

RAPPORT RELATIF AU V^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE A MILAN

(6-11 Septembre 1926)

par F. CAMPUS,

Professeur à l'Université de Liège

Le 5^e Congrès international de la route fut brillant, tant par le nombre et la qualité des congressistes, que par les résultats des travaux. Le mérite en revient, en grande partie, au Bureau exécutif de l'Association internationale permanente des Congrès de la Route, qui assure, par la continuité, l'efficacité de l'œuvre des Congrès (1).

La Commission locale d'organisation et les autorités publiques italiennes ont voulu assurer à la réunion de Milan un grand éclat, et leurs efforts ont été couronnés d'un plein succès.

Le Gouvernement belge m'a fait l'honneur de me déléguer à ce Congrès. Le Patrimoine de l'Université de Liège a bien voulu m'accorder un subside pour y assister. Je pense répondre aux intentions de ces autorités en leur présentant un rapport au sujet de cette importante manifestation technique.

Conformément à une règle établie par les assemblées précédentes, le Congrès est divisé en deux sections. La première s'occupe de la construction et de l'entretien. La seconde de la circulation et de l'exploitation. Chaque section étudie trois questions, que nous examinerons successivement.

I. — Les routes en béton

La première question a trait aux routes en béton, notamment aux progrès réalisés dans l'emploi des matériaux utilisés pour la construction des chaussées en béton de ciment. Cette question avait été traitée déjà dans le précédent congrès, qui a eu lieu à Séville en 1923. Le problème y revêtait une importance particulière, car les congrès avaient été interrompus depuis 1913, et entretemps, les routes en béton avaient reçu aux Etats-Unis, un grand développement.

Cette technique suscitait en Europe beaucoup d'intérêt par suite de sa nouveauté. Elle n'y avait reçu, en général, que des applications isolées, sauf peut-être à Grenoble, où les voies publiques en béton existent de-

(1) Le siège de l'Association internationale permanente des Congrès de la Route est à Paris, Avenue d'Iéna, n° 1.

puis longtemps, par suite de l'importance de l'industrie régionale du ciment. Cependant, le béton est employé en Europe depuis quelques décades dans la voirie des grandes villes, comme fondation pour les chaussées pavées en pierres, en bois et en asphalte.

L'application du béton aux routes est donc plus ancienne en Europe qu'en Amérique. Ce qui était neuf, c'était l'emploi, sur de grandes longueurs, de chaussées dont la surface de roulement était en béton.

Selon la règle la plus usuelle, la désignation d'un type de chaussée est déterminée par le revêtement superficiel visible. L'emploi du béton comme fondation dans les voies urbaines de types divers ne réalise donc pas des routes en béton. Les congrès ont réservé ce terme pour les voies dont la surface de roulement visible est en béton.

En Amérique, aussi bien qu'en Europe, se répand de plus en plus la pratique de revêtir la surface des chaussées en béton d'un enduit assez épais de goudron ou de bitume, ou d'employer un autre traitement superficiel, tel que le silicatage. Ce dernier laisse subsister l'aspect superficiel du béton, mais les premiers le masquent. Le terme générique de « route en béton » subsiste néanmoins tant que l'épaisseur du revêtement superficiel ne dépasse pas celle d'un enduit, selon le même usage que pour les empierrements traités superficiellement par le goudron, etc.

Mais il y a cependant une distinction à faire dans les routes en béton, entre les chaussées monolithiques épaisses, du type américain (env. 20 cm. et plus) ou de Grenoble et les revêtements minces, de 8 cm. d'épaisseur en moyenne, employés dans certains procédés européens récents.

La fonction n'est pas la même. Les routes des deux types supportent en surface les frottements et les percussions des jantes.

Mais les routes épaisses assurent en outre, par leur résistance, la répartition des charges et des chocs sur le terrain sous-jacent, tandis que les revêtements minces doivent reposer sur une aire artificiellement consolidée, par exemple un ancien empierrement, ou toute autre fondation bien assise.

Ces deux types présentent, comme nous le verrons ultérieurement des caractères parfois assez différents.

Personnellement, je considère que les deux derniers Congrès n'ont pas marqué suffisamment cette distinction, et qu'il en résulte une certaine ambiguïté des conclusions.

Les résolutions du 5^e congrès n'ont pas ajouté beaucoup de compléments ni de précisions à celles du 4^e.

Malgré les multiples essais faits en tous pays, et qui ont été relatés dans de nombreux et intéressants rapports, presque tous les points restent sans conclusions précises ; le Congrès a estimé que les expériences doivent être poursuivies.

En Amérique les revêtements en béton sont entrés dans la pratique courante pour la construction de routes neuves, d'où le type mono-

lithique, que l'on peut employer en Europe dans les mêmes circonstances. La route pour automobiles, de Milan aux lacs italiens, est construite de la sorte, et semble convaincante de l'efficacité du procédé. Mais, le trafic américain se compose surtout de voitures de tourisme et de camions légers à bandages élastiques, généralement pneumatiques. La surface dure et unie du béton résiste à cette circulation, même intense, sans dommages excessifs. Le Congrès a conclu d'ailleurs que les routes en béton conviennent parfaitement dans les circonstances qui viennent d'être décrites.

En Europe, le problème se présente sous un aspect différent. Il existe des réseaux routiers développés, et la préoccupation des services publics est principalement de trouver le revêtement pratique et économique qui permettra à ces réseaux de faire face à l'extension rapide du trafic automobile. C'est pour cette raison que l'on a essayé le revêtement superficiel mince en béton, qui se trouve donc placé dans des conditions toutes différentes de celles des routes américaines. C'est une dalle rigide, posée sur une fondation, que l'on ne peut pas considérer absolument comme rigide, surtout sous l'effet des fortes charges. Le revêtement est donc exposé à se rompre, si la fondation en pierres cassées bouge sous les lourdes charges roulantes. D'autre part, en Europe, et notamment dans les grands centres de trafic : régions industrielles, grands ports maritimes et fluviaux, le charroi lourd est très important, très pondéreux et la majeure partie des véhicules est équipée au moyen de bandages pleins dont l'usure rend souvent les effets illusoires. Les plus lourds même sont simplement munis de bandages métalliques. Ainsi, on peut admettre que la grande voirie aux abords des quais du port d'Anvers est complètement conditionnée par la nécessité de résister à la circulation des lourdes voitures des « Nations » à bandages métalliques.

Les routes d'essai en béton se sont souvent mal comportées sous l'effet d'un tel trafic. Il n'est donc pas surprenant qu'en Europe, l'on fasse toutes réserves sur leur aptitude à résister au charroi pondéreux et aux bandages métalliques. Il est évident que ces réserves sont provisoires. En admettant — ce qui n'est pas prouvé — que le béton soit exceptionnellement sensible aux circonstances considérées, il n'en est pas moins vrai que le charroi très lourd et les bandages métalliques sont défavorables à tous les revêtements, même au pavage.

L'intérêt d'une bonne administration de voirie et d'une bonne coordination de tous les modes de transport commande d'imposer des limites très rigides de charge, (par ex., 8 T. max. par essieu à 2 ou 4 bandages) de proscrire complètement les bandages métalliques et même les bandages pleins, qui devraient être remplacés par des semi-pneumatiques à alvéoles. Cela ne vise pas les véhicules d'un poids exceptionnel, d'usage peu fréquent, nécessairement animés de vitesses très lentes et dont les jantes métalliques doivent avoir une largeur appropriée. Dans ces conditions, l'ère de la route en béton pourrait s'ouvrir en Europe.

On s'est d'ailleurs préoccupé en Europe d'améliorer les qualités du béton, en vue de le rendre apte à résister aux effets de percussion et d'abrasion provenant de la circulation. Certains de ces procédés, employant des bétons spéciaux, ont pris naissance en Belgique ou s'y sont développés. D'un point de vue purement objectif, on doit estimer que tout effort d'amélioration, toute tentative de progrès est bonne en soi, surtout si elle n'est pas dépourvue de base scientifique. Certains de ces bétons spéciaux semblent compatibles avec les théories récentes sur la composition et les qualités des bétons, auxquelles ont conduit les études expérimentales généralisées. Mais, comme il arrive fréquemment dans les périodes de début d'une technique, les systèmes particuliers, tant par leur caractère monopolisateur, que par les réactions qui en sont la conséquence, retardent souvent la diffusion de méthodes intéressantes. Le Congrès s'est occupé des bétons spéciaux, mais avec réserve, et seulement pour déclarer que l'expérience ne permet pas encore d'émettre à leur propos des conclusions formelles. Le Congrès ne pouvait guère être plus catégorique. Si, pour les raisons exposées, il devait nécessairement mentionner des efforts intéressants en vue d'adapter le béton aux routes, d'autre part, il ne pouvait donner à ces procédés des brevets de qualité, car ils sont peu nombreux, assez différents et les résolutions auraient pu être invoquées directement dans un but commercial. Il semble que l'écueil aurait pu être évité, et la question, très importante au point de vue européen, placée sur son vrai terrain, en envisageant l'emploi du béton en couche mince sur fondation distincte, éventuellement ancienne et non monolithique. C'est le mode d'emploi de tous les bétons spéciaux, mais il ne leur est pas particulier exclusivement.

Il y a intérêt à poursuivre tous les essais susceptibles de conduire à une solution satisfaisante de ce mode général d'application.

Il est apparent que la résistance aux percussions de ces dalles minces (8 cm.) posées sur des fondations dures mais imparfaitement rigides, dont l'épaisseur est généralement beaucoup plus forte (20 cm. et davantage) est toute différente de celle d'une dalle de 20 à 25 centimètres. Il est aussi nécessaire de prévoir en général un dosage plus résistant à l'usure que pour une route monolithique épaisse, car après une certaine usure superficielle, l'épaisseur est réduite au point que les chocs entraînent fatalement la dislocation. Dès lors la route n'est plus supérieure à une route en macadam ordinaire, il s'y forme aussi des nids de poule. Le rechargement de ces routes se présente d'une manière assez défavorable. Il est peu probable que les restes de l'ancien béton puissent être incorporés à la nouvelle couche. Il faudra décaper de manière à avoir une assise bien ferme, donc en règle générale, jusqu'à l'ancienne fondation.

Dans une route épaisse en béton, cet inconvénient ne se présente pas. Après une usure suffisante pour exiger un renouvellement superficiel, l'épaisseur sous-jacente (20 à 15 cm.) est encore suffisante pour suppor-

ter, telle qu'elle est, un nouveau revêtement quelconque : au goudron, à l'asphalte, en béton ou en pavés. Donc, dans la route mince en béton, il faut chercher à réduire l'usure superficielle, rechercher la grande dureté. C'est à cet effet que certains constructeurs revêtent la surface d'un coulis de ciment pur. Les procédés susceptibles de durcir la surface, tels que le silicatage; ou de la protéger, tel que l'enduit assez épais de goudron ou de bitume, ou enfin mixtes présentent un intérêt particulier pour les revêtements minces en béton. Ils réduisent les contraintes superficielles et accroissent la durée. Ils permettent surtout de faire porter l'usure presque uniquement sur ces revêtements superficiels, comme le suggère le rapport hollandais présenté à Milan. Le rapport général estime que cet espoir est d'un optimiste excessif ; il n'en est pas moins vrai que sa réalisation serait pour les revêtements peu épais d'une importance capitale, et que les efforts et les expériences à faire en Europe devraient notamment porter sur ce point.

D'après ce qui précède, je pense que les qualités, la composition et la mise en œuvre du béton doivent différer, suivant qu'il s'agit d'un revêtement épais ou mince. En général, ce dernier exige plus de qualités.

Au point de vue de la confection, il y a aussi une différence sensible. Les routes en béton épais de qualité ordinaire ont donné naissance à l'outillage américain, qui réalise une construction continue à grand rendement, mais ne produit qu'une faible compression.

Les revêtements minces s'accommodent mieux d'un matériel ordinaire de bétonnage, dont le rendement est suffisant pour les faibles volumes. Le damage pneumatique assure une compression énergique et un bon fini, indispensable pour la qualité à exiger du béton en dalle mince. Enfin, ce mode d'exécution permet, avec moins de sujétions, la confection par dalles alternées de 5 à 15 m. de longueur, construites en laissant un intervalle, qui n'est bétonné, qu'après durcissement suffisant des 2 dalles voisines.

C'est de l'application de cette méthode à un revêtement mince que le rapport belge mentionnait les bons résultats. La longueur des dalles était d'environ 10 m. Le rapport général constate qu'il n'y a pas concordance d'appréciation avec le rapport anglais, bien que le procédé de construction par dalles alternées soit précisément d'origine anglaise. L'appréciation anglaise concernait un revêtement épais, construit par dalles alternées d'environ 5 mètres. Le rapport néerlandais cite le succès de dalles alternées de 4 mètres de longueur et 0,15 m. d'épaisseur.

La question des joints présente aussi un autre aspect pour les routes épaisses et peu épaisses ; les actions des variations de température et de l'humidité doivent être différentes notamment. Faut-il supprimer les joints, ou au contraire les multiplier selon le système hexagonal américain ? La question reste une des moins bien résolues en général. Elle présente plus d'importance pour les dalles minces, parce que

celles-ci sont plus vite dégradées par les chocs aux endroits des joints et fissures. D'après des constatations faites sur des ouvrages en béton, construits par sections, je pense qu'une solution satisfaisante pourrait être trouvée, par un perfectionnement du système de construction par dalles alternées. Au lieu de longueurs égales, il faudrait des longueurs très inégales, par exemple 7,50 et 0,50 ; en d'autres termes, des dalles de 7,50 m. bétonnées avec des joints de 0,50 m. destinés surtout à compenser le retrait.

Après durcissement suffisant, les joints de 0,50 m. sont bétonnés avec un béton de même composition, bien damé, de manière à avoir une surface très unie. Le procédé doit certainement être plus efficace et moins compliqué d'exécution que celui des dalles alternées égales.

La question de l'armature présente également un caractère différent, d'après l'épaisseur du revêtement. Dans un revêtement épais, elle peut prétendre à jouer un rôle répartiteur de pression, et à empêcher les flexions. Dans une dalle mince sur fondation, cette fonction n'a pas de raison d'être. Une armature en treillis, à mailles assez fines, disposée dans la partie inférieure du revêtement peu épais, pourrait être envisagée pour éviter la désagrégation après usure. Mais la recherche de la réduction de l'usure, par des dispositifs superficiels, paraît plus certaine, de sorte que l'on peut dire que pour les revêtements minces l'emploi d'armature n'est pas recommandable.

Je crois pouvoir conclure de tout cela qu'il y a des différences très réelles entre les revêtements épais monolithes en béton, et les revêtements minces, posés sur une fondation distincte. Il faut donc éviter de confondre les principes relatifs aux deux types. Le défaut de distinction entre ces deux modalités de construction des routes en béton, me paraît la raison principale de l'imprécision et de la faiblesse des conclusions du Congrès au sujet de la première question.

Je reconnais volontiers que les Congrès ne peuvent donner à leur résolution des caractères trop affirmatifs, mais ils doivent dégager des principes sûrs et orienter aussi exactement que possible les recherches futures ; or, je ne puis considérer que les conclusions du Congrès de Milan, relatives aux routes en béton, réalisent ce résultat. La question est cependant d'importance. Le béton est une matière dont l'emploi est facile dans presque toutes les régions. Le commerce du ciment est un des plus répandus, les autres éléments du béton se trouvent presque partout.

L'importance de l'industrie du ciment en Belgique ne peut nous laisser indifférents au succès de la route en béton. L'économie nationale peut trouver de l'avantage au développement de la voirie en béton, dans le pays même, Il semble bien que c'est l'avis de l'Administration des Ponts et Chaussées, qui, par raison d'économie, substitue le béton aux pavages, dans de nombreux cas où elle estime que ce revêtement peut suffire. Il s'agit de béton résistant, composé, selon les prescriptions administratives, de 450 kgs de ciment spécial à haute résistance, 450 l. de sable et 1200 l. de pierrailles de divers calibres.

Il est fabriqué à la bétonnière, mis en place par dalles alternées de 5 m. et pilonné de préférence pneumatiquement ; le traitement superficiel consiste en un simple lissage.

Ce béton doit présenter après 56 jours, une résistance supérieure à 400 kgs/cm². La dalle a 10 cm. d'épaisseur, elle est renforcée aux bords jusqu'à 16 cm. Elle est posée sur un empierrement remis sous profil ou sur une fondation en béton maigre de 20 cm. d'épaisseur. La circulation est autorisée après environ 30 jours de durcissement.

L'Administration belge semble d'ailleurs avoir prêté une grande attention aux routes dans la confection desquelles entre le ciment. Le rapport belge au Congrès de Milan ⁽¹⁾ cite différents essais, notamment comportant l'emploi de ciment et de sable de laitier (système Cornet, Bouillon, etc.) ainsi que le procédé de macadam cylindré au mortier d'après les modalités prévues par M. l'Inspecteur Général Conard. Le rapport français de MM. Varvier et Nicolas présenté au Congrès de Séville en 1923 avait déjà établi les résultats satisfaisants des routes empierrées liées au mortier. Toutefois, on ne voit pas pourquoi on préférerait le procédé imparfait, consistant en l'addition de mortier à la pierraille, à celui de l'emploi direct de béton confectionné à la bétonnière, les matériaux et le matériel étant à peu de choses près, les mêmes.

Le rapport belge relate aussi l'échec des essais d'emploi de gunite pour la confection des routes en ciment. Le point faible de la gunite, inhérent à sa mise en œuvre, et que j'ai constaté dans d'autres travaux, à savoir le défaut d'homogénéité, la formation de plages peu résistantes ou friables, s'est manifesté sur les routes par la formation immédiate de flaches. La gunite est très sensible à la pluie pendant sa confection. Les malfaçons y sont très aisées, C'est un procédé extrêmement intéressant pour des usages bien déterminés, mais auquel on attribuerait à tort un caractère universel.

Le rapport très bref, mais substantiel et limpide, présenté au Congrès de Milan par l'éminent directeur du Laboratoire d'essai des matériaux de Boulogne-sur-Mer, M. Féret, aurait dû retenir davantage l'attention et aurait pu fournir des éléments pour des conclusions plus précises.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer une brochure officielle distribuée par le premier délégué japonais, M. Makino, relatant les essais effectués au laboratoire et sur les routes expérimentales par le service des recherches du Département des Travaux publics de son pays. Ils sont d'un grand intérêt, parce qu'ils sont inspirés du désir de rechercher un revêtement économique résistant à un trafic intense de véhicules rapides à bandages métalliques et qui puisse être superposé facilement à un ancien empierrement.

Les observations faites d'une manière très systématique et complète montrent la supériorité d'un revêtement superficiel de « koseki »,

(1) Rapport établi par MM. E. Piens et G. Luyssen.

béton sans sable confectionné avec du ciment portland artificiel de bonne qualité ordinaire. Le dosage moyen en volume est 1 : 1,5, soit 450 à 500 kgs de ciment par m³ de béton. Le mélange doit être mis en œuvre aussi sec que possible et damé pneumatiquement. La pierraille doit être d'un calibre moyen (15-35 mm.). Ce « koseki » peut s'employer en couche d'environ 5 cm. sur une couche de béton d'assise d'environ 10 cm., qui repose à son tour sur l'ancien empierrement, On voit que les épaisseurs sont relativement fortes par rapport à celles employées en Europe. D'après le rapport, les résultats sont satisfaisants.

Pour conclure, l'emploi de la route en béton se présente, notamment en Belgique, sous deux aspects bien distincts : revêtement mince sur une ancienne assiette empierrée bien stable et revêtement épais monolithique pour la construction d'une route neuve ou le remplacement d'un pavage sur sable. Cette dernière solution me paraît plus avantageuse que celle du revêtement mince posé sur le pavage, qui ne constitue pas une base assez ferme pour les lourdes charges. Si l'on n'en a pas de meilleur usage, on peut casser les anciens pavés, qui donnent une excellente pierraille dure en quantité exactement voulue pour le bétonnage de la route. Cette solution est économique au point de vue de l'achat et du transport des matériaux et assure la qualité. D'une manière générale, il semble qu'il y aurait avantage à ne pas faire des revêtements trop minces ; selon l'exemple japonais, il conviendrait de ne pas leur donner moins de 15 cm.

Dans ces conditions, je ne doute pas du progrès de la route en béton en Belgique. Peut-être nos expériences nationales documenteront-elles avantageusement les prochains congrès internationaux. D'autre part, le développement du béton accroissant le champ de la concurrence, entraînera, comme il est souhaitable, un progrès dans la conception des pavages, notamment l'emploi plus étendu de petits pavés sur fondation solide (1). Déjà on en décèle les signes précurseurs.

(A suivre)

(1) Selon la brochure distribuée à l'Exposition de la route à Milan, la Ville de Paris n'envisage plus guère l'emploi de pavages que sous forme de petits pavés.