

RAPPORT GÉNÉRAL — GENERAL REPORT

ALLGEMEINER BERICHT

par F. CAMPUS,

Professeur à l'Université de Liège

La troisième question est une de celles qui réunissent le plus grand nombre de mémoires. La raison en est probablement que le Congrès, en même temps qu'il discute des questions d'ordre théorique et pratique, doit présenter utilement le caractère d'une éclatante manifestation de l'importance considérable du béton et du béton armé dans la construction moderne. Rien ne paraît pouvoir mieux atteindre ce but que la revue des grands ouvrages exécutés dans tous les pays du monde avec un succès complet.

Il semble à première vue difficile d'établir un rapport général sur ce sujet. Cependant, de l'examen de l'ensemble des mémoires présentés se sont dégagés un ensemble d'arguments, susceptibles d'agencement logique et qui caractérisent l'intérêt de la question.

La description des grands ouvrages et de leur exécution, l'exposé de leur conception et leur manière de se comporter en service sont toujours d'une considérable utilité pour les spécialistes. La troisième question constitue, somme toute, une véritable synthèse de la théorie et de la pratique. Les deux points de vue sont inséparables dans les grands ouvrages. Un tel ouvrage paraît excellent si l'on y décèle une conception adéquate aux circonstances, originale ou ingénieuse, un dimensionnement sûr sans être timoré, léger sans être inquiétant, économique sans être fruste; enfin une exécution consciencieuse, soignée dans les détails, portant la marque du respect de l'ouvrier pour son œuvre. Pour atteindre à un tel résultat, il faut bien que l'auteur de l'ouvrage réunisse un ensemble de qualités complexes et élevées, fruits de l'étude et de l'expérience. Nous pensons que cette remarque concerne le béton armé plus que n'importe quel autre mode de construction.

La description des grands ouvrages procure une documentation indispensable aux ingénieurs pour faciliter la synthèse de leur art, pour stimuler l'esprit de progrès ou même, tout simplement, pour inspirer leurs propres travaux. La construction des grands ouvrages en béton ou en béton armé est, en général, à l'opposé du travail en série. Chacun d'eux répond à des buts et à des circonstances particuliers et constitue une entité unique, édifiée suivant une conception propre. C'est d'ailleurs ce qui confère à la construction de ces ouvrages un caractère passionnant, apporte la célébrité aux grands constructeurs et à toute la corporation des spécialistes véri-

tables une réputation de bon aloi. Il existe, bien entendu, des règles et des théories générales en suffisance et des analogies nombreuses et précieuses. C'est la raison pour laquelle la documentation relative aux travaux exécutés est si utile, autant celle des revues périodiques que des publications des Congrès. L'exposé de ces travaux dans les réunions internationales présente même un intérêt supérieur, celui de confronter les conceptions d'un grand nombre de spécialistes de pays divers.

Le résultat capital de cette comparaison nous semble être la constatation que la technique de la construction en béton armé est, à des détails près, pratiquement uniforme dans les pays les plus divers. Au point de vue purement technique, ce fait est très réconfortant, car il constitue, pensons-nous, la meilleure preuve du degré de perfection auquel a atteint la construction en béton armé. N'est-il pas réjouissant que le Premier Congrès international consacré exclusivement à la technique du béton et du béton armé puisse constater que l'objet dont il s'occupe est sorti complètement de la voie des tâtonnements et s'avance vers de nouveaux progrès sur une route désormais solide, large et droite. Il n'y a pas de crise de principes en béton armé. Si un vaste champ reste ouvert à de nouvelles études, de nouvelles inventions et de nouveaux progrès, aucune question vitale ou angoissante ne se pose. Cette conclusion magnifique est affirmée d'une manière tangible par les grands ouvrages exécutés et par les anticipations qu'ils permettent et dont ce Congrès aura eu la primeur.

Malgré que ce soit peut-être un lieu commun, nous croyons devoir souligner l'applicabilité universelle du béton à tous les usages, grâce à la possibilité de pouvoir l'adapter à toutes les formes avec une résistance suffisante et d'une manière économique. Quant à sa durabilité, elle n'est pas mise en doute en ce qui concerne les grands ouvrages; on songerait plutôt à reprocher au béton sa difficulté de démolition.

Un des plus éminents constructeurs de notre temps, M. R. Maillart, exprime l'opinion que les ouvrages construits dans les grands pays portent en quelque sorte leur marque distinctive, tandis que ceux des petits pays pourraient être influencés par les tendances des grandes nations voisines. Cependant, il revendique pour un grand nombre d'ouvrages suisses une originalité marquée. Nous nous permettrons de

généraliser cette observation. Nous constatons ci-dessus que chaque ouvrage en béton armé doit être conçu d'une manière adéquate aux circonstances, ce qui est possible par la facilité avec laquelle la matière se prête à toutes les formes. Or, ces circonstances sont constituées par les contingences nationales, voire régionales, résultant des ressources en matériaux, de l'architecture dominante, du degré de prospérité, de l'activité économique, du caractère industriel, etc. Rien d'étonnant dès lors à ce que les ouvrages en béton armé reflètent tous ces éléments et soient caractéristiques d'un pays ou d'une région. Les conceptions personnelles ont aussi une influence marquée. Les constructions de Séjourné, de Mesnager, de Freyssinet, de Melan, d'Emperger, de Maillart, de Vierendeel — en citant ces quelques noms à titre d'exemples, nous en oublions d'autres aussi éminents et nous nous excusons de ne pouvoir les citer tous — ont une individualité qui leur est conférée par leur auteur.

Ces caractères là dépassent les frontières et l'on peut même ajouter que les règles de la construction en béton armé ne connaissent pas de frontières. Des conditions très analogues conduisent à construire en des lieux très divers des ouvrages à peu près identiques, que ce soit en France, en Angleterre, en Pologne, en Espagne, en Allemagne, en Belgique ou ailleurs. Les mémoires du Congrès et leurs illustrations en fournissent la preuve. Bref, on peut dire que les grands ouvrages en béton armé portent toujours le caractère qui correspond à une parfaite adaptation à leur destination et aux circonstances régionales ainsi qu'à l'ingéniosité déployée par leur auteur.

Cependant, un élément supplémentaire et purement national peut s'ajouter aux précédents, c'est l'action d'un règlement ou d'un contrôle d'ordre administratif. Si ce règlement ou ce contrôle sont très stricts, ils risquent de conférer à toutes les constructions cet air d'uniformité nationale auquel songeait peut-être M. R. Maillart et de constituer, dans une certaine mesure, une entrave au caractère d'individualité si caractéristique de la construction en béton armé. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point qui sort des limites de la troisième question, mais nous avons jugé utile d'y faire allusion, parce qu'il faut nécessairement en tenir compte dans l'examen comparatif d'ouvrages exécutés dans divers pays.

Sous réserve des détails et de certains éléments économiques, les règlements administratifs ne changent d'ailleurs rien au fait déjà indiqué précédemment que les règles fondamentales de la construction en béton armé sont partout les mêmes. On pourrait en conclure qu'il peut être simple d'établir un règlement international; nous pensons que c'est l'inverse. Car un règlement international est superflu au point de vue des principes, notre Congrès en établit la preuve. Mais les raisons économiques et administratives permettent malaisément d'en constituer un. On peut croire que des Congrès internationaux comme le nôtre, peuvent assurer une solidarité et une compréhension suffisantes.

Nous avons déduit ces remarques générales de la revue des mémoires présentés, que nous esquissons succinctement ci-après.

M. E. Gérard (Grande-Bretagne, rapport n° 2) souligne la nécessité de respecter l'individualité du constructeur d'ouvrages en béton armé. Il montre l'universalité d'emploi de cette matière en décrivant de grands ponts en arc, des ponts construits rapidement au moyen d'éléments moulés d'avance, des appontements maritimes, des tours de réfrigération, même des coques de navires, tous construits en Grande-Bretagne au cours de ces dernières années. Parfaitement adaptés aux circonstances, édifés d'après les conditions administratives anglaises, qui imposent notamment pour les ponts-routes des charges mobiles très fortes (50 tonnes sur quatre roues), ces ouvrages peuvent être considérés comme parfaitement britanniques, et cependant des inspirations étrangères s'y reconnaissent (système Hennebique, système van Iterson).

M. B. Boucau (Belgique, rapport n° 6) décrit trois types spéciaux d'ouvrages construits sur le nouveau canal de Charleroi à Bruxelles et caractérisés par une très faible hauteur des poutres droites entièrement établies sous la voie. Il importe donc de réaliser l'équivalent d'un encastrement de ces poutres, ce qui est produit soit par un portique à béquilles rigides, soit par de courtes travées d'équilibrage dont les culées massives servent d'ancrage. Dans le premier système, les béquilles sont de grande hauteur, pour réduire les effets thermiques et de retrait. Dans le second, qui a déjà été réalisé ailleurs, notamment en Allemagne, une variante a été introduite pour éviter l'hyperstaticité, c'est une double articulation de la travée centrale. Ce sont d'excellents exemples de l'adaptation aisée du béton armé à toutes les circonstances, quelles que soient les difficultés, et des solutions adéquates que peut concevoir un ingénieur ingénieur.

Le distingué professeur *E. Ribera* (Espagne, rapports n° 9 et 10) apporte un témoignage certain de la durabilité des constructions en béton armé, même dans les cas les plus délicats, (siphons à forte pression) et lorsque la construction a été pleine de difficultés. Les deux plus grands siphons en béton armé du monde sont en service depuis 24 et 22 années. L'auteur établit le fait intéressant que le béton peut se suffire à lui-même, même sous de fortes pressions, et que les enveloppes d'étanchéité en tôle sont génératrices d'ennuis et de difficultés. Il s'agit encore d'ouvrages bien nationaux et originaux, et cependant il appert qu'on eût pu les construire identiquement ailleurs qu'en Espagne.

Dans son second mémoire, *M. E. Ribera* expose l'usage déjà ancien et consacré par le succès que les ingénieurs espagnols ont fait du béton armé pour la construction des ponts-rails et comment l'augmentation du poids du matériel roulant a imposé, en quelque sorte, la généralisation de ces ouvrages. De telle sorte que finalement ils ont été normalisés et que des plans-types ont été dressés pour des portées variant de 1 à 50 mètres, en vue des charges imposées par les dernières prescriptions officielles. Ceci contredit quelque peu notre observation générale concernant l'individualité des constructions en béton armé, excluant le travail en série. Il faut noter que cette normalisation reste confinée à un domaine restreint, mais elle est sans doute pratiquée dans d'autres pays et dans d'autres domaines. Les bureaux d'études ont tout intérêt à éviter le renouvellement de calculs

qui peuvent servir à de multiples reprises. Mais il n'en résulte nullement que l'on construise un grand nombre d'ouvrages en tous points identiques. Toujours ils différeront par l'un ou l'autre détail : site, fondations, abords, etc., de telle sorte que l'adaptation particulière reste toujours nécessaire, mais à un moindre degré. Sous la réserve qu'il faut veiller à ne pas entraver trop la liberté d'action de l'ingénieur et qu'il faut rendre possible la parfaite adaptation des ouvrages, la tendance à la normalisation de certains types d'ouvrages, montrée par M. Ribera, est très recommandable et propre à favoriser la diffusion du béton armé.

M. le professeur *W. Paszkowski* (Pologne, rapport n° 11) confirme par son rapport le caractère universel que confère au béton armé l'existence de ses matières premières dans presque tous les pays. Il en est ainsi en Pologne et l'auteur montre très succinctement que l'on a su tirer dans son pays les partis les plus divers du béton armé.

M. *B. Plebinski* (Pologne, rapport n° 16) apporte des précisions quant à l'un des grands ouvrages évoqués par M. Paszkowski, le pont Prince Joseph Poniatowski sur la Vistule à Varsovie, ouvrage très important et imposant, reconstruit récemment sous la direction de l'auteur du rapport. Cet ouvrage a connu des vicissitudes nombreuses depuis sa construction en 1914, principalement du fait des opérations de guerre, ce qui n'a pas peu contribué à augmenter les difficultés de sa reconstruction finale. L'ouvrage est mixte. Les grands arcs sont en acier ; le béton domine dans les appuis, les viaducs d'approche, les murs de soutènement des rampes, etc. Il est intéressant de souligner cette association harmonieuse du béton et du béton armé, qui se répand de plus en plus, à tel point qu'il n'est presque aucune construction métallique importante qui ne comprenne quelques parties en béton armé.

C'est aussi l'association du béton armé et de la construction métallique qu'envisage l'éminent et infatigable vétéran *D^r Fr. Emperger* (Autriche, rapport n° 5), dont la présence au Congrès mérite une mention toute spéciale pour l'éclat qu'elle lui confère. Il s'agit ici du secours que le béton armé peut apporter au métal fatigué, pour le renforcement des ponts métalliques à treillis triangulé, en association avec des renforcements soudés des barres tendues. Des résultats heureux ont déjà été obtenus dans cette voie, notamment pour le renforcement, au moyen de béton armé, d'anciens ponts en fonte, en France, en Autriche et ailleurs. Ce sont là des exemples particulièrement suggestifs de l'universalité d'emploi du béton armé, dont aucune application ne paraît impossible.

Cependant, l'utile association technique du béton armé et de la construction métallique n'est nullement l'indice d'une entente cordiale et la concurrence entre ces modes de construction paraît très vive dans certains pays où elle est organisée ; elle tend d'ailleurs à s'accroître partout dans certains domaines. Une telle situation existe notamment en Allemagne et le *D^r Pétry* (Allemagne, rapport n° 15) expose dans un rapport documenté de première main, quel stimulant au progrès constitue une telle concurrence. C'est à tel point que les commissions administratives doivent s'en inquiéter et reviser constamment les règlements, particulièrement détaillés dans

son pays, afin de tenir le plus possible la part égale et de s'adapter au progrès. Les considérations relatives aux matières premières sont plutôt du domaine de la deuxième section et y sont largement traitées. La qualité du béton et son contrôle constituent, somme toute, des conditions préalables à l'exécution des grands ouvrages. Mais un autre facteur non moins négligeables pour la concurrence, surtout dans l'ordre économique et aussi au point de vue de la rapidité d'exécution, est celui des moyens d'exécution, dont le progrès élargit les possibilités du béton armé. Les perfectionnements apportés aux systèmes de coffrages, le bétonnage par temps de gel et la manutention du béton font l'objet de remarques d'un grand intérêt dans le rapport de M. Pétry. Il faut signaler notamment le transport du béton par pompage, qui paraît susceptible d'application dans la construction des grands ouvrages d'art. Les travaux que décrit l'auteur, s'ils appartiennent plutôt au domaine de la construction d'édifices privés ou industriels sont cependant d'une telle importance qu'ils sont comparables aux ouvrages d'art et constituent de vrais travaux d'ingénieur. Les questions traitées par M. Pétry sont inséparables de l'exécution des grands ouvrages.

Nous sommes amenés naturellement à examiner ensuite le magistral rapport de *M. E. Freyssinet* (France, rapport n° 3) qui, se basant sur ses réalisations bien connues, qui ont suscité l'intérêt et l'admiration du monde entier, amplifie le débat et pose nettement le problème des plus grands ouvrages que peut permettre le béton armé. Il ne s'agit pas moins que de concurrencer la construction métallique dans le domaine qui lui paraissait encore exclusivement réservé, celui des très grandes portées. M. Freyssinet estime sans réserves que le béton armé permet la réalisation de grandes portées dans de meilleures conditions que l'acier. La construction du viaduc de Plougastel lui confère dans ce domaine une autorité impressionnante. Mais il ne se borne pas à exciper de cette qualification ; il produit une véritable démonstration de ce qu'il avance, qui constitue à la fois une véritable philosophie de la construction des grands ouvrages en béton armé en même temps qu'une anticipation tout à fait précieuse pour le progrès du béton. Car nous ne doutons pas que non seulement M. Freyssinet, mais encore beaucoup d'autres chercheurs de tous pays, poursuivront l'étude de ces idées et la poursuite de ces buts. Le premier Congrès international du béton et du béton armé peut donc se féliciter d'avoir pu faire connaître un mémoire d'un tel retentissement.

M. Freyssinet examine d'abord la perfectibilité du béton et du béton armé, en se basant à la fois sur les considérations les plus modernes de la résistance des matériaux et les dernières tendances pratiques. L'amélioration du béton réside tout entière dans l'augmentation de sa compacité. Une confection non plus empirique, mais aussi méthodique que celle des métaux, et des traitements appropriés, tels que la vibration, peut-être la désaération, permettront d'atteindre des résistances propres élevées. Bien entendu, ce ne pourront pas être des maxima occasionnels, mais des moyennes garanties. M. Freyssinet envisage la combinaison de l'acier et du béton principalement sous forme de fretage et suivant des dispositions particulières qui lui sont propres. Les résistances réalisables dépassent celles des pierres natu-

relles les plus dures. L'emploi des armatures longitudinales retient moins l'auteur, attendu qu'il cherche à réaliser surtout des compressions, par l'emploi d'arcs. Notons seulement qu'il préconise l'emploi de barres fines, pour augmenter l'adhérence, ce qui est un idéal pour tous les bons constructeurs. Nous pensons que c'est dans ce domaine de la perfectibilité des matériaux que la communication de M. Freyssinet suscitera le plus vif intérêt, car elle est encore pratiquement une anticipation.

M. Freyssinet étudie ensuite les formes d'arc adéquates aux grandes portées. Il exprime sa préférence pour les arcs encastrés à section croissante vers les naissances et, étudiant les sections transversales pleines ou évidées et les arcs triangulés, il explique les raisons de ses préférences pour les arcs évidés. Somme toute, M. Freyssinet préconise le maintien des formes fondamentales du viaduc de Plougastel. Il considère que le flambage n'est pas à craindre, mais il expose les précautions à prendre pour la constitution des parois des arcs évidés.

Dans une troisième partie, il aborde les moyens d'exécution, capitaux pour la réalisation des portées envisagées par M. Freyssinet. Ici également, il reste fidèle à sa conception du cintre flottant de Plougastel, qu'il décrit sommairement et qui est bien connu de tous. M. Freyssinet indique que, par une conception rationnelle de la division en rouleaux de la voûte, le cintre n'est limité en portée que par son poids propre et par l'effet du vent. Ce dernier doit être étudié sur modèle, en tunnel aérodynamique; nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

Dans l'ensemble, les conceptions de M. Freyssinet frappent par leur ampleur, elles sortent de la moyenne et elles impliquent nécessairement une personnalité puissante pour leur application, on peut même dire audacieuse. Car il ne faut pas se dissimuler que l'enjeu est gros et que l'accident que constitue la rupture d'un grand ouvrage trouve toujours un retentissement beaucoup plus considérable qu'un échec dans n'importe quel autre domaine de la technique.

Nous commencerons par le rapport de M. Balis (Belgique, rapport n° 12) l'examen des mémoires se rapportant à des ouvrages qui portent en quelque sorte une estampille nationale ou particulière, et qui émanent d'ailleurs tous de petits pays. La poutre Vierendeel constitue une conception bien belge par la personnalité puissante de son inventeur, que l'âge ne réussit pas à entamer, mais accuse au contraire davantage. L'exemple que M. Vierendeel donne en continuant à enseigner magistralement après l'âge normal de la retraite, et en s'intéressant en outre activement à des entreprises telles que ce Congrès, nous remplit d'admiration et de respect; il a droit à toute notre gratitude. M. Balis se fait un propagandiste enthousiaste de la poutre Vierendeel en béton armé et d'une manière plus particulière au point de vue architectural. La construction du pont de la rue La Fayette à Paris, en treillis triangulé, dont on a calculé les efforts secondaires, semble indiquer que le système Vierendeel n'a pas encore exclu le treillis triangulé dans le béton armé. Il est même piquant de noter ici qu'un de nos collègues a proposé, dans la deuxième question, le calcul des tensions secondaires dans les treillis triangulés par un système Vierendeel fictif. Pourtant, et mal-

gré que son inventeur ait surtout cherché à propager le système dans la construction métallique, on a l'impression que la poutre Vierendeel est particulièrement adéquate au béton armé. Toutefois, nous ne pensons pas que le bow-string soit précisément la forme la plus caractéristique du système Vierendeel et qu'il présente une grande différence par rapport à l'arc à tirant rigide et barres de suspensions souples. Notons encore que la question des nœuds reste quelque peu délicate. Nous nous hâtons d'ajouter, étant sans parti pris, qu'elle ne nous paraît pas plus délicate que celle des nœuds des treillis triangulés. Nous croyons sincèrement, avec M. Balis, que l'application du système Vierendeel au béton armé réserve d'importantes possibilités.

L'éminent constructeur genevois M. R. Maillart (Suisse, rapport n° 4) revendique avec raison, pour les ouvrages de son pays, un certain caractère national. L'on peut dire, en effet, que la Suisse est le pays des beaux viaducs arqués, remarquables tant par le soin de la conception et de l'exécution que par leur adaptation parfaite aux sites imposants qu'ils traversent. Leur caractère résulte évidemment de la conformation du pays et de ses nombreuses vallées encaissées, en même temps que de ses ressources en pierres, galets, sables et ciments, enfin de l'excellence réputée de ses constructeurs. Comme types spéciaux, outre les ouvrages moyens à tablier très rigide, déjà connus par les publications suisses, M. Maillart décrit, discute et justifie principalement le système qu'il a employé pour la construction du pont de Lorraine, à Berne. Le but est de décharger le cintre en faisant contribuer la voûte à son propre support au fur et à mesure de son exécution. Il faut procéder par parties, mais au lieu de la superposer en rouleaux, M. Maillart les accole latéralement en anneaux, d'ailleurs enchevêtrés suivant la liaison habituelle des voûtes en blocs de béton (ou en pierres).

Les Pays-Bas constituent la terre classique des travaux hydrauliques et maritimes; il n'est pas surprenant que M. Van Dyck (Pays-Bas, rapport n° 13) ait voulu présenter au Congrès une application caractéristique et moderne du béton armé au port de Rotterdam. Il en est de plus impressionnantes: l'écluse d'Ymuiden, récemment ouverte au trafic; les ouvrages du Zuyderzee, etc. Mais ces travaux sont connus de tous les spécialistes, tandis que M. Van Dyck tient à nous montrer le soin que l'on apporte dans son pays à des ouvrages courants, dont le détail est étudié comme celui des ouvrages les plus importants. Il donne par là une utile leçon au sujet de la science et de la conscience que demande la construction en béton armé.

Nous avons réservé pour la fin les mémoires qui, se rapportant à de grands ouvrages, traitent en même temps d'essais ou d'épreuves effectués à propos de ceux-ci ou sur ceux-ci. Réserve faite toutefois au sujet du rapport de M. le professeur A. Peña Bœuf (Espagne, rapport n° 14), qui expose l'étude d'un grand hangar pour l'aéro-port de Séville. Vu l'importance des efforts du vent et des actions secondaires, la fibre moyenne la plus avantageuse diffère caractéristiquement de la ligne funiculaire des poids morts. Si nous examinons cet intéressant travail à cette place, c'est pour le mettre en connexion avec celui de MM. Baes et Verdeyen (Belgique, rapport n° 7), parce qu'ils traitent tous deux d'ouvrages ana-

logues par leurs formes sinon par leurs destinations et qui présentent le même caractère quant aux effets du vent. Or, MM. Baes et Verdeyen concluent à l'opportunité d'essais sur modèles en tunnel aérodynamique, ce qui corrobore une observation analogue faite par M. Freyssinet à propos des grands cintres. Comme M. Peña Bœuf montre à la fois l'importance des effets du vent tout en exprimant l'opinion qu'ils ont souvent été exagérés, on oserait formuler de voir élucider une question aussi intéressante.

Le rapport de MM. Baes et Verdeyen expose en détail les caractères d'un type d'ouvrage qui s'est rapidement répandu et dont l'intérêt est considérable pour le débouché actif que la construction en béton armé trouve dans l'industrie chimique. Mais nous croyons devoir souligner surtout l'intérêt des conclusions des essais sur modèles en tunnel aérodynamique, qui constituent des indications précieuses pour l'appréciation des effets du vent par les constructeurs.

Les deux derniers rapports sont consacrés à des essais effectués sur de grands ouvrages, pendant ou après la construction. Celui de M. Fishburn (Etats-Unis d'Amérique, rapport n° 1) apporte une description succincte d'un ouvrage important, remarquable par son caractère monumental et par la largeur de son tablier. Mais la partie essentielle du mémoire concerne les observations de température, de déformation et de fatigue effectuées sur une partie de l'ouvrage, en cours même d'exécution. Elle permet de se rendre un compte exact de l'importance et de la difficulté de ces observations. L'auteur discute avec beaucoup d'esprit critique la précision et le caractère pratique des appareils. Les clinomètres de grandes dimensions et les thermomètres électriques (de deux systèmes différents, à thermo-couple et à résistance) semblent avoir donné vraiment de bons résultats. Le dépouillement n'est pas assez avancé pour permettre de juger des résultats obtenus au moyen des élasticimètres employés, mais leur interprétation paraît devoir être plus difficile. Les courbes de température interne des voûtes dans la période initiale de durcissement sont intéressantes; elles montrent notamment que, pour les voûtes encastées assez minces à la clef et renflées aux naissances, il n'est pas défavorable de claver avant que la température soit uniformisée dans la masse du béton. L'intérêt de ces expériences est surtout de contrôler le calcul et les théories. Mais le travail de confrontation est à peine abordé dans le mémoire de M. Fishburn et ne permet pas de conclure. La publication ultérieure de ces résultats, qui est annoncée, sera certes attendue avec intérêt.

M. Lanos (France, rapport n° 8) apporte au Congrès les résultats d'épreuves multiples effectuées sur le pont de la rue La Fayette à Paris, par les soins de la Compagnie de l'Est. En même temps, il pro-

cure un complément de documentation au sujet de cet ouvrage, qui n'a fait l'objet que de peu de publications malgré l'intérêt qu'il suscite. Nous savons que son auteur, M. Caquot, est très occupé et qu'il est de ces hommes pour qui ce qui a été fait et réussi n'offre plus d'intérêt, mais qui se consacrent tout entiers à de nouveaux efforts. Pour ceux qui attendent d'eux des lumières, et nous en sommes, le mémoire de M. Lanos sera précieux à ce point de vue. Il ne l'est pas moins par ses conclusions propres.

Les essais ont été effectués suivant un schéma pratique, portant sur des points bien déterminés plutôt que sur une vérification d'ensemble. Il a été fait usage d'un petit nombre d'appareils de types courants, bien connus (cette remarque peut s'appliquer aussi à l'appareil Fereday-Palmer). Il semble se dégager du mémoire de M. Lanos les mêmes remarques que de celui de M. Fishburn: les appareils les moins compliqués ont été les plus efficaces et les mesures directes de tensions ont donné souvent lieu à des interprétations difficiles.

Des résultats très intéressants, vérifiés par des recoupements, ont été obtenus. Notamment concernant

le facteur $m = \frac{E a}{E b}$ que M. Lanos recommande de

prendre plus voisin de 10 que de 15 (à rapprocher de la communication de M. le professeur Ros dans la deuxième question). Ensuite sur la période de vibration propre des maîtresses-poutres; sur l'effet des vitesses de déplacement des charges, qui diminue la contrainte des maîtresses-poutres (dans le cas envisagé), mais augmente sensiblement celle des entretoises et principalement dans leurs membrures supérieures; enfin sur la valeur du coefficient de choc (ou d'impact) applicable aux éléments du tablier. Il est important de souligner que les actions dynamiques sur le tablier dépassent ce qui est prévu, mais ne deviennent cependant pas dangereuses, du fait de la solidarité et de la continuité de tous les éléments, dont le calcul ne tient en somme pas compte. Le fait notamment qu'une charge disposée à l'aplomb d'une entretoise en influence effectivement sept est assez caractéristique à ce sujet. Le mémoire de M. Lanos est donc riche en résultats précis et en suggestions pratiques et le Congrès lui saura certainement gré de cette intéressante communication.

Il est temps de terminer ce trop long rapport général. Je voudrais que s'en dégage surtout l'impression qu'un champ d'activité universel est ouvert au béton armé et que, s'il a permis déjà d'édifier en tous pays des ouvrages remarquables, il n'a pas encore donné la mesure de ses possibilités totales. Nous osons exprimer l'espoir que des Congrès internationaux ultérieurs pourront contribuer efficacement à ce développement et d'autre part, consacrer des progrès de plus en plus marquants.