays industrialisés dans ceux du tiers monde fait partie intégrante de ce contexte et représente des avantages pour les deux parties. Le temple Baha'i de Delhi (fig. 1), dont le chantier a été visité par de nombreux congressistes, en est une image vivante en ce sens qu'on voit s'y côtoyer, à notre grand étonnement, une architecture moderne d'une beauté exceptionnelle avec des moyens d'exécution modestes.

L'intérêt a été grand pour ce congrès, puisqu'on y recensa 2000 participants, dont 500 hors d'Asie. Le thème général était adapté au lieu du congrès, car il s'intitulait «Struc-

tural Concrete in the Developing World»; il prit une grande place à cause de son actualité. Les sujets abordés n'avaient donc pas seulement le caractère des congrès précédents (développements dans les ponts, bâtiments et autres structures, dans la recherche et les méthodes d'exécution), mais touchaient aux spécificités des pays du tiers monde (bétonnage dans des conditions difficiles ; projeter et exécuter d'une manière économique dans de telles régions, etc.).

Pour quitter la pratique usuelle des conférences, il a été essayé pour la première fois d'y ajouter des sessions d'enseignement — recyclage, dites «teach-in», sur des thèmes tels que «FIP Recommendations on Practical Design», «Guidelines on Design and Detailing» et «Partial Prestressing». Le grand intérêt manifesté par les participants a montré que cette innovation correspondait à une réelle nécessité.

A peu d'exceptions près, toutes les sessions ont été en langue anglaise, les traductions simultanées s'étant avérées difficiles pour des raisons financières et d'organisation. Cette décision a certainement été judicieuse au vu des expériences enregistrées lors de congrès précédents de la FIP ou d'autres organisations techniques, dans lesquelles les traductions simultanées sont apparues peu compréhensibles, donc inefficaces.

Pour les participants suisses, qui étaient malheureusement peu nombreux, ce congrès leur a permis une nouvelle fois d'apprendre de nouvelles découvertes dans le domaine de la précontrainte, de renforcer leurs contacts internationaux et de se rendre compte de visu des progrès énormes effectués dans le domaine du génie civil par ce pays géant qu'est l'Inde. Pour les nombreux absents à ce congrès nous donnons ci-dessous un abrégé de quelques thèmes principaux traités à cette occasion.

René Walther,  
vice-président délégué de la FIP.

### Ouvrages d'art remarquables et innovateurs

Le développement des ponts en béton précontraint — comme d'ailleurs pour la construction en général — a tellement progressé qu'on ne trouve plus actuellement de nouveautés réellement révolutionnaires, mais de temps en temps des améliorations techniques et conceptuelles. Cette situation n'est plus celle qui existait antérieurement, c'est-à-dire au moment de l'invention de la précontrainte.

Par conséquent — cela concerne surtout les pays en voie de développement — il a été présenté au 10<sup>e</sup> Congrès de la FIP beaucoup d'ouvrages d'art plutôt conventionnels, mais néanmoins remarquables par les moyens modestes de mise en œuvre et le faible nombre d'experts formés pour cette tâche ; cela est surtout valable pour le nombre important d'ou-



Fig. 2. — Pont sur le Gange près de Patna (Inde).

vrages d'art réalisés dans le pays hôte. Le pont sur le Gange près de Patna (Inde) peut servir d'exemple (fig. 2).

A part cela, les diverses conférences ont été marquées par l'expansion énorme des ponts haubanés en béton précontraint. Grâce à leur coût économique, leur élégance et leur méthode d'exécution relativement simple, ce type d'ouvrage est réalisé actuellement dans le monde entier pour toute la gamme entre faibles et très grandes portées. Citons comme exemples asiatiques le pont Akkar au Sikkim (fig. 3) et le pont Penang en Malaisie (fig. 4 et 5a).

Dans le premier cas, il s'agit d'un pont à deux travées de 77 m, avec une disposition des haubans en éventail, statiquement optimale, mais comportant une grande difficulté de construction en raison de la concentration ponctuelle des câbles. Une tête évidée relativement grande au haut du pylône permet de résoudre cette difficulté en y logeant les ancrages des haubans.

Pour le pont Penang, il a été choisi une disposition des câbles à l'opposé du précédent, c'est-à-dire en harpe, avec tous les câbles parallèles. Du point de vue de la statique et de la longueur des câbles, cette solution est défavorable, mais comporte néanmoins un aspect esthétique indéniable, calme et élégant pour le spectateur, du fait que les câbles ne se croisent pas; de plus, des simplifications sont obtenues au niveau de la fabrication en raison de l'uniformité des diamètres et des inclinaisons des câbles. Le tablier de ce pont est extrêmement élancé, avec des nervures transversales. Ce type de construction a également été étudié et appliqué en Suisse (pont de Diepoldsau sur le Rhin, fig. 5b) [1]<sup>1</sup> [2].

Aujourd'hui on choisit plutôt la configuration des haubans en semi-harpe, qui consiste à disposer les câbles au haut du pylône relativement peu espacés, en évitant toutefois les difficultés concernant le logement des ancrages et l'emplacement des vérins. Ce principe a été appliqué au pont haubané «Barrios de Luna» (Espagne), avec une travée centrale de 440 m, ce qui constitue le record mondial (fig. 6).

Les ponts comportant un seul plan de haubans disposé au milieu du tablier ont une esthétique séduisante. Cependant, les charges dissymétriques et l'effet du vent provoquent des moments de torsion augmentant fortement avec la longueur des travées et la largeur du pont. Malgré cet inconvénient, le pont «Sunshine Skyway» (fig. 7), actuellement en construction en Floride, est apparu plus économique qu'une solution mixte béton-acier comportant deux plans de haubans.

Plusieurs contributions concernant la précontrainte extérieure, de nouveau en application, ont été présentées soit pour

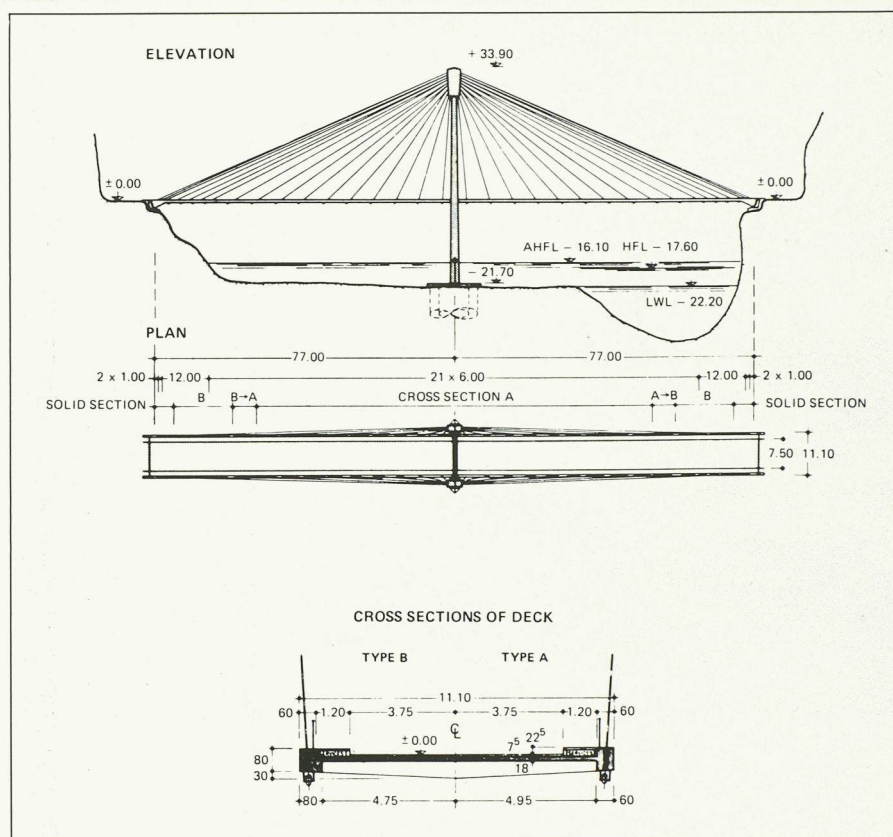


Fig. 3. — Pont Akkar au Sikkim (Inde).

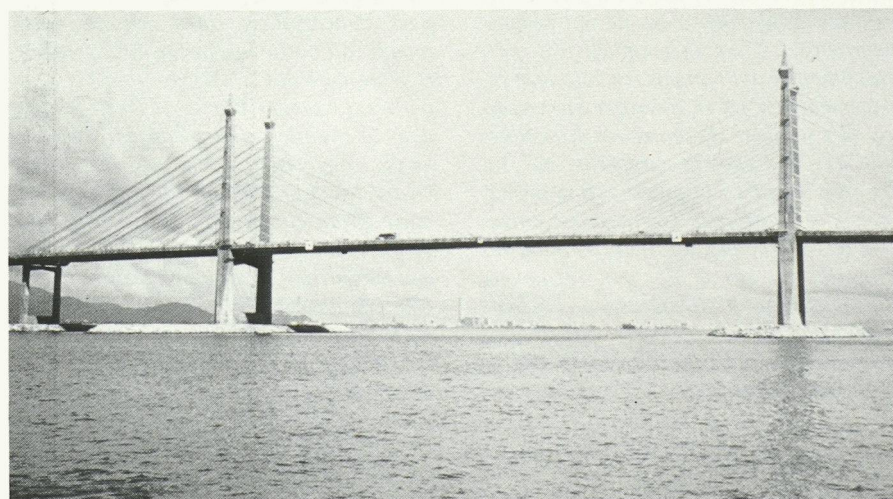


Fig. 4. — Vue du pont Penang en Malaisie.

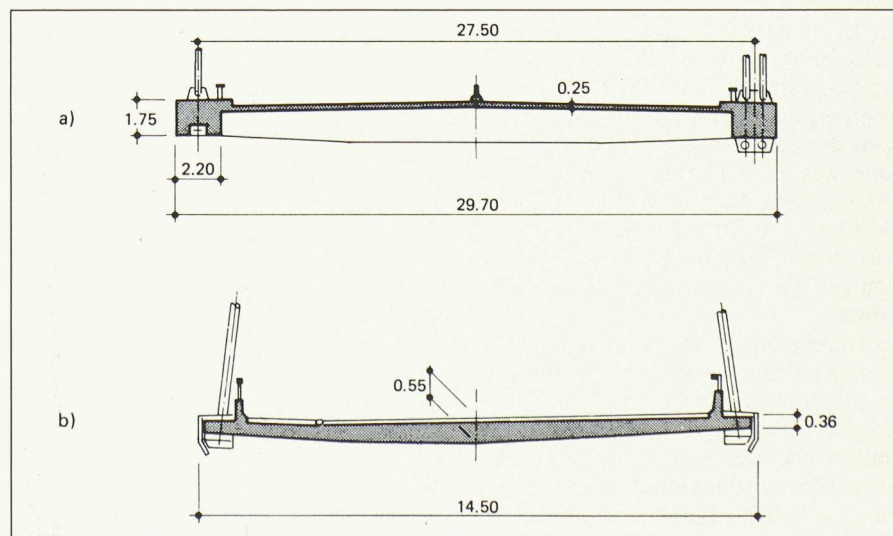


Fig. 5. — Section de tabliers : a) pont Penang ; b) pont de Diepoldsau sur le Rhin.

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

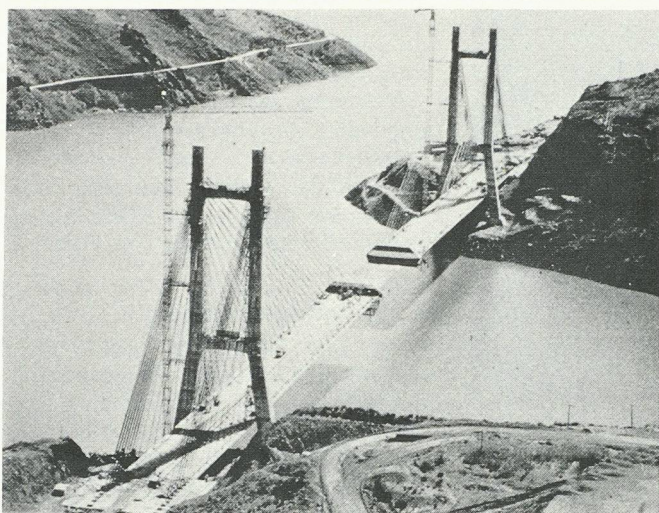


Fig. 6. — Pont «Barrios de Luna» en Espagne.

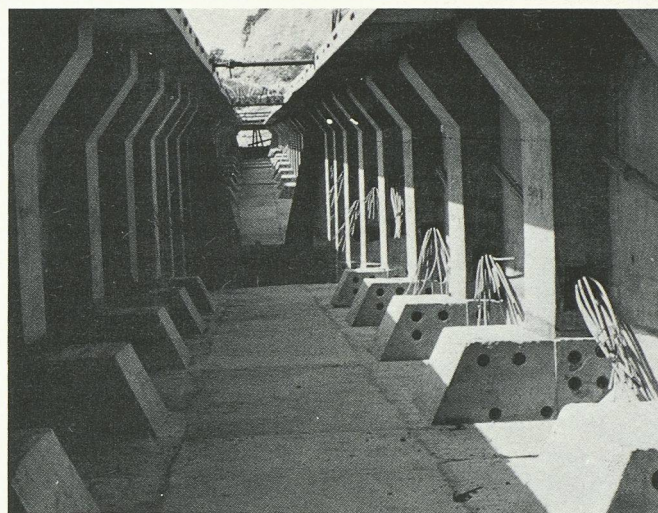


Fig. 8. — Viaduc de Sermenaz (France).

des renforcements ou des réparations de ponts, soit pour la construction par voussoirs. L'application la plus avancée sur ce principe peut être vue en France avec le viaduc de Sermenaz (fig. 8); le caisson réalisé en encorbellement comprend des âmes en éléments préfabriqués solidarisés entre eux au moyen de torons galvanisés, laissés à l'air libre sans gaine et sans injection. Les éléments d'âme comportent des joints conjugués et sont posés en contact direct. Les dalles inférieure et supérieure sont coulées par étapes sur place. On verra si cette méthode ingénieuse tiendra ses promesses sur les plans de l'économie et de la durabilité. Terminons avec un exemple provenant de Tchécoslovaquie, à savoir une passerelle en forme de ruban tendu avec une travée principale dépassant 100 m (fig. 9).

René Walther.

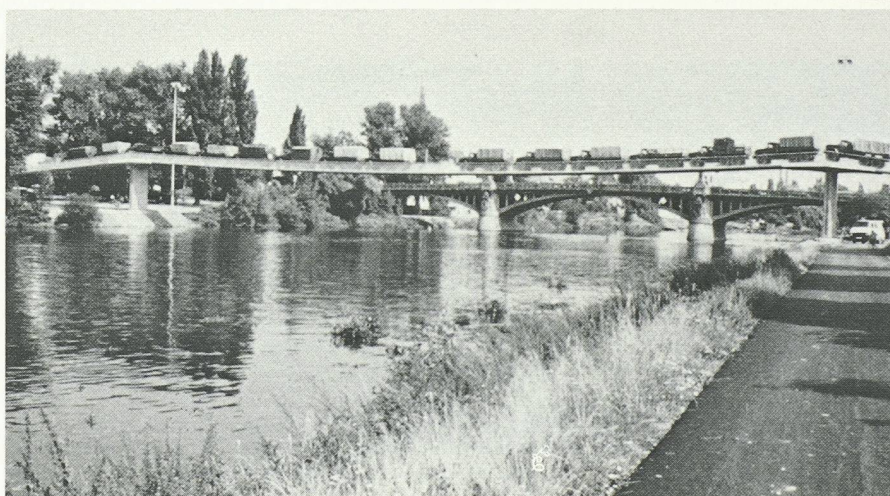


Fig. 9. — Ruban tendu en Tchécoslovaquie lors de l'essai de charge.

### La précontrainte dans le bâtiment et les ouvrages industriels

Durant les quatre jours de travail du congrès, on a eu la possibilité de faire connaissance de réalisations exécutées à travers le monde entier au moyen de la précontrainte dans les domaines du bâtiment et des ouvrages industriels.

Si l'on constate une nette suprématie de l'application de la précontrainte dans les pays hautement industrialisés, il est extrêmement réjouissant de vérifier que cette technique pénètre aussi dans les pays en voie de développement des trois continents. Elle n'est pas seulement importée, mais de plus en plus maîtrisée par les indigènes. A cet effet, un grand effort est fait pour former des cadres capables d'appliquer cette technique.

Il faut toutefois remarquer que la préfabrication y a une plus grande place (par rapport au volume des travaux exécutés) que dans les pays industrialisés. Par contre, les systèmes de précontrainte sont les mêmes qu'ici, à savoir BBRV, VSL, Freyssinet, Dywidag, etc. Ces différents fournisseurs sont d'ailleurs bien

implantés dans les pays en voie de développement, qui représentent à long terme un marché important.

#### Domaines d'application

Les domaines d'application de la précontrainte dans le bâtiment et les ouvrages industriels sont nombreux et très divers, comme ce congrès a pu nous l'apprendre.

##### 1. Précontrainte intégrée au béton

Ce système de construction est utilisé à la fois en fabrication foraine ou en usine et in situ; c'est le plus répandu. On le rencontre pour la construction d'usines, de centres de production artisanal ou industriel; de complexes sportifs ou publics; de centrales nucléaires au niveau de l'enceinte de confinement et des tours de refroidissement; d'ouvrages périphériques de gares ferroviaires ou routières; de structures agricoles telles que silos; de bâtiments administratifs de haut niveau; d'ouvrages urbains spéciaux, etc.

Les unités de précontrainte utilisées dans ce secteur sont en général petites; la précontrainte par fils ou torons adhérents y est également présente. L'injection comme moyen de conservation est souvent

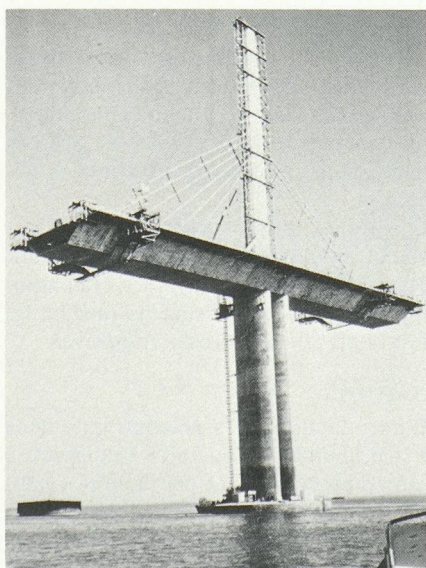


Fig. 7. — Pont «Sunshine Skyway» en Floride (Etats-Unis).

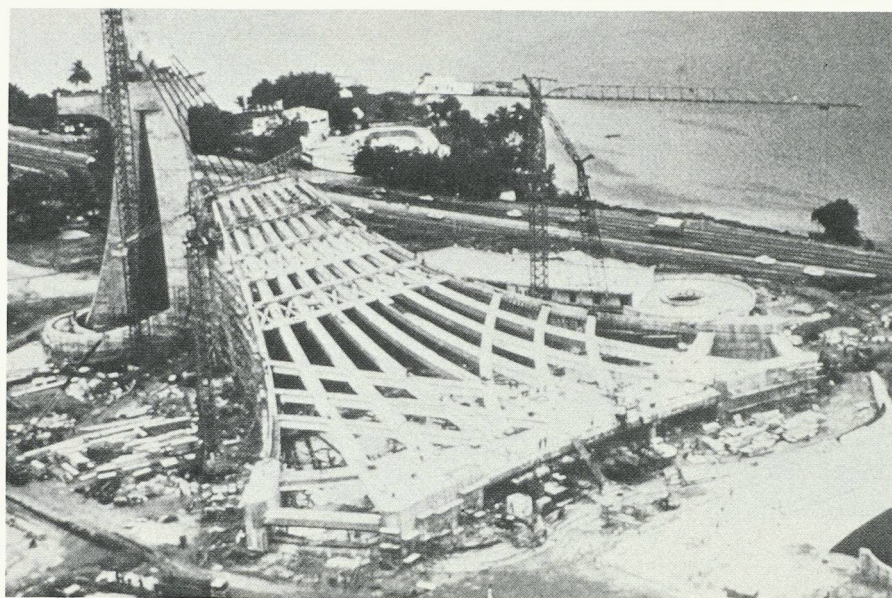


Fig. 10. — Cathédrale à Abidjan (Côte-d'Ivoire).

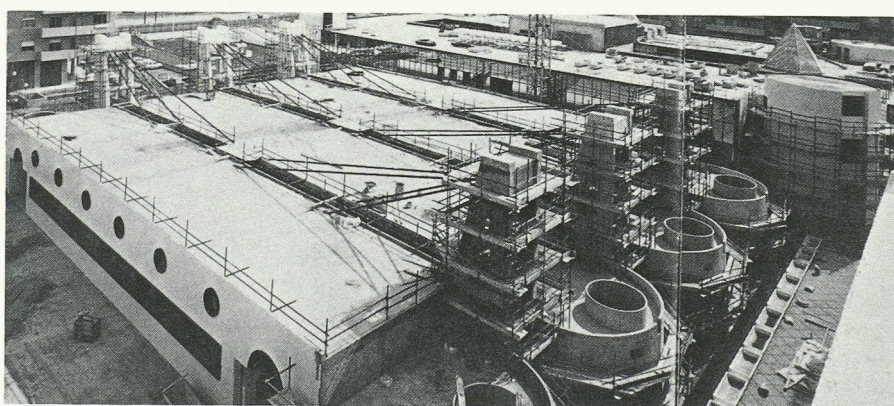


Fig. 11. — Bâtiment pour bureaux à Rome; la toiture, de 2300 m<sup>2</sup>, est portée par des câbles-haubans extérieurs.

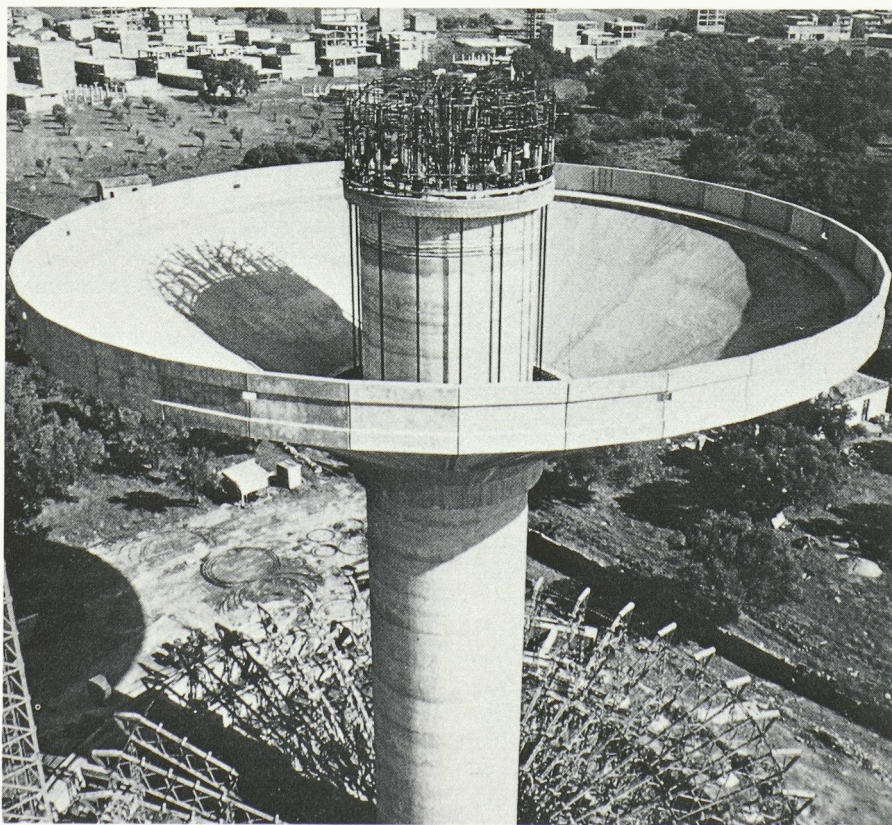


Fig. 12. — Château d'eau à Curzio (Italie) avec le dispositif de levage du réservoir.

remplacée par de la graisse, d'où la notion de câbles «graisés». La précontrainte intégrée au béton est à l'origine du béton précontraint, mais rend difficile, voire impossible, le remplacement de câbles éventuellement corrodés. Des recherches sont faites actuellement pour remédier à cette carence, aussi bien aux niveaux technologique que constructif.

## 2. Précontrainte extérieure

C'est une application relativement récente dans le secteur de construction qui nous intéresse. On la voit progresser et prendre de plus en plus d'ampleur dans les ouvrages sportifs (stades, etc.), dans les aéroports pour grandes unités, comme moyen de levage d'ouvrages lors de leur exécution, tels que silos, châteaux d'eau, etc. Ici la précontrainte n'est pas intégrée au béton, mais fonctionne comme élément porteur non adhérent; souvent à l'air libre elle joue le rôle de bras de levier, de tirant, de hauban et de régulateur des charges. Les unités utilisées sont en général moyennes à grandes, mais souvent supérieures à celles mises en pratique dans la précontrainte intégrée au béton. Son rôle extérieur lui permet à la fois d'être alliée au béton, au métal ou au bois.

## 3. Précontrainte intégrée au sol

Les divers domaines d'application de la précontrainte énumérés avant pour les ouvrages industriels concernent principalement les superstructures. Or, il n'est pas rare qu'aujourd'hui, même dans les pays en voie de développement, des interventions très importantes doivent être engagées en sous-sol pour venir y implanter des ouvrages à grandes et complexes structures en surface. Là également on a vu à la Nouvelle-Delhi de nombreuses applications de la précontrainte pour résoudre ces problèmes. Dans ce domaine, les câbles précontraints, appelés tirants ou ancrages, sont aussi bien utilisés en alluvion qu'en rocher; pour des étayages de fouilles importantes en pleine masse; pour lutter contre des surpressions; pour ancrer des ouvrages, à flanc de coteau en montagne ou dans des travaux urbains en profondeur; pour exécuter des travaux provisoires.

Les unités utilisées dans ce type de travaux sont moyennes à grandes et doivent être judicieusement adaptées à la nature du sous-sol. Leur résistance à long terme fait l'objet de recherches intensives.

### Avantages

L'introduction de la précontrainte dans le bâtiment et les ouvrages industriels a été un processus lent par rapport à celui observé dans les structures linéaires telles que les ponts. Les caractéristiques spatiales, volumétriques et la complexité structurale desdits ouvrages sont probablement à l'origine de cette situation et

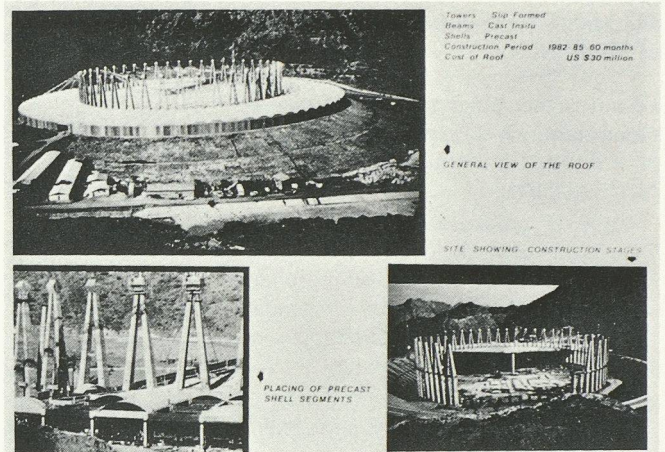
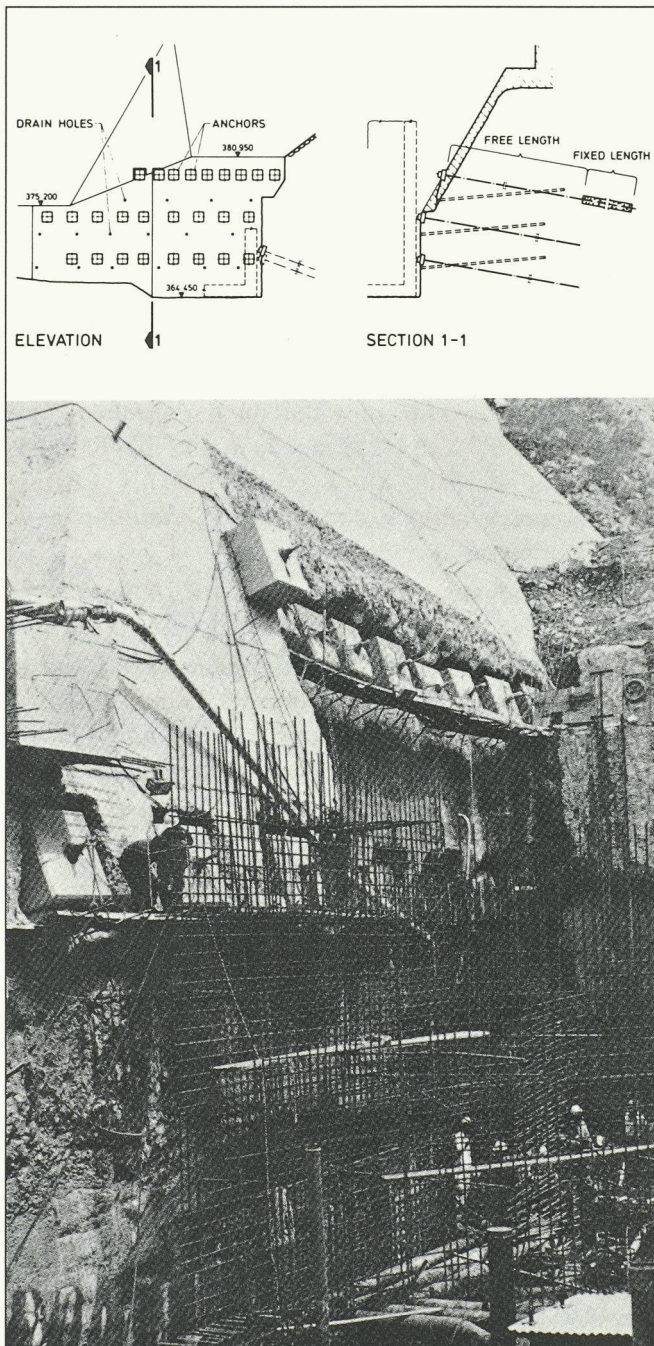


Fig. 14. — Réservoir d'eau Muna en Arabie Saoudite; volume 1 million de m<sup>3</sup>; diamètre 365 m; la toiture préfabriquée repose sur 88 poutres radiales haubannées au moyen de câbles ancrés dans des tours de 60 m de hauteur.

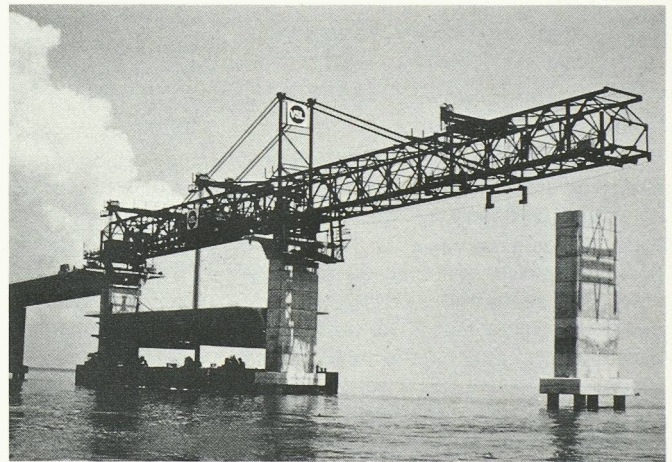


Fig. 15. — Pont « Seven Mile » aux Etats-Unis; application de la préfabrication et de la précontrainte extérieure; avancement rapide avec une travée de 42 m en deux jours.

Fig. 13. — Paroi ancrée pour stabiliser le rocher derrière la halle des machines de l'usine Derbendikhan (Iraq).

expliquent aussi le peu d'audace des constructeurs dans ce domaine.

La mise en application des méthodes de calcul modernes s'orientant sur le concept des états limites (aptitude au service d'une part, et calcul à la rupture d'autre part) ont en effet permis de mieux ausculter le fonctionnement matériel des ouvrages, d'en déceler les points forts et faibles et d'améliorer par l'introduction de fils régulateurs, à savoir de câbles précontraints, la qualité des constructions, aussi bien en plan que dans l'espace.

Enfin, cette évolution a amené les entreprises à mettre en vente sur le marché des unités de précontrainte plus petites, mieux adaptées au bâtiment et ouvrages industriels et permettant une grande souplesse d'application.

C'est ainsi que peu à peu les avantages de la mise en pratique de ce type de construction se confirment :

- possibilité plus grande de réaliser un système statique adéquat et volontaire, à court et à long terme;
- connexion élargie entre béton, armature passive, métal ou bois, afin de créer des ouvrages monolithiques, élancés et ayant un bon comportement à court, à long terme et en charge variable;
- extension en volume et en plan des constructions sans joints;
- contrôle et maîtrise des déformations et de la fissuration, absorption des retraits hydraulique et thermique, meilleure imperméabilité des ouvrages;
- amélioration de la résistance au poinçonnement et du passage d'autres points singuliers;
- augmentation de la vitesse de construction et facilités sur les chantiers, telles que décoffrage rapide, avec suppression des étais provisoires, etc.;

- diminution du coût de construction et limitation à long terme des frais d'entretien.

#### Perspectives

Les informations enregistrées au congrès ont confirmé que la progression de la précontrainte dans le bâtiment et les ouvrages industriels est indispensable et qu'une volonté des constructeurs à aller dans ce sens est certaine.

Il faut toutefois remarquer qu'il y a encore beaucoup à faire pour en améliorer l'application, trouver de nouvelles technologies et faire adopter les méthodes modernes de calculs aux systèmes précontraints.

Le rôle de la FIP va dans ce sens et représente une occasion unique de vérifier et d'approfondir l'application de la précontrainte dans tous les domaines cités.

Gilbert Etienne.

## Méthodes d'exécution remarquables et innovatrices

Le soussigné, qui a fonctionné comme organisateur de cette session du congrès, en a imaginé le déroulement de la manière suivante :

- dans la première partie, un représentant compétent des trois groupes (ingénieur-conseil, entrepreneur principal, entrepreneur spécialisé sous-traitant) devrait développer un aspect particulier du thème ;
- dans la deuxième partie, il y aurait six exposés succincts relatifs à des exemples d'exécution.

Les conférences de base ont été présentées par :

- S. Srinivasan (Royaume-Uni), ingénieur-conseil ;
- H. Wittfoht (RFA), entrepreneur principal ;
- P. Sommer (Suisse), entrepreneur spécialisé sous-traitant.

Srinivasan voit le rôle de l'ingénieur projecteur de manière très étendue. Il est d'avis qu'il ne doit pas se consacrer seulement à la conception de la structure à l'état final, mais également se faire une idée de la réalisation. Le déroulement des travaux peut en effet être déterminant pour la qualité des ouvrages en béton.

La statique et la conception de la construction sont un art basé sur des critères scientifiques, elles sont situées au cœur de l'ensemble de la réalisation. Chaque détail est étudié dans un bureau d'ingénieurs. Par voie de conséquence, les entreprises principales et sous-traitantes ne sont plus que des exécutantes qui suivent des instructions. Cette conception reflète bien le point de vue britannique ; elle peut fonctionner, mais ne correspond plus partout à la réalité actuelle.

Srinivasan a complété ses propos au moyen d'exemples, en particulier des ponts, réussis des points de vue technique et esthétique, et de la remarquable toiture de grande dimension du réservoir d'eau Muna en Arabie Saoudite (fig. 14). Wittfoht (président en exercice de la FIP) a présenté le point de vue de l'entrepreneur principal, actif au niveau international, qui a contribué de manière importante au développement des ponts en béton précontraint. Il est d'ailleurs reconnu que ces entreprises principales ont, par tradition, des bureaux techniques projeteurs très compétents et innovateurs. Wittfoht met encore l'accent sur le fait qu'une entreprise qui veut s'occuper en même temps de projet et d'exécution doit disposer d'idées, de collaborateurs formés, d'engins et d'équipements appropriés ; il faut en effet chaque fois trouver des solutions aptes à réduire les divers coûts d'un ouvrage, tout en tenant compte des critères de qualité fixes. Après avoir présenté des méthodes d'exécution appliquées avec succès (construction par voussoirs), il s'est consacré à décrire les nouvelles tendances qui apparaissent, notamment avec la mise en œuvre de la précontrainte extérieure, comme on peut le voir pour quelques ponts aux USA (fig. 15).

Pour le pont de Bubiyan au Koweït, le projet de l'entrepreneur principal a permis de combiner une structure préfabriquée en treillis de béton avec des câbles de précontrainte extérieurs et une nouvelle poutre de lancement (fig. 16).

Dans l'organigramme du chantier, l'entrepreneur spécialisé sous-traitant (par exemple pour la précontrainte, le levage ou les coffrages glissants) joue apparemment un rôle mineur. Cependant, selon Sommer, cela se passe différemment dans la pratique s'il n'est pas seulement marchand de matériaux, mais entrepreneur disposant d'une organisation avec le

know-how nécessaire pour la planification et l'exécution. Il est toutefois un fait, c'est que le marché international de la construction est dominé par des entrepreneurs principaux domiciliés dans les pays en voie de développement ou au seuil du développement. Lors de la réalisation d'ouvrages compliqués, ces entreprises s'appuient, souvent et dans une large mesure, sur des entreprises spécialisées sous-traitantes, comme le montre Sommer par quelques exemples.

Lors de l'exécution d'un pont double de 5,7 km de longueur destiné à faciliter les nouveaux transports publics de la région de Singapour, l'entrepreneur principal a sous-traité à l'entreprise spécialisée choisie la préfabrication des poutres (masse maximale 165 t/élément), leur transport et leur mise en place à l'aide de cintres spécialement conçus (fig. 17 et 18). Il en résulte donc qu'une partie très importante de l'ensemble des travaux est réalisée par l'entreprise spécialisée sous-traitante.

Enfin, Sommer attire l'attention sur les quelques difficultés que peuvent rencontrer les sous-traitants et termine en mettant l'accent sur la nécessité de coopération de tous les participants à une réalisation pour obtenir des innovations.

Après ces trois conférences de base, une vive discussion s'est engagée.

Dans les premiers exposés succincts, des ingénieurs indiens ont fait part du niveau technique, existant dans le pays hôte du congrès, en ce qui concerne les méthodes d'exécution. Il est apparu qu'à côté de méthodes connues, traditionnelles, on a recours aussi, dans certains cas particuliers, à des méthodes très modernes (fig. 19). Des exemples de ponts, de bâtiments industriels, d'ouvrages nucléaires ont été montrés (auteurs : George, Kul-karni/Goray/Joglekar, Rao).

Pucher (Autriche) expliqua la construction du pont en arc Argentobel, d'une portée de 150 m. Les deux moitiés de l'arc ont été réalisées en position verticale à l'aide de coffrages grimpants ; une fois terminées, elles ont été amenées à leur position définitive par rotation autour de leurs naissances.

Les méthodes innovatrices ne sont pas seulement nécessaires pour des réalisations nouvelles, mais également de manière encore plus étendue lors de l'assainissement d'ouvrages existants. Wagh (Etats-Unis) a présenté la solution choisie pour la remise en état de trois ponts en arc, maintenant partiellement le trafic. La préfabrication de certains éléments structuraux s'est avérée particulièrement favorable.

Kavrychine (France) insista sur la nécessité d'une maintenance continuelle des structures. Dans beaucoup de cas, il est économique d'assainir des ouvrages présentant des dommages. Il mentionna entre autres les possibilités multiples de renforcement recourant à des câbles de précontrainte complémentaires.

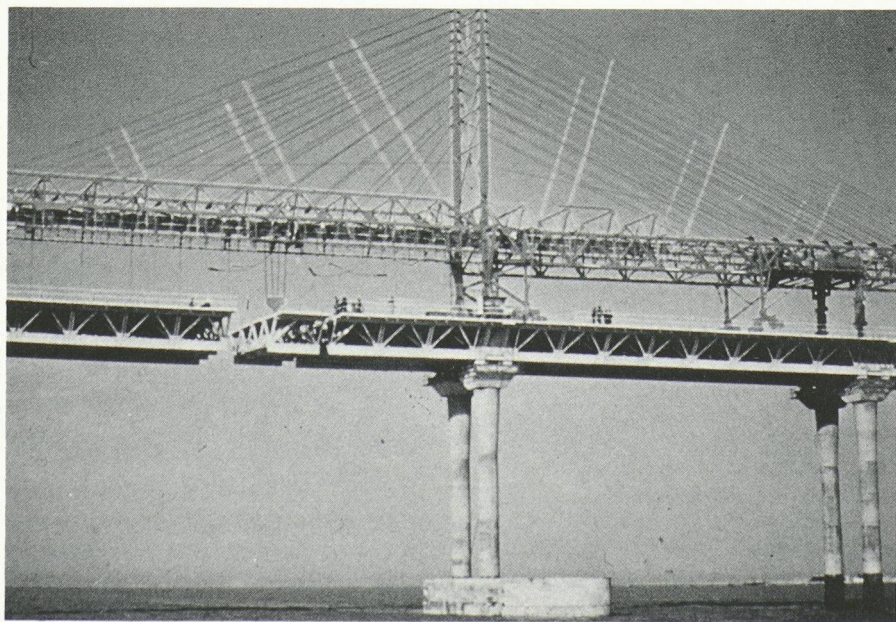


Fig. 16. — Pont Bubiyan au Koweït ; treillis spatial en béton reliant les dalles supérieure et inférieure ; les câbles sont extérieurs à la structure en béton.

En résumé, les exposés ont montré des progrès intéressants dans les méthodes de construction, chacun étant toutefois conscient que les plus grands développements ont déjà été faits dans le passé.

Peter Matt.

### Conférences de recyclage (teach-in)

Pour la première fois dans un congrès de la FIP, trois sessions d'enseignement — recyclage d'une demi-journée ont été organisées. Cette innovation a rencontré un grand intérêt, puisque chaque fois il y a eu de nombreux participants (de 500 à 700) et des discussions animées.

L'organisateur du congrès avait choisi les thèmes suivants :

- recommandations pratiques FIP pour le calcul des structures ;
- dimensionnement et construction ;
- précontrainte partielle.

La substance du premier thème a été prise dans les « FIP Recommendations on Practical Design of Reinforced and Prestressed Concrete Structures » publiées en 1984 par Telford (London). René Walther (Suisse) a rappelé que ces recommandations, dont le projet a déjà été présenté au Congrès de la FIP à Stockholm en 1982 [3], sont fondées sur le Code modèle CEB-FIP de 1978 [4], réduit à l'essentiel, mais néanmoins complété. Ces compléments touchent les points suivants : vérification de l'état limite ultime en se basant sur la théorie de la plasticité et en particulier sur sa méthode statique ; indications spécifiques pour juger (degré de précontrainte) et concevoir la précontrainte ; règles de dimensionnement vis-à-vis du flambage, de la fatigue, des déformations, de la limitation des fissures adaptées aux développements les plus récents. Une annexe relative aux charges du trafic routier et des bâtiments en exploitation donne une idée des raisons pour lesquelles les coefficients de sécurité ont été fixés numériquement.

Cette présentation a été animée d'une part par M. Braestrup (Danemark), qui expliqua les bases de la théorie de la plasticité, et d'autre part par le soussigné, qui présenta un exemple pratique de dimensionnement à la flexion longitudinale d'une travée centrale d'un pont réalisé en Suisse (viaduc d'Yverdon, longueur environ 3 km). La concordance entre le calcul original selon SIA 162 et celui présenté était excellente. La vérification de l'état limite ultime fut extrêmement simple bien que, pour des raisons économiques, la section du tablier (poutres préfabriquées recouvertes d'une couche de béton) et la conception de la précontrainte (torons adhérents + câble dans la poutre + câble de continuité) aient été assez compliquées (fig. 20).

D'autres exemples de calcul seront élaborés au sein de la « FIP Commission on Practical Design » dirigée par Walther, et publiés dans un manuel.



Fig. 17. — MRT Singapour ; levage d'une poutre à caisson préfabriquée en béton précontraint, d'une masse de 165 t.



Fig. 18. — MRT Singapour ; transport d'une poutre préfabriquée sur la partie construite du pont jusqu'à l'installation de mise en place.

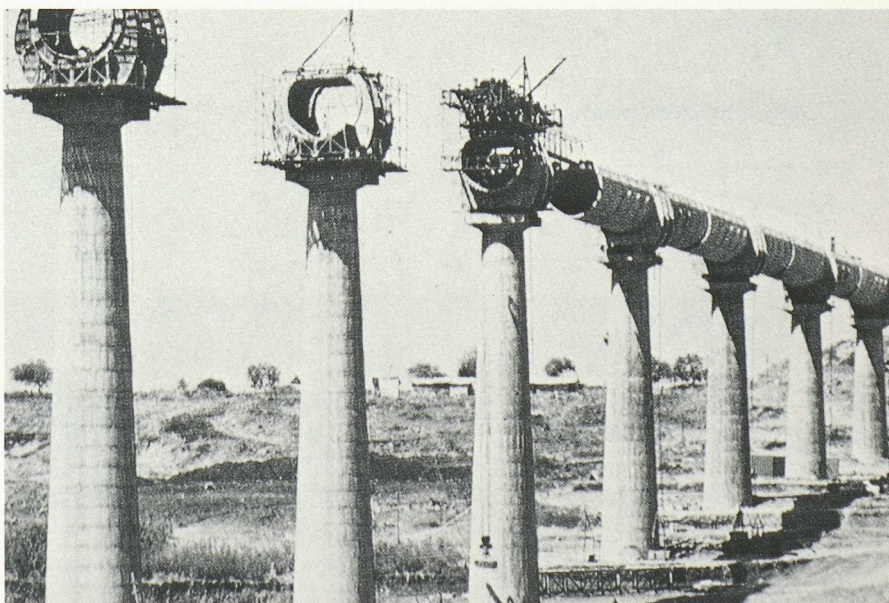


Fig. 19. — Aqueduc en Inde ; construction en encorbellement à l'aide d'éléments préfabriqués collés entre eux.

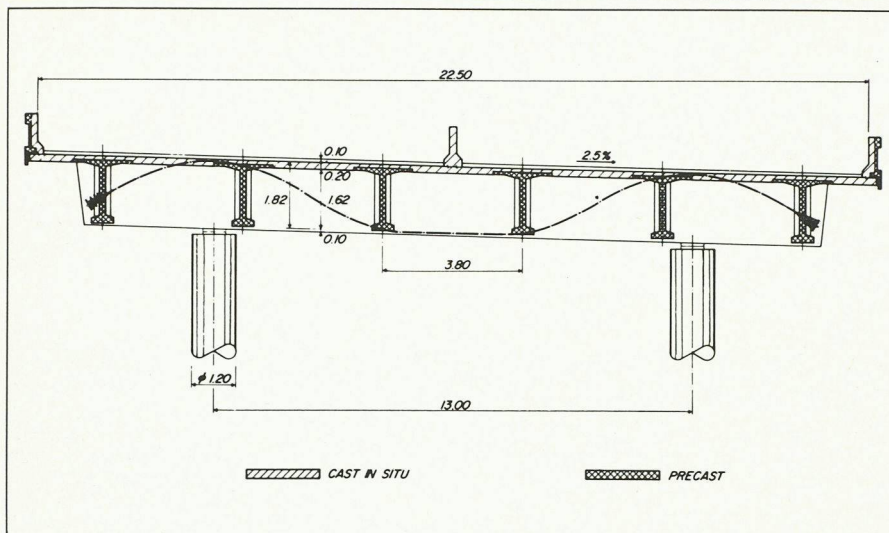


Fig. 20. — Viaduc d'Yverdon; section courante du tablier et précontrainte de l'entretoise d'appui.

Pour le deuxième sujet, J. Schlaich (RFA) présenta, d'une manière convaincante, un concept unifié pour le dimensionnement et la conception en étendant les modèles connus de treillis en systèmes généralisés de bielles et tirants épousant le flux des forces («Lastspur») et contenant certaines finesses (par exemple forme en bouteille des bielles de béton comprimées). Le *Beton-Kalender* et les *Bulletins d'information du CEB* ont déjà publié des documents relatifs à ce concept. Par ce moyen, on peut expliquer de manière suggestive l'effet de la précontrainte (avec ou sans adhérence), le comportement vis-à-vis de l'effort tranchant (tractions transversales dans les bielles comprimées) et le flux des forces au droit des zones d'ancrage des câbles (fig. 21). Schlaich a réussi à captiver et

convaincre les auditeurs; il ne reste plus qu'à espérer que ces idées seront prises en considération lors de la révision du Code modèle CEB-FIP pour 1990. Ensuite, A. van der Horst (Pays-Bas) donna un exemple impressionnant de l'art de construire dans l'étude des zones d'appui de poutres à décrochement ou console. Le troisième thème a été introduit par A.S.G. Bruggeling (Pays-Bas), qui considère le béton précontraint comme du béton armé sur lequel agit une charge artificielle, la précontrainte. Le contenu de cette présentation, ainsi que de la suivante de U. Scholz (RFA) sur l'influence économique du degré de précontrainte, sont publiés en allemand et en anglais dans le numéro de mai 1986 de la revue *Betonwerk + Fertigteil-Technik*. N. Winkler (Suisse) traita des expériences

et développements des dalles plates partiellement précontraintes: généralités sur la disposition des bandes d'appui, sur le poinçonnement et sur l'armature minimale; critères de conception pour l'aptitude au service et la sécurité à la rupture; applications pratiques (radiers, gaines ovales, reprise de charges concentrées, dalles biaises). En remplacement de H. Bachmann (Suisse), souffrant, c'est Bruggeling qui mit l'accent sur certains aspects de son introduction, en insistant surtout sur la nécessité de concevoir et d'étudier les détails de construction de telle manière que le «béton structural» (armé ou précontraint) se comporte de manière ductile.

H. R. Müller (Suisse) donna une information au sujet des essais effectués, sur une poutre en béton à précontrainte partielle, à l'Institut *Otto-Graf* de Stuttgart. Lors de ces essais, les charges appliquées sur ladite poutre correspondaient à celles prévues pour un pont-rail. Elles ont provoqué une variation de contrainte de 100 N/mm<sup>2</sup> sur les fils d'acier de précontrainte de 7 mm de diamètre, courbés normalement dans leurs gaines. Après 5 millions de cycles, la sécurité à la rupture était toujours suffisante, démontrant ainsi que la précontrainte partielle peut être appliquée pour de tels ouvrages. Enfin, K. van Breugel (Pays-Bas) aborda encore un autre domaine d'application, à savoir les réservoirs. Il a montré que pour une précompression verticale, la précontrainte partielle est plus économique que le béton armé ou la précontrainte totale. A entendre les propos du rapporteur général R. Garrett (Hong Kong), on peut constater avec satisfaction que les trois

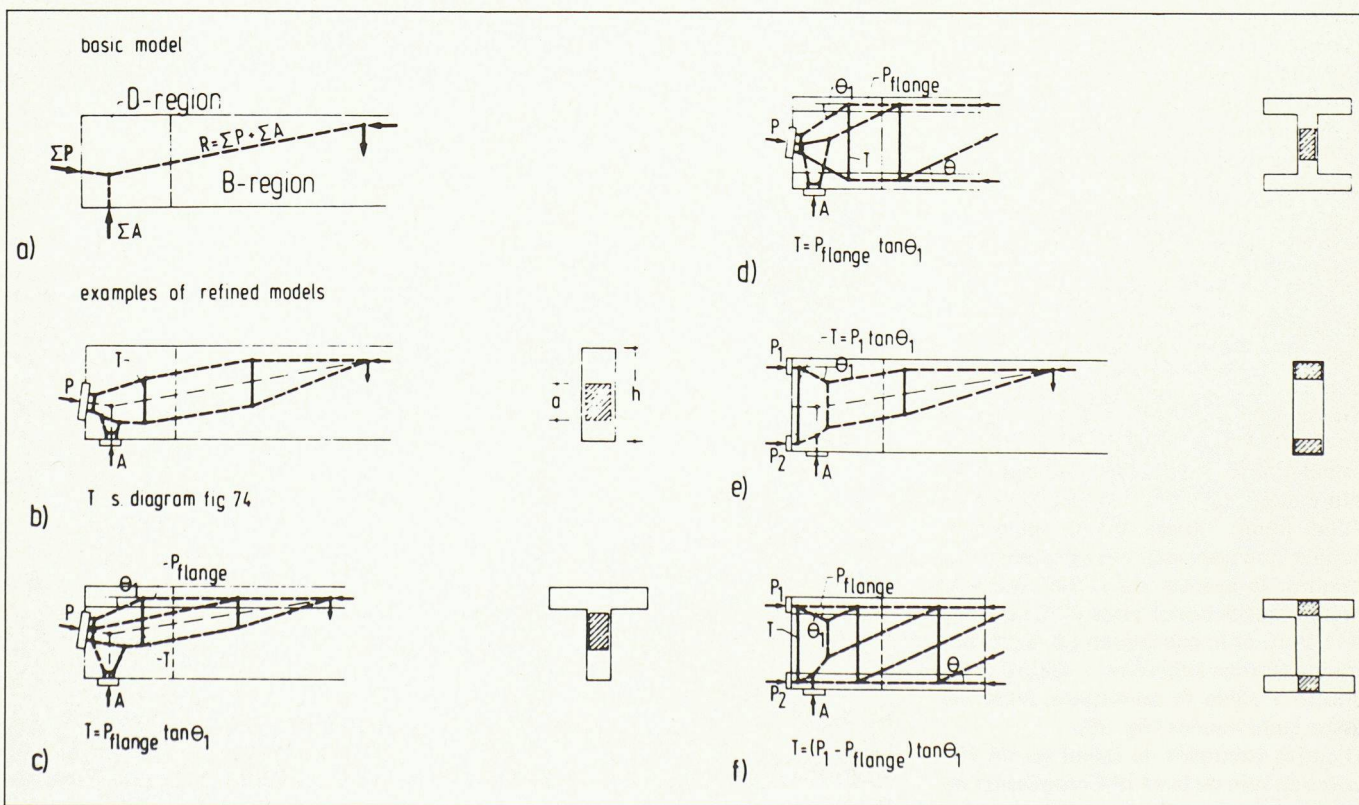


Fig. 21. — Flux des forces dans la zone d'ancrage des câbles à l'about d'une poutre.

«teach-in» ont parfaitement atteint leur but, en ce sens qu'ils ont régénéré les esprits, diffusé de nouvelles idées et joué pleinement leur rôle de recyclage. Bien que la FIP ait laissé toute liberté aux organisateurs Walther, Schlaich et Bruggeling, on a apprécié à la fois la diversité dans le déroulement des trois manifestations et la convergence dans leur contenu qui peut se résumer en «Dimensionnement en béton armé précontraint — simple, logique et réaliste». Le succès de ces «teach-in» devrait encourager la FIP et les autres associations du génie civil à organiser à l'avenir de semblables cours ou séminaires de recyclage en vue de diffuser dans une large mesure les connaissances élaborées en commun sur le plan international.

Manfred Miehlebradt.

### Commission «Aciers et procédés de précontrainte»

Sous la direction de son président A.S.G. Bruggeling, Pays-Bas, la commission «Prestressing Steels and Systems» a fait un compte rendu de ses activités depuis le Congrès de Stockholm, en 1982; le rapport général a été présenté par le sous-signé.

A la demande de la commission FIP «Exécution des travaux», le groupe de travail «Rugosité superficielle des aciers» (rapporteur: H. R. Müller, Suisse) a rassemblé les divers coefficients de frottement acier — gaine de précontrainte, actuellement en application (valeur physique de base  $\mu_0$ ) et est en train d'élaborer un rapport sur l'état des connaissances existant dans les domaines suivants:

- méthodes et appareils de mesure pour la détermination des coefficients de frottement;

- influence de la méthode de fabrication des aciers de précontrainte sur les caractéristiques du frottement.

La commission s'occupe de manière permanente de la «durabilité des aciers de précontrainte». Sous la direction de B. Creton (France), un groupe de travail élabore périodiquement des rapports sur les dommages dus à la corrosion; elle en interprète le contenu et donne un avis quant aux mesures à prendre pour empêcher ces dommages. Les enseignements que l'on peut en tirer sont rendus publics par des exposés tels que celui de F. Krüger (RFA), intitulé «La manutention et le stockage des aciers de précontrainte». Un groupe réputé d'experts de la commission a développé, dans des conditions bien définies, un essai au moyen de l'*Ammoniumrhodanid* (appelé essai FIP), afin d'étudier la corrosion. Cet essai a été testé par différents laboratoires publics et industriels de la métallurgie. G. Hampejs (Autriche) a donné, sous le titre «Corrosion sous tension des aciers de précontrainte», le résultat de ces investigations. L'analyse du comportement des aciers de précontrainte sous sollicitation bi-axiale (traction longitudinale, compression transversale) a été prise en charge par le groupe de travail «Comportement sous sollicitation multi-axiale» (rapporteur: P. van Herberghen, Belgique) qui a développé la méthode de mesure de la diminution de résistance à la traction des aciers de précontrainte. La figure 22 représente un dispositif d'essai à la traction déviée.

Enfin, la commission «Prestressing Steels and Systems» s'est occupée de la réglementation internationale. L'expérience a montré qu'il n'était pas possible de faire accepter des normes internationales; c'est pourquoi elle a proposé des recommandations servant de base à beaucoup de normes nationales, contri-

buant ainsi à une harmonisation internationale. On peut citer comme la plus importante celle intitulée «Recommandations for acceptance and application of post-tensioning systems», dont la dernière révision date de 1981.

L'application croissante de la précontrainte dans les réservoirs de stockage de gaz liquide nécessite des connaissances approfondies du comportement des aciers et des dispositifs d'ancrages pour de basses températures.

A la suite de ce rapport général, P. Henry (France) et U. Morf (Suisse) ont fait une analyse critique des documents parus avant la Nouvelle-Delhi, à savoir durant les dix-huit années antérieures d'activité de la commission. Ils ont en particulier attiré l'attention sur l'intérêt que pourraient avoir certaines publications pour les pays en voie de développement.

Les exposés spécifiques suivants ont eu un intérêt particulier:

- G. Hampejs (Autriche), sur la «Corrosion sous tension» et l'appréciation de l'essai  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ;
- D. C. Binnekamp (Pays-Bas), sur la «Corrosion protection of unbonded tendons». Le texte vient de paraître;
- A.S.G. Bruggeling (Pays-Bas), sur l'état actuel des connaissances dans le domaine des «longueurs de transmission» des fils ou torons adhérents;
- B. Creton (France), sur le «Contrôle de qualité, l'assurance de qualité et le certificat d'agrément»;
- F. Rostasy (RFA), sur l'application des «Aciers et procédés de précontrainte pour les réservoirs de stockage des gaz liquides à basse température».

En conclusion, il en est résulté une large information sur les aciers et procédés de précontrainte. Les exposés ont été suivis avec un grand intérêt par un nombre variable d'auditeurs. Une partie des textes y relatifs ont été publiés dans la revue *Betonwerk + Fertigteil-Technik*, mai 1986.

Hans Rudolf Müller.

### Commission «Exécution des travaux»

La commission «Practical construction», créée en 1970, comprend actuellement 26 membres de 19 pays. Elle est dirigée depuis quatre ans par le soussigné, qui donna à la Nouvelle-Delhi un aperçu général sur les groupes de travail existant au moment du congrès (tableau 1) et sur leurs activités.

Ensuite intervinrent les rapporteurs de trois de ces groupes de travail.

Wölfel (RFA) a expliqué de manière détaillée le rapport intitulé «Relation entre force de précontrainte et allongement des aciers». Il est reconnu que l'aptitude au service d'une structure en béton précontraint est déterminée, dans une large mesure, par l'introduction correcte des forces de précontrainte. Le rapport technique a mis en évidence divers

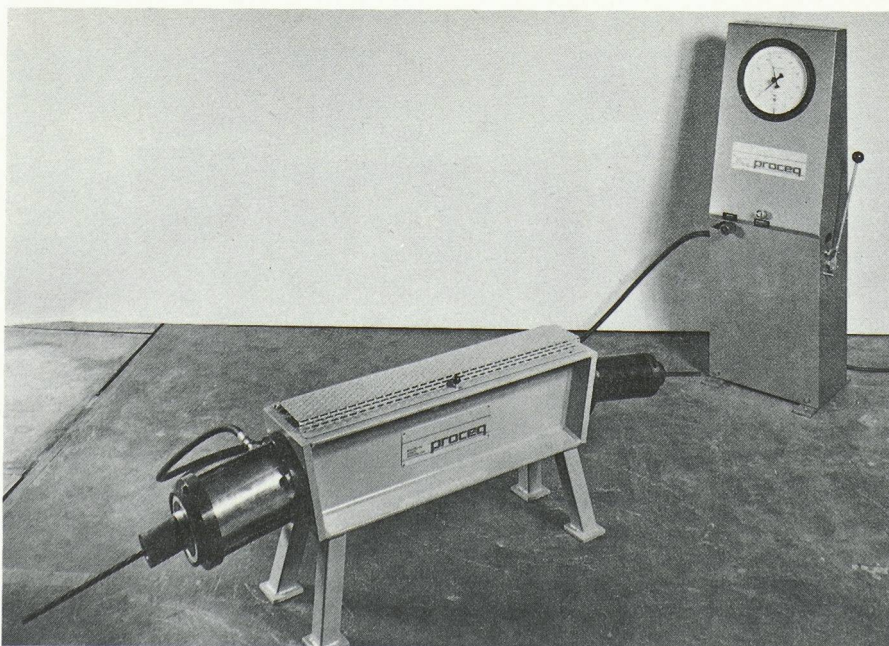


Fig. 22. — Dispositif d'essai de traction déviée sur toron (deflected tensile test).

TABLEAU 1. — Liste des groupes de travail de la Commission «Practical Construction» et état d'avancement des rapports  
(l'anglais est la langue de travail de la commission).

1. Tensioning of Tendons : Force-Elongation Relationship Chairman : E. Wölfel, Federal Republic of Germany	Report printed July 1986
2. Hot Weather Concrete Practice Chairman : P. J. Jagus, India	Report printed January 1986
3. Quality Assurance and Quality Control for Post-tensioned Concrete Structures Chairman : J. Lindgren, Norway	Report printed January 1986
4. Corrosion and Corrosion Protection of Prestressed Ground Anchorages Chairman : G. S. Littlejohn, United Kingdom	Report printed July 1986
5. Grout and Grouting of Ducts in Prestressed Concrete Chairman : J. Groenveld, Netherlands	Report finalized in 1987
6. Inspection and Maintenance of Concrete Structures Editor : W. Bilger, Federal Republic of Germany	Report printed January 1986
7. Repair and Strengthening of Concrete Structures Editor : P. Matt, Switzerland	Report finalized in 1987
8. Safety in Concrete Construction Chairman : A. Lindblad, Sweden	Report under preparation

facteurs exerçant une influence notable sur les résultats. On peut mentionner par exemple les imprécisions de mesure de la force et de l'allongement, la variation du module d'élasticité de l'acier de précontrainte, les tolérances de l'aire des sections d'acier, l'état de surface des aciers de précontrainte et de la gaine (composants corrodés par exemple), le calcul de l'angle global de déviation en plan et si nécessaire dans l'espace, les supports de câbles. On constate que, même en respectant les règles, des écarts allant jusqu'à 10% sont possibles sur la force et l'allongement entre les valeurs théoriques et réelles. Le rapport contient également d'importantes indications pratiques pour le projeteur et l'exécutant.

Jagus (Inde) dirige un groupe de travail relatif à la construction en béton dans les pays chauds. Ce groupe a établi un rapport sur ce thème. Dans les dix à quinze dernières années de très nombreux ouvrages ont été construits dans ces régions chaudes sans que les conditions climatiques soient toujours prises en considération; des dommages importants y ont été constatés. Le rapport présente d'abord les problèmes et donne ensuite de nombreux conseils pour que l'exécution soit couronnée de succès. Aujourd'hui la notion d'assurance de qualité suscite de vives discussions. La nécessité de son application correcte pour l'exécution des ouvrages n'est pas encore reconnue partout. Lindgren (Norvège) donna le résultat de leurs activités; les experts intéressés peuvent se procurer le rapport imprimé y relatif. La philosophie est basée sur le principe qu'une bonne qualité ne peut pas simplement

être obtenue en pratiquant un contrôle rigoureux, mais exige une planification au préalable. Ainsi l'assurance de qualité ne devrait pas être assurée par un groupe de contrôleurs extérieurs au processus de production, mais faisant partie intégrante de celui-ci. Le rapport comprend des indications relatives à l'organisation pour la conception et l'exécution. Après le congrès, la commission «Exécution des travaux» s'est réunie à Agra pour discuter, au voisinage du prestigieux Taj Mahal, de ses tâches futures. L'accent sera mis sur la collaboration active lors de la révision du Code modèle CEB/FIP (1978).

Peter Matt.

## Commission «Préfabrication»

La commission «Préfabrication» comprend 50 membres représentant 27 pays. Depuis le Congrès de Stockholm, en 1982, la commission s'est réunie quatre fois en Europe et une fois au Canada à l'occasion des symposiums de Calgary, en 1984; un de ces symposiums a été consacré entièrement à la préfabrication; les thèmes traités à ce sujet sont présentés de manière détaillée dans le volume 3 des «Proceedings Calgary». Au cours des deux dernières années les groupes de travail ont terminé les rapports imprimés suivants:

- FIP State-of-Art Report «Prefabricated thin walled concrete units» (1984);
- FIP Recommendations on the «Design of Multistorey Precast Concrete Structures» (1986);
- FIP Technical Report on «Precast Concrete Piles» (1986);
- FIP State-of-Art Report «Concrete Railway Sleepers» (en cours d'impression);
- «The long line pretensioning method» (FIP Notes 1985/4).

Dans ce qui suit sont présentés sous forme résumée les buts et activités des différents groupes de travail de la commission «Préfabrication».

### Précontrainte par adhérence sur bancs de préfabrication

Le rapport paru dans les FIP Notes 85/4 est une description de la méthode de production; très détaillé, il présente un avantage certain pour ceux qui doivent concevoir de nouvelles installations de préfabrication.

### Traverses de chemin de fer en béton (fig. 23)

Au cours des trois dernières décennies, le béton précontraint a été appliqué de plus

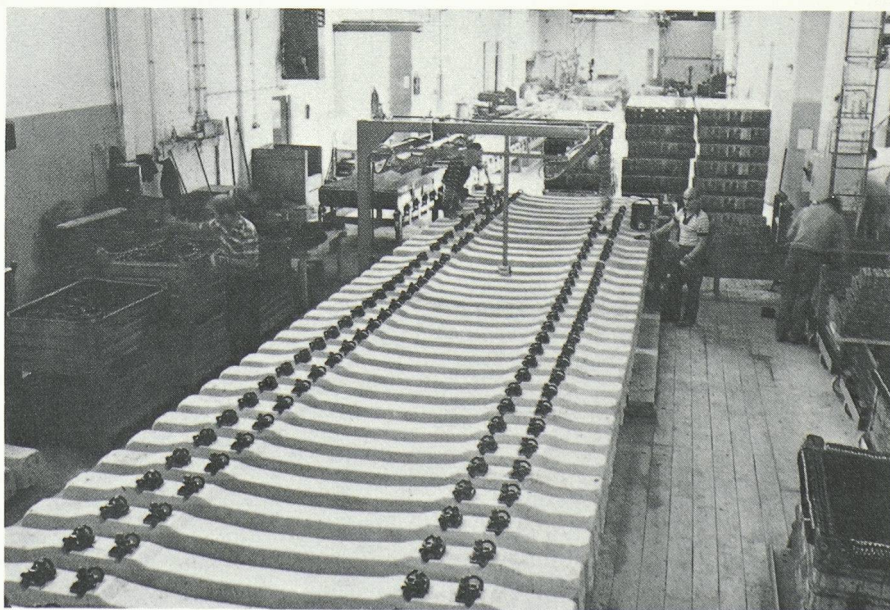


Fig. 23. — Préfabrication des traverses de chemin de fer, montage des attaches de rails.

en plus dans la production de masse des traverses de chemin de fer, en raison de sa durabilité, de son coût annuel favorable, à condition bien sûr que le dimensionnement et la construction soient corrects.

Le dimensionnement des traverses en béton précontraint se distingue clairement d'un pays à l'autre; c'est pour cette raison que le groupe de travail a tout d'abord établi un inventaire international en recourant aux administrations des chemins de fer disposant d'une grande expérience dans le domaine des traverses en béton précontraint. Un State-of-the-Art Report détaillé est en cours d'impression.

#### *Conception des dalles évidées*

##### *simples et combinées*

##### *réalisées à l'aide d'éléments préfabriqués*

Depuis des décennies, les dalles évidées précontraintes sont exécutées selon différentes méthodes. La méthode dite d'«extrusion», pratiquée depuis une quinzaine d'années, est économique et a profité d'une grande diffusion, bien que le problème de l'armature transversale n'ait pas été résolu de manière satisfaisante.

De grandes surfaces ont été exécutées au moyen des dalles évidées précontraintes. Leur monolithisme peut être atteint en mettant en œuvre différentes mesures de construction indépendantes du système porteur principal, qu'il soit en béton ou en métal. Les résultats principaux du travail des groupes sont publiés dans les «Proceedings» des symposiums FIP de Calgary (1984).

Une recommandation pour le dimensionnement et l'exécution des dalles évidées précontraintes est en cours d'achèvement; une autre publication est également prévue sur les structures mixtes composées de poutres métalliques et de dalles évidées.

#### *Préfabrication industrielle*

L'examen portait ici sur le contrôle et l'assurance de qualité des dalles évidées précontraintes exemptes, pour des raisons de production, d'armatures transversales, d'où l'importance de la résistance à la traction du béton; un rapport technique est en cours de préparation.

#### *Assemblage d'éléments préfabriqués*

Le choix judicieux des assemblages est important pour la réussite d'un ouvrage composé d'éléments préfabriqués. Le groupe de travail s'est tout d'abord consacré aux assemblages des dalles évidées précontraintes et a présenté un projet de recommandations FIP. A l'avenir, d'autres types d'assemblage devraient y être traités, notamment ceux ressortant des travaux, dans le même domaine, d'un groupe scandinave. Un répertoire étendu de références sera établi.

#### *Conception des structures avec éléments préfabriqués dans le domaine de la conservation de l'énergie*

La grande capacité de stockage thermique du béton peut être utilisée d'une manière appropriée en vue de régulariser les conditions climatiques intérieures; un State-of-the-Art Report est en cours de préparation.

#### *Éléments à parois minces*

Après l'achèvement du State-of-the-Art Report intitulé «Prefabricated thin walled concrete units», l'étude sera poursuivie dans ce domaine, vu l'utilisation croissante d'éléments légers de grandes dimensions et à parois minces. Ces éléments comme plaques de façade doivent répondre à des exigences élevées.

Les recommandations de dimensionnement des éléments en béton à fibres de verre sont pratiquement terminées; cependant le travail de ce groupe ne devrait pas être restreint à ce type d'élément.

#### *Conception des structures*

##### *à plusieurs étages en éléments préfabriqués*

En vue d'exploiter tous les avantages des éléments préfabriqués, il est important de considérer la spécificité de ce type d'ouvrage au stade de la conception et de la planification. En effet, l'obtention d'une combinaison judicieuse d'éléments standardisés permet de réaliser des structures économiques et esthétiques. Les recommandations FIP pour la conception de ces ouvrages ont été présentées au congrès.

#### *Durcissement accéléré du béton*

Les recommandations FIP intitulées «Acceleration of concrete hardening by thermal curing» ont été publiées en 1982. Depuis, de nouvelles méthodes ont été développées pour accélérer le durcissement; un nouveau groupe de travail est à créer.

#### *Section à double T*

Ces éléments sont utilisés dans le monde entier, pour les dalles ou toitures de grandes portées. Bien qu'une grande expérience ait été accumulée dans ce domaine, un nouveau groupe de travail se consacrera aux problèmes particuliers tels que résistance au feu, limitation des flèches, répartition des charges et rationalisation de la production.

#### *Dalles à corps de remplissage*

Les dalles composées de poutrelles et de corps de remplissage sont encore souvent utilisées dans les régions où les moyens de levage sont limités, tels que dans certains pays méditerranéens, en Amérique latine et dans de nombreux pays en voie de développement.

Les poutrelles de béton ou de brique précontraintes sont reliées entre elles par des corps légers constitués du même

matériau, le tout étant recouvert d'une couche de béton armé. Dans les bâtiments d'habitation et industriels, des portées importantes peuvent être pratiquées; un rapport technique est en cours d'élaboration.

#### *Groupe de travail mixte FIP-CEB*

La commission s'étant occupée de plus en plus de dimensionnement des éléments préfabriqués et des structures correspondantes, l'unification des normes nationales s'avère nécessaire. Dans le cadre de la révision du Code modèle CEB-FIP (1978) une nouvelle version du chapitre 19 «Structures comportant des éléments préfabriqués» doit être élaborée jusqu'en 1990.

#### *Divers*

K. G. Bernander, après avoir présidé pendant seize ans avec succès la commission, a transmis à Delhi le flambeau à A. van Acker (Belgique).

Les travaux de la commission devraient être rendus publics sur le plan international d'une manière efficace, par exemple au moyen du journal PCI et de la revue *Betonwerk + Fertigteil-Technik*.

La commission travaillera éventuellement dans le domaine «Durabilité des structures en béton», en se basant sur les travaux préparatoires précieux du CEB. La réunion la plus récente de la commission a eu lieu les 10 et 11 octobre 1986 à Budapest. On y a discuté entre autres de la contribution de la commission lors du Symposium FIP à Jérusalem (septembre 1988).

*Georges Zenobi.*

### **Commission**

#### **«Réservoirs de stockage en béton»**

Cette commission, appelée «Commission on Concrete Storage Vessel Systems», a été créée en 1982, lors de la division en deux de l'ancienne commission intitulée «Concrete Pressure and Storage Vessels». Elle est dirigée par H. Bomhard (RFA) et comprend 16 membres provenant d'Europe, des États-Unis, d'Afrique, d'Asie et d'Australie. Les travaux de cette commission ont été présentés au congrès par son président et par les responsables des groupes de travail.

Dans son rapport général, Bomhard a défini le domaine de travail de la commission, à savoir les réservoirs en béton pour le stockage et le traitement des solides, liquides et gaz, les ouvrages se trouvant en surface, dans le sol et le sous-sol. Ce secteur comprenait également le cas des matériaux et procédés dangereux, des ouvrages de protection tels que murs, cuves et enceintes.

Les réservoirs ou ouvrages de protection relevant du nucléaire font l'objet du travail de la commission «Prestressed Concrete Pressure Vessels and Containers».

Bomhard rappela la mise en œuvre avec succès des réservoirs en béton, mais en particulier en béton précontraint, dans les cas suivants:

- pour de multiples matériaux, y compris ceux représentant un danger;
- pour des températures basses ou élevées;
- sous haute pression.

Leurs caractéristiques sont:

- grande fiabilité et durabilité, même sous des actions chimiques ou mécaniques;
- peu de frais d'inspection et de maintenance;
- résistance élevée aux chocs mécaniques, aux brusques variations de température et aux radiations.

Deux nouveaux groupes de travail seront créés, à savoir:

- «Stockage et traitement des déchets»;
- «Systèmes structuraux de sécurité pour les équipements industriels» dirigé par K. von Breugel (Pays-Bas).

Les intentions de la commission de préparer des recommandations internationales pour la conception et l'exécution des réservoirs et ouvrages de protection en béton sont d'autant plus justifiées depuis les accidents catastrophiques enregistrés dans l'industrie en 1984 au Mexique (gaz liquide) et à Bhopal (gaz toxique). Ces accidents doivent être évités dans le futur.

Les cinq groupes de travail donnèrent ensuite leurs rapports d'activité.

Le but du groupe «Critères d'exigence et de dimensionnement» («Performance and Design Criteria») dirigé par G. Thiesen (RFA) est de fixer des critères unifiés pour les maîtres de l'ouvrage, les autorités, les ingénieurs et les entrepreneurs; sa composition comprend des représentants de tous ces milieux.

Des catalogues détaillés d'exigences ont été établis. Ils comprennent des critères de performance pour les systèmes de réservoirs en service et en cas d'accidents; ces critères sont conformes aux dites exigences.

Actuellement, le groupe s'occupe des réservoirs d'eau, de gaz liquide, pour matières toxiques et processus de fabrication industriels y relatifs, en vue de préparer des recommandations pratiques (Guide to Good Practice) pour 1988.

Le groupe de travail «Réservoirs d'eau» dirigé par C. J. Thompson (Afrique du Sud) a réuni, sur la base d'un questionnaire, des informations sur les réservoirs d'eau dans le monde entier. Des recommandations pour la conception, la construction et l'exécution desdits ouvrages sont en préparation (fig. 24).

Le dirigeant du groupe de travail n'ayant pas pu participer au congrès pour des raisons politiques, c'est le président de la commission qui rapporta et présenta quelques idées de base ayant une influence sur la conception, telles que

formes géométriques, critères d'étanchéité et degré de précontrainte.

Le groupe de travail «Silos», dirigé par J. Eibl (RFA) et créé en 1986, est en train de comparer différentes conceptions et méthodes de calcul en vue d'élaborer des recommandations pour la conception et le calcul des silos en béton.

Dans le domaine des réservoirs pour gaz liquide il existe, depuis 1982, des recommandations provisoires intitulées «Preliminary Recommendations for the Design of Prestressed Containment Structures for the Storage of Refrigerated Liquefied Gases (RLG)». Sur cette base, le groupe de travail, dirigé par intérim par Bomhard (RFA), est chargé de préparer un «Document pratique pour la conception des réservoirs pour gaz liquide».

Dans le domaine des réservoirs pour huiles minérales il existe, depuis le Congrès FIP 1978 (Londres), des recommandations pour leur conception appelées «Recommendations for the Design of Prestressed Concrete Oil Storage Tanks». Ce document devra être révisé, afin de mettre en évidence les avantages des réservoirs en béton des points de vue fiabilité, sécurité et durabilité. Actuellement ce groupe n'a pas encore de dirigeant.

La prochaine réunion plénière de la commission aura lieu au printemps 1987.

Peter Sommer.

### Commission «Caissons sous pression et enceintes de confinement en béton précontraint»

#### Remarques générales

Cette commission appelée en anglais «Prestressed Concrete Pressure Vessels and Containments» est née à l'occasion du Congrès FIP 1982 à Stockholm lors de la division d'une commission précédente, qui traitait les caissons en général. J. Irving (Royaume-Uni) en est le président.

Quatre groupes de travail se répartissent les tâches de la commission:

- caissons sous pression en béton précontraint (PCPV). Rapporteur: P. Dawson (Royaume-Uni);
- enceintes de confinement en béton précontraint. Rapporteur: K. Eriksson (Suède);
- contrôle en service et inspections (ISI). Rapporteur: I. W. Hornby (Royaume-Uni);
- Applications non nucléaires. Rapporteur: P. Y. Chow (Etats-Unis).

Quelques thèmes de première importance, dont on fera mention ci-dessous, ont été définis en commun. Ils formaient la base des travaux.

La nouvelle commission a fait une première apparition officielle lors du Symposium de Calgary en 1984 en présentant onze rapports concrétisant les résultats de ses groupes de travail.

#### Situation actuelle

L'accroissement de la demande d'énergie électrique ralentit dans la majorité des pays industrialisés et il en résulte une diminution importante des commandes dans le domaine des nucléaires. Du fait de cette situation et du haut niveau technologique, il y a eu peu de développement dans la conception générale de tels ouvrages. Par contre, dans les réalisations récentes un effort particulier a été mis pour améliorer les détails comme cela a été présenté au congrès, à savoir: les caissons anglais de Heysham 2 et Torness (précontrainte de forme hélicoïdale) et les études et essais très détaillés pour l'enceinte de confinement de Tsuruga au Japon (fig. 25).

A cet effet des thèmes nouveaux ou complémentaires ont été étudiés par les groupes de travail:

- définitions de cas de charges exceptionnels, conséquences, limites et possibilités de contrôle des structures;
- approfondissement des connaissances sur les matériaux courants et nouveaux, le béton restant toujours un thème principal;

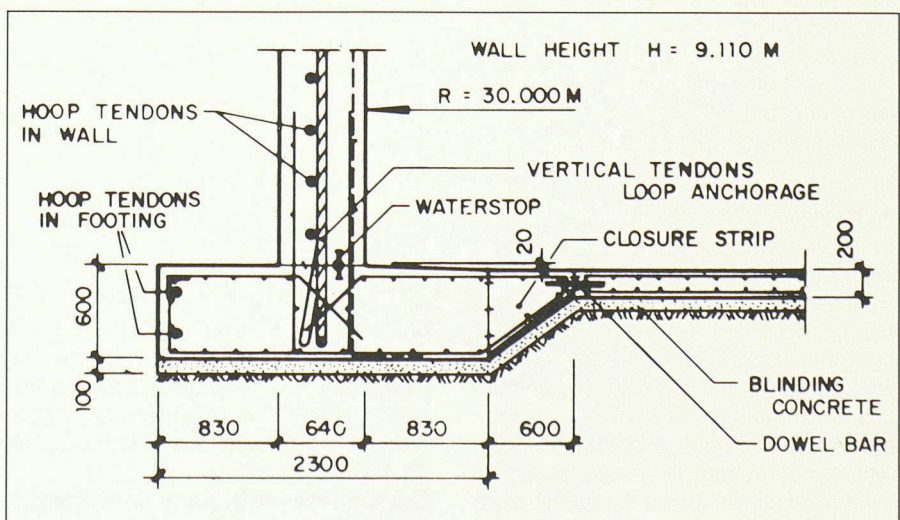


Fig. 24. — Détail de construction d'un grand réservoir d'eau cylindrique réalisé en Malaisie.

- procédés de démolition pour les centrales mises hors service. C'est un aspect, qui n'a pas été pris en considération depuis longtemps dans la conception et le choix des matériaux, et qui, aujourd'hui, acquiert de plus en plus d'importance.

De nouvelles idées dans le domaine des caissons à pression ainsi que quelques réalisations peuvent être résumées comme suit :

- l'emploi d'autres matériaux que le béton peut apporter des avantages dans des cas particuliers. Des caissons en acier étiré ou moulé précontraints ont été étudiés et quelques applications, sous forme de modèles en général, ont été exécutées;
- les connaissances acquises dans le domaine nucléaire donnent de larges possibilités d'application dans d'autres secteurs. Dans certains cas les pressions et les températures à considérer sont même beaucoup plus élevées. On peut citer comme exemples : réservoirs de stockage d'énergie avec air comprimé ou eau chaude, installations de gazéification du charbon, autoclaves, etc. Cependant tant qu'il n'y aura pas de pression économique, privée ou publique, il ne faut pas s'attendre à de réels progrès au-delà du stade d'étude ou de modèle.

Citons enfin une remarque importante formulée par le président de la commission : bien qu'un grand nombre de caissons nucléaires, encore en service aujourd'hui, datent de l'origine de cette technique, aucun signe n'est apparu pouvant mettre en question la bonne conception de ces caissons sous pression et enceintes de confinement.

Fritz E. Speck.

### Informations et adresses utiles

A part les cinq commissions précitées, il en existe quatre autres au sein de la FIP, actives dans les domaines (et avec les rapporteurs) suivants :

- Béton (T. W. Kirkbride, Royaume-Uni);
- Pratique des projets (R. Walther, Suisse);
- Ouvrages à la mer (L. Pliskin, France);
- Structures antisismiques (K. Nakano, Japon).

Toutes les neuf commissions seront plus ou moins impliquées, en étroite coopération avec les groupes de travail du CEB (Comité euro-international du béton; secrétariat permanent à l'EPFL, case postale 88, 1015 Lausanne), dans le processus actuel de révision du Code modèle CEB/FIP (1978) [4], dont une nouvelle version est prévue pour 1990.

A la Nouvelle-Delhi, la FIP a désigné R. P. Andrew, Dr ès sc. techn., comme nouveau secrétaire général; son siège se trouve à l'adresse suivante : Institution of

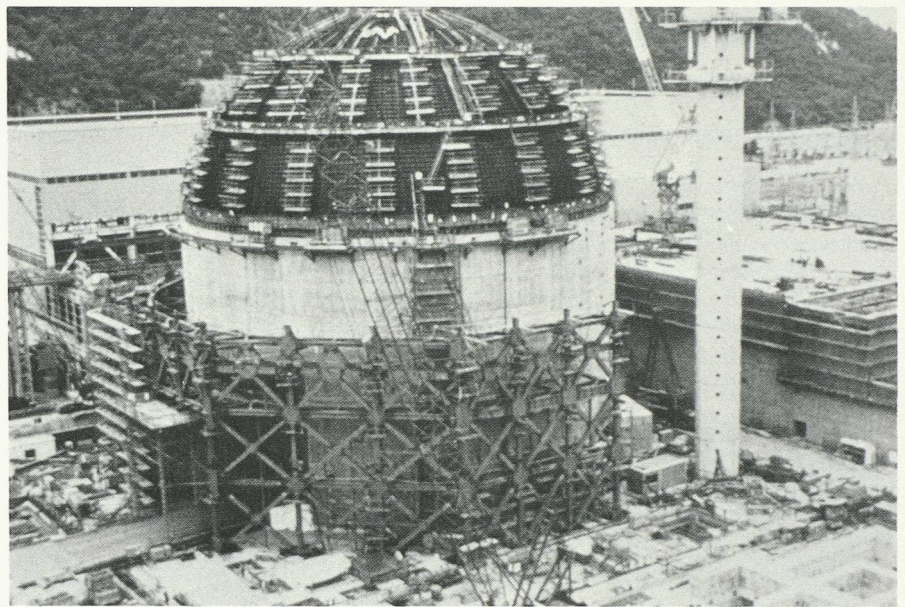


Fig. 25. — Enceinte de confinement de la centrale nucléaire de Tsuruga 2 (Japon) en phase avancée de construction.

Structural Engineers, 11 Upper Belgrave Street, London SW1X 8BH, où l'on peut commander par exemple les proceedings de la Nouvelle-Delhi (trois volumes contenant toutes les contributions individuelles reçues avant leur présentation au congrès).

Notons que les secrétariats des commissions de la FIP sont dès maintenant assumés par eux-mêmes et, en général, logés dans le pays du rapporteur concerné. Les rapports techniques, *State-of-the-art reports*, recommandations pratiques, *guides to good practice*, etc., établis par les commissions sont publiés depuis 1984 chez l'éditeur anglais Thomas Telford Ltd. (P.O. Box 101, London EC1P 1JH, Royaume-Uni) et peuvent y être commandés.

Les «FIP notes» trimestrielles sont diffusées en Suisse (aux membres intéressés du Groupe spécialisé des ponts et charpentes) par les soins du secrétariat général de la SIA, à Zurich.

Comme dans le passé, certains pays ont publié à l'occasion du congrès des brochures sur les réalisations des quatre années précédentes : les rapports [5] à [10] méritent une attention toute particulière et peuvent être commandés chez les différents éditeurs nationaux.

Manfred Miehlabratt  
(rédaction générale)

Gilbert Etienne  
(traductions)

### Bibliographie

- [1] WALTHER, R.; HOURIET, B.; ISLER, W.; MOÏA, P.: *Ponts haubanes*, Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1985.
- [2] WALTHER, R.; HOURIET, B.; MOÏA, P.: *Le pont de Diepoldsau*, Ingénieurs et architectes suisses, 1985, p. 405.
- [3] MIEHLBRADT, M.: *9<sup>e</sup> Congrès de la FIP (Stockholm, juin 1982)*, Ingénieurs et architectes suisses, 1983, p. 73.
- [4] MIEHLBRADT, M.: *Applications du Code modèle CEB/FIP*, Ingénieurs et architectes suisses, 1983, p. 57.
- [5] Service de recherches et conseils techniques de l'industrie suisse du ciment : *Béton précontraint en Suisse 1982-1986*, TFB, 5103 Wildegg.
- [6] Deutscher Beton-Verein e.V.: *Spannbetonbau in der Bundesrepublik Deutschland 1983-1986*, Postfach 2126, D-6200 Wiesbaden.
- [7] Österreichischer Betonverein, Heft 4: *Österreichs Beiträge zum 10. FIP-Kongress*, Richtergasse 4/9, A-1070 Wien.
- [8] Association française pour la construction, Travaux, janvier 1986 (2 fascicules), Paris: AFPC-SETRA, F-92223 Bagneux.
- [9] Associazione Italiana del Cemento Armato et Precompresso: *Realizzazioni Italiane in Cemento Armato Precompresso 1982/86*, édition spéciale de l'Industria Italiana del Cemento, janvier 1986, AITEC, c/c postale 487017, I-00198 Roma.
- [10] The Netherlands Concrete Society, Holland 1986: *Some outstanding Projects and Research*, STUVO, P.O. Box 61, NL-2700 AB Zoetermeer.

### Adresses des auteurs :

René Walther et Manfred Miehlabratt  
EPFL-IBAP, 1015 Lausanne

Gilbert Etienne  
c/o Bureau Boss Ingénieurs civils SA  
1, rue de l'Industrie  
1020 Renens

Peter Matt et Peter Sommer  
c/o VSL International SA  
Case postale 2676  
3008 Berne

Hans Rudolf Müller et Georges Zenobi  
c/o Stahlton SA  
Case postale  
8034 Zurich

Fritz E. Speck  
c/o Aschwanden & Speck SA  
Sophienstrasse 16  
8030 Zurich