

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

(6-11 Sept.embre 1926)

par F. CAMPUS,

Professeur à l'Université de Liège

*(Suite)***II. — Les routes en bitume et asphalte**

C'est l'objet de la 2^e question soumise à l'examen de la Première section. Comme la précédente, elle avait été traitée au Congrès de Séville en 1923. La situation était alors analogue pour les deux types de routes. Les revêtements asphaltiques étaient aussi connus en Europe depuis de nombreuses années et y avaient même pris naissance. Ils utilisaient surtout les calcaires asphaltiques européens, à faible teneur de bitume. Pendant les dernières années, une technique spéciale d'emploi du bitume avait pris un grand développement aux États-Unis ; elle utilisait l'asphalte naturel riche en bitumes de certains gisements américains (dont le plus célèbre est celui des lacs d'asphalte de Trinidad), ainsi que les bitumes provenant de la distillation ou de l'oxydation des pétroles bruts. L'utilisation de ces produits s'effectuait au moyen de préparations systématiques et d'un outillage spécial très particulier. Des sociétés européennes exécutaient depuis la fin de la guerre des revêtements du type américain : Bitulithe, Topeka, etc.

Au point de vue des techniciens européens, les routes en béton bitumeux (concrete asphalt) et en mortier bitumeux (sheet asphalt) présentaient les mêmes éléments de nouveauté que les routes en béton. Le Congrès de Séville avait bien analysé la question et mis en lumière un certain nombre de points importants, notamment la nécessité d'un dosage très soigné des matériaux pierreux, du choix d'un bitume ayant les qualités appropriées au climat et au trafic et enfin de l'addition au bitume d'une poudre minérale très fine, appelée farine (filler), jouant le rôle de diluant inerte.

Ces principes n'étaient pas inconnus et avaient été excellemment coordonnés dans l'ouvrage « Les Chaussées modernes » publié peu avant le Congrès par M. Le Gavrian, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées à Paris, Secrétaire général de l'Association internationale permanente des Congrès de la route et l'un des pionniers français des routes en béton d'asphalte. Le travaux de notre compatriote M. Camerman, ancien directeur du Laboratoire des essais de l'Etat à

Malines, avaient aussi contribué à fixer ces notions. L'ouvrage de M. Le Gavrian a certainement exercé une sensible influence sur le Congrès de Séville.

Mais, selon la remarque déjà faite, dans les débuts d'une technique, l'accessoire se confond souvent avec l'essentiel et la recherche de faibles avantages fait adopter parfois des dispositions très compliquées. Telles certaines compositions granulométriques américaines comportant un si grand nombre de calibres divers que le dosage sur le chantier paraît très compliqué.

Les compositions particulières, mentionnées en très grand nombre au Congrès de Séville étaient très différentes et ne présentaient aucune relation apparente. La question primordiale des dosages paraissait donc encore confuse. Au point de vue pratique, il est évident qu'il fallait, si possible, chercher à définir la composition en fonction d'un petit nombre d'éléments, comme cela se fait pour le béton de ciment par exemple.

Ce résultat a été excellemment préparé après le Congrès de Séville par les travaux de M. Féret (1). Il a notamment rapporté à une classification unique vingt-neuf compositions décrites au Congrès précité et il les a coordonnées au moyen du diagramme triangulaire, qu'il avait imaginé et employé avec tant de succès pour l'étude des mélanges ternaires de liants hydrauliques. Il a constaté que les points représentatifs de ces dosages se groupaient très approximativement suivant certaines droites et points correspondant aux formules :

$$\begin{aligned} b + f &= 0,50s + 0,20p \\ b &= 1,46f + 0,13(p + s), \end{aligned}$$

b , f , s et p représentant les proportions relatives en volumes absolus de bitume, farine, sable et pierraille du mélange. Par conséquent : $b + f + s + p = 1,00$ (compacité totale). M. Féret appelle farine la matière minérale traversant le tamis américain n° 200, sable la matière retenue sur le tamis 200 mais traversant le tamis n° 10 et pierraille ce qui est retenu sur le tamis n° 10.

Ces formules forment un système indéterminé de trois équations à quatre inconnues. Pour le déterminer, il faut choisir arbitrairement la proportion d'un des constituants. Ou bien, comme je l'ai fait observer dans le n° 45 du Bulletin de l'A. I. P. C. R., il suffit de fixer le rapport

$\frac{\text{pierrailles}}{\text{mortier}} = \frac{p}{b + f + s}$. On peut appliquer notamment la règle de

Féret du maximum de compacité des bétons (2) :

$$\frac{p}{b + f + s} = \frac{0,60}{0,40} \text{ (mélange sec)}$$

(1) *Bulletin de l'Association internationale permanente des Congrès de la route* n° 32 (mars-avril 1924).

(2) *Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur* par Durand-Claye, Derôme et Féret. Paris, Béranger édit.

et envisager encore d'autres valeurs du rapport, soit $\frac{0,50}{0,50}$, $\frac{0,40}{0,60}$ correspondant à des mélanges plus gras ⁽¹⁾, soit $\frac{0,20}{0,80}$, mortier avec incorpo-

ration de pierrailles pour combattre le glissement, soit enfin $\frac{0}{1,00}$ correspondant au mortier (sheet asphalt). On peut ainsi envisager une variation continue de composition qui permet une représentation graphique très simple des mélanges satisfaisant aux formules de

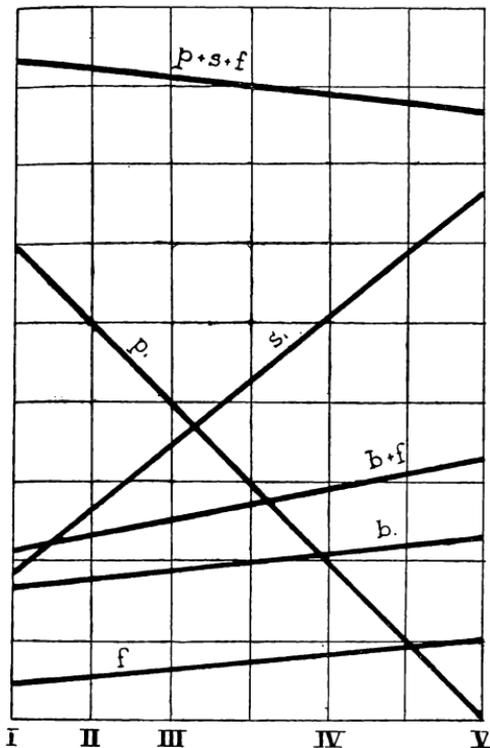


Fig. 1.

M. Féret ⁽²⁾. Ce diagramme, reproduit ci-contre, peut aider dans le choix d'un dosage, surtout si l'on pouvait le compléter, pour des matériaux de nature déterminée, par des courbes de variation de dureté, résistance à la compression et à l'usure, etc.

Enfin, M. Féret avait encore déduit de l'analyse des compositions décrites, des formules de composition du sable et de la pierraille. Nous y reviendrons plus loin. Il est à remarquer que M. Camerman avait établi, par d'autres moyens et avant le Congrès de Séville, certains dosages satisfaisant à peu près aux formules de M. Féret.

Les observations de M. Féret avaient efficacement préparé la tâche du Congrès de Milan. Le distingué rapporteur général de la question, M. I. Vandone, directeur de l'Institut expérimental routier du Touring Club italien, a présenté des conclusions formant un travail remarquable, clair, coordonné, précis et mettant la question au point, autant qu'il

(1) *Bulletin de l'A. I. P. C. R.*, n° 14, avril 1920. Article de M. Féret.

(2) *Bulletin de l'A. I. P. C. R.*, n° 45, mai-juin 1926. A propos de la composition des revêtements asphaltiques, par F. Campus.

est possible de l'état actuel. La perfection de ce rapport a été unanimement appréciée par le Congrès. Je saisis l'occasion de souligner que ces résultats sont dus surtout à des hommes d'étude et de laboratoire, tels que MM. Féret, Le Gavrian, Vandone, etc. et montrent les heureux effets du travail expérimental raisonné pour la mise au point des questions techniques complexes.

Les conclusions adoptées par le Congrès définissent d'une manière précise les qualités à exiger des roches asphaltiques, notamment la tolérance d'argile (2% en Al_2O_3) et la teneur en bitume (6 à 13% en poids). Elles divisent les matériaux minéraux en trois groupes, suivant la méthode de M. Féret, mais d'après une terminologie et des limites différentes. Le gros agrégat est retenu par le tamis à mailles carrées de 6 mm. de côté (1/4 de pouce).

L'agrégat menu traverse ce tamis et est retenu par le tamis n° 200 (6200 mailles par cm^2).

La farine traverse le tamis n° 200.

Les qualités à exiger du gros agrégat dans différents cas sont définies avec précision. La pierraille et le gravier doivent être durs et consistants et provenir de roches ignées ou calcaires dures ; des laitiers peuvent convenir également. Les dimensions maxima sont 65 mm. pour les couches de base, 40 mm. pour les couches d'usure, en moyenne 25 mm. Il ne faut pas dépasser pour les dimensions des pierrailles, la moitié de l'épaisseur de la couche. Le gros agrégat doit être constitué de deux ou plusieurs calibres, pour réduire les vides, lorsqu'il s'agit de béton. Si la pierraille n'est incorporée au mortier qu'en faible proportion, pour éviter le glissement, elle peut être de calibre constant, 6 à 20 mm.

Les qualités à exiger de l'agrégat menu sont ensuite définies. La composition doit répondre au maximum de compacité. Les conclusions ne définissent pas cette composition les divers pays ont leurs méthodes pour définir un bon sable. On peut employer la formule de M. Féret : $s' = 0,60 s' + 0,20 s'''$

s' traverse le tamis 80 et est retenu sur le tamis 200.

s'' traverse le tamis 40 et est retenu sur le tamis 80.

s''' traverse le tamis 10 et est retenu sur le tamis 40.

le maximum de compacité correspondant à $s'' + s''' = 2s'$ et comme $s' + s'' + s''' = 1,00$

la meilleure composition serait : $s''' = 0,167$, $s'' = 0,50$, $s' = 0,333$
M. Camerman avait proposé : $s''' = 0,213$, $s'' = 0,454$, $s' = 0,333$.

Les conclusions définissent ensuite les qualités à exiger de la farine dont le refus au tamis n° 200 ne peut dépasser 20%. La farine peut être constituée par du ciment, de la chaux hydraulique ou du poussier de roche dure en poudre très fine.

Les conclusions passent ensuite en revue les méthodes d'essai recommandables pour les bitumes et asphaltes. Elles expriment le vœu que l'on poursuive des études expérimentales en vue de déterminer l'adhé-

sivité d'un bitume à un agrégat, ainsi que l'influence des matières très fines en suspension colloïdale dans le liant sur les caractères d'adhésivité, notamment du carbone libre préexistant ou de la farine ajoutée au bitume. Elles indiquent quelles sont les épreuves essentielles et de quelle manière il convient de les effectuer pour qu'elles soient efficaces. Ces points sont du domaine de la spécialité et je ne les décrirai pas davantage ; je renvoie au très intéressant rapport général de M. Vandone et aux rapports particuliers publiés par le Congrès. On peut dire que les conclusions formulent d'une manière précise les principes essentiels et pratiques dont doivent être inspirées les règles de qualité et d'épreuve des bitumes, compte tenu des conditions climatériques, du trafic et du type de revêtement.

Un point très important pour la Belgique a été exprimé dans la dernière conclusion relative aux mélanges de goudron et de bitume. Dans notre pays, susceptible d'être producteur de goudron, ce produit est très peu prisé au point de vue de son emploi dans la construction, en suite notamment des travaux de M. Camerman. Je ne songe pas à contester les conclusions scientifiques de ce spécialiste des essais de matériaux, mais je pense qu'elles ont été interprétées d'une manière trop absolue. Il est certain que pour les joints et enduits devant rester indéfiniment étanches tout en permettant de légers mouvements, il faut une matière dont la ductilité soit stable, Le bitume peut seul convenir. Le goudron durcit, notamment par oxydation, devient cassant et se fissure.

Mais pour les routes, la question est toute différente. D'abord la couche superficielle est seule exposée à l'oxydation active. Les parties profondes en sont exemptes si le tarmacadam est bien « scellé », c'est-à-dire bien plein, D'autre part, la route est soumise à une forte usure, ce qui fait que la ductilité du goudron dure bien suffisamment, eu égard à l'usure. Il est probable que l'action combinée du durcissement du goudron et de l'usure mécanique hâte la dégradation du revêtement par rapport au bitume. Mais en comparant les frais de construction et d'entretien, l'avantage est pour le goudron, le plus souvent.

Cependant, le goudron est très peu employé en Belgique pour les routes. Cela provient peut-être de ce que ce produit est employé à d'autres usages ou exporté. Cependant, l'on construit des routes asphaltiques, dont la matière caractéristique est importée à grands frais.

Le Congrès a eu l'attention spécialement attirée sur les mélanges de goudron et de bitume. Ils ont été employés avec succès en Suisse pour les répandages superficiels. Le bitume n ou est ajouté au goudron distillé en proportion de 20 ou 30 %, Le mélange est d'un emploi plus facile et surtout plus économique que le bitume pur. On a également appliqué en Suisse et en Italie le système du goudronnage superficiel, suivi d'un épandage de bitume. Le goudronnage augmente l'adhésivité du bitume et permet d'en réduire la quantité. Un ingénieur

des Ponts et Chaussées de France a attesté, en séance du Congrès, les bons résultats obtenus par ce moyen dans son département.

Ces mélanges ne sont pas seulement employés pour les enduits superficiels, mais envisagés également pour la confection des revêtements du type concrete ou du type sheet. La question qui se pose est celle d'obtenir, par un dosage approprié, un mélange ayant les qualités, voulues de ductilité, dureté, adhésivité, stabilité physique et chimique et du prix le plus avantageux. La tendance est nouvelle et la documentation est insuffisante pour permettre de conclure. Mais c'est déjà un point important que le Congrès attire l'attention sur la question et recommande qu'elle soit soumise à l'expérience.

Il est souhaitable que cet enseignement venu de l'étranger soit entendu chez nous et qu'il éveille une appréciation plus adéquate des qualités du goudron au point de vue de son usage pour les routes ; il semble que ce serait d'intérêt national. Il offre aussi un sujet d'étude intéressant pour les chimistes spécialisés dans les essais de matériaux.

III. — Standardisation des épreuves de réception des matériaux hydrocarbonés pour routes (Goudrons de houille, bitumes et asphaltes)

Il existe actuellement une grande diversité dans la manière d'envisager les spécifications et les épreuves auxquelles doivent satisfaire les produits précités dans divers pays. La terminologie n'est même pas uniforme. Une confusion s'établit souvent entre les bitumes et les asphaltes.

Une standardisation internationale est souhaitable, parce qu'elle faciliterait les applications de produits qui font l'objet de grandes transactions internationales, par suite du petit nombre de pays producteurs de bitume par exemple. Elle donnerait plus de garanties aux acheteurs et créerait une base sûre pour la comparaison des procédés employés dans les divers pays.

Les rapports particuliers présentés au Congrès ont montré que la question n'est pas au point. Peu de pays ont établi des spécifications définies au sujet de ces matériaux. Pour les goudrons, les prescriptions anglaises semblent les plus complètes. Pour les bitumes, les spécifications américaines sont très précises et développées.

Le Congrès a préconisé la réunion d'une Commission internationale formée d'un petit nombre de personnes spécialement compétentes et chargées d'établir des propositions précises (1).

(1) Depuis la rédaction de ces lignes, le compte-rendu d'une première réunion de cette Commission a été publié dans le n° 52 (juillet-août 1927) du *Bulletin de l'A. I. P. C. R.*

IV. — Recherche de bases uniformes et internationales à adopter dans tous les pays pour le recensement de la circulation

La seconde section des Congrès internationaux de la route s'occupe de la circulation et de l'exploitation. La première question traitée à Milan par cette section a trait au recensement de la circulation. Elle est d'un médiocre relief et d'un caractère très élémentaire. Il n'a pas été difficile d'établir de telles règles très complètes et détaillées. Je ne crois pas utile d'entrer dans plus de détails à ce sujet et je me borne à renvoyer aux conclusions adoptées, qui doivent servir de base au travail d'un Comité International (1).

L'importance des bases internationales uniformes pour le recensement de la circulation n'est pas capitale. L'inconvénient de la diversité des systèmes est de compliquer la comparaison, mais cette opération est en général purement spéculative. L'avantage de l'uniformité peut être de créer un élément nouveau d'union et de favoriser une uniformisation plus grande en matière de circulation routière internationale.

Pratiquement, la question qui importe pour la bonne administration de la voirie de chaque pays, c'est qu'il soit procédé à des recensements d'après un système tenant compte aussi parfaitement que possible de tous les facteurs importants de la circulation. Un tel système existe depuis longtemps en France, où l'Administration des routes possède une tradition renommée. Les recensements sont effectués périodiquement par les cantonniers.

Il ne semble pas que cette pratique existe chez nous ; elle serait cependant utile et même indispensable dans le cas d'une mise en commun de toutes les charges de la voirie nationale. Les subventions devraient être mesurées au prorata de l'intensité du trafic (2). Mais si le recensement est facile à concevoir, sa réalisation est plus délicate. Pour les routes à grand trafic, il semble qu'il faudrait un personnel spécial de comptage, l'opération ne pouvant être confiée aux cantonniers que pour les routes peu fréquentées. D'autre part, les comptages devraient être simultanés autant que possible et tenir compte des influences saisonnières, etc., ce qui fait qu'ils devraient être répétés au cours de l'année. Tout cela représente une certaine complication et une dépense que les administrations de voirie ne seront naturellement incitées à effectuer que lorsque les budgets dépendront dans une mesure directe de l'importance du trafic, c'est-à-dire lorsque les routes seront en régime industrielle.

(1) Ce Comité s'est réuni également, ses conclusions sont publiées aussi dans le Bulletin cité dans la note de la page précédente.

(2) Je ne puis, dans le présent mémoire, développer ce point de vue que j'ai exposé, d'après des faits d'expérience, dans une communication, faite en juin 1926 au Congrès technique international de l' A. I. G. à Gand, intitulée : « Principes d'administration des routes d'après les expériences du Territoire de la Sarre ».

V. — Développement et aménagement des villes dans l'intérêt de la circulation

La seconde question de la 2^e section du Congrès de Milan revêt un intérêt considérable. Le développement du trafic automobile interurbain est entravé par les obstacles que la circulation rencontre dans les grandes agglomérations. On peut résoudre cette difficulté en évitant la traversée des localités par les grandes artères qui les relient, en les faisant passer à la périphérie ou en les desservant par des embranchements.

Au point de vue urbain, l'accroissement du trafic rend la circulation toujours plus difficile dans l'intérieur des villes ainsi qu'aux accès. Il en résulte un double problème :

1^o dispositions en vue de la circulation dans les anciennes agglomérations par la réglementation et les transformations de voiries.

2^o Extension des villes et création de nouvelles agglomérations en satisfaisant aux conditions relatives à la circulation.

Les conclusions préparées par le rapporteur, M. l'Ingénieur C. Albertini, de l'Office technique municipal de la ville de Milan, sont très complètes et développées. Le lieu était d'ailleurs propice, car Milan est une ville dont la voirie est remarquable en général, surtout dans les parties neuves et les grandes extensions projetées de la ville. La voirie de Milan est une démonstration brillante et convaincante de l'utilité qu'il y a à régler l'extension des villes d'après des plans préétablis, satisfaisant aux nécessités des communications.

C'est l'objet d'une branche assez nouvelle de la technique des travaux publics, l'urbanisme. En somme, les conclusions de la 5^e question ne constituent rien moins qu'un exposé des principes essentiels que l'urbanisme doit observer en matière de voirie, élément primordial du développement des cités modernes. Il serait très long de résumer utilement ces considérations assez spéciales ; je conseille l'étude du texte original aux lecteurs que la question intéresse.

Ces principes ne sont pas nouveaux. Ils ont reçu des applications plus ou moins complètes et progressives dans certains pays où ils sont en honneur : Etats-Unis, Allemagne, Grande-Bretagne, France, Italie, etc. Ils ne sont pas encore assez répandus, notamment en Belgique, où le dégagement des grandes artères interurbaines dans la traversée des villes et le raccordement des voies urbaines avec les grand'routes laissent souvent à désirer. L'extension des villes s'effectue souvent d'après des idées fragmentaires ou l'inspiration du moment. Ce sont surtout les communications qui souffrent de ce système, dont le pittoresque ou les avantages matériels immédiats peuvent être attrayants. Je distingue plusieurs causes à cette situation.

L'une d'elles est l'éparpillement des administrations de voirie, sans organe de coordination. La répartition des routes entre ces autorités est arbitraire. Des relations peuvent s'établir entre services

voisins, mais elles sont accidentelles ou dues à des initiatives isolées et exceptionnelles. On comprend dès lors la difficulté d'une action concertée en vue du progrès ou de l'unification de certains itinéraires importants. J'ai constaté pendant mon passage dans l'administration du territoire de la Sarre, que cette dispersion est une cause principale du mauvais état de la voirie vicinale. Je pense, par contre, que le bon état moyen des routes françaises est dû à la concentration virtuelle de la voirie départementale sous la direction de l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Les départements reçoivent une impulsion unique du gouvernement. J'ai donc préconisé l'union des services de voirie, sous toute forme convenable et compatible avec notre organisation administrative et politique. Cette union pourrait d'ailleurs revêtir la forme coopérative, d'après le type des intercommunales ou des sociétés nationales. Enfin, n'eût-on qu'un Conseil supérieur de voirie, pourvu de certaines attributions administratives ou consultatives, cet embryon d'organe central vaudrait mieux que la dispersion actuelle, qui déroge étrangement à notre devise nationale.

Une autre cause, du même ordre, mais plus surprenante encore dans un pays où l'esprit particulier d'association est si développé, c'est l'absence de tout groupement professionnel et éducatif du personnel technique de voirie. En Allemagne, les agents voyers ont une fédération qui publie une revue technique mensuelle. « Die Strasse ». En France, on trouve les « Annales de la voirie vicinale et urbaine », en Angleterre « The Surveyor », etc. La Grande-Bretagne, l'Italie, la Suisse, les Pays-Bas, les Pays scandinaves, la République Argentine, le Brésil, le Chili, etc., organisent des congrès nationaux des routes.

Pourquoi n'existe-t-il rien de pareil chez nous ? D'une manière générale, il semble que ce qui touche la voirie ne jouit pas d'une considération suffisante. L'interchangeabilité des fonctions dans l'Administration des Ponts et Chaussées n'a pas favorisé la spécialisation d'un personnel voyer supérieur. Les services de voirie sont souvent tenus en faible estime et considérés comme peu savants. Cette tendance est fâcheuse et forme avec la médiocrité de la voirie un cercle vicieux qu'il faut rompre. L'exemple de l'étranger montre l'utilité et l'intérêt que présente l'activité éclairée et progressiste d'un personnel voyer bien préparé à sa mission et conscient de son importance.

Il faut reconnaître que les pouvoirs publics et les universités ont peu fait pour favoriser l'élévation professionnelle du personnel de voirie. En Allemagne, les écoles techniques et les universités organisent des cycles de deux ou plusieurs semaines auxquels les fonctionnaires municipaux et les agents voyers se font déléguer par leurs administrations. Certaines écoles préparent spécialement des agents voyers ou bien les grandes administrations instruisent elles-mêmes leur personnel (La Province rhénane par exemple). A Paris, une Ecole des hautes études urbaines a été créée en 1920. Une Ecole spéciale d'ingénieurs des routes a été fondée à Milan en 1926. Les universités américaines

et canadiennes font une large place à l'enseignement relatif aux routes et aux transports sur routes.

En Belgique, l'enseignement universitaire comporte quelques heures consacrées aux routes dans le cours assez encyclopédique des constructions du génie civil. Sur ce point comme en tant d'autres nous conservons, en dépit des exemples éprouvés de l'étranger, des organisations surannées. Un effort est à faire dans cette voie ⁽¹⁾.

Je crois qu'il est aussi très désirable que le personnel technique des routes belges crée un groupement spécial destiné à poursuivre le perfectionnement professionnel de ses membres, à resserrer leurs liens en vue de favoriser les ententes et à exalter l'esprit corporatif en vue du progrès et de la bonne tenue de nos routes. La voirie, la circulation et le tourisme ne pourraient qu'y gagner. L'organisation de congrès nationaux dans les intervalles entre les réunions internationales et l'envoi aux membres du Bulletin de l'Association internationale permanente des Congrès de la route, par arrangement spécial avec cette association, rattacherait le groupement à un grand organisme éprouvé dont il parferait l'œuvre. Le maximum d'efficacité serait obtenu aux moindres frais.

Je serais particulièrement heureux si ces suggestions pouvaient trouver des réalisateurs sous une forme quelconque, l'essentiel étant le principe.

(A suivre).

⁽¹⁾ On s'y occupe à l'Université de Liège, grâce à la collaboration de plusieurs de mes collègues, notamment MM. Batta et Puters.