

LIÉGE 1930

Premier Congrès National de la Route

---

Le laboratoire d'essais  
de matériaux pour routes de  
l'Université de Liège

PAR

F. CAMPUS,

Professeur à l'Université de Liège

---

LIÉGE

G. THONE, Editeur

—  
1930

# Le laboratoire d'essais de matériaux pour routes de l'Université de Liège

---

---

C'est une double satisfaction que nous éprouvons de pouvoir entretenir de notre laboratoire les congressistes de la route. Depuis que nous avons eu l'honneur de fonder l'enseignement des constructions du génie civil à l'Université de Liège, nous n'avons cessé, par nos écrits et par nos actes, de promouvoir le groupement des techniciens de la route et la constitution d'un laboratoire destiné à l'étude de matériaux pour les routes. Nos vœux se sont accomplis et il nous est particulièrement agréable de pouvoir associer ces deux résultats.

\*  
\* \*

Nous ne songeons nullement à paraphraser les paroles royales en déclarant que c'est dans les laboratoires que s'élaborent les rudiments de la route future. Nous ne pensons pas, du moins selon les apparences actuelles, que la route attende tant que cela de la science. Nous avons déjà affirmé ailleurs et nous pensons encore que ce n'est pas la solution technique qui fait défaut à ce que l'on appelle le problème de la route. Il n'en est pas moins certain que la technique routière peut recevoir des laboratoires un concours considérable et utile. Il peut revêtir d'ailleurs plusieurs aspects.

Nous écarterons tout d'abord ce que l'on a appelé parfois routes-laboratoires et qui ne consiste qu'en l'établissement bout à bout de sections de revêtements divers constituant un tronçon de route. Si ces voies sont abandonnées à elles-mêmes, sans faire l'objet de soins et d'observations organisées, elles ne constituent même pas des termes de comparaison cer-

tains. Dans les études de laboratoire dignes du nom de scientifiques, l'essentiel est l'esprit qui les inspire et l'organisation adéquate qui en découle. Il faut un double travail de préparation et d'observation qui est vraisemblablement réduit à peu de choses pour ces routes-laboratoires, auxquelles convient plutôt le nom de sections d'essai.

Un tout autre caractère est celui des pistes expérimentales qui sont déjà multipliées actuellement et qui servent à réaliser, sur des sections de routes conformes à la réalité, des expériences complètement observées. Il faut donc des pistes spéciales, temporaires ou durables, établies en dehors de la circulation publique, qui échappe à une observation rigoureuse et qui troublerait les résultats.

Citons les pistes américaines de Pittsburg et d'Arlington <sup>1</sup>, celle de Teddington en Angleterre <sup>2</sup>, celle de Brunswick en Allemagne, celle de Vincennes, qu'il nous a été permis de visiter il y a quelques années grâce à l'obligeance de M. Le Gavrian, secrétaire général de l'Association internationale des Congrès de la route, celle d'Osaka <sup>3</sup>. Il en existe vraisemblablement encore d'autres.

Des questions importantes ont été et peuvent y être étudiées; citons :

1° L'usure des revêtements et les éléments des frais d'entretien ;

2° L'importance des chocs et l'influence de la nature des bandages ;

3° Les déformations de certains revêtements et les influences auxquelles elles sont soumises, notamment l'effet de la nature du sous-sol ;

4° L'adhérence des bandages et le danger de glissement, les distances de freinage ;

---

<sup>1</sup> J. BYLS, *A propos de la construction des routes en béton aux Etats-Unis d'Amérique*, « La technique des travaux », n<sup>os</sup> 4 et 5, 1927.

<sup>2</sup> P. LE GAVRIAN, *Les chaussées modernes*, Paris, 1922.

<sup>3</sup> U. MAKINO, *Concrete Roads*, Milan, 1926.

5° Les éléments de la résistance à la traction des véhicules en rapport avec l'économie des transports ;

6° L'influence des méthodes d'exécution diverses des revêtements ;

7° La tenue des revêtements en courbes et en rampes diverses, etc.

De telles pistes constituent d'importantes institutions, qui exigent un capital d'établissement considérable, un budget d'exploitation élevé et un personnel spécial. Il faut donc des organismes puissants pour les établir.

Des recherches d'ordre scientifique peuvent être faites à moindres frais sur les routes publiques, il faut cependant disposer encore d'un matériel mobile, d'un budget et d'un personnel, ce qui constitue les conditions d'existence d'une institution spéciale. Citons dans cet ordre d'idées l'Institut de recherches routières de l'École technique supérieure d'Aix-la-Chapelle et ses travaux sur le coefficient de choc des routes<sup>1</sup> effectués au moyen d'une remorque-laboratoire pourvue d'accéléromètres enregistreurs. C'est l'application aux routes de la méthode de la voiture d'inspection des voies utilisée par les compagnies de chemin de fer. Les résultats de ces travaux font supposer que le véhicule d'inspection de l'état des routes est parfaitement susceptible d'usage pratique et que son emploi pourrait avec avantage s'ajouter au sondage pour la détermination des nécessités d'entretien. Le même institut d'Aix-la-Chapelle a également effectué des observations sur l'ébranlement des terrains et immeubles riverains sous l'effet de la circulation, expériences qui ont été faites également en France (MM. Auclair et Boyer-Guillon), en Suisse et ailleurs.

Nous n'avons jamais pensé que l'Université de Liège pouvait envisager la création d'une piste routière, ni même dans l'état actuel de la question, la constitution d'un institut sem-

---

<sup>1</sup> P. LINGER et W. THOMÉ, *Stosshaftigkeit von Strassen und Verkehrserschütterungen durch Strassenfahrzeugen*, « Z.V.d.I. », 3 nov. 1928.

blable à celui d'Aix-la-Chapelle. Il faudrait disposer à cet effet d'un personnel spécial pour le cours de routes, comme à l'École nationale des Ponts et Chaussées de Paris (Professeur M. Le Gavrian), en Amérique, certaines écoles allemandes, etc.

Or, en ce qui nous concerne, l'enseignement des routes constitue, d'après le nombre d'heures de cours, la *quatorzième* partie de tout notre enseignement oral. Et cependant, nous nous intéressons à la question et nous nous sommes efforcés de lui faire la part qui lui revient.

Nous avons donc borné nos ambitions à l'établissement d'un laboratoire d'essais physiques des matériaux pierreux naturels et artificiels. Les essais chimiques relèvent de notre collègue, M. Batta, qui a bien voulu organiser son enseignement de la chimie des matériaux techniques en vue des besoins des diverses sections d'ingénieurs et notamment de celle des constructions civiles.

Un tel laboratoire n'embrasse donc qu'un domaine assez restreint mais qui n'en n'est pas moins important et qui touche à tous les revêtements de routes. Proportionnellement à la dépense et aux frais qu'il engendre, il a un rendement plus effectif que les institutions dont il a été question précédemment. Il est d'ailleurs leur complément indispensable, mais il peut aussi fonctionner seul ou en rapport avec des routes d'essai ou même avec la voirie publique ordinaire.

Ce laboratoire permet d'ailleurs d'étudier tous les matériaux pierreux quelconques et, à ce point de vue, peut se rapporter à toutes les branches des constructions civiles. C'est en ce qui nous concerne, un avantage appréciable, puisque notre enseignement embrasse toutes les constructions civiles. On pourrait demander en quoi notre laboratoire est alors spécialement routier. Nous répondrions à cela qu'il ne l'est pas spécialement, mais dans une mesure importante du fait de son équipement. Il l'est aussi du fait que l'esprit dans lequel seront effectués les travaux relatifs aux routes seront inspirés des nécessités spéciales de la route et donc sous un angle différent des travaux relatifs à d'autres domaines. En outre, les premiers travaux que nous avons eu à faire con-

cernent les routes. Mais nous ne limiterons pas à cela notre champ d'action.

\*  
\* \*

A partir de l'année académique en cours, c'est-à-dire de novembre 1929, nous avons pu installer provisoirement notre service dans un vieil immeuble mis à la disposition de l'Université par la Ville de Liège; encore tous les aménagements n'étaient-ils pas terminés à cette date. Le samedi 29 mars 1930, nous avons pu procéder à une inauguration toute intime de notre modeste laboratoire. Il aurait pu être achevé plus tôt si nous avions acheté toutes nos machines dans le commerce. Nous en avons fait fabriquer plusieurs dans la région même, en nous inspirant d'exemples qui nous étaient connus et en y apportant des modifications adéquates à nos intentions. Nous avons réalisé de la sorte des économies notables, nous avons obtenu des machines satisfaisantes faites à notre usage et nous aimerions avoir contribué à attirer l'attention sur les ressources que notre région peut présenter au point de vue de la construction mécanique mise à la disposition des laboratoires. Il a fallu évidemment une période assez longue de mise au point, qui ne nous a pas empêchés cependant de travailler en même temps.

Néanmoins, lors de la rédaction de ces lignes, nous pouvons dire que notre laboratoire vient à peine de commencer à fonctionner et qu'il est plus riche d'intentions que d'acquit. Cependant, ainsi que nous l'indiquerons plus loin, il a déjà rendu service, obtenu des résultats et orientés des recherches.

\*  
\* \*

L'espace dont nous disposons est assez restreint. Il comporte :

1° Une salle principale au rez-de-chaussée, dallée en béton, de 12 × 4 mètres qui constitue le laboratoire proprement dit (Fig. 1).

2° Une cave située sous cette salle, ayant les mêmes dimensions qu'elle et divisée par une cloison. La partie à front

de rue, dont les soupiraux ont été bouchés, sert de salle de conservation des pièces en mortier et béton; elles est assez sensiblement isothermique (température 15-18° C).

La partie d'arrière, qui est éclairée par une fenêtre, sert à la confection des pièces en mortier et béton (Fig. 4).

3° Une cour de 49 mètres carrés de superficie, à ciel ouvert lors de notre installation et qui a été couverte en juillet 1930 d'une toiture vitrée, par les soins de la Ville de Liège. Elle sert principalement de dépôt aux nombreux matériaux qu'exige le service d'un laboratoire même aussi modeste que le nôtre, de dépôt d'éprouvettes et échantillons et en partie d'atelier ou de laboratoire.

C'est donc un très petit laboratoire dont nous disposons et son aménagement architectural est très sommaire. Tel qu'il est, il peut rendre des services, ce qui est l'essentiel. Selon toute vraisemblance, nous pouvons espérer disposer d'un laboratoire important et convenable d'ici quelques années. Nous ne nous plaignons pas de la modeste phase provisoire, qui nous permettra, nous l'espérons, d'organiser à bon escient l'installation définitive. C'est même le sens d'un conseil que nous avons trouvé sous la plume d'un expérimentateur allemand très réputé, de ne développer un laboratoire qu'au fur et à mesure des besoins.

Le personnel se compose, outre le professeur-directeur, d'un chef de travaux et d'un préparateur. A vrai dire le chef de travaux est en espérance, car il est encore actuellement attaché au service de physique expérimentale et ne sera officiellement transféré au nôtre qu'à partir de l'année académique prochaine. Néanmoins, M. R. Dantine, docteur en sciences physiques et mathématiques et ingénieur des constructions civiles, un de nos premiers élèves, a, au cours de ses derniers mois, prélevé sur ses loisirs de nombreuses heures qu'il a consacrées déjà au laboratoire. Son nom est inséparable de la mise au point des machines et des premiers travaux qui ont été faits.

Le préparateur doit assumer le service didactique de trois professeurs, celui de concierge et de chauffeur, outre celui

du laboratoire. Choisi parmi les bons ouvriers de l'industrie régionale, il est un collaborateur dévoué et effectif.

Si nous exposons cette situation véridique, réalisée après plusieurs années d'efforts et avec l'appui bienveillant de toutes les autorités, c'est moins pour montrer comment se constitue un laboratoire que pour nous excuser de n'avoir encore que peu de choses à présenter au congrès, en plus de la description de nos installations.

\*  
\* \*

Les principales machines du laboratoire sont celles du groupe fourni par la maison Amsler de Schaffhouse (Suisse). Comme notre témoignage n'est pas susceptible de grandir la réputation universelle de cette firme, nous ne craignons pas d'acter la satisfaction que nous font éprouver ces machines.

La facilité de manipulation, la sûreté de fonctionnement et la précision très grande sont leurs caractéristiques.

Le groupe comprend (Fig. 2) :

1° Une petite presse universelle de 10 tonnes, travaillant en compression et en traction. Elle permet aussi des essais de flexion sur des pièces ayant jusqu'à 1 m. 10 de portée, des essais de cisaillement et de dureté par la bille de Brinell. Elle possède quatre degrés de sensibilité, de 1000, 2000, 5000 et 10.000 kilogrammes par tour de cadran.

Elle possède un petit piston de une tonne, à quatre degrés de sensibilité également (100, 200, 500 et 1000 kilogrammes), permettant d'effectuer les essais de traction et de flexion des mortiers. La précision vérifiée par charge directe est excellente.

2° Une presse de 200 tonnes, pourvue de plateaux à rotules, permettant d'écraser des cubes atteignant 30 centimètres de côté. Nous considérons que ses dimensions et sa puissance suffisent pour les besoins de notre laboratoire.

3° Une pompe à cames et un dynamomètre à balancier, des systèmes connus d'Amsler, servant aux deux appareils précédents, qui ne peuvent toutefois fonctionner que séparément. La pompe est mue par un moteur électrique de 0,75 C. V.

Les machines sont posées sur des plaques de liège et la presse de 200 tonnes repose en outre sur un bloc de bois, pour les protéger des vibrations du sol provenant de la circulation intense dans la rue à front de laquelle se trouve le laboratoire et dont l'intensité est telle qu'il est impossible d'immobiliser l'aiguille d'une balance de laboratoire.

Ces machines sont les seules de grande précision que nous ayons acquises ; les crédits dont nous disposions ne permettaient pas davantage et nous les estimons d'ailleurs suffisantes.

Les autres appareils ont un caractère différent. Ou bien ils servent à des essais, principalement relatifs aux matériaux de routes, qui n'ont pas un caractère de précision tel que les essais de compression, de traction ou de flexion, ce sont les essais de choc et d'usure. Ou bien ils constituent des outils en vue de la préparation des éprouvettes.

Comme appareil de choc, nous avons acheté celui de Martens. Il est de provenance allemande et il est peu coûteux. Nous le considérons comme provisoire et nous espérons pouvoir combiner une meilleur type pour le laboratoire définitif.

Pour les essais d'usure, nous avons fait fabriquer dans la région les machines suivantes<sup>1</sup> (Fig. 3).

Nous avons fait transformer une meule en fonte, type Boehme, de provenance allemande, en meule du type Dorry de l'École nationale des Ponts et Chaussées à Paris. Dans la transformation, on n'a conservé de la machine primitive que la meule et le support, ainsi que les engrenages et poulies d'entraînement de la meule. Sur le support on a fixé un cadre embrassant la meule dans un plan méridien. Ce cadre supporte à la partie supérieure un axe horizontal parallèle au diamètre de la meule et qui tourne à une vitesse onze fois inférieure à celle de la meule, grâce à un renvoi par un bout d'axe centré sur la meule, portant une vis qui commande un pignon fixé sur l'axe horizontal. Deux porte-éprouvettes diamétralement opposés sont fixés à des axes verticaux cou-

---

<sup>1</sup> Nous rendons hommage ici à l'habileté des constructeurs auxquels nous avons eu recours, MM. Graindorge, d'Engis.

lissant dans deux bagues qui les entraînent, par le moyen de cales, dans le mouvement de rotation qui leur est communiqué par l'axe horizontal précédent, par des pignons engrenant avec des vis fixées sur les bagues. Les deux éprouvettes subissent ainsi des mouvements de rotation lents autour d'axes verticaux tandis que la meule sablée se déplace sous elles. Des poids connus surchargent les porte-épreuves et produisent la pression voulue sur la meule. Les porte-épreuves reçoivent des boîtes de dimensions diverses qui permettent d'user des pièces de 12 × 12 centimètres, 10 × 10 centimètres, 7 × 7 centimètres, 5 × 5 centimètres et 6 × 4 centimètres.

La machine s'arrête automatiquement après 236 tours, soit un parcours linéaire de 341 mètres, sans tenir compte de la rotation lente de l'éprouvette sur elle-même. La meule est sablée à sec d'après les dispositions en usage à l'École nationale des Ponts et Chaussées à Paris.

La machine est entraînée par poulie et courroie. Elle a fonctionné à merveille dès le premier essai. Les mécanismes sont protégés par des carters contre l'encrassement par les poussières et le sable. Elle encombre peu.

La seconde machine d'usure est du type Deval. On connaît le principe de l'appareil, qui se compose de deux cylindres fixés sur un arbre coudé que l'on met en rotation. Des pierres cassées mises dans le cylindre sont agitées en tous sens par la rotation et s'usent réciproquement. Le coefficient de qualité résulte du poids de détritits recueillis par rapport au poids total des pierres cassées. C'est un essai pour macadam et somme toute, un excellent essai. Néanmoins il n'est plus très courant et nous avons pensé que s'il nous fallait évidemment une machine Deval, elle ne serait cependant guère occupée. Nous avons cherché à en tirer le maximum de parti en la constituant de manière qu'elle puisse servir en même temps de bétonnière expérimentale (Fig. 4).

A cet effet, nous avons substitué des cylindres amovibles aux cylindres fixes de la machine Deval. Nous avons deux jeux de deux cylindres, l'un pour la confection de mortiers et bétons, l'autre pour l'essai d'usure selon Deval.

La machine donne satisfaction aux deux points de vue et fait peu de bruit. Pour la confection du béton, chaque cylindre donne facilement 10 litres, nous malaxons pendant cinq minutes. Dans les premiers temps, nous introduisons l'eau avec le ciment. Nous avons cru constater un manque d'homogénéité de mélange. (Cependant le mortier fait à la bétonnière s'est révélé plus résistant que celui malaxé à la main.) Depuis lors nous malaxons à sec pendant deux minutes, puis nous introduisons l'eau par un bouchon dans le couvercle et malaxons encore pendant trois minutes. Les mélanges obtenus sont maintenant impeccables. L'avantage du système est que l'on peut, par additions successives d'eau, obtenir telle consistance que l'on désire.

Cette machine est dans la cave, par suite de son rôle de bétonnière (Fig. 4). Elle est entraînée par courroie et poulies. Au-dessus de la machine est suspendue une balance de 50 kilogrammes à 5 grammes de sensibilité et tous les mélanges effectués à la bétonnière sont pesés (pour tous les constituants). Toutes les éprouvettes confectionnées sont de même pesées.

Nous nous efforçons de la sorte d'apporter un soin assez scientifique à l'étude des bétons.

Une troisième machine d'usure, mais qui sert comme outil, est une meule lapidaire à grande vitesse disposée à côté de la meule d'usure, qui sert à parachever les faces brutes de sciage des éprouvettes de pierres, ainsi qu'au polissage de certains échantillons. Cette machine est du type normal construit par MM. Graindorge, d'Engis (Fig. 3).

Une machine importante du laboratoire est la scie, qui sert au débitage des pierres quelconques pour la confection des éprouvettes, l'examen des textures, etc. C'est une scie à ruban vertical, ayant l'allure des scies à bois (Fig. 3). Elle possède un bâti métallique et deux chariots parallèles, pouvant être couplés. Les lames sont lisses, l'usure est réalisée par entraînement de carborundum. Un distributeur automatique, formé d'une simple boîte ronde percée de petits trous que l'on obture tant que de besoin, délivre le carborundum d'une manière régulière à la lame, qui reçoit aussi

des gouttes d'eau d'un réservoir. Un léger poids produit l'avance automatique du chariot qui porte la pièce à scier. La lame est guidée entre deux paires de rouleaux. Cependant ce guidage n'empêchait pas le voilement de la lame avant qu'elle soit tout à fait engagée dans la pièce. Il en résultait une grande largeur du trait de scie d'entrée et la lame continuait à jouer dans la suite, étant mal guidée dans la pierre. Les sciages étaient ainsi très inégaux.

Nous avons alors songé à guider la lame tant qu'elle n'était pas complètement engagée dans la pierre, en nous servant d'un guide formé de deux pièces en acier réservant entre elles une rainure de largeur peu supérieure à l'épaisseur de la lame. Les flancs de cette rainure sont en acier trempé extradur et amovibles, à cause de la grande usure. Le trait d'entrée de scie devient ainsi très étroit et la lame, désormais bien guidée, donne des sciages très plans et tout à fait satisfaisants.

La machine scie avec une égale facilité le quartzite, le porphyre, le grès, le laitier, le calcaire, ainsi que le béton et les briques les plus tendres. Elle scie aussi la fonte blanche (dureté maximum) et l'acier durci au phosphore, ainsi que nous l'avons essayé à la demande de notre collègue M. Thysen, professeur de sidérurgie. Mais la mise au point a demandé des mois. Il a fallu trouver la vitesse optimum du ruban, le poids d'entraînement du chariot, puis régler le distributeur de carborundum, trouver l'échantillon convenable à l'abrasif, puis imaginer le guidage. Mais au bout du compte, le fonctionnement est devenu satisfaisant et la machine confectionne des éprouvettes parfaites. Les sciages de béton sont aussi très réussis. Une part de la difficulté de mise au point provient de ce que nous avons voulu que la machine soit capable de scier de très fortes dimensions, atteignant jusqu'à 75 centimètres. C'est ainsi que nous avons pu réaliser le sciage d'un tube en béton centrifugé de ce diamètre, en vue de montrer la structure interne provenant de la centrifugation.

La machine est entraînée par poulies et courroies, son moteur actionne aussi la meule d'usure et la meule lapidaire. La puissance totale installée dans le laboratoire est de 5,5 CV, il y a trois moteurs électriques.

Dans la cave, à côté de la bétonnière, il y a encore un important d'instruments de mesure qui ne concernent pas le vettes de mortier normal. Il est entraîné par le même moteur électrique que la bétonnière (Fig. 4). Enfin, cette cave contient encore une table à secousses pour le *flow-test* (consistance du béton).

Des tamis de la série allemande D. I. N. et de la série Tyler-Standard permettent l'étude de la granulométrie des poussières sables et pierrailles. Des picnomètres servent à la détermination des poids spécifiques. Un matériel suffisant de moules existe pour la confection des éprouvettes de mortiers et bétons. Il y a naturellement une aiguille de Vicat et tous les appareils nécessaires pour l'examen des ciments que nous employons ; notamment des balances de précisions diverses.

Une étuve électrique Couprie permet le chauffage et la dessiccation des matériaux. Cette installation doit être complétée prochainement par un appareil frigorifique et un appareil à vide, ainsi que des appareils pour les essais de perméabilité, que nous songeons à faire confectionner également d'après nos directives.

\*  
\* \*

Ces machines et appareils de même qu'un ensemble déjà important d'instruments de mesure qui ne concernent pas le sujet traité ici, ont été acquis grâce à une subvention de 200.000 francs, accordée par le patrimoine de l'Université de Liège, à laquelle est venu s'ajouter un don de 20.000 francs de la société des Pieux Franki. En réalité ces sommes ne sont pas encore dépensées, c'est dire que notre installation a été vraiment établie d'une manière très économique tout en étant d'un grand rendement effectif. Outre ces moyens de premier établissement, nous avons reçu également deux subventions particulières d'exploitation s'élevant à 15.000 francs (MM. Nyssen et Frankignoul).

\*  
\* \*

Les premières recherches effectuées par le laboratoire en matière de matériaux routiers ont été relatives aux revêtements composés de laitier et de goudron.

Nous avons tout d'abord été appelés à collaborer à la mise au point de la fabrication du tarmacadam d'une société métallurgique du bassin. Cette mise au point a été effectuée conformément aux méthodes de la science expérimentale. Une première série d'essais assez étendue sur des pierrailles enrobées de divers goudrons a permis d'indiquer une seconde série à effectuer sur un nombre plus restreint de préparations. Cette seconde série a permis de déterminer la préparation la plus convenable. Immédiatement appliquée à la fabrication dans une usine du Luxembourg, elle a donné toute satisfaction. L'avantage de la méthode est que les essais n'ont porté que sur de petites quantités, ils ont été économiques, rapides, concluants. S'il avait fallu opérer des essais industriellement, la dépense eût été considérable et le temps nécessaire également.

Ces travaux se poursuivent d'une manière systématique, de manière à mettre en évidence les effets de toute une série d'influences ; elles conduiront à une étude complète du tarmacadam au point de vue du laboratoire, qui sera publiée ultérieurement.

Comme autre recherche du même genre, nous avons proposé à la même usine métallurgique de procéder à l'imprégnation par du goudron des briques de laitier ordinaire, en vue de leur usage pour des pavements de routes. Les essais ont donné également des résultats concluants. Ils se poursuivent et feront également l'objet d'une publication ultérieure.

Il est donc à noter que nos premiers travaux ont constitué une collaboration avec l'industrie, celle même que le Roi préconisait dans son discours à la Société Cockerill. Le but de cette collaboration a été, dans un cas, l'amélioration et la mise au point d'une fabrication, dans un autre, la fabrication d'un produit nouveau. On voit l'intérêt industriel d'une telle collaboration ; d'autre part l'intérêt scientifique n'est

pas moindre et il s'agit en l'occurrence de travaux ayant vraiment le caractère de recherche.

Dans le domaine de la route, la recherche scientifique pure n'existe pas ; elle est nécessairement en relation avec l'application. Son intérêt n'est donc pas idéal et son support doit être l'esprit de progrès, d'inquiétude. Dans ces conditions, elle contribue à élaborer des éléments de l'industrie future.

C'est le rôle essentiel et intéressant de notre laboratoire, qui comporte à suffisance des excitants intellectuels.

Un rôle subordonné et moins pourvu d'attraits, dont l'intérêt scientifique est médiocre, est celui des essais de contrôle de matériaux, soit en vue de réceptions, soit en cas de constatations, soit à titre de référence pour la propagande commerciale. Les deux premières circonstances exigent souvent l'intervention d'un laboratoire universitaire, à cause des garanties d'impartialité qu'il présente. La troisième circonstance est beaucoup plus délicate et de nature à compromettre la réputation d'impartialité d'un laboratoire ; elle exige de la prudence. Malheureusement, les laboratoires sont obligés de se créer des ressources et il n'est pas surprenant que cela les détourne parfois de leurs activités principales.

\*  
\* \*

Nous exprimons ci-dessus l'opinion que dans le domaine de la route, la recherche scientifique pure n'existe pas.

Il y a cependant une question capitale, purement désintéressée et de caractère somme toute scientifique, qui s'impose à notre attention. C'est celle du principe même des essais des matériaux routiers, celle du véritable critère, simple ou composé, de la qualité de ces matériaux. Faut-il caractériser la qualité par l'essai de compression statique, ou de choc, ou d'usure, ou de flexion, ou par une combinaison de ces essais ? Quels sont les liens qui unissent ces divers essais ? Quelle est la manière vraiment appropriée de les effectuer ? C'est un fait que l'on n'est pas encore d'accord sur les bases mêmes des essais de matériaux pour routes et il ne semble pas, selon les apparences, que la question sera bientôt ou même

jamais, résolue d'une manière satisfaisante. Le noeud du problème est dans la relation entre les méthodes d'essais et les contraintes que supportent les matériaux en service. Or, par nature, ces contraintes ne peuvent être définies qu'en termes généraux, plutôt vagues même, et ne peuvent être exprimées en chiffres, même d'une manière imparfaite, comme dans les cas élémentaires de contrainte de la résistance des matériaux. C'est de cette indétermination d'un terme du problème que découle toute la difficulté. Il s'y ajoute encore celle que la plupart des essais, tels que ceux de choc, d'usure, mettent aussi en jeu des processus complexes et mal définis. Quelle que soit la complication de la question, elle s'impose à l'attention des laboratoires et elle peut toucher, par certains côtés, aux questions les plus élevées de la physique des solides ; elle est certes très captivante.

Nous ne sommes nullement en mesure d'y apporter dès maintenant une contribution, peut-être pourrions-nous, après plusieurs années d'observation, exprimer quelques conclusions précises. Néanmoins, tous les essais isolés que nous avons faits déjà nous permettent d'exprimer certaines opinions générales, qui ne sont pas dénuées de valeur concrète. Les essais courants relatifs aux pierres dures naturelles sont l'essai de compression statique, l'essai de choc et l'essai d'usure sur meule sablée ou Deval. Ces essais sont en quelque sorte concordants, en ce sens que les pierres les plus dures (c'est-à-dire les plus résistantes à la compression statique) sont aussi celles qui s'usent le moins sur la meule. La résistance au choc, moins bien définie, de même que l'essai Deval, peuvent modifier l'ordre de classement, néanmoins les résultats restent sensiblement concordants. A cause de cette concordance, l'un ou l'autre essai peut suffire pour caractériser la qualité d'une pierre surtout lorsqu'il s'agit de pierres qui sont déjà pratiquement connues comme nos pierres belges. On peut alors recourir, pour des réceptions du moins, à l'essai le plus simple et, à notre avis, ce pourrait bien être l'essai Deval.

Malgré la concordance des résultats, il est intéressant de se demander quel est l'essai le plus caractéristique.

Il est permis de désigner au moins le moins caractéristique,

c'est l'essai de compression statique. Lorsqu'un cube de 5 centimètres de côté en quartzite me fait constater une résistance à la compression de 3000 kg/cm<sup>2</sup>, il me révèle que j'ai affaire à une excellente pierre dure. Mais en fait, jamais une pierre ne sera sollicitée dans la route comme l'est le cube d'essai sous la presse. Admettons même que par suite de la discontinuité de l'empierrement ordinaire ou des pavages, les pierres ne soient pas épaulées latéralement, dont la résistance à la compression serait sinon augmentée, il n'en est pas moins vrai que les pressions spécifiques reportées sur les routes sont toujours faibles lorsqu'il s'agit de bandages élastiques<sup>1</sup>. S'il s'agit de bandages rigides, la surface de contact est minime, mais on sait que la résistance à la compression d'un corps qui n'est contraint que dans une zone très limitée est aussi sensiblement plus élevée qu'en cas de compression uniforme. La rupture par compression ne peut guère se produire que pour des aspérités saillantes sur lesquelles passe une jante rigide. (Je saisis cette occasion pour répéter encore que l'on ne devrait plus tolérer de bandages rigides sur les routes.) Si l'on se réfère donc à l'ordre des contraintes de compression que peut subir la route, on devrait considérer un pavé ou un empierrement de pierre dure comme éternel.

En fait, un très bon pavage, bien entretenu, est très durable, mais il exige quand même de l'entretien et s'use quand même. Les essais d'usure et de choc sont donc bien plus caractéristiques. Pour les pavés, c'est surtout l'essai d'usure sur meule sablée qui paraît convenir. Il faut cependant ajouter que la fragilité joue un grand rôle, l'essai Deval n'est pas dénué d'intérêt, ou encore le *brick-rattler* américain, bien qu'il paraisse très conventionnel.

Pour l'empierrement, l'essai Deval, qui opère sur la pierre cassée paraît a priori le plus caractéristique. Dans le N° 68 du *Bulletin de l'Association internationale des Congrès de la route* (mars-avril 1930) le D<sup>r</sup> Kruger suggère un nouvel

---

<sup>1</sup> Ing. Dott. R. ARIANO, *Il problema stradale in relazione alla gommatura degli autoveicoli pesanti*, « Ingegneria », juin 1926.

essai de choc, consistant à laisser tomber un mouton sur un couvercle-piston recouvrant une boîte cubique remplie de pierres cassées. Après un certain nombre de coups, on recueille et pèse les détritns. Nous rapprochons cette suggestion dynamique d'une observation statique que nous avons faite au cours de nos essais sur le tarmacadam. Nous comprimons du tarmacadam dans un moule cubique sous une pression de  $100 \text{ kg/cm}^2$ . Nous avons été surpris de constater, malgré l'enrobage de goudron, un écrasement appréciable de la pierraille de laitier. Nous avons alors rempli un moule cubique de pierraille de laitier non goudronnée et nous avons appliqué la même pression *statique* de  $100 \text{ kg/cm}^2$ . Nous avons fait l'analyse granulométrique avant et après. Elle révèle un broyage très considérable et une véritable fragilité statique de la pierre cassée. Or, la pression envisagée ne doit guère être supérieure à la pression maximum réalisée par un cylindre lourd. C'est d'ailleurs un fait connu que lors du cylindrage, une partie de la pierraille se désagrège. Nous croyons que c'est un grand inconvénient. D'autre part, l'observation précitée nous paraît jeter une lueur sur le processus de désagrégation interne qui doit se produire sous l'effet des charges et des chocs, dans un empièchement très chargé. Ce doit être la cause principale de la destruction rapide que l'on constate et que les effets bien connus de la circulation ne peuvent seuls justifier, si l'on considère les résistances intrinsèques élevées des pierres dures à la compression, au choc et à l'usure. Peut-être pourra-t-on dans la voie indiquée, atteindre à des résultats intéressants et qui feront avancer quelque peu la connaissance que nous avons des matériaux.

L'appréciation de la signification caractéristique des méthodes d'essai est d'importance capitale lorsqu'il s'agit de revêtements composés ou artificiels : béton, tarmacadam, asphalte, briques, etc. On risque sans cela de commettre de graves erreurs.

S'il s'agit de revêtements monolithiques : béton, tarmacadam, asphalte, etc., le chiffre de résistance à la compression n'a plus aucune signification comparative ni absolue. En effet, la compression sur la route ne peut jamais intéresser qu'une

petite plage d'un revêtement étendu en surface, l'épaulement empêche les déformations latérales et augmente considérablement la résistance à la compression.

La haute résistance à la compression d'un béton (par exemple 400 à 500 kg/cm<sup>2</sup>) dépend surtout de la qualité du ciment et du dosage, elle peut être réalisée avec de la pierreaille relativement peu dure. Cependant si la pierreaille est peu dure ou s'il y a peu de pierreaille, la route en béton s'usera beaucoup plus vite qu'une route en béton faite avec une mosaïque serrée de pierres très dures, présentant dans l'ensemble une moindre résistance à la compression. En réalité, pour le béton, ce sont les résistances à l'usure, à la flexion et aux chocs répétés qui l'emportent; la résistance à la compression n'est nullement caractéristique, c'est cependant la seule que l'on définisse dans les cahiers des charges.

Les revêtements en asphalte et en tarmacadam ont comme meilleur indice de leurs qualités une faible résistance à la compression. Un exemple fera mieux comprendre. Une brique de laitier ordinaire, placée entre les plateaux de la presse, donne une certaine résistance à la compression. Lorsque sa résistance est épuisée, elle se brise en poussière. La même brique imprégnée à cœur de goudron, possède une résistance plutôt moindre, d'après la qualité du goudron. Mais lorsque l'aiguille indicatrice descend et révèle que la résistance est épuisée, la brique s'écrase comme un bloc de plomb, en s'élargissant, mais sans se rompre. En d'autres termes, le goudron a conféré à la brique des qualités précieuses pour la route : la ductilité et l'agglutination. L'usure est réduite plus de dix fois, la résistance à la flexion est sérieusement accrue, la résistance au choc augmentée d'une manière énorme. De même, les qualités des revêtements d'asphalte ne sont nullement caractérisées ou expliquées par la résistance à la compression de 300 kg/cm<sup>2</sup>, communément exigée. Un tarmacadam présente une très faible résistance à la compression, mais placé sur la meule d'usure, le goudron qui agglomère parfaitement la pierreaille produit une usure très régulière et identique à celle d'une éprouvette de la même pierre, c'est-à-dire une usure très faible.

Pour ces types de revêtement, l'essai de compression n'a aucune valeur absolue, il ne permet pas de comparer entre eux des revêtements de natures différentes, il peut simplement servir de terme de comparaison de qualité de revêtements de même nature.

Les essais d'usure, de choc et de flexion sont beaucoup plus caractéristiques et plus importants, notamment pour les briques de pavage. En ce qui concerne le tarmacadam, l'observation faite au sujet de la fragilité statique des pierrailles, même enrobées, montre l'inconvénient de la compression au moyen de cylindres lourds. En effet, les éclats détachés ne sont pas enrobés et réduisent l'agglutination. La désagrégation donnerait lieu à une destruction rapide du tarmacadam. Il faut donc employer des cylindres moyens, de préférence du type tandem.

Nos essais ont montré qu'une compression trop forte n'est d'ailleurs pas nécessaire, on peut généralement descendre à 50 kg/cm<sup>2</sup>.

\*  
\* \*

Un laboratoire vaut par son travail. Nous disposons d'un champ d'activité assez vaste pour ne pas craindre de jamais chômer. L'expérience des premiers mois nous fait au contraire douter de pouvoir suffire à la tâche. Nous ne manquons de rien, sauf de personnel. Nous serons reconnaissants à tous ceux qui nous aideront à obtenir le personnel indispensable. Nous ajoutons que nous serons heureux de mettre les services de notre laboratoire, maintenant ou plus tard, à la disposition de tous les techniciens de la route qui nous proposeront des questions intéressantes.

Liège, le 1<sup>er</sup> juin 1930.







