

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 43 (1917)  
**Heft:** 24

**Artikel:** Méthodes modernes d'entretien et de revêtement des chaussées  
empierrées  
**Autor:** Blaser, J.-P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33202>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

plusieurs années, que ce premier dispositif fonctionne toujours d'une façon irréprochable, et, du reste, de nombreuses turbines à vapeur d'autre provenance ne sont munies que d'un appareil pseudo-astatique comme seul moyen de protection contre des élévations de vitesse inadmissibles. L'adoption pour les grandes turbines de l'interrupteur d'admission de vapeur à 20 0/0 de dépassement de vitesse nous semble donc satisfaisant, plutôt qu'à une nécessité technique, au désir de perfection que les *Ateliers Oerlikon* apportent à leurs constructions.

Pour compléter cette série de dispositifs de sûreté, les *Ateliers Oerlikon* viennent d'en adopter encore un, destiné à rendre aussi peu dangereux que possible les déplacements axiaux de la partie tournante. Les turbines à action ne possèdent pas de disques équilibres et leurs paliers de butée ne sont généralement pas prévus pour supporter de fortes poussées; des forces agissant dans le sens de l'axe peuvent donc facilement provoquer un déplacement de la partie tournante si elles sont suffisamment grandes ou si elles agissent pendant un temps suffisamment long. De telles forces peuvent être engendrées par des coups de bélier provenant à leur tour d'une alimentation incorrecte des chaudières, de mauvaises dispositions de la chaufferie, etc. Si nos renseignements sont exacts, certaines turbines de provenance étrangère ont subi par suite de causes du genre de celles que nous venons de mentionner, qui vraisemblablement ont provoqué des déplacements axiaux de la partie tournante, des avaries telles que des réparations intéressant toute la turbine, partie tournante et fixe, s'en suivirent avec mise hors de service de la machine pour une très longue durée. Les nouvelles précautions prises par les *Ateliers Oerlikon* sont donc parfaitement justifiées et ne manqueront pas d'être accueillies favorablement dans les milieux compétents. — La Communication du constructeur ne donne malheureusement pas de détails sur la façon dont il a réalisé ce nouveau dispositif de sûreté. Vraisemblablement le dit dispositif doit agir par l'intermédiaire du tiroir de distribution qui est actionné aussi par le premier des régulateurs de sûreté contre l'emballement; dans tous les cas les *Ateliers Oerlikon* spécifient que l'admission de vapeur dans la turbine est coupée sitôt que le déplacement axial de la partie tournante atteint 1,5 mm. Naturellement un déplacement axial de cette amplitude provoquera une certaine usure du palier de butée qui nécessitera une remise en état, d'ailleurs rapidement exécutée, de celui-ci; mais cette remise en état n'est absolument pas comparable aux réparations que l'on pourrait être dans l'obligation de faire subir à la turbine si on ne l'arrêtait pas en coupant l'admission de la vapeur lorsque sa partie tournante subit un déplacement axial dépassant les limites compatibles avec le jeu existant axialement entre les disques moteurs et les diaphragmes, par exemple.

D'autres détails constructifs sont encore rappelés dans la communication que nous venons d'analyser rapidement; nous renonçons à les mentionner, d'une part parce que de moindre importance que ceux examinés et, d'autre part, parce qu'ils sont en grande partie déjà connus. Ce que nous venons de dire suffit pour montrer le soin qu'apportent les *Ateliers Oerlikon* dans la construction de leurs turbines à vapeur et l'attention avec laquelle ce constructeur s'applique à donner à ses machines la plus grande sûreté de fonctionnement possible.

Une remarque: nous espérons qu'il sera possible aux *Ateliers Oerlikon* de renseigner à une prochaine occasion les milieux intéressés sur la façon dont ils réalisent le passage de la commande à la main à la commande par huile sous

pression de la soupape d'admission principale — passage qui nécessite certainement un dispositif spécial de manœuvre — ainsi que sur le mode d'action de leur dispositif de sûreté garantissant une limitation des déplacements axiaux de la partie tournante. A en juger par la curiosité que nous avons de connaître ces détails, nous croyons pouvoir affirmer qu'ils intéresseraient très vivement les milieux techniques; nous ne doutons pas d'autre part qu'ils mettraient en bonne lumière l'ingéniosité du constructeur.

CH. COLOMBI.

## Méthodes modernes d'entretien et de revêtement des chaussées empierrées<sup>1</sup>

par M. J.-P. BLASER, ingénieur.

Messieurs,

Vous savez tous l'importance qu'a prise la question de la route depuis quelques années, par suite du développement de la traction mécanique et spécialement de l'introduction des véhicules de poids lourd.

Je ne considérerai pas ici les chaussées en asphalte, ni les différentes sortes de pavage en bois, pierre ou brique qui supportent généralement bien la circulation lourde et intense, et qui sont d'ailleurs assez connues.

Je ne m'occuperai que des chaussées empierrées et des perfectionnements que la technique moderne y a apportés dans le but de leur permettre de résister efficacement aux effets de la circulation actuelle.

### I. Le macadam ordinaire.

*Considérations générales sur les chaussées empierrées.*

C'est à Trésaguet, ingénieur en chef de la municipalité de Limoges, que l'on doit les premières études sérieuses sur les chaussées empierrées.

Trésaguet établit une première couche de pierres posées de champ et rangées à la main qui constitue la fondation et qu'il recouvre d'une couche de pierres cassées grossièrement et d'une dernière couche de pierre dure cassée à la grosseur d'une noix.

Son procédé fut adopté par les ingénieurs français dès le commencement du XIX<sup>e</sup> siècle.

C'est vers la même époque, c'est-à-dire vers 1820 que la méthode de Mac Adam, ingénieur anglais, fut introduite en France, et donna son nom aux chaussées dont la couche supérieure est composée de pierre cassée à une dimension uniforme.

Mac Adam rejette la fondation qu'il prétend inutilement coûteuse et cherche à établir au-dessus du sol naturel un revêtement imperméable. Il rejette également l'emploi de matériaux qui ne soient pas absolument propres et débarrassés de toute matière terreuse et argileuse, ainsi que le gravier naturel et n'emploie que des matériaux cassés et anguleux qui sont seuls susceptibles de se lier entre eux d'une façon convenable.

Plus tard apparaît la méthode d'un autre ingénieur anglais, Telfort, qui est une combinaison des deux méthodes précédentes.

Telfort établit une fondation en hérisson qu'il recouvre de deux couches de pierre cassée d'après la méthode de Mac Adam.

On ne peut dire que l'une de ces méthodes soit toujours préférable aux autres; cependant la nécessité d'une fondation est presque généralement reconnue aujourd'hui, et les recherches des ingénieurs de la route ont porté plutôt depuis

<sup>1</sup> Communication faite à la section de Fribourg S. I. A. et à la Société technique fribourgeoise, le 14 février 1917.

quelques années sur la question du revêtement, c'est-à-dire de la couche supérieure de la chaussée.

Il y a lieu de remarquer à ce propos que soit Trésaguet, soit Mac Adam, soit Telfort, ont préconisé tous trois pour cette dernière couche, l'emploi de matériaux durs.

Quant à l'assainissement du sous-sol, il constitue évidemment une condition élémentaire d'établissement rationnel d'une chaussée quelconque.

#### *Cylindrage des empièvements.*

C'est en 1834 que Polonceau, ingénieur des Ponts et Chaussées de France, préconisa le cylindrage des chaussées neuves, ainsi que des rechargements généraux.

Aujourd'hui, soit l'un soit l'autre se pratiquent presque partout et ont comme avantage une meilleure utilisation et par suite une économie des matériaux de rechargement et d'entretien, ainsi que d'offrir au roulage une chaussée terminée et non un tas de cailloux.

Les premiers rouleaux compresseurs étaient en fonte ou en bois, à traction animale, et d'un poids de 1000 à 6000 voire même jusqu'à 8000 kgs. C'est vers le milieu du 19<sup>e</sup> siècle, qu'apparurent les premiers rouleaux à vapeur, et le modèle le plus répandu de nos jours, que tout le monde connaît, a son origine dans le type Aveling and Porter, créé vers 1860.

Le poids des rouleaux à vapeur varie généralement de 10 à 20 tonnes. La ville de Paris a même employé des rouleaux de 30 tonnes, mais je crois qu'elle les a abandonnés.

Les rouleaux plus lourds conviennent naturellement aux matériaux durs. Il y a lieu cependant de tenir compte, non seulement du poids d'un rouleau compresseur, mais de la répartition de ce poids entre les roues avant et arrière, ainsi que du diamètre et de la largeur des roues.

On construit, depuis quelques années, des rouleaux compresseurs actionnés par un moteur à benzine, dont le poids varie en général entre 5 et 10 tonnes, et qui conviennent spécialement au cylindrage des macadams à liant de goudron ou de bitume. Ces rouleaux sont en général du type tandem c'est-à-dire qu'ils n'ont qu'une roue à l'arrière dont la largeur est approximativement la même que celle des deux roues avant juxtaposées.

Enfin, je mentionnerai les rouleaux à main, également actionnés par un moteur à benzine, que fabrique, en particulier en Suisse, la maison Ammann à Langenthal. Le poids de ces rouleaux varie de 1 à 3 tonnes ; ils sont employés en général pour le cylindrage des trottoirs et des allées de jardin, et peuvent également servir avantageusement au cylindrage d'emplois isolés pour la réparation des chaussées.

#### *Qualité des matériaux d'empierrement.*

J'ai déjà relevé que Trésaguet, Mac Adam et Telfort attachaient une grande importance à la dureté des matériaux qui constituent la couche d'usure.

Depuis quelques années, l'augmentation du nombre des véhicules, particulièrement de ceux à traction mécanique, ainsi que l'augmentation de leur poids et de leur vitesse a fait de cette condition une nécessité pour la plupart de nos chaussées. Les matériaux provenant du cassage de pierres de gravières ou de rivières ont le grand inconvénient de manquer d'homogénéité et de constituer, surtout les premiers, des chaussées dont l'usure est très irrégulière.

Le gravier de rivière cassé à une dimension convenable, c'est-à-dire plutôt petite, et soumis à un cylindrage énergique, peut encore donner d'assez bons résultats sur des chaussées à circulation modérée.

Pour toutes les chaussées à circulation importante la ten-

dance actuelle est d'utiliser des matériaux provenant de carrières qui, s'ils ne sont pas tous très durs et résistants, ont toujours, sur ceux provenant des rivières ou des gravières, l'avantage d'être plus homogènes, et de former des chaussées dont la surface s'use plus également.

C'est l'Inspectorat des chaussées de la ville de Zurich qui fit en Suisse, à ma connaissance, les premiers essais comparatifs de différents matériaux de chaussées. Il employait jusqu'en 1904, pour ses routes macadamisées, uniquement de la pierre cassée de gravières locales.

Dès 1905, des essais furent faits avec des pierres dures provenant de la Forêt-Noire : basalte, porphyre, etc., qui donnèrent de bons résultats au point de vue de l'usure, mais entraînèrent une dépense élevée.

En 1910, fut essayé le calcaire siliceux du lac des Quatre Cantons, qui se révéla immédiatement un très bon matériau de chaussée et plus économique en fin de compte, malgré son prix plus élevé que celui du gravier local.

En 1912, les prix de revient de ces différents matériaux complètement mis en œuvre et cylindrés étaient à Zurich de : 12 à 14 fr. par m<sup>3</sup> pour le gravier local cassé ; 23 à 27 fr. par m<sup>3</sup> pour le calcaire siliceux et 25 à 35 fr. par m<sup>3</sup> pour les roches d'importation étrangère : basalte, porphyre, hornblende, etc.

J'ai déjà relevé qu'au point de vue économique, c'est le calcaire siliceux alpin qui a donné les meilleurs résultats, c'est-à-dire qu'il a la plus grande durabilité comparativement à son prix de revient.

Dès 1910 également, l'Inspectorat des chaussées de la ville de Zurich fit faire des essais de ces différents matériaux au Laboratoire fédéral d'essais des matériaux à Zurich. Mais c'est surtout depuis 1912 que ces essais ont été perfectionnés.

Ils concordèrent d'ailleurs assez bien avec les expériences pratiques faites en Ville de Zurich, et démontrèrent ainsi leur utilité.

Ces essais de laboratoire, sur lesquels je reviendrai en détail tout à l'heure, ont été développés depuis lors et ont prouvé que nous avons en Suisse un grand nombre de bons matériaux d'empierrement.

Je citerai entr'autres le calcaire siliceux alpin dont j'ai déjà parlé à propos des expériences faites à Zurich et dont l'emploi s'est généralisé depuis lors dans cette ville et ailleurs.

Je relèverai encore à ce propos que d'autres matériaux, ainsi le calcaire d'Arvel beaucoup employé actuellement dans le canton de Vaud, qui n'ont pas donné aux essais de laboratoire des résultats remarquables, forment cependant de très bonnes chaussées. Il faut l'attribuer en premier lieu à leur homogénéité, dont j'ai déjà fait ressortir les avantages, et probablement aussi au fait que les essais de matériaux d'empierrement tels qu'ils se pratiquent chez nous actuellement, ne sont pas assez complets et ne fournissent en particulier pas, sauf erreur, d'indication de la ténacité.

J'ajouterai à propos des matériaux d'empierrement suisses et étrangers que dès l'année 1911 et jusqu'en 1913, la valeur des importations a dépassé le chiffre de 2 000 000 de francs, tandis que nos exportations ont varié entre 100 et 150 000 fr. Ces chiffres ne comprennent d'ailleurs pas les pavés dont l'exportation est nulle, tandis que leur importation annuelle représente une somme de 500 000 francs environ.

Depuis 1914 les importations ont considérablement diminué paraît-il, ce qu'il faut certainement attribuer aux circonstances dans lesquelles nous vivons, et je veux espérer pour ma part, que ces résultats de la guerre se maintiendront partiellement par la suite.

A ce sujet l'Association suisse des professionnels de la route,

d'entente avec le groupe de la voirie de la S. I. A. a décidé de provoquer la généralisation des essais de laboratoire, complétés par des essais pratiques, dans le but de déterminer d'une façon précise la valeur des différents matériaux d'empierrement que nous possédons en Suisse et d'en généraliser leur emploi de plus en plus.

On ne peut que louer sincèrement ces efforts, mais je dois pourtant remarquer ici que la plus grande partie des matériaux importés, sont utilisés dans les villes voisines de la frontière et qu'il sera difficile de supprimer la concurrence étrangère qui bénéficie de tarifs réduits sur les chemins de fer des pays environnants, tandis que les tarifs des C. F. F. pour le transport de ces matériaux sont très élevés.

Je suis, pour ma part, d'avis que ce sont les C. F. F. qui pourraient par des tarifs appropriés provoquer l'extension de l'emploi des matériaux suisses d'empierrement.

#### *Essais des matériaux d'empierrement.*

Les essais de laboratoire sont de différents genres. Ils servent à déterminer la résistance à l'écrasement des pierres considérées, leur résistance à l'usure par frottement mutuel ou sous l'influence d'un corps étranger, leur résistance au choc, leur perméabilité et leur hygroscopicité ainsi que leur résistance aux agents atmosphériques, enfin leur valeur comme matière d'agrégation.

Ces essais peuvent se faire selon différentes méthodes.

Les deux essais auxquels on procède le plus généralement en Suisse sont ceux qui servent à déterminer la résistance à l'écrasement et le coefficient d'usure par frottement mutuel.

La première s'obtient en soumettant des cubes de dimensions données à une pression progressive au moyen d'une presse; le coefficient d'usure est déterminé selon la méthode Deval, et l'on procède généralement à deux essais, l'un à l'état sec et l'autre à l'état humide.

L'appareil de Deval consiste en un ou plusieurs cylindres en fonte ou en tôle montés sur un arbre de rotation, de manière à ce que leurs axes soient inclinés de 30° par rapport à l'arbre. On introduit dans ces cylindres une certaine quantité, environ 5 kgs., de pierre cassée à la dimension normale et l'on détermine après 10 000 tours du cylindre le pourcentage des matières fines qui passent à travers un tamis dont les mailles ont 0,16 cm. de diamètre.

Dans l'essai à l'état humide on ajoute une certaine quantité d'eau à la pierre dans le cylindre et l'on constate de plus à la fin de l'essai le degré d'adhérence des matières fines aux morceaux de pierre, ce qui permet de se faire une idée de la valeur d'agrégation des matériaux considérés.

La plus ou moins grande adhérence de la poussière a à mon avis une grande importance sur la tenue de la route, tout au moins lorsqu'il s'agit d'une chaussée macadamisée ordinaire.

Je relève à ce propos que les Américains déterminent la valeur des matériaux comme liants d'une façon plus complète. Ils broient une certaine quantité de pierre dans un moulin à boulets et confectionnent ensuite avec la poussière obtenue, des briquettes qui sont essayées à la traction au moyen d'un appareil spécial de M. Page.

Celui-ci a, d'autre part, construit une machine à chocs qui permet de déterminer la compacité des matériaux d'empierrement, c'est-à-dire la faculté plus ou moins grande qu'ils possèdent de résister à l'écrasement produit par des chocs.

Elle consiste essentiellement en un mouton dont la hauteur de chute est augmentée progressivement de centimètre en centimètre jusqu'à ce que l'échantillon de roche se brise.

Cet essai me paraît plus probant que celui à l'écrasement

obtenu au moyen de la compression, comme on le pratique chez nous. Il se rapproche en effet plus des conditions pratiques d'écrasement dans lesquelles se trouvent les pierres qui constituent le revêtement d'une chaussée.

En résumé les essais qui permettent de déduire les conclusions les plus sûres en vue de la pratique parce que tenant le mieux compte des conditions pratiques d'usure d'une chaussée, sont :

a) l'essai de résistance à l'usure par frottement mutuel, à l'état sec et à l'état humide, (méthode Deval).

b) l'essai de ténacité ou résistance aux chocs, (méthode Page).

c) la détermination de la valeur d'agrégation de la poussière.

Il est d'ailleurs également intéressant de connaître la résistance au frottement (essai à la meule) ainsi que le pouvoir d'absorption d'eau et le coefficient de saturation des matériaux employés.

C'est ce dernier qui, indiquant jusqu'à quel point les pores de la pierre se remplissent d'eau, permet d'en apprécier la résistance aux effets du gel.

Il est, d'autre part, bien évident que tous ces essais de laboratoire ne peuvent pas être absolument concluants et qu'ils sont plutôt destinés à guider le choix des matériaux d'empierrement, dont la tenue et les résultats devront être soigneusement observés en pratique.

J'ajouterai que les installations et recherches actuellement les plus importantes pour l'essai des matériaux d'empierrement sont celles du Laboratoire National de Physique de Teddington près de Londres.

On y a établi en particulier, depuis quelques années, une piste circulaire d'environ 10 mètres de diamètre et de 75 cm. de largeur, qui permet d'y construire et essayer des empierements constitués par des matériaux différents, ainsi que des revêtements spéciaux.

Les huit roues qui peuvent être mises en mouvement sur les échantillons de chaussées ont une largeur de 3 pouces et sont chargées de 4 à 700 kgs. chacune en règle générale.

Des profils longitudinaux et transversaux sont relevés pendant les différentes phases de l'essai et c'est l'usure elle-même qui détermine l'interruption de l'essai.

Ce genre d'essai se rapproche incontestablement plus de la pratique que les essais de laboratoire dont j'ai parlé tout à l'heure.

Il a d'ailleurs l'avantage de permettre d'essayer les systèmes de revêtement eux-mêmes, et non seulement les matériaux qui sont appelés à les constituer.

(A suivre.)

#### BIBLIOGRAPHIE

**Tables pour le calcul et le tracé des courbes**, par A. Barraud, Ingénieur. Lausanne, Librairie Rouge & C<sup>ie</sup>. 1917. Fr. 6. —

L'usage toujours plus répandu d'instruments à division centésimale rend particulièrement opportune la publication de ces tables. Les techniciens qui s'occupent de construction de chemins de fer trouveront dans ce volume de format très pratique tous les éléments qui leur sont nécessaires aussi bien pour la superstructure que pour l'infrastructure. La première partie contient les tables usuelles pour le raccordement des sinuosités et déclivités par les différentes méthodes (abcisses et ordonnées, angles inscrits, sécantes) et traite des différents cas qui se présentent pour intercaler la parabole de raccordement. La deuxième partie est consacrée plus spécialement à la pose de la voie et aux piquetages en tranchée et en tunnel pour lesquels les procédés courants sont en défaut. L'emploi toujours plus fréquent des fils stadimétriques a engagé l'auteur à introduire une table tachéométrique. Il faut savoir gré à M. Barraud d'avoir, dans des circonstances relativement défavorables, entrepris de combler une lacune déjà maintes fois signalée.

A. A.